



# ECOVARS – 2



## Centre de ressources pour la Restauration Ecologique en Pyrénées

**Restaurer, valoriser et conserver la flore locale dans les projets d'aménagement pour un développement durable de la montagne pyrénéenne**



## Compte-rendu d'activité de la phase 2

Juin 2007

**Maître d'ouvrage : Conservatoire botanique pyrénéen**

### Contact pour le projet

Sandra Malaval

Conservatoire botanique pyrénéen/Conservatoire botanique national de Midi-Pyrénées

Vallon de Salut BP 315

65203 Bagnères de Bigorre Cedex

[cbp.sc@laposte.net](mailto:cbp.sc@laposte.net)



# TABLE DES MATIERES

|   |           |
|---|-----------|
| <b>1. PARTIE TRANSVERSALE.....</b>  | <b>3</b>  |
| <b>2. PARTIE EXPERTISE, TRANSFERT ET CONCERTATION .....</b>   | <b>5</b>  |
| 2.1 Expertise et animation : accompagner .....  | 5         |
| 2.2 Réseau d'acteurs et de praticiens : diffuser l'information et communiquer .....   | 6         |
| 2.3 Centre de ressources : préparer la suite .....  | 8         |
| 2.4 Sessions de formation : échanger et améliorer les connaissances et les pratiques .....  | 8         |
| 2.5 Guide méthodologique des bonnes pratiques : vers une aide à la décision .....   | 8         |
| <b>3. PARTIE AGRICOLE .....</b>   | <b>13</b> |
| 3.1 Bilan de l'année 2006 .....   | 13        |
| 3.2 Bilan de janvier à juin 2007 : .....  | 19        |
| <b>4. PARTIE RECHERCHE .....</b>  | <b>28</b> |
| 4.1 Etude de la structuration génétique de <i>Festuca eskia</i> : décrire et comprendre la diversité génétique des espèces locales afin de la préserver ..... | 28        |
| 4.2 Construction d'un indicateur de la structuration génétique chez <i>Festuca eskia</i> .....  | 30        |
| Les plantules issues de la germination de ces graines sont en cours de transplantation dans la pépinière d'altitude du col de Grail (09). .....               | 32        |
| 4.4 Dispositif multi-local : restaurer un écosystème fonctionnel en raisonnant la composition des mélanges et la gestion des surfaces restaurées .....        | 32        |
| 4.5. Entretiens auprès des acteurs : Identifier des points de vue et des pratiques relatifs à la restauration écologique .....                                | 33        |



# 1. PARTIE TRANSVERSALE

De janvier à décembre 2006, nous avons réalisé 4 réunions du groupe opérationnel du projet, aux dates suivantes :

- 26/01/2006 : Réflexion autour de l'échange de références bibliographiques
- 07/02/2006 : Aspects « Communication » sur le projet Ecovars2 et centre de ressources
- 27/03/2006 : Mise en place des sites expérimentaux pour 2006
- 14/09/2006 : Bilan du groupe opérationnel et présentation des résultats du stage d'Aurore Grisard à l'INRA

Nous avons également réalisé deux réunions du groupe de direction :

Le 17 mars 2006 avec à l'ordre du jour :

- le point sur l'avancée des financements pour la suite de la phase 1 et le début de la phase 2 du programme
- le point sur l'avenant numéro 3 à la convention Ecovars 2
- la finalisation du cahier des charges pour le site Internet
- le débat sur l'étage montagnard et sa prise en compte dans le programme Ecovars 2
- une discussion autour du projet de centre de ressources

Le 16 octobre 2006, avec à l'ordre du jour :

- le bilan des activités et décisions depuis le dernier comité de direction
- un rapide bilan de chaque volet du programme
- des précisions sur le volet « sciences sociales » du programme et interactions avec les autres volets
- la préparation de la phase 3 d'Ecovars2 : éléments de réflexion (montage de la partie agricole notamment)

Une réunion du comité de suivi du programme a eu lieu le 15 décembre 2006 à Toulouse, afin de présenter les actions engagées et les résultats 2006, mais aussi afin de préparer la phase 3 du programme (voir compte-rendu ci-après).

Le travail transversal a permis d'avancer sur plusieurs points :

## - **Suivi et évolution du site internet avec l'APEM**

Un outil très important pour la diffusion de connaissances et de savoir, un site internet a été réalisé cette année et une base de données bibliographique lui est associé. Il présente le programme et ses trois volets, ainsi que les actualités d'Ecovars2. Il est en ligne depuis peu : [www.ecovars2.fr](http://www.ecovars2.fr). Il a été développé par l'Assemblée Pyrénéenne d'Economie Montagnarde au cours de l'été 2006. Le contenu est disponible depuis le mois de septembre en français. Les traductions en anglais et en espagnol se feront d'ici décembre 2006.

Le site présente le programme Ecovars-2 de manière générale, puis un détail de chacun des Volets (Expertise, Agricole, Recherche) avec les objectifs, actions, échéances. Un cadre « Actualités » nous permet de communiquer sur l'actualité du projet et de la revégétalisation. Ce site est de plus le support d'une base de données de références bibliographiques liée à la revégétalisation, accessible à tout public (256 références actuellement). Deux réunions avec l'APEM nous ont permis d'organiser cette collaboration : le 23 mai et le 6 juin 2006.

## - **Mise en place d'expérimentations multilocales en domaines skiabiles**

Plusieurs réunions cette année nous ont permis de définir conjointement les éléments à tester sur des parcelles expérimentales de revégétalisation. Chaque structure a effectué des recherches bibliographiques afin d'identifier les éléments déjà connus et ceux paraissant intéressants à tester dans le cadre d'une telle expérimentation en domaine skiable. Quatre modalités ont finalement été retenues afin de tester différentes hypothèses de revégétalisation. Un protocole expérimental a été élaboré à partir d'éléments techniques et bibliographiques et deux expérimentations ont pu être mises en place en septembre et octobre 2006 à Peyragudes (65) et Puymorens (66) (voir paragraphe 4.2 pour le détail des modalités testées).



**COMPTE-RENDU DE LA REUNION DU COMITE DE SUIVI DU  
PROGRAMME ECOVARIS 2  
LE 15 DECEMBRE 2006 A TOULOUSE  
CONSEIL REGIONAL DE MIDI-PYRENEES  
SALLE LOMAGNE**





## **Réunion du comité de suivi - 15 décembre 2006**

**Objet :** Réunion 2006 du comité de suivi du programme Ecovars 2

**Site :** Conseil Régional Midi-Pyrénées (Toulouse)

### **Participants :**

Agence Régionale Pour l'Environnement Midi-Pyrénées - Laurence Alias  
Bureau d'études AMIDEV - Georges Dantin  
CAUE de Haute-Garonne - Jean-François Aramendy  
Cemagref de Grenoble - Stéphanie Gaucherand  
Chambre d'agriculture Hautes-Pyrénées - Patrick Capérea  
Conseil régional de Languedoc-Roussillon - Claudine Loste  
Conseil régional de Midi-Pyrénées - Dominique Rondi  
Conseil régional de Midi-Pyrénées - Laure Ellisalde  
Conservatoire botanique pyrénéen - Anne Gaultier  
Conservatoire botanique pyrénéen - Gérard Largier  
Conservatoire botanique pyrénéen - Jocelyne Cambecèdes  
Conservatoire botanique pyrénéen - Sandra Malaval  
DEATM-ODIT France - Philippe Michou  
DIACT - Anne Busselot  
Direction régionale de l'agriculture et de la forêt de Midi-Pyrénées - Jean-Pierre Morzières  
DIREN Midi-Pyrénées - Pierre Lehimas  
GNIS - Xavier de Nonencourt  
I.N.R.A. Toulouse - Héloïse Gonzalo-Turpin  
I.N.R.A. Toulouse - Laurent Hazard  
I.N.R.A. Toulouse - Nathalie Couix  
Office national des forêts - René Rauzy  
Office national des forêts - Vincent Parmain  
S.U.A.I.A.P. - Marielle Mourlane  
S.U.A.I.A.P. - Nicolas Body  
Service de Restauration des Terrains en Montagne - Jean-Noël Schmidt

### **Excusés**

Adepfo - Michel Muro  
Association nationale des élus de la montagne - Monsieur Le Président  
CAUE d'Ariège - Agnès Legendre  
CAUE des Pyrénées-Atlantiques - Agnès Ducat  
CAUE des Pyrénées-Orientales - Danièle Auriac  
Chambre d'agriculture Hautes-Pyrénées - Carine Chatain  
Clape Languedoc-Roussillon - Claude Louis  
Confédération pyrénéenne du tourisme - Monsieur Le Président  
Conseil général de l'Ariège - Thierry Candebat  
Conseil général des Hautes-Pyrénées - Gérard Aupetit  
Conseil général des Pyrénées-Atlantiques - Bernadette Malterre  
Conseil général des Pyrénées-Atlantiques - Nicolas Watteau  
Conseil international associatif pour la protection des Pyrénées - Marc Maillet  
Conseil régional d'Aquitaine - Aline Destribats  
Conseil régional d'Aquitaine - Christophe Esponda  
Conseil régional d'Aquitaine - Sophie Kerloc'h  
Conseil régional d'Aquitaine - François Maïtia  
Conseil régional de Languedoc-Roussillon - Emmanuelle Lagagnier-Jarne  
Conseil régional de Languedoc-Roussillon - Stéphane N'Guyen  
Conseil régional de Midi-Pyrénées - Maryse Enot  
Conservatoire botanique pyrénéen - Jacques Brune  
DIACT - Joël Marty



## Restaurer, valoriser et conserver la flore locale

Direction Départementale de l'Équipement - Franck Bouchaud  
Direction Départementale de l'Agriculture et de la Forêt - Marc Fily  
DIREN Midi-Pyrénées - Stéphanie Flipo  
Domaine skiable les Angles - Jérôme Meunier  
I.N.R.A. Toulouse - Danièle Magda  
Nature Midi-Pyrénées - Paz Costa  
Nature Midi-Pyrénées - Jean-François Ruhl  
Office national des forêts - Isabelle Bassi  
Office national des forêts - Jean-Luc Martin  
Office national des forêts - François Sassus  
Office national des forêts - Alain Bruzy  
Parc National des Pyrénées - Laurent Bonneau  
S.U.A.I.A.P.- Nicole Videau  
SEPANSO - Monsieur Le Président  
SIME Languedoc-Roussillon - Bernard Lambert  
Société Zygène - Patrick Bourdige  
Station de Peyragudes - Noël Lacaze  
Syndicat des stations des Hautes-Pyrénées - Jean-Henri Mir

La réunion a pour objet de faire un bilan de l'année écoulée et de faire intervenir les membres du comité de suivi sur les perspectives de ce programme pour l'année à venir et à plus long terme.

Gérard Largier présente le programme et le rôle du comité de suivi.

Après un tour de table, Sandra Malaval présente l'ordre du jour et le déroulement de la réunion en trois parties :

- Le bilan des 4 volets du programme (volet transversal, volet expertise et animation, volet agricole et volet recherche),
- Les objectifs de ce programme pour 2007,
- Une discussion sur les perspectives des 3 volets.

### 1) Bilan des 3 volets

Sandra Malaval rappelle les objectifs du programme Ecovars 2 et l'organisation fonctionnelle du projet, au travers du groupe opérationnel, du comité de direction et du comité de suivi.

Elle poursuit en faisant le bilan de l'année 2006 pour le volet transversal avec la mise en place d'actions de communication et d'information sur le programme avec l'élaboration de la lettre d'information n°6, la création du site Internet ([www.ecovars2.fr](http://www.ecovars2.fr)), la mise en place d'une base de données bibliographiques spécialisée sur la revégétalisation et la mise en place de protocoles d'essai de revégétalisation en domaines skiables.

Enfin, elle trace le bilan du volet expertise et animation dont elle s'occupe plus particulièrement avec un accompagnement de 8 chantiers de revégétalisation représentant une surface de 60 ha, la mise en place d'un outil d'aide à la décision pour la revégétalisation à Peyragudes, la participation à 5 rencontres et colloques et l'organisation de la première journée d'échange et d'information pour les directeurs de pistes des domaines skiables (23 personnes présentes/ 8 domaines skiables).

Elle conclue en précisant que les objectifs de 2007 sont la continuité de la mission d'accompagnement, le développement d'un outil d'aide à la décision pour les domaines skiables et la réalisation de réunions de concertation autour de la prise en compte de la flore dans les aménagements et revégétalisations.

Nicolas Body prend la parole pour le bilan du volet agricole du programme, précisant que cette année les collectes (73 kg au total) se sont déroulées sur 24 sites, pour 24 espèces ayant un potentiel de production satisfaisant. Il explique que, parallèlement, le suivi expérimental d'espèces nouvelles et/ou difficiles continue, qu'un réseau d'agriculteurs commence à se développer (6 contrats/ 4ha).et qu'il œuvre pour la poursuite de l'implication des acteurs agricoles pour une réussite technique de la production et l'émergence d'une filière de multiplication des semences. Il revient sur l'expérience d'une filière de production de semences



## Restaurer, valoriser et conserver la flore locale

en Autriche où Sandra Malaval et lui-même ont passé trois jours d'observation. Ils ont pu rencontrer de nombreux acteurs de la revégétalisation et observer une filière dont le schéma d'organisation peut-être intéressant pour la suite du programme.

Il conclue en précisant que les objectifs de 2007 sont de continuer le suivi des parcelles d'expérimentation, d'étendre le réseau d'agriculteurs, de réaliser une étude prospective approfondie de la filière de multiplication des semences et d'élaborer des outils et des guides méthodologiques pour les agriculteurs.

Enfin, Héroïse Gonzalo-Turpin présente le bilan du volet recherche dont l'objectif est de produire des connaissances pour la réalisation de restaurations durables. Tout d'abord elle présente les premières pistes d'analyse des entretiens menés et validés auprès des acteurs directement ou indirectement concernés par la revégétalisation sur le massif (gestionnaires de stations, élus, éleveurs, experts...). Ces entretiens mettent en évidence une diversité de points de vue et d'enjeux autour de la flore locale utilisée en restauration, ainsi qu'un lien fort avec le contexte de chacune des actions de revégétalisation étudiées. Elle explique ensuite la mise en place d'un dispositif multi local en station pour comparer différentes modalités pratiques de revégétalisation. Enfin, elle présente l'avancement de l'analyse de la structure génétique des espèces (indispensable pour éviter la réduction de la biodiversité en place au cours d'actions de revégétalisation). Elle ajoute que cette étude a permis de découvrir un champignon accompagnateur (endophyte) du gispet (*Festuca eskia*) avec un gradient de présence ouest – est sur la chaîne.

Elle ajoute que ces différents résultats constituent autant d'éléments pragmatiques qu'il faudra considérer lors de la discussion autour des zones récolte-utilisation. Elle conclut en précisant que les perspectives du volet recherche seront de terminer l'analyse des entretiens, de continuer l'analyse de la structuration génétique des espèces et de déterminer les avantages de l'endophyte sur le gispet.

Chaque intervenant reprend tour à tour la parole concernant les perspectives de chaque volet et soumet les questions qu'il se pose au comité de suivi.

### VOLET EXPERTISE

Sandra Malaval commence en demandant quelles sont les perspectives pour « l'après Ecovars 2 » –(vers un centre de ressources sur la revégétalisation ?)

Jean-Pierre Morzières intervient et demande si le même type de programme existe côté espagnol ou si des échanges existent.

Sandra Malaval répond qu'il n'en existe pas de similaire, mais que déjà des demandes d'appui techniques parviennent depuis l'Espagne jusqu'au Conservatoire et qu'ils sont très intéressés par les résultats d'un tel programme. Elle précise également que le Conservatoire entretient des échanges avec l'institut d'écologie de Jaca mais qu'à sa connaissance, au niveau européen, seules l'Autriche, la Suisse et l'Italie travaillent sur la production de semences locales.

Sandra Malaval enchaîne avec une deuxième question à savoir quel type et quel niveau de professionnalisation des domaines skiables en matière de revégétalisation est envisageable pour l'année à venir.

Patrick Capéreaa demande si les choses ont été mesurées au cours de la journée d'information et d'échange. Sandra répond qu'un questionnaire a été envoyé aux domaines en suivant cette journée afin de cerner leurs attentes.

Pierre Lehimas précise que la professionnalisation des domaines skiables en matière de revégétalisation est quelque chose de souhaitable. Il ajoute que pour les aménagements de pistes de ski, la DIREN préconise des opérations de revégétalisation, que les professionnels ont conscience de la nécessité de le faire et qu'ils sont favorables à une meilleure prise en compte de la revégétalisation dans les aménagements. Il ajoute que sur les sites classés ils sont obligés de prendre en compte ce critère et ont une obligation de résultats. Il conclue en revenant sur la notion de centre de ressources et en précisant qu'il est nécessaire d'avoir des personnes ressources en revégétalisation.

Marielle Mourlane ajoute qu'il est dans l'intérêt des stations de se professionnaliser dans ce domaine pour obtenir une certification et demande si cet intérêt est manifesté par les stations elles-mêmes ?



## Restaurer, valoriser et conserver la flore locale

Philippe Michou ajoute que les stations sont soumises aux incidences climatiques et qu'elles rechercheront des bonnes pratiques. Il précise qu'aujourd'hui les activités de demi-saison prennent un part plus importante dans le tourisme et que la vue d'un paysage bouleversé (peut être très pénalisant) (ne va pas avoir un impact positif ?). Il ajoute qu'il faut les aider à ouvrir les yeux sur ce tourisme de demi-saison en terme d'accueil et les encourager à aller vers une gestion globale incluant flore, paysage et habitat.

Gérard Largier conclue en disant qu'il est difficile d'aller plus loin sur ce sujet et que la formation de septembre a mis en avant des besoins de formation.

Georges Dantin explique que pour la station de Peyragudes la porte d'entrée a été la mise en place de la norme ISO 14001 et que c'est dans ce cadre qu'a été abordée la revégétalisation sur demande de la station. (Il est donc nécessaire de mieux affirmer la revégétalisation dans la norme ISO 14001).

La norme ISO 14001 ne prend pas directement en compte la notion de paysage mais constitue une opportunité pour l'aborder.

Vincent Parmain précise que dans les stations en site Natura 2000, la revégétalisation a été prise en compte plus à l'amont, en raison d'une meilleure connaissance du terrain notamment. En Pyrénées-Orientales, il est vrai aussi que certaines stations ont désigné comme prioritaire la revégétalisation face à des problèmes d'érosion très importants dus au climat et au type de roche (arènes granitiques notamment).

Georges Dantin ajoute qu'aujourd'hui l'absence d'espèces natives se fait ressentir, que les terrains sont mal revégétalisés (couverture pas assez dense) et que les résultats avec les mélanges du commerce ne sont pas encourageants. La diminution de l'enneigement naturel impose la nécessité d'un tapis graminéen épais pour améliorer la tenue de la neige. Il ajoute qu'il y a un décalage entre la programmation de la filière de semences natives et le résultat (la disponibilité de ces semences sur le marché), décalage qui n'existe pas avec la mécanique (on achète un télésiège et on le pose).

Vincent Parmain précise qu'il récolte un an ou 2 à l'avance pour ressemer en année n+2 directement, sur les sites où il travaille en restauration écologique (surfaces modérées).

### VOLET AGRICOLE

Nicolas Body prend ensuite la parole concernant le volet agricole, en faisant part des interrogations qui se posent sur l'organisation de la filière en fonction des opportunités locales. Il demande ensuite quelle méthodologie peut être mise en place pour contrôler la production de semences pyrénéennes (propriété des semences, niveau de contrôle et de suivi...) et maintenir la diversité génétique. Il précise qu'en 2007, une étude prospective de la filière sera effectuée afin de mettre en avant son seuil de rentabilité et sa viabilité.

Patrick Caperaa est d'accord sur le fait de produire mais insiste sur la nécessité de mieux cerner les débouchés, et les contraintes de chacun (se demande pour qui, vers quel type de dispositif, comment mettre ces semences en marché et plus particulièrement si il y a une demande).

Marielle Mourlane précise que recalibrer la demande est l'objectif premier du stage prévu. Il faut cerner très précisément l'opportunité que peuvent avoir les stations à adopter ce type de semence.

Patrick Caperaa ajoute qu'il y a des besoins divers et multiples mais qu'il serait important de quantifier la demande réelle.

Philippe Michou indique qu'il faut jouer sur l'économie auprès des stations d'un point de vue durable, c'est à dire leur prouver leur intérêt à long terme à investir dans ce type de semences et que par là même il faut que le marché soit entre les mains de donneurs d'ordre publics.

Laurent Hazard pose la question de la propriété et se demande ce qui empêchera une personne ou une société privée de prendre du matériel et d'aller produire en Roumanie par exemple, où les



## *Restaurer, valoriser et conserver la flore locale*

coûts de production seront plus faibles. Il insiste sur la nécessité de protéger et de certifier ce matériel.

Marielle Mourlane propose une traçabilité de ce matériel.

Jean-Pierre Morzières demande si une certification du GNIS serait envisageable, car il n'y a pour l'instant pas d'autre outil de certification.

Patrick Capéreaa précise que si on entre dans le processus de certification cela peut-être un risque à terme.

Jean-Pierre Morzières explique qu'il faudra d'abord faire un choix structurel et qu'ensuite il y aura forcément plus ou moins de contraintes mais il demande comment il est possible de certifier des espèces locales. Il propose de voir ce problème avec le ministère de l'Agriculture et la DPEI pour la protection des semences.

Gérard Largier ajoute que la certification peut amener à une banalisation des mélanges proposés et nuire à la diversité génétique recherchée dans le programme.

Laurent Hazard précise que de plus, produire ce type de semences partout dans le monde ou aller les produire ailleurs est un non sens.

Laurence Alias approuve et appuie la nécessité d'une certification par les pouvoirs publics pour montrer patte blanche.

Laurent Hazard émet l'idée de la mise en place d'un Label Rouge.

Pierre Lehimas explique que le marché des domaines skiables est réduit et qu'il faudrait anticiper la rentabilité du projet de filière en faisant une estimation du nombre de stations intéressées par la production pour voir si elle est viable économiquement. Il serait notamment intéressant de dissocier dans l'étude prospective les marchés captifs comme les sites classés ou autres (réserves...) sur lesquels on peut avoir une exigence particulière en matière de semences et de protection des milieux. Il insiste sur le fait qu'une simulation est nécessaire.

Sandra Malaval répond que le besoin en semences a été quantifié à 40 T en 1998 sur les Pyrénées françaises au dessus de 1200m. Elle ajoute que dans l'aspect coût, il faut également prendre en compte les avantages techniques à moyen et long terme de l'utilisation des semences locales même si elles seront plus chères à l'achat pour les gestionnaires. En effet, les densités de semis avec des espèces locales pourront facilement être divisées par deux pour un meilleur résultat et ces semences nécessiteront aussi moins de fertilisation et d'entretien.

Nicolas Body ajoute que pour l'instant, on manque de données techniques qu'on acquiert petit à petit pour réaliser une analyse fine du coût de production de ces semences.

Jean-Pierre Morzières demande alors comment la filière autrichienne fonctionne en terme de commercialisation et développement des travaux de multiplication de semences.

Sandra Malaval répond que la filière est autonome et non financée par les pouvoirs publics ou des aides. La production s'étend sur 140 ha et produit 40 Tonnes par an. Leurs semences sont plus chères mais aussi plus efficaces. Elles représentent environ 1/3 du marché autrichien.

Marielle Mourlane précise qu'il a fallu 10 ans pour qu'elle se mette en place.

Georges Dantin ajoute alors qu'il est nécessaire de dissocier dans l'analyse du marché les sites avec implication réglementaire (sites classés, réserves naturelles, zones centrales de Parc National...), qui représentent le marché captif (sur lesquels l'utilisation de semences locales pourra être rendue plus obligatoire) des autres sites



## *Restaurer, valoriser et conserver la flore locale*

Gérard Largier précise qu'Ecovars 2 ne vise pas une démarche commerciale classique et qu'il serait intéressant de responsabiliser les utilisateurs peut-être en impliquant les stations de ski dans les filières locales.

Sandra Malaval ajoute qu'il faudrait des outils spécifiques pour la certification des semences mais les semences sauvages n'ont pas de certification obligatoire.

Xavier de Nonencourt ajoute qu'effectivement aucune des espèces utilisées ne fait l'objet de certification obligatoire cependant, il émet l'idée d'intégrer des espèces non certifiées dans les mélanges certifiés comme pour les jachères fleuries.

### VOLET RECHERCHE

Héloïse Gonzalo-Turpin lance le débat sur l'importance relative à accorder aux différents critères (parfois divergents) de détermination des zones de récolte-utilisation. Il s'agit bien là de choix à faire parmi les différentes options données par les résultats scientifiques. .

Jean-Pierre Morzières demande si le gradient observé de l'endophyte est en relation avec la biodiversité de l'espèce.

Héloïse Gonzalo-Turpin explique qu'il s'agit effectivement d'une caractéristique variable attribuable aux plantes et qu'à ce titre elle contribue à accroître la diversité au sein de l'espèce.

Jocelyne Cambecèdes demande si la transplantation de plants issus de la partie orientale de la chaîne et contenant l'endophyte, leur donne un réel avantage adaptatif à l'ouest et si l'endophyte est susceptible de se maintenir au cours des générations après ce type de transplantation.

Stéphanie Gaucherand ajoute que la prise en compte de l'endophyte risque de compliquer la mise en place d'une filière.

Vis-à-vis du choix actuel des plantes à utiliser, Laurent Hazard demande aux participants, si pour eux, dans 10 ans il y aura encore de la neige ou si les prévisions de réchauffement paraissent une pure hypothèse scientifique.

Philippe Michou répond qu'il n'y aura peut-être plus de neige en dessous d'une certaine altitude mais qu'il y aura toujours de la neige et qu'il est nécessaire de revégétaliser.

Gérard Largier ajoute qu'il est difficile de prendre en compte ces scénarios de changement climatique anticipés pour proposer des revégétalisations adaptées à des possibilités futures. On ne peut pas tenir compte du couvert végétal qui sera peut-être présent dans 20 ans ou 50 ans, pour le choix des semences à utiliser aujourd'hui et que c'est d'avoir le maximum de diversité génétique qui est primordial afin d'avoir l'éventail le plus large possible d'adaptations et de réponses du matériel végétal.

Héloïse Gonzalo-Turpin lance la discussion sur les manières de procéder pour que les opérations de revégétalisation s'intègrent au mieux dans le développement local de manière à devenir plus durables. Elle précise en demandant ce que pense le comité du fait de recueillir les points de vue des acteurs.

Georges Dantin répond qu'il est toujours important de croiser les points de vue de tous les utilisateurs, mais avec une certaine distance. Il prend l'exemple du gispet, auquel les éleveurs peuvent être opposés car ils voient que le bétail ne le mange pas. Mais ils ne se rendent pas forcément compte que le gispet abrite des légumineuses très appétantes. Il insiste donc sur le fait qu'un accompagnement pédagogique est indispensable pour les acteurs, notamment sous forme de formations ou journées d'échange. Il propose que la question de la revégétalisation soit abordée sous l'angle des formations végétales plutôt que des espèces en elles-mêmes.

Patrick Capéreaa précise qu'il y a toujours un gestionnaire entre l'éleveur et les acteurs de la revégétalisation, qu'il s'agit de deux publics différents et qu'il faut composer avec tous. De plus,



## *Restaurer, valoriser et conserver la flore locale*

la gestion collective des estives est différente de la gestion individuelle de l'éleveur. Il est donc nécessaire d'élaborer une stratégie collective et les élus ont un rôle à jouer. Patrick Capéreaa précise que les gestionnaires n'ont pas la même sensibilité que les éleveurs par rapport à tout ça.

Stéphanie Gaucherand ajoute que dans les Alpes les éleveurs affichent un fort intérêt pour les espèces locales d'altitude car ils se méfient des espèces de plaine vis à vis de la qualité de la production laitière.

Nathalie Couix ajoute qu'il faut permettre à chacun de donner son avis au niveau individuel et collectif, les problèmes pouvant être énoncés autour d'une table sans intermédiaire. Elle rappelle le caractère très « contexte-dépendant » des points de vue recueillis, et l'importance donc de ne pas généraliser trop vite des conclusions issues d'une opération particulière. Enfin, elle ajoute que parler de formation auprès des agriculteurs ou d'action pédagogiques peut laisser penser que les agriculteurs n'ont pas de connaissances intéressantes à mobiliser pour la gestion des zones revégétalisées. Parler de concertation lui paraît plus adapté.

Marielle Mourlane ajoute qu'il faut faire le lien entre les opérateurs de la revégétalisation et les producteurs de semences afin que ces derniers aient une vue d'ensemble sur le projet.

Héloïse Gonzalo-Turpin demande des précisions relativement à la prise en compte de la demande sociale lors des études d'impact.

Georges Dantin précise qu'il existe des enquêtes d'utilité publique préalables aux aménagements. Il est cependant difficile d'avoir une approche globale de la gestion car les éleveurs, gestionnaires ou propriétaires peuvent avoir des perceptions différentes pour un même chantier. De plus, on peut voir émerger des intérêts contradictoires chez les pluri-actifs, qui n'auront pas le même point de vue en fonction de la saison et selon leur activité du moment (éleveur ou pisteur). Il ajoute qu'une fois les surfaces revégétalisées les éleveurs sont contents même si ce n'était pas le cas au départ.

Patrick Capéreaa ajoute que la multiplication des structures administratives ne facilite pas la confrontation mais qu'il est nécessaire de mettre en relation tous ces acteurs pour la revégétalisation.

Sandra Malaval conclue en disant que toutes les personnes présentes ou non seraient sollicitées à nouveau en 2007 pour des réunions de concertation sur certains thèmes et qu'en ce qui concerne le volet animation les formations de professionnalisation avec les stations allaient être développées.



## 2. PARTIE EXPERTISE, TRANSFERT ET CONCERTATION

L'animation et la coordination du programme Ecovars 2 a été développée dans la phase 2 depuis janvier, sous forme d'organisation de réunions du groupe opérationnel, du comité de direction du projet et de réunions avec les partenaires du projets, impliqués à différents niveaux (technique, institutionnel, scientifique...).

### 2.1 Expertise et animation : accompagner

Nous avons cette année axé notre action sur un fort développement de la mission d'expertise et d'appui technique, qui va de pair avec une forte sollicitation des maîtres d'ouvrage de projets d'aménagement en montagne. Ainsi, les actions pluriannuelles de partenariats sur certains sites ont été prolongées et de nouvelles actions d'accompagnement ont été définies selon les besoins et les attentes des acteurs, mais aussi selon l'ampleur des opérations de réhabilitation entreprises. Les chantiers concernés à ce jour sont les suivants :

- **Réaménagement de la route du Port de Balès** (maître d'ouvrage : Conseil Général de Haute-Garonne) : appui méthodologique, scientifique et technique à la réalisation d'une collecte de semences locales de plantes par fauche de prairie et par récupération de fonds de grange dans les secteurs avoisinant le chantier. Nous avons réalisé la préparation et la coordination des différentes actions et assuré la maîtrise des éléments relatifs à la flore, à son utilisation dans ce cadre. Cette année, une opération de fauche a été réalisée, puis le produit de fauche a été utilisé en semis sur les talus de la route (voir bilan ci-après). De plus, nous avons également mis en place des expérimentations de semis sur les talus, qui seront suivis à partir de 2007, notamment dans le cadre d'un stage de fin d'études.
- **Mise en place d'une gestion intégrée de la revégétalisation** (maître d'ouvrage SEMAP de Peyragudes, 65) : notre mission, régie par une convention biannuelle, consiste en l'accompagnement du domaine skiable pour l'ensemble de ses opérations de revégétalisation, mais aussi pour le développement conjoint d'un outil de gestion de ces opérations basé sur un Système d'Information Géographique propre à la station. Sur ce domaine au cours de 2006, nous avons déterminé les éléments à prendre en compte pour une hiérarchisation des opérations de revégétalisation à mener en prenant en compte les milieux naturels, la flore rare et menacée, les contraintes géomorphologiques du terrain, les opérations déjà réalisées... Cet outil de planification et de gestion servira de base au développement d'un guide d'aide à la décision en matière de revégétalisation pour les domaines skiables pyrénéens, que nous développerons l'an prochain. La DIREN Midi-Pyrénées a été associée à ce projet dans sa réalisation. Pour le domaine skiable, cette gestion intégrée s'inscrit dans la démarche « environnement » développée (ISO 14001). Nous avons également défini conjointement les premières zones expérimentales de revégétalisation sur le domaine skiable dont les modalités ont été réfléchies en fonction de l'environnement du site (voir compte-rendu d'expertise ci-après).
- **Mission d'accompagnement et de conseil en revégétalisation en collaboration avec l'ONF 66** (maître d'ouvrage Régie des Angles, 66) : notre mission consiste à compléter l'action de l'ONF 66 en matière de revégétalisation, d'expertise sur la réhabilitation des sites et d'accompagnement dans la définition des objectifs de revégétalisation pour les projets en cours mais aussi pour la réhabilitation de secteurs difficiles en matière de revégétalisation. En 2006, nous avons rencontré la régie et développé des projets de travail. L'activité d'accompagnement qui en découle sera effective en 2007.
- **Mission d'accompagnement et de conseil en revégétalisation et protection de la flore** (maître d'ouvrage commune d'Ax-les-Thermes pour la station d'Ax-Bonascres,

09) : dans le cadre d'une commande biannuelle nous accompagnons le domaine skiable dans la préparation des opérations de revégétalisation pour les nouvelles pistes créées et les nouvelles remontées mécaniques. Nous avons prévu également conjointement une opération de **restauration écologique** sur une piste pour 2007 avec collecte de graines de prairies de fauche. De plus, nous avons procédé à des vérifications floristiques pour le compte du domaine skiable après la découverte de plusieurs espèces protégées et nous accompagnons le domaine dans la protection de ces espèces et des milieux correspondants lors des travaux et pendant la réhabilitation du site (adaptation des tracés de piste et de remontées, précision du plan de circulation des engins, limitation des intrants lors des semis...). Deux compte-rendus d'expertise sont présentés ci-après.

- **Mission d'accompagnement et d'expertise flore et revégétalisation** (maître d'ouvrage : régie du Donezan pour la station de Mijanès, 09). Dans le cadre de l'extension prévue du domaine skiable (à partir de 2007), et sur commande de la régie du Donezan, nous avons collaboré avec le maître d'œuvre de l'opération pour la définition des recommandations en matière de revégétalisation du site et des mesures compensatoires vis-à-vis de la flore et des milieux naturels à intégrer au projet UTN soumis. De plus, à la demande de la régie, nous effectuons un travail de vérification des enjeux floristiques et liés aux milieux naturels à la suite de l'étude d'impact réalisée (voir document ci-après).
- **Mission d'expertise sur la revégétalisation** (maître d'ouvrage : Ministère des Finances pour un poste de Douane franco-andorran situé au Pas de la Case, sur la commune de Porta, 66). Notre mission a consisté au suivi des dernières phases du chantier et à la préparation des éléments relatifs à la revégétalisation du site situé aux alentours de 2000 m d'altitude et en site Natura 2000. Le choix du mélange d'espèces et des niveaux de fertilisation a donc été raisonné et argumenté en fonction des contraintes du terrain, mais aussi dans le but de préserver au maximum les espèces et milieux situés aux alentours (voir compte-rendu ci-après).
- **Mission d'expertise sur la revégétalisation** (maître d'ouvrage potentiel : domaine skiable Porte des Neiges, versant français du Pas de la Case – 66). Après une rencontre de terrain, nous avons préparé différentes modalités d'intervention auprès de ce maître d'ouvrage pour un accompagnement des opérations de revégétalisation et de l'extension de ce domaine skiable situé en zone Natura 2000 (voir document ci-après).
- **Mission d'accompagnement et d'expertise sur la réhabilitation de sites** (maître d'ouvrage : Syndicat Mixte Canigou Grand Site, 66). Nous préparons les éléments d'une collaboration pluriannuelle en collaboration avec le Syndicat Mixte du Canigou et l'ONF 66 afin de réaliser dans les années à venir des opérations de restauration écologiques expérimentales et suivies dans le temps.
- **Missions ponctuelles** : accompagnement et conseil sur les recommandations réalisées par l'ONF 64 pour le domaine skiable de Gourette (64), accompagnement des recommandations pour la Réserve Naturelle de Jujols (66), accompagnement de la réhabilitation d'un site dégradé en zone centrale du Parc National des Pyrénées en vallée d'Ossau (64), accompagnement de recommandations pour des bureaux d'études français en matière de revégétalisation ou restauration écologique (bureau d'études Esope (57), bureau d'études Agrestis (73).

D'autres missions d'expertise et d'accompagnement sont en cours de développement sur les différents départements pyrénéens, suite à de nombreux contacts pris sur la chaîne.

## **2.2 Réseau d'acteurs et de praticiens : *diffuser l'information et communiquer***

Nous assurons un développement important des missions d'accompagnement et d'expertise, la planification d'outils pertinents pour mieux appréhender la revégétalisation pour les gestionnaires et maîtres d'ouvrage en Pyrénées. L'ensemble de ces actions

constitue un savoir-faire en développement qui est appelé à être diffusé auprès de nombreux acteurs. Outre les échanges quotidiens avec différentes catégories d'acteurs lors de la préparation des chantiers ou réunions de chantier, nous avons réalisé également au niveau national et international un certain nombre d'interventions dans des séminaires, conférences et colloques afin de faire connaître ces actions (voir article en annexe ci-après) :

- **Poster** présenté et **article** dans les actes du « workshop » (« atelier de travail ») : **High Altitude Revegetation Workshop** n°17 ayant eu lieu aux Etats-Unis, organisé par le Colorado State University du 7 au 9 mars 2006 ;  
Titre de l'article : AN INTERDISCIPLINARY PROJECT FOR REVEGETATION WITH NATIVE SPECIES IN THE FRENCH PYRENEES MOUNTAINS.
- **Communication** orale et **article** dans une édition à paraître en 2007 pour le **séminaire international** « Tourisme durable en montagne » organisé par l'Université de Pau et des Pays de l'Adour les 4 et 5 mai 2006 ;  
Titre de l'article : VERS UNE GESTION INTEGREE DES AMENAGEMENTS EN MONTAGNE AVEC LA REVEGETALISATION : LE POINT DE VUE EN DOMAINE SKIABLE.
- **Conférence** d'une heure dans le cycle de Conférences de printemps 2006 de l'Instituto de Estudios Altoaragoneses de Huesca (Aragon, Espagne) sur le thème des êtres vivants et de l'érosion, le mercredi 29 mars 2006.  
Titre de la conférence : PLANTAS COLONIZADORAS DE TALUDES EN EL PIRINEO. ENSAYOS DE REVEGETACION.
- Participation au **Symposium** Ecologie des communautés végétales Ecoveg2 organisé par l'Institut Universitaire de Technologie de l'université d'Avignon (84) du 5 au 7 avril 2006 : rencontres et discussions avec chercheurs et praticiens autour de la revégétalisation ; participation à la table ronde de la Société Française d'Ecologie et de l'Ecologie de la Restauration.
- **Communication orale** et **article** pour la Conférence internationale « Soil-Bioengineering: Ecological Restoration with Native Plant and Seed Material » , qui s'est tenue du 5 au 7 Septembre 2006 à Gumpenstein, en Autriche, rassemblant près de 180 participants de toute l'Europe. Participation au Workshop qui a suivi du 8 au 9 septembre « Restoration after infrastructural interventions ». Les deux événements ont été particulièrement enrichissants et nous ont permis de faire connaître les actions de revégétalisation pyrénéennes aux scientifiques européens travaillant dans ce domaine d'activité et d'avoir de véritables échanges très concrets, notamment sur l'accompagnement des acteurs pour une revégétalisation adaptée aux contraintes rencontrées sur le terrain, aux objectifs du chantier et respectueuse de l'environnement.  
Titre de l'article : REVEGETATION WITH NATIVE SPECIES IN THE FRENCH PYRENEAN MOUNTAINS.
- **Communication orale** et **article** pour les deuxièmes **rencontres naturalistes de Midi-Pyrénées** qui ont eu lieu à Bagnères de Bigorre les 17 et 18 novembre 2006.  
Titre de l'article : DES ESPECES LOCALES POUR LA REVEGETALISATION EN MONTAGNE PYRENEENNE : UNE PRIORITE POUR CONSERVER LA FLORE LORS DES AMENAGEMENTS.
- **Réalisation et diffusion de la sixième lettre d'information** annuelle en collaboration avec les autres partenaires du programme (voir ci-après).

- **Intégration** de la base de données bibliographique sur l'interface Internet et gestion de la cohérence d'ensemble du site.

### **2.3 Centre de ressources : *préparer la suite***

Nous avons réuni le comité de direction du programme Ecovars2 afin de mener des discussions pour aborder la suite du programme et la pertinence de la forme pressentie pour une continuité des actions. Ces questionnements et projets seront synthétisés en fin d'année suite à d'autres discussions, au niveau transversal du programme.

### **2.4 Sessions de formation : *échanger et améliorer les connaissances et les pratiques***

Une réunion avec l'Adepfo en début d'année a permis de préciser les enjeux de formations relatifs au projet et de travailler aux futurs projets de formation. Ensuite, le Conservatoire botanique a organisé en collaboration avec le bureau d'études AMIDEV, le mardi 26 septembre, une première journée d'échange et d'information sur la revégétalisation à destination des domaines skiables pyrénéens et plus particulièrement des services des pistes (voir document de présentation ci-après). Celle-ci a rencontré un franc succès (23 participants et intervenants) et a permis d'aborder la majorité des problématiques liées à la revégétalisation de manière générale, avant d'organiser de véritables journées de formation sur des sujets plus précis, à la demande des acteurs.

### **2.5 Guide méthodologique des bonnes pratiques : *vers une aide à la décision***

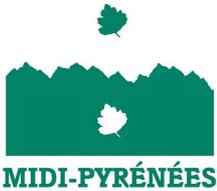
Nous avons orienté la création de ce guide en fonction de la demande des acteurs concernés, notamment les domaines skiables qui représentent 80% des surfaces revégétalisées en montagne à partir de 1200 m d'altitude. Nous avons analysé les outils dont disposent les stations de ski pour gérer leurs actions et leurs projets et souhaité intégrer notre action aux démarches innovantes en cours de prise en compte de l'environnement. Une dizaine de stations sur les 35 pyrénéennes est actuellement engagée dans la démarche ISO 14001 de certification « environnement ». Cette démarche constitue à nos yeux un point de départ intéressant pour développer des outils de gestion de la revégétalisation à l'échelle du domaine et plus seulement piste par piste. Il s'agit donc pour nous de mettre au point un outil directement utilisable en interne par le domaine skiable dès 2006 (à partir d'un logiciel SIG déjà utilisé par le domaine) sur le domaine test de Peyragudes, d'accompagner son utilisation et son perfectionnement durant cette année. A partir de 2007, cet outil devra être adaptable pour constituer pour l'ensemble des domaines skiables si possible, un outil accessible, sous forme de niveaux d'information à connaître, prendre en compte et à intégrer dans un système de décision pour les opérations de revégétalisation.

Dans le cadre de ce projet de guide, nous avons organisé plusieurs réunions :

- 12/02/06 : Réunion Amidev : Réflexion autour des normes iso 14001 et de l'approche conjointe
- 14/04/2006 : Réunion Amidev : Facteurs de décision en matière de revégétalisation et de protection des milieux et des espèces sur Peyragudes – ISO 14001
- 28/06/2006 : Réunion Peyragudes/DIREN/Amidev/CBP : Présentation de la démarche initiée à Peyragudes en matière de revégétalisation.

## **RAPPORTS D'EXPERTISE ET D'ACCOMPAGNEMENT REALISES EN 2006**





## Revégétalisation - Route du Port de Balès Conseil Général de Haute-Garonne

### Bilan des collectes de graines et des opérations de semis Année 2006

#### 1. Collecte des fonds de grange

Pour les mêmes raisons qu'en 2005 (voir bilan 2005), nous avons choisi de ne pas prolonger cette année la collecte des fonds de grange en vallée d'Oueil, mais de concentrer nos activités sur la fauche de prairies.

#### 2. Fauche de prairies

En 2006, nous avons préparé la fauche de la prairie du Pla Loudic (col de Peyresourde) qui a déjà été utilisée en 2002 et 2004. La prairie a donc été retenue pour cet usage auprès de ses propriétaires (Epival) et dès le mois de juin, nous avons procédé à une mise en défens temporaire supplémentaire (clôtures mobiles) au sein de la parcelle, afin d'éviter strictement tout pâturage. Cette clôture mobile a été retirée le jour de la fauche.



Prairie de Pla Loudic au moment de la récolte 2006

Durant le mois de juin et début juillet, nous avons surveillé la maturité des graines produites dans la prairie afin de définir la période optimale de récolte permettant d'obtenir un maximum de semences.

Les 10 et 11 juillet, nous avons procédé à la récolte mécanisée des semences de la prairie, à l'aide de la moissonneuse-batteuse de l'INRA de Toulouse, prestataire de l'opération. Le climat relativement sec de ce début d'été 2006 et la précocité de la saison de végétation ont conduit à une faible production de graines et de biomasse sur la parcelle.

Les **résultats de la collecte 2006** ont été les suivants :

- **2 jours de collecte et séchage ;**
- **Faible densité** de production sur la parcelle ;
- **60 kg de produit de fauche secs** collectés.

Les quantités de graines effectivement pleines et viables ont été estimées en se basant sur les analyses qualitatives et quantitatives réalisées sur le produit de fauche de la même parcelle en 2004.



### 3. Ensemencement des talus

Nous avons pu procéder dès la fin de l'été au semis de l'ensemble des semences dont nous disposons pour le site. Ainsi, le 19 octobre, en collaboration avec la SEMAP de Peyragudes, nous avons semé sur les talus de la route du Port de Balès :

- 60 kg de produit de fauche collecté en 2006 sur une surface de **2000 m<sup>2</sup>** ;
- 15 kg de fonds de grange récoltés en 2004 sur une surface test de **40 m<sup>2</sup>** ;
- 7,2 kg de semences pyrénéennes montagnardes et subalpines en mélange (voir tableau ci-dessous) sous forme d'expérimentation sur **1000 m<sup>2</sup>** (comprenant un témoin).

Sur l'ensemble des techniques et matériaux utilisés, des repères visuels discrets ont été installés sur le site afin d'assurer un suivi de l'évolution des parcelles revégétalisées avec des graines locales.

Composition du mélange d'espèces subalpines pyrénéennes testées (semences issues de collectes manuelles antérieures dans les Pyrénées centrales).

| Nom commun              | Nom scientifique             | Quantité semée (g) |
|-------------------------|------------------------------|--------------------|
| Gispet                  | <i>Festuca eskia</i>         | 1200               |
| Dactyle aggloméré       | <i>Dactylis glomerata</i>    | 1540               |
| Brachypode              | <i>Brachypodium pinnatum</i> | 430                |
| Mélique ciliée          | <i>Melica ciliata</i>        | 900                |
| Houlque laineuse        | <i>Holcus lanatus</i>        | 620                |
| Fétuque de Gautier      | <i>Festuca gautieri</i>      | 1500               |
| Plantain alpin          | <i>Plantago alpina</i>       | 75                 |
| Horminelle des Pyrénées | <i>Horminum pyrenaicum</i>   | 340                |
| Trèfle alpin            | <i>Trifolium alpinum</i>     | 47                 |
| Pavot du Pays de Galles | <i>Meconopsis cambrica</i>   | 240                |
| Trèfle des montagnes    | <i>Trifolium montanum</i>    | 100                |
| Trèfle de Thalius       | <i>Trifolium thalii</i>      | 38                 |
| Fétuque en panicule     | <i>Festuca paniculata</i>    | 122                |
| <b>Total</b>            |                              | <b>7160 g</b>      |



Semis du produit de fauche collecté en 2006 sur une surface de 2000 m<sup>2</sup>.

Légende carte : R 2006



Semis du mélange d'espèces collectées manuellement sur une surface de 500 m<sup>2</sup> (Comparaison avec un témoin de 500 m<sup>2</sup>)

Légende carte : R 2006 test



Semis manuel de fonds de grange sur un talus de 40 m<sup>2</sup>. Une projection de fixateur + engrais a été réalisée à l'hydroseeder après le semis manuel.

Légende carte : R 2006 FDG

Le semis de la récolte 2006 a été réalisé directement (sans opération de tri intermédiaire), du fait de la propreté de la fauche de prairie à l'aide de la moissonneuse. Les semences ont été appliquées sur les talus à l'aide d'un hydroseeder, en mélange avec de l'eau, du colloïde de fixation (à base d'algues) et des fertilisants, permettant de favoriser le démarrage de la végétation. Nous avons volontairement réduit les doses d'engrais organique utilisées classiquement en revégétalisation, car les plantes locales d'altitude utilisées n'ont pas un besoin en fertilisants aussi importants que pourraient l'avoir les semences du commerce. Ainsi, ce sont 500 kg/ha d'engrais organique qui ont été utilisés (contre 800 à 1000 kg/ha généralement) et aucun engrais minéral.

En 2006, ont été traités prioritairement depuis le bas de la route les secteurs peu végétalisés, ainsi que les nouvelles zones équipées de filets de protection. Trois passages d'engin ont été nécessaires pour couvrir l'ensemble des surfaces.

#### 4. Suivi du site après ensemencement

Les semis de produit de fauche en 2005 ont permis le développement d'une végétation dense et homogène dans les zones protégées par des filets. En septembre 2005, un premier suivi du site avait permis d'observer que la période estivale n'avait pas été trop défavorable aux levées et au développement de la végétation. Ainsi, que ce soient sur les zones protégées par des filets ou non, le développement de la végétation était significatif.



Semis sur les talus avec des filets en mai 2005



Etat du talus semé en 2005 (photo octobre 2006)

En 2006, la végétation développée était dense et régulière sur ces zones de filet (photo de droite), avoisinant 90 à 100 % de couverture végétale, ce qui est particulièrement intéressant sur ces talus pentus soumis à de fortes amplitudes hydriques et thermiques. Ces premiers résultats dénotent du franc succès d'une opération de revégétalisation avec des espèces locales adaptées au site et utilisées avec peu de fertilisants, dans des secteurs non soumis dans les premières années à un passage de troupeaux ou à du pâturage (dans le secteur bas de la route, le piétinement et le pâturage précoces induisent des difficultés à recouvrer une couverture végétale très satisfaisante).

## 5. Bilan et perspectives pour 2007

A partir de l'année 2007, nous pourrons mettre en place un suivi plus important des parcelles semées, en comparant les différentes techniques utilisées, afin de mettre en évidence les éléments déterminant la réussite de la revégétalisation sur les talus de la route de Bourg d'Oueil.

La carte ci-jointe permet de dresser l'état actuel de la revégétalisation du site, ainsi que l'historique des opérations menées pour la revégétalisation herbacée. Lorsque les talus ont subi une revégétalisation, l'année (ou les années) du semis est indiquée sur la zone (ex : R 2006 pour une revégétalisation en 2006).

Au niveau de l'état de revégétalisation des talus amont de la route, une grande partie d'entre eux a été revégétalisée en 2004, 2005 et 2006. Sur les secteurs « Balès 1 », « Balès 2 » et « Balès 3 », il ne reste plus que deux portions de talus situées après la zone rocheuse qui devront être revégétalisées en 2007. La grande majorité des zones à couvert médiocre ont été traitées en 2006.

Sur les secteurs « Balès 3 » et « Balès 4 », il reste encore 3 grands talus à revégétaliser et qui n'ont pas encore été traités (à part la première partie du premier talus qui a été végétalisé avec un mélange-test).

Dans l'ensemble, le secteur bas bénéficie d'une moindre réussite des opérations de revégétalisation par rapport aux secteurs plus hauts en altitude, principalement attribuée au fait de la pression de pâturage importante en bas et de l'absence de filets de protection qui favorisent un couvert végétal dense et homogène après semis.



## Expertise « revégétalisation » Domaine skiable de Peyragudes Année 2006

### Contexte

Le domaine skiable de Peyragudes a confié au Conservatoire botanique pyrénéen (CBP) une mission d'accompagnement visant à la prise en compte de la revégétalisation et à la préservation du milieu naturel dans les opérations d'aménagement du domaine skiable. Cette mission est régie par les termes d'une convention entre la SEMAP et le CBP jusqu'au 30 juin 2008.

Le CBP appuie notamment la station par l'accompagnement des pratiques et la mise en place d'expérimentations, en proposant des protocoles techniques d'intervention sur des secteurs choisis conjointement.

Pour 2006, trois zones principales sont l'objet de projets de revégétalisation avec des contraintes particulières rendant difficile la recolonisation des sites :

- mur du Cap de Pales ;
- piste de Pène Nère ;
- courbes de Serre Doumenge (principalement talus de piste).

Une visite des trois sites fin mai a permis de se rendre compte des contraintes de terrain limitant le succès des recolonisations naturelles ou des opérations de revégétalisation menées.

Nous tenterons ci-après de proposer des dispositifs techniques et des préconisations à plusieurs niveaux, afin de présenter à la station différentes possibilités de restauration en évaluant les coûts en jeu.

Pour 2007, il est prévu un important travail de restauration sur un site particulièrement sensible : le col de la Flamme, dont les importants travaux d'aménagement doivent débuter cette année. Quelques pistes permettant d'appréhender la restauration de ce site en amont seront proposées en fin de document, afin de penser à la revégétalisation du site et à son intégration paysagère dès 2006.



Vue générale du site prévu pour l'aménagement  
au col de la Flamme.  
Photos CBP / S. Malaval

## Etat des lieux (visite fin mai 2006)

### Considérations générales

#### Mur du Cap de Pales

Cette piste qui a été semée aux environs de l'année 2003, mais uniquement en partie basse. La zone haute est très minérale et l'érosion intense ainsi que la pente n'ont pas permis le développement de la végétation sans semis. Une des raisons principales de cet échec est l'érosion hydrique importante, associée à tous les facteurs écologiques (pente, vent, sol pauvre...). Une tranchée créée récemment (et jouant le rôle de cunette) a permis au site de commencer une recolonisation vers la crête.

Une fois le problème réglé dans la partie haute, la partie basse, qui a déjà assuré une meilleure reprise de la végétation sera favorisée par cette diminution de l'érosion issue de la zone amont. Sa recolonisation en sera accélérée.

Durant l'été 2006, une tranchée pour les canons à neige doit être créée sur une emprise faible, à l'aide d'une pelle araignée. Ces travaux seront pris en compte dans les préconisations proposées pour la restauration du site.

**Surface** : 1500 m<sup>2</sup> concernés.

**Altitude** : 2200 m

**Exposition** : Est – Nord/Est



Ensemble du mur du Cap de Pales



Secteur haut du Mur du Cap de Pales

#### Piste de Pène Nère

Sur cette piste, c'est également la partie haute qui présente un mauvais taux de recouvrement et des problèmes d'érosion hydrique. L'effet d'un semis préalable n'est pratiquement plus visible aujourd'hui, ce qui indique une mauvaise réussite de l'opération dans la partie haute de la piste.

Des rigoles d'écoulement de l'eau sont également bien visibles dans le secteur haut, indiquant une érosion importante.

**Surface** : 2 ha pour l'ensemble de la piste, 15000 m<sup>2</sup> concernés par un mauvais recouvrement.

**Altitude** : 2200 - 2400 m ?

**Exposition** : Nord/Est



Piste de Pène Nère vue depuis le bas

## Courbes de Serre Doumenge

Cette zone comporte principalement des talus érodés le long de la piste, ainsi qu'un secteur (entouré) de piste dont la revégétalisation est à compléter (environ 1200 m<sup>2</sup>). La stabilité de certaines parties du talus n'est pas acquise, avec des phénomènes d'érosion régressive en haut de pente.

Les talus aval de la piste carrossable sont en cours de recolonisation naturelle avec un arrêt des phénomènes érosifs.

Les talus amont du même secteur conservent une problématique érosive importante (environ 7500 m<sup>2</sup>). C'est également le cas des talus amont au dessus sur secteur entouré en orange (environ 900 m<sup>2</sup>).



**Surface** : 9600 m<sup>2</sup> environ à traiter.

**Altitude** : m ?

**Exposition** :

## Propositions d'actions

### 1. Chantiers de revégétalisation (septembre ou octobre 2006)

Pratiques adaptées aux contraintes de terrain, revégétalisation avec mélanges commerciaux les plus adaptés possibles aux contraintes du terrain, et ayant un effet négatif limité sur la conservation de la flore locale.

D'une manière générale, les végétaux déjà en place aux abords de ces sites ou sur ces zones sont des végétaux sensibles, à favoriser et à protéger. Leur présence et leur développement ne pourront être assurés qu'en évitant les circulations d'engins sur les sites et les dépôts de matériaux de remblais sur ces pelouses et landes en recolonisation.

### **Mur du Cap de Pales**

Tout d'abord, le premier problème à résoudre dans la partie haute du mur est la gestion de l'eau. Les écoulements d'eau doivent être limités par la création de 1 à 2 cunettes afin de diriger les écoulements et de limiter leur importance dans le sens de la pente.

Ensuite, pour initier une recolonisation végétale durable et efficace, un semis est proposé, sur la base d'un mélange commercial classique (type plan Pyrénées Sud) accompagné d'une fertilisation lente et limitée. Une surface de 1500 m<sup>2</sup> est concernée par ce semis accompagné d'une fertilisation organique initiale.

Limiter clairement la circulation d'engins sur la zone à la pelle araignée nécessitée comme prévu afin d'éviter la dégradation des végétaux en place par d'autres engins. Préciser dans le cahier des charges des travaux de la réalisation des tranchées pour l'enneigement artificiel qu'il est absolument nécessaire de prélever les touffes de plantes accompagnées de leur terre végétale, de les disposer en andains le long du chantier, de les protéger tout le long du chantier des circulations d'engins ou du dépôt de matériaux, et des les remettre en place délicatement après la fermeture de la tranchée, sur un lit de terre végétale si celle-ci est disponible.

### **Piste de Pène Nère**

La zone du haut est à re-semer (mélange classique de type Pyrénées Sud ainsi que fertilisation organique de départ). La création de cunettes est à prévoir de manière indispensable, notamment en partie haute, à partir du haut de la piste.

Une préparation du sol par griffage, et/ou passage d'engin à chenillette (type Bull, sans décapage du sol), ou bien un broyage sont à prévoir avant la création des cunettes. Le sol est assez caillouteux dans ce secteur, et donc peu propice au développement des végétaux qui vont être semés. Ainsi, pour permettre le retour des « fines » (matériaux fins, accompagnés d'un peu de terre végétale), il serait souhaitable d'enlever la pellicule de cailloux superficielle par griffage, et de créer des microsillons à l'aide du passage d'un engin à chenilles (qui permettent aux graines de se stabiliser), ou si le sol est réellement très caillouteux (pas le cas apparemment ici) de faire passer un engin de broyage pour désagréger les cailloux en matériaux fins, puis un engin à chenillette pour créer les microsillons avant le semis.

### **Courbes de Serre Doumange**

Sur cette zone, plusieurs techniques seront testées pour répondre aux contraintes de terrain rencontrées et pour expérimenter plusieurs solutions :

- Sur la partie de piste encerclée de rouge sur la photo page précédente, une ou deux cunettes sont à créer en travers de la piste, pour limiter l'érosion hydrique et diriger les écoulements ; la piste sera ensuite ensemencée à l'hydroseeder avec un mélange classique accompagné d'une fertilisation organique (mélange Pyrénées Sud avec fertilisation organique principalement)
- Sur l'ensemble des talus de la piste carrossable dans le secteur, les parties hautes des talus seront à reprofiler pour enrayer les phénomènes d'érosion régressive. Ces talus n'ayant jamais été ensemencés, ils seront l'objet d'un ensemencement à base d'un mélange classique (Pyrénées Sud) accompagné d'une fertilisation minérale. Les mélanges de type « Talus » ne seront pas utilisés car ils comprennent des espèces non souhaitées ici (Pimprenelle, taux de Ray gras important notamment) ;
- Sur une surface d'environ 1500 m<sup>2</sup> de talus, sera testée l'utilisation complémentaire d'une substance puissante de fixation et maintien des talus (par exemple le produit Flexterra) à titre d'essai. L'utilisation généralisée de ce produit pourra ainsi être expérimentée au vu des résultats de cette expérimentation sur la station.

## **2. Site d'excellence : Col de la Flamme**

Sur ce site, il est convenu de mettre en place une opération modèle de restauration écologique de site de haute altitude. Avant le début des travaux de terrassement, il sera nécessaire de récupérer les touffes de gispet, pour les réutiliser sur le site après les travaux ou sur un autre site, en fonction des délais des travaux : si le chantier est fini en 2006, il sera possible de réutiliser les touffes sur le site à la fin des terrassements. Si les terrassements ne sont pas achevés en 2006, ces touffes devront être utilisées sur un autre site, par exemple le site de l'arrivée du télésiège de la Flamme, qui présente une zone sans végétalisation :



Un contact sera pris avec le maître d'œuvre des travaux afin de préparer cette opération de récupération de touffes dans le cadre des travaux d'aménagement prévus au col de la Flamme. Un cahier des charges de cette opération est présenté ci-après et sera proposé au maître d'ouvrage et au maître d'œuvre afin de faire réaliser cette récupération de touffes dans les meilleures conditions.

Extrait du cahier des charges de l'opération de récupération de touffes :

### ***1.1 Préconisations spécifiques dans le cadre de la transplantation des touffes présentes sur le site avant travaux***

Dès que cela sera possible, la récupération des touffes de végétaux sera exécutée afin d'être réutilisées sur le site après le terrassement. En effet, certaines espèces, notamment le gispet (*Festuca eskia*), mais aussi certains petits ligneux comme la Callune (*Calluna vulgaris*) se prêtent bien à la transplantation et offrent un résultat optimum et rapide de restauration après les travaux. Certaines règles sont à respecter afin d'obtenir les meilleurs résultats possibles :

- la récupération des touffes se fera à l'aide d'une pelle mécanique, la taille des godets déterminant la taille des « transplants » à prélever sur le site avant terrassement ;
- les touffes seront prélevées avec la terre végétale, soit aux alentours de 20 à 30 cm de sol ; les touffes seront stockées en andains de faible hauteur (1 m de large maximum sur 50 à 60 cm de haut maximum) pour des durées limitées : 3 semaines en plein été, 1 à 2 mois à l'automne, en évitant strictement tout passage d'engins sur les andains ;
- elles seront réutilisées : soit sur un autre site, dans le cas de chantiers prévus sur de longues durées, voire plusieurs années, soit sur le site où elles ont été prélevées, après la fin des travaux ;
- elles pourront être remises en place de manière jointive, directement avec la pelle mécanique, le godet servant d'outil de tassement du sol après repositionnement de la touffe.

## Estimation des coûts

| Technique                                     | Surface ou quantité        | Description des produits ou techniques  | Coût total            | Intervenant   |
|---|----------------------------|---|-----------------------|---|
| <b>Mur du Cap de Pales</b>                    |                            |   |                       |   |
| Création de cunettes                          | 1 à 2 cunettes             | ½ journée   | 100 €                 | SEMAP   |
| Semis   | 1500 m <sup>2</sup>        | 37,5 kg de semences (250 kg/ha)<br>90 kg d'engrais organique (600 kg/ha)<br>15 kg engrais minéral pauvre en azote (100 kg/ha)<br>Fixateur<br>Mulch<br>½ journée pour le semis |                       | Plan (fournitures)<br>SEMAP (semis)                             |
| <b>Piste de Pène Nère</b>                     |                            |   |                       |   |
| Création de cunettes                          | 5 à 8 cunettes environ     | 2 journées  | 400 €                 | SEMAP   |
| Semis   | 15000 m <sup>2</sup>       | 375 kg de semences<br>900 kg d'engrais organique<br>150 kg engrais minéral pauvre en azote<br>Fixateur<br>Mulch<br>1 journée pour le semis                                    |                       | Plan (fournitures)<br>SEMAP (semis)                             |
| <b>Courbes de Serre Doumège</b>               |                            |   |                       |   |
| Création de cunettes                          | 1 à 2 cunettes environ     | ½ journée   | 100 €                 | SEMAP   |
| Reprofilage des talus                         | 300 à 500 mètres linéaires | 1 journée   | 200 €                 | SEMAP   |
| Semis   | 15000 m <sup>2</sup>       | 375 kg de semences<br>900 kg d'engrais organique<br>150 kg engrais minéral pauvre en azote<br>Fixateur<br>Mulch<br>1,5 journée pour le semis                                  |                       | Plan (fournitures)<br>SEMAP (semis et application du Flexterra) |
| Application de Flexterra                      | 1500 m <sup>2</sup>        | 525 kg de produit appliqué à 3500 kg/ha   | 1620 €                | CPB (fourniture Flexterra)                                      |
| <b>Total des opérations</b>                   |                            |   |                       |   |
| Création de cunettes et reprofilage des talus |                            | 4 journées  | 800 €                 | SEMAP   |
| Semis (fourniture)                            | 2,65 ha                    | 662 kg de semences<br>1590 kg de fertilisant organique<br>265 kg de fertilisant minéral<br>Fixateur de type colloïde<br>Mulch   | Voir devis à demander | Plan (fourniture)   |
| Fixateur spécifique                           | 1500 m <sup>2</sup>        | 525 kg de produit appliqué à 3500 kg/ha   | 1620 €                | CPB (fourniture Flexterra)                                      |
| Semis (application)                           | 2,65 ha                    | 3 jours d'application à 2 personnes   | 1200 €                | SEMAP   |



## Expertise « revégétalisation » Domaine skiable d'Ax Bonascre Année 2006

### Contexte

La commune d'Ax les Thermes a confié au Conservatoire botanique pyrénéen (CBP) une mission d'accompagnement visant à la prise en compte de la revégétalisation et à la préservation du milieu naturel dans les opérations d'aménagement du domaine skiable. Cette mission est régie par une proposition d'intervention du CBP acceptée par la commune pour 2006 et 2007

Le CBP appui notamment la station par l'accompagnement des pratiques et la mise en place des opérations de revégétalisation sur les aménagements en cours. Début juillet 2006, un accompagnement a également été réalisé afin de gérer des populations d'espèces protégées présentes sur des secteurs à aménager.

Pour 2006, quatre zones principales sont l'objet de projets de revégétalisation :

- Piste noire de Mansèdre ;
- Piste bleue de Mansèdre ;
- Piste bleue de Manseille ;
- Piste verte de liaison.

Des visites des trois sites fin juin et début juillet ont permis d'évaluer les contraintes de terrain conditionnant les opérations de revégétalisation à mener.

Nous proposons ici les modalités des opérations de revégétalisation sur les zones concernées par un aménagement en 2006, en nous basant sur les indications du CCTP qui avaient été revues avec notre appui fin mars 2006.



Secteur concerné par la piste noire de Mansèdre



Emplacement de la piste bleue de Manseille

Un suivi des zones revégétalisées devra être conduit jusqu'à la réception du chantier avec l'entreprise de revégétalisation, puis par l'équipe de gestion des pistes du domaine skiable afin de discuter avec le Conservatoire des opérations complémentaires à mener afin d'obtenir un couvert végétal satisfaisant.

## Propositions en matière de revégétalisation pour 2006

Nous recherchons ici à établir des pratiques adaptées aux contraintes de terrain, sur la base de revégétalisations avec mélanges commerciaux proposés dans le CCTP. Nous rechercherons les mélanges et additifs les plus adaptés possibles aux contraintes du terrain, et ayant un effet négatif limité sur la conservation de la flore locale.

Les mélanges proposés pourront être utilisés sur les sites terrassés, mais nous rappelons que les variétés proposées ne sont pas adaptées à l'altitude et ne constituent donc pas la réponse la plus appropriée pour une revégétalisation d'altitude. Toutefois, en l'absence actuelle de plantes d'origine locale pour les Pyrénées et issues de zones d'altitude, le choix se reporte sur des mélanges commerciaux disponibles.

**Il sera impératif de voir indiqué dans la réponse de l'entreprise de revégétalisation le nom scientifique des espèces contenues dans le mélange ainsi que l'origine de production de ces semences et l'origine de provenance de ces variétés.**

D'une manière générale, il sera très important de privilégier une revégétalisation très rapide des terrains à la fin des terrassements et d'éviter tant que possible le report des opérations de semis au printemps. Le terrain rencontré est composé de roche granitique se dégradant en arènes très sensibles à l'érosion et très difficiles à revégétaliser. La terre végétale devra être replacée sur le site de manière impérative après un stockage sur une hauteur limitée (au maximum 1m à 1,5 m de haut) et sans circulation d'engin sur les andains. Après sa remise en place sur les parcelles terrassées, un passage d'engin à chenilles sera préconisé sur la terre végétale avant le semis afin de créer des micro-dépressions permettant aux graines de se maintenir en plus des colloïdes utilisés.

A partir du printemps suivant le deuxième semis, le périmètre semé devra être mis en défens contre le pâturage afin d'éviter le piétinement du site et la consommation des plantules en croissance. Cette mise en défens devra être répétée pendant au moins les deux ans suivant le semis.

### Piste noire de Mansèdre

Sur l'ensemble de cette piste, il ne sera procédé à aucune fertilisation minérale, du fait de la présence dans les zones d'écoulement d'eau et sur les replats humides le long de la piste ou à proximité, de tourbières humides d'intérêt écologique abritant des espèces protégées (voir en référence notre courrier du 15 juin dernier). Seule une fertilisation organique modérée sera préconisée en partie haute et évitée en partie basse.

### Partie supérieure de la piste (entre 1850 m et 1985 m)

La partie supérieure de la piste est composée de pelouses acides à gispet (*Festuca eskia*) et à nard (*Nardus stricta*), avec des zones plus ou moins pourvues de terre végétale. Cette zone sera particulièrement soumise à une forte érosion du fait de la pente très importante et à de fortes amplitudes thermiques et devra être revégétalisée pour éviter des phénomènes érosifs.

Propositions de revégétalisation :

**Mélange** préconisé dans le CCTP, revu par le CBP (les proportions modifiées apparaissent en rouge), les noms scientifiques et l'origine des variétés devant être précisés par le fournisseur :

| Espèces                  | Pourcentage |
|--------------------------|-------------|
| Fétuque rouge gazonnante | 30%         |
| Fétuque rouge traçante   | 20%         |
| Fléole des prés          | 20 %        |
| Dactyle aggloméré        | 5 %         |
| Ray grass anglais        | 10 %        |
| Trèfle blanc nain        | 5 %         |
| Lotier corniculé         | 10 %        |

**Dosage d'utilisation** : 150 kg/ha au premier passage à l'automne, 100 kg/ha au deuxième passage au printemps.

**Engrais** : est préconisé uniquement un amendement organique d'automne à la hauteur de 500 kg/ha lors du semis. Le semis de printemps ne sera pas accompagné d'amendement organique ou de fertilisation minérale.

Pour l'ensemble des autres paramètres (fixateurs, cellulose), les produits devront être conformes aux préconisations du CCTP.

Enfin, sur la surface concernée par la plus grande pente pourrait être testée l'utilisation complémentaire d'une substance puissante de fixation et maintien des talus (par exemple le produit Flexterra®) à titre d'essai. Dans la partie haute de la piste, actuellement occupée par des gradins à gispet, les problèmes d'érosion sont en effet à prévoir après terrassement.

### **Partie inférieure de la piste (entre 1600 m et 1850 m)**

La partie inférieure de la piste comporte des zones humides et tourbeuses avec des bombements à sphaignes (*Sphagnum* sp.) en domaine boisé majoritairement. L'écosystème en place est fragile et sensible à toute perturbation et de grande valeur patrimoniale. Il sera recommandé de ne végétaliser que point par point, aux endroits nécessaires, de préférence à la main, par application de semences uniquement, lorsqu'il s'agit de petites surfaces (inférieures à 200 m<sup>2</sup> notamment). Lorsque de plus grandes zones seront terrassées, il sera discuté de l'utilité de faire accéder un engin de semis hydraulique pour limiter les dégâts dus à son passage. Dans tous les cas, il est impératif de ne pas parcourir la zone à sphaignes avec des engins.

#### Propositions de revégétalisation :

**Mélange** préconisé dans le CCTP, pouvant convenir pour cette partie du site, les noms scientifiques et l'origine des variétés devant être précisés par le fournisseur :

| Espèces                  | Pourcentage |
|--------------------------|-------------|
| Fétuque rouge gazonnante | 20%         |
| Fétuque rouge traçante   | 20%         |
| Fléole des prés          | 20 %        |
| Dactyle aggloméré        | 10 %        |
| Ray grass anglais        | 15 %        |
| Trèfle blanc nain        | 5 %         |
| Lotier corniculé         | 10 %        |

**Dosage d'utilisation** : 150 kg/ha au premier passage à l'automne, 100 kg/ha au deuxième passage au printemps.

**Engrais** : dans cette zone aux équilibres physico-chimiques particulièrement sensibles et conditionnant la présence d'espèces protégées, il ne sera procédé à aucune fertilisation ni apport d'amendement.

Pour l'ensemble des autres paramètres (fixateurs, cellulose), les produits devront être conformes aux préconisations du CCTP, si l'utilisation de l'hydroseeder est nécessitée. Dans les autres cas, un simple paillage ou une application de mulch à la main sera nécessitée.

### **Piste bleue de Mansèdre**

La piste bleue de Mansèdre est située dans des pelouses acides à gispet en partie haute et en milieu boisé dans la plus grande partie de son tracé. Elle ne traverse pas de zones humides ou de zones tourbeuses, mais par contre est située sur une roche mère se dégradant en arènes granitiques, sensibles aux remaniements de matériaux. Les phénomènes d'érosion peuvent donc être intenses et devront être anticipés par la création de cunettes ou revers d'eau limitant les écoulements sur la piste. Cette zone devrait être revégétalisée avec un mélange légèrement modifié par rapport aux préconisations du CCTP.

#### Propositions de revégétalisation :

**Mélange** préconisé dans le CCTP, revu par le CBP (les proportions modifiées apparaissent en rouge), les noms scientifiques et l'origine des variétés devant être précisés par le fournisseur :

| Espèces                  | Pourcentage |
|--------------------------|-------------|
| Fétuque rouge gazonnante | 30%         |
| Fétuque rouge traçante   | 20%         |
| Fléole des prés          | 20 %        |
| Dactyle aggloméré        | 5 %         |
| Ray grass anglais        | 10 %        |
| Trèfle blanc nain        | 5 %         |
| Lotier corniculé         | 10 %        |

**Dosage d'utilisation** : 150 kg/ha au premier passage à l'automne, 100 kg/ha au deuxième passage au printemps.

**Engrais** : dans cette zone une fertilisation minérale très réduite sera appliquée, afin de ne pas réduire le développement des espèces de légumineuses apportées dans le mélange (Trèfle et Lotier) : la fertilisation minérale sera apportée à l'automne et sera de type 4-20-20 à raison de 150 kg/ha. L'apport d'engrais organique pourra être un apport automnal de 500 kg/ha.

Pour l'ensemble des autres paramètres (fixateurs, cellulose), les produits devront être conformes aux préconisations du CCTP.

#### **Piste bleue de Marseille et piste verte de liaison**

La piste bleue de Marseille et la piste verte de liaison sont situées dans des pelouses acides à gispet et à nard, ainsi qu'en zone boisée (principalement épicéa et sapins). Elles ne traversent pas de zones humides ou de zones tourbeuses. La zone la plus pentue de la piste bleue est située sur des terrains facilement érodés composés d'arènes granitiques sensibles à l'érosion. Une revégétalisation avec un mélange légèrement modifié par rapport au CCTP sera donc préconisée.

#### Propositions de revégétalisation :

**Mélange** préconisé dans le CCTP, revu par le CBP (les proportions modifiées apparaissent en rouge), les noms scientifiques et l'origine des variétés devant être précisés par le fournisseur :

| Espèces                  | Pourcentage |
|--------------------------|-------------|
| Fétuque rouge gazonnante | 30%         |
| Fétuque rouge traçante   | 20%         |
| Fléole des prés          | 20 %        |
| Dactyle aggloméré        | 5 %         |
| Ray grass anglais        | 10 %        |
| Trèfle blanc nain        | 5 %         |
| Lotier corniculé         | 10 %        |

**Dosage d'utilisation** : 150 kg/ha au premier passage à l'automne, 100 kg/ha au deuxième passage au printemps.

**Engrais** : dans cette zone une fertilisation minérale très réduite sera appliquée, afin de ne pas réduire le développement des espèces de légumineuses apportées dans le mélange (Trèfle et Lotier) : la fertilisation minérale sera apportée à l'automne et sera de type 4-20-20 à raison de 150 kg/ha. L'apport d'engrais organique pourra être un apport automnal de 500 kg/ha.

Pour l'ensemble des autres paramètres (fixateurs, cellulose), les produits devront être conformes aux préconisations du CCTP.



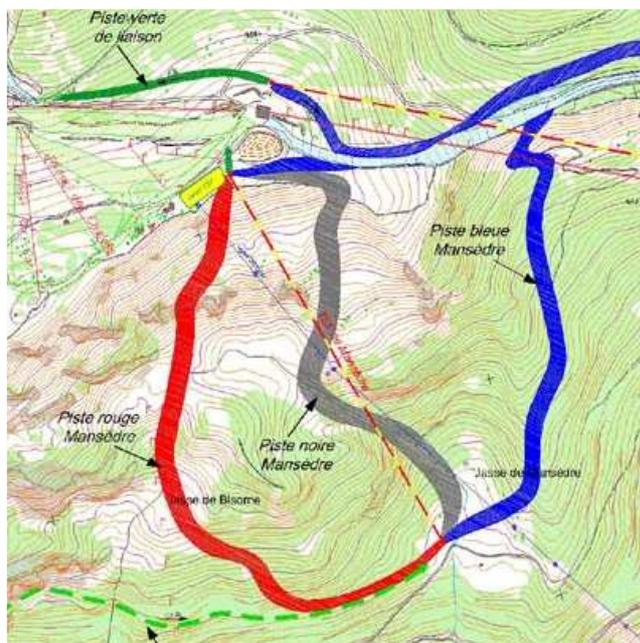
## Visite de terrain avant travaux d'aménagement Piste rouge de Mansède Domaine skiable d'Ax Bonascre Août 2006

### Contexte

La commune d'Ax les Thermes a confié au Conservatoire botanique pyrénéen (CBP) une mission d'accompagnement visant à la prise en compte de la revégétalisation et à la préservation du milieu naturel dans les opérations d'aménagement du domaine skiable. Cette mission est régie par une proposition d'intervention du CBP acceptée par la commune pour 2006 et 2007.

En 2006, le CBP a accompagné le gestionnaire du domaine skiable pour la préparation des opérations de revégétalisation et la gestion d'espèces protégées sur les secteurs aménagés en 2006 (voir comptes-rendus et expertises précédents). Le CBP poursuit sa mission d'accompagnement du domaine skiable à la demande de ce dernier pour préciser les enjeux liés à la présence d'espèces protégées sur des secteurs à aménager en 2007 (piste rouge de Mansède).

Une visite de terrain le mercredi 23 août 2006 a permis d'effectuer une évaluation patrimoniale du site et de repérer les principales populations d'espèces protégées sur le secteur prévu pour l'aménagement de cette piste rouge de Mansède.



Secteur concerné par la piste rouge de Mansède

Le tracé exact de la piste rouge de Mansède n'étant pas encore précisément défini, l'état des lieux du site a été réalisé de manière globale, en prenant en compte au maximum les zones périphériques au tracé pré-défini remis au CBP. La piste a été divisée en plusieurs secteurs selon les milieux rencontrés au long du parcours.

**Nota bene :** Cette visite du Conservatoire devra être suivie d'une visite plus précise au cours du mois de juin 2007, afin de vérifier la présence d'autres espèces végétales qui pourraient avoir une valeur patrimoniale importante et qui ne sont identifiables qu'à cette période.

## Milieus et espèces rencontrés – Piste rouge de Mansèdre

De haut en bas, cinq zones principales sont décrites.

### 1. Altitude 1880 m à 2030 m

Pelouse à gispet (*Festuca eskia* Ramond ex DC.) et lande à rhododendron (*Rhododendron ferrugineum* L.) sur forte pente, en mosaïque avec des petits peuplements de Pins à crochets (*Pinus uncinata* Ramond).

Principales espèces végétales rencontrées

| Nom scientifique                                    | Nom commun               |
|---|--------------------------|
| <i>Festuca eskia</i> Ramond ex DC.                  | Gispet                   |
| <i>Festuca nigrescens</i> Lamarck                   | Fétuque noirâtre         |
| <i>Nardus stricta</i> L.                            | Nard raide               |
| <i>Vaccinium myrtillus</i> L.                       | Myrtille                 |
| <i>Rhododendron ferrugineum</i> L.                  | Rhododendron ferrugineux |
| <i>Calluna vulgaris</i> (L.) Hull.                  | Callune                  |
| <i>Juniperus communis</i> L.                        | Genévrier commun         |
| <i>Gentiana campestris</i> (L.) Börner              | Gentiane champêtre       |
| <i>Meum anthamanticum</i> Jacquin                   | Fenouil des montagnes    |
| <i>Antennaria dioica</i> (L.) Gaertner              | Antennaire dioïque       |
| <i>Stachys officinalis</i> (L.) Trévisan            | Bétoine officinale       |
| <i>Dianthus barbatus</i> L.                         | Œillet des poètes        |
| <i>Dianthus hyssopifolius</i>                       | Œillet de Montpellier    |
| <i>Rhinanthus mediterraneus</i> (Sternek) Sóo       | Rhinanthe méditerranéen  |
| <i>Koeleria pyramidata</i> (L.) Palisot de Beauvois | Koelérie pyramidale      |
| <i>Lotus alpinus</i> (D.C.) Schleicher              | Lotier des Alpes         |
| <i>Trifolium alpinum</i> L.                         | Trèfle des Alpes         |
| <i>Potentilla erecta subsp erecta</i> (L.) Rauschel | Potentille tormentille   |
| <i>Pinus uncinata</i> Ramond                        | Pin à crochets           |
| <i>Gentiana lutea</i> L.                            | Gentiane jaune           |

### Principales contraintes à respecter pour l'aménagement

Le milieu rencontré est composé de pelouses et landes ne présentant pas *a priori* d'espèces protégées, rares ou menacées. Toutefois, autour du site prévu pour l'aménagement, dans les combes situées plus au sud notamment, des formations de mégaphorbiaies (à *Rumex alpinus* L., *Epilobium angustifolium* L., *Sedum telephium* L., *Sphagnum* sp.) sont présentes, dans ces secteurs présentant des écoulements hydriques et des zones humides sensibles.

Il sera donc important, dans ce cadre, de privilégier pour le tracé de la piste rouge un emplacement situé le plus au nord possible entre les altitudes 1880 m et 2030 m.



Flèche indiquant le tracé préférentiel

**N.B.** l'étude d'impact environnemental du bureau d'études MDP fait apparaître dans le relevé floristique de cette piste rouge l'espèce *Vaccinium vitis-idaea* L. Cette espèce, particulièrement rare dans les Pyrénées, fait l'objet d'une protection en Midi-Pyrénées. Il serait donc indispensable d'effectuer une recherche de taxon plus poussée lors d'une journée de juin 2007 afin de préciser la présence de ce taxon et sa répartition sur la zone.

Le bureau d'études MDP indique qu'il pourrait s'agir d'une confusion de cette espèce avec une autre espèce de *Vaccinium*.

## 2. Altitude 1840 m à 1880 m

Un replat situé à 1880 m environ abrite une pelouse à nard et une tourbière à sphaignes (*Sphagnum* sp.), à Linaigrette engainante (*Eriophorum vaginatum* L.) et *Drosera rotundifolia* L. Il est situé en aval de l'éboulis visible sur la photo ci-dessous et jouxte l'ancienne ligne dont pylônes et câbles doivent être démantelés.



Emplacement du replat à *Drosera* et Linaigrette



Emplacement signalé par un cercle violet

La présence de *Drosera* n'avait pas été mentionnée par l'étude d'impact de l'UTN, ni le statut de la Linaigrette engainante.

### Principales contraintes à respecter pour l'aménagement

La présence de deux espèces protégées sur ce site (*Drosera rotundifolia* bénéficiant d'une protection nationale et *Eriophorum vaginatum* bénéficiant d'une protection régionale) implique sa protection vis-à-vis de tout terrassement et de passage d'engins, pour l'aménagement de la piste rouge en 2007 comme pour le démantèlement de la ligne en place dès 2006.

La piste rouge pourra être prévue sur ce site uniquement si son aménagement dans cette zone ne requiert aucun terrassement ni passage d'engins.

## 3. Altitude 1780 m à 1840 m

Pelouse à gispet jouxtant une tourbière de pente à sphaignes et *Drosera* autour des écoulements hydriques, se prolongeant dans la Jasse de Bisorne.

En partie haute (entre 1800 et 1840 m environ), la zone présente un écoulement hydrique vers le sud présentant une importante population de *Drosera rotundifolia*. Vers le nord (sur la partie droite de la piste prédéfinie sur la carte), la zone est constituée d'une pelouse à Gispet.

Dans la partie basse (entre 1780 et 1800 m), la zone présente plusieurs écoulements à *Drosera rotundifolia* sur tout le tracé possible de la piste rouge, jusqu'à la Jasse de Bisorne, présentant elle-même une importante population de cette espèce protégée.



Zones à *Drosera* signalées en violet

#### Principales contraintes à respecter pour l'aménagement

En partie haute (entre 1840 et 1800 m environ), il sera donc nécessaire de décaler le tracé de la piste rouge pour que celui-ci soit maintenu à au moins 20 m de distance de l'écoulement.

En partie basse, dans la Jasse de Bisorne, aucune circulation d'engin et aucun travail de terrassement ne sont envisageables du fait de la présence d'une importante population de *Drosera*. La présence de multiples blocs rocheux répartis sur l'ensemble du site et qui seraient à extraire pour l'aménagement de la piste rouge nous incitent à pointer ce secteur comme **prioritaire** vis-à-vis des réflexions à mener pour l'aménagement du site dans le respect de la flore.

#### 4. Altitude 1680 m à 1780 m

Pelouse acidiphile à nard et gispet ne présentant pas *a priori* d'espèces protégées.

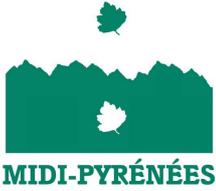
Cette zone ne présente pas de contraintes particulières pour la flore protégée vis-à-vis de l'aménagement.

#### 5. Altitude 1450 m à 1680 m

Hêtraie Sapinière à *Luzula nivea* (L.) De Candolle.

Cette zone ne présente pas *a priori* de contraintes particulières pour la flore protégée vis-à-vis de l'aménagement.

En conclusion, il nous semble important pour préciser les enjeux floristiques liés à cette zone, ainsi que les enjeux relatifs aux habitats naturels présents, d'effectuer un travail de prospection complémentaire au printemps ou à l'été 2007, qui se concrétiserait par une journée de terrain.



## Expertise du Conservatoire botanique pyrénéen relative à la revégétalisation **BCJN de Porta**

Direction du personnel, de la modernisation et de l'administration  
Ministère des finances (Antenne immobilière Grand Sud-Ouest)

**Septembre - Décembre 2006**

### Contexte

Etablissement public local, le Conservatoire botanique pyrénéen (CBP), Conservatoire botanique national de Midi-Pyrénées exerce des missions de connaissance et conservation de la flore sauvage et des habitats naturels sur l'ensemble de son territoire d'agrément (Région Midi-Pyrénées). Il développe également sur l'ensemble de la chaîne pyrénéenne une mission d'accompagnement visant à la prise en compte de la revégétalisation et à la préservation du milieu naturel dans les opérations d'aménagement. Cette mission est effectuée à la demande des maîtres d'ouvrage, sur des objectifs et avec des moyens définis conjointement.

Cette mission travaille actuellement à la mise en place d'une filière de production de semences pyrénéennes pour les revégétalisations sur notre chaîne, car actuellement aucun mélange disponible sur le marché ne comporte des origines locales. L'utilisation massive de ces mélanges commerciaux induit des risques pour la flore locale mais peut également conduire à des échecs techniques non négligeables. Ces recommandations visant à utiliser des origines locales sont appuyées par la législation\* et prévalent également pour l'utilisation d'arbres et d'arbustes.

### Demande du maître d'ouvrage et préconisations apportées

Dans le cadre de la construction d'un poste de Douane (BCJN de Porta) sur la RN 22 entre la France et l'Andorre, l'antenne immobilière grand sud-ouest du Ministère des finances a sollicité l'expertise du Conservatoire botanique afin de procéder à une revégétalisation du site dans le respect de la flore et des milieux naturels environnant le chantier.

Le maître d'ouvrage a transmis en septembre 2006 au Conservatoire les documents concernant le chantier et l'évaluation des incidences au regard des objectifs de conservation du site Natura 2000 FR 9101471 « Capcir-Carlit-Campcardos ». La demande effectuée au Conservatoire botanique concernait l'évaluation du mélange de semences proposé pour la revégétalisation ainsi que les additifs utilisés (notamment fertilisation).

Le Conservatoire botanique a effectué une analyse des éléments en sa possession à cette date, dans des délais brefs.

Les principales préconisations ont été les suivantes :

« Il apparaît que le site concerné est particulièrement sensible aux perturbations du milieu (notamment sur les zones de tourbières hautes actives et de tourbières de pente).

Le document d'évaluation des incidences concernant cette zone comprise dans un site Natura 2000 indique bien que l'enjeu majeur de conservation se situe notamment sur les milieux tourbeux présents autour du projet de plate forme douanière. Il est évident que ce type de milieu et les espèces qu'il abrite sont très sensibles aux travaux d'aménagement, notamment terrassement et drainage qui peuvent entraîner leur destruction directe ou indirecte. Mais les opérations de "restauration" ou "réhabilitation" prévues après travaux peuvent également avoir des impacts très négatifs lorsqu'elles ne vont pas dans le sens du respect de ces milieux et de leur équilibre physico-chimique comme biologique.

\* recommandations notamment appuyées par :

- la loi Barnier 1995 (article L. 211-3) : « est interdite l'introduction dans le milieu naturel, volontaire, par négligence ou par imprudence de tout spécimen d'une espèce végétale à la fois non indigène au territoire d'introduction et non cultivée ».

- la Convention de Berne 1979 (article 11.2.b) : « contrôler strictement l'introduction d'espèces non-indigènes ».

L'avis de principe et les recommandations concernant la marche à suivre pour tenter de réaliser une opération de restauration écologique valable pour la protection des milieux ont été les suivantes :

- une récolte des semences de flore locale, ou "fauche" aurait été intéressante à mettre en place sur un tel site d'intérêt communautaire et elle aurait été la seule garantie de respecter l'engagement d'une restauration écologique des habitats endommagés. Au jour d'aujourd'hui si les travaux ont été réalisés, il faudrait attendre la saison prochaine pour mettre en place cette solution. Le Conservatoire botanique pyrénéen peut tout à fait intervenir comme appui technique pour l'organisation d'un chantier de collecte et d'utilisation de semences locales pour la revégétalisation, dans l'attente de la mise sur le marché de plantes d'origine locale d'ici quelques années.

- les propositions en matière de fertilisation semblent inadaptées aux contraintes du site et à sa conservation. En effet, le bilan agronomique a été réalisé comme s'il s'agissait d'une prairie cultivée de plaine et non d'habitats naturels de montagne aux équilibres physico-chimiques particuliers. Il ne s'agit pas ici de créer une prairie artificielle, mais bien de restaurer au plus vite les habitats patrimoniaux endommagés. Dans ce secteur comprenant des tourbières hautes actives acides, une "recalcification impérative" comme indiqué est à proscrire, tout comme l'utilisation de fertilisant minéraux qui vont bouleverser l'équilibre du site. Une fertilisation organique sera prévue, mais à des doses plus faibles que celles prévues (pas plus de 500 kg/ha). Une visite de terrain serait nécessaire pour préciser les conditions d'utilisation d'une telle fertilisation.

- sur le mélange proposé : comme indiqué ci-dessus, seul un mélange de semences comprenant des semences d'origine pyrénéenne pourrait convenir pour une opération de restauration écologique du site. Le mélange proposé est composé d'espèces certifiées, ainsi que d'espèces sauvages, dont aucune n'est d'origine pyrénéenne. L'introduction de telles semences présente donc un risque pour la conservation de la flore locale. Si ce mélange doit toutefois être utilisé, certaines espèces sont impérativement à éviter : les espèces sauvages non certifiées doivent être retirées de ce mélange : L'achillée Millefeuille et la Pimprenelle doivent notamment être enlevées, pour que les semences introduites ne s'hybrident pas avec des écotypes locaux. »

Suite à ces recommandations, une réunion de chantier a eu lieu le 2 octobre 2006 sur le site, en présence du Conservatoire botanique et du maître d'ouvrage, pour définir conjointement les modalités pratiques de l'opération de revégétalisation. Le mélange de semences proposé par l'entreprise de revégétalisation a été modifié en retirant *Festuca arvenensis* et *Rumex acetosella* dont la présence n'était pas cohérente avec les objectifs de conservation de la flore et des milieux naturels et dont la pertinence n'était pas avérée d'un point de vue technique. De plus, l'application de fertilisant a été raisonnée en fonction des milieux naturels sensibles présents à proximité (notamment zones humides et milieux tourbeux). Cette application a été limitée à des doses réduites de fertilisants organiques uniquement dans les zones peu sensibles aux modifications physico-chimiques du substrat. L'emploi de fertilisants minéraux a été proscrit.



Visite de chantier du 2 octobre 2006 – BCJN Porta



## Domaine skiable Porte des Neiges Octobre 2006

Propositions d'intervention du Conservatoire botanique pyrénéen pour un accompagnement des opérations de revégétalisation et pour une conservation de la flore sur le domaine skiable

### Contexte

Etablissement public local, le Conservatoire botanique pyrénéen (CBP), Conservatoire botanique national de Midi-Pyrénées exerce des missions de connaissance et conservation de la flore sauvage et des habitats naturels sur l'ensemble de son territoire d'agrément (Région Midi-Pyrénées). Il développe également sur l'ensemble de la chaîne pyrénéenne une mission d'accompagnement visant à la prise en compte de la revégétalisation et à la préservation du milieu naturel dans les opérations d'aménagement, notamment en domaine skiable. Cette mission est effectuée à la demande des maîtres d'ouvrage, sur des objectifs et des moyens définis conjointement et régis par une convention de collaboration ou une lettre de commande pour une durée déterminée.

Le CBP peut accompagner la station selon différentes modalités (voir pages suivantes pour les propositions détaillées) en fonction des objectifs fixés pour la revégétalisation :

- **Objectif minimum** : suivi des mesures de revégétalisation choisies et conseil sur l'utilisation des mélanges de semences,
- **Objectif intermédiaire** : accompagnement des pratiques de revégétalisation en amont des projets d'aménagement, développement de solutions adaptées au chantier,
- **Objectif à moyen ou long terme** : accompagnement des pratiques de revégétalisation en amont des projets d'aménagement + accompagnement de la gestion des revégétalisations intégrée à l'échelle du domaine skiable, avec une planification annuelle des opérations.

Pour nos missions d'appui technique en revégétalisation dans le département des Pyrénées-Orientales, nous pouvons être amenés à solliciter l'appui de l'ONF 66, nos actions respectives dans ce domaine étant régies par une convention de collaboration.



## Observations relatives à la visite de terrain du lundi 2 octobre 2006

**Contexte** : deux pistes de ski ont été créées en 2006 (« les amateurs » et « l'union »), afin de desservir un télésiège installé en 2005 (télésiège débrayable de l'Estany). Une piste dessert l'ensemble du tracé du télésiège (piste « les amateurs »), une autre piste présente des remaniements de sol dans sa partie supérieure (l'union), et n'est pas aménagée dans sa partie inférieure (utilisation du terrain naturel pour le ski, au niveau d'une zone humide notamment).

### Piste « les amateurs »

Le tiers inférieur de cette piste présente actuellement un substrat remanié avec un niveau moyen de terre végétale. Cette piste est située à proximité du ruisseau sans y être contiguë et comprend une piste carrossable (préexistante avant l'aménagement). La dominance de matériaux schisteux présentant par endroits un phénomène de pavage peut indiquer la nécessité de prévoir un griffage du sol avant revégétalisation.

Entre le tiers médian et la partie supérieure de la piste, un secteur de la piste a été aménagé pour faciliter le passage du ruisseau. Dans cette zone présentant de nombreux écoulements et un niveau de terre végétale satisfaisant, aucune fertilisation minérale ou organique ne sera à prévoir. En effet, les habitats naturels humides rencontrés aux alentours sont très sensibles aux modifications physico-chimiques de l'eau et pourraient voir leur fonctionnement très perturbé par une fertilisation artificielle. Les habitats rencontrés sont notamment :

- le *Caricion fuscae*, avec *Eriophorum angustifolium*, *Carex nigra* et *Narthecium ossifragum*,
- les bas marais alcalins du *Caricion davallianae* à *Tofieldia calyculata*,
- le *Montio Cardaminetea* à *Saxifraga aquatica*, *Caltha palustris* et *Saxifraga stellaris*.



Zone humide traversée par la piste « les amateurs »

Dans le tiers supérieur de la piste, le substrat est composé par une roche mère granitique dégradée en arène (sable grossier).

Ce type de substrat, ne possède que très peu de structure et d'horizon humique. Il est donc très sensible à tout phénomène d'érosion, par le vent, l'eau ou le piétinement et présente plus de difficultés de revégétalisation, notamment sur les secteurs pentus très instables, comme les talus.

Les talus amont de cette piste présentent déjà des phénomènes d'érosion importants avec le vent et des casquettes sont en train de se former en haut de talus. Ils sont composés d'un substrat de type arène granitique ainsi que de quelques blocs qui ne présentent que très peu de cohésion. Des phénomènes d'écoulements sont déjà visibles par endroits.



Talus de piste en secteur haut (piste « les amateurs »)

Sur ces talus pourraient être testées des techniques de réhabilitation mettant en jeu des techniques du génie végétal ou génie écologique associant par exemple matériaux en bois, structures de stabilisation (petites terrasses), plantation ou repiquage de plants, (notamment petits ligneux) afin de stabiliser les pentes et d'assurer leur intégration paysagère.

Sur les pistes elles-mêmes, le matériau est également assez instable et sensible aux épisodes orageux et écoulements hydriques. Il est important d'initier une recolonisation des terrains dès que possible par un semis à l'hydroseeder accompagné d'une fixation par un colloïde.

#### **Piste « l'union »**

Sur cette piste, les considérations sont globalement les mêmes que sur la partie supérieure de la piste « les amateurs ». Le substrat contenant une large part d'arènes granitiques est rendu encore plus mouvant par la présence de nombreux cailloux. On rencontre un profil de piste à faible cohésion et des talus dont la stabilité ne pourra être assurée que par intervention des techniques du génie écologique, pour éviter une érosion régressive.

Dans le secteur le plus bas terrassé de cette piste, les fertilisations (fertilisation minérale au moins) seront à éviter, du fait de la proximité relative du cours d'eau (Ariège).

#### **Recommandations faites sur les mélanges présentés**

Deux mélanges de semences nous ont été présentés pour avis par le domaine skiable pour un ensemencement sur les pistes de ski créées cette année. Sur ces mélanges, plusieurs espèces nous semblent fortement à éviter sur le site : *Melilotus officinalis* et *Sanguisorba minor*, qui sont des espèces sauvages dont l'origine de provenance n'est pas pyrénéenne, augmentent les risques pour la flore liés aux revégétalisations. De plus, leur provenance est vraisemblablement méditerranéenne, avec des adaptations très différentes de celles de la flore de montagne.

L'utilisation de *Medicago lupulina*, la luzerne, n'est pas forcément bien indiquée sur ce type de milieu.

Enfin, une espèce nous pose réellement question : il s'agit d'*Agropyron intermedium* = ***Elytrigia intermedia*** (Host) Nevski. Cette espèce n'est pas naturellement présente en Europe occidentale (origine américaine ou eurasienne), on peut donc se poser la question de la pertinence écologique d'une telle introduction.

## Propositions de mission d'accompagnement pour la revégétalisation

Plusieurs types d'accompagnement peuvent être proposés :

### 1. Objectif minimum

L'objectif est de limiter l'impact des mesures de revégétalisation sur le site, en évitant l'utilisation de semences et d'autres produits préjudiciables au milieu.

#### Moyens :

- choix conjoint les listes de semences ainsi que des produits utilisés lors du semis (fixateurs, engrais, mulchs...), dans un objectif de conservation de la flore et des milieux naturels,
- suivi conjoint avec le domaine skiable des opérations de revégétalisation et préconisations d'actions complémentaires si besoin pour en améliorer l'efficacité.

**Moyens humains à prévoir** : environ 2 journées d'intervention par an (1 journée fin de printemps, une journée fin d'été), pour des visites de terrain permettant de définir conjointement les mesures appropriées.

### 2. Objectif intermédiaire

Trouver des solutions adaptées aux contraintes techniques et écologiques du site afin d'assurer une réussite des opérations de revégétalisation tout en limitant leur impact sur les milieux naturels. Cette démarche sera développée conjointement aux projets d'aménagement pour les nouveaux projets du domaine (en amont des opérations de revégétalisation).

#### Moyens :

- définition conjointe des objectifs de revégétalisation projet par projet et pour chaque zone du projet,
- définition de solutions techniques appropriées pour la revégétalisation, réalisation de cahiers des charges techniques, et accompagnement technique pour leur réalisation (semis, plantations, transfert de touffes, repiquages, fauches de prairies...),
- suivi conjoint avec le domaine skiable des opérations de revégétalisation et préconisations d'actions complémentaires si besoin pour en améliorer l'efficacité.

**Moyens humains à prévoir** : environ 5 journées d'intervention par an, le nombre de journées variant notamment en fonction du nombre de projets à traiter.

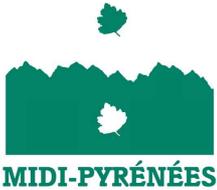
### 3. Objectif à moyen ou long terme

Cette troisième proposition intègre le deuxième objectif auquel se rajoute un accompagnement de la gestion des revégétalisations intégrée à l'échelle du domaine skiable, avec une planification annuelle des opérations.

#### Moyens (supplémentaires à ceux de l'objectif 2) :

- appui à la mise en place d'un système de gestion et suivi des revégétalisations dans le temps pour l'ensemble du domaine, en relation avec les informations sur le milieu naturel, les contraintes du site, la flore patrimoniale, ainsi que tous les éléments pouvant avoir une interaction avec la revégétalisation et la conservation des milieux et de la flore
- définition conjointe des outils cartographiques à élaborer pour assurer cette gestion et ce suivi (couches d'information pour un SIG ou cartographies),
- planification conjointe des opérations de revégétalisation sur l'ensemble du domaine,
- appui au choix des techniques et matériaux appropriés, mise en place d'un suivi (voir §2).

**Moyens humains à prévoir** : environ 8 journées d'intervention par an.



## Expertise « revégétalisation » Col de Soum de Pombie – Vallée d'Ossau Parc National des Pyrénées

# Document de travail

### Contexte

Le site du col de Pombie est situé entre le Soum de Pombie et le Pic Peyreget, en vallée d'Ossau. Un sentier de randonnée permet l'accès à ce col depuis le cirque d'Anéou et donne accès au GR du tour du Pic du Midi d'Ossau. Ce secteur, en zone centrale du Parc National des Pyrénées (PNP), est donc particulièrement fréquenté par les randonneurs. L'accès au col depuis Anéou est prévu sur un sentier en lacets dans la dernière partie avant le col. Mais à ce parcours est préféré, dans les cent derniers mètres avant l'accès au col, un raccourci amplifiant les traces d'érosion hydriques dans la plus forte ligne de pente.

Pour remédier à ce problème d'érosion et de mise à nu du sol suite à cette fréquentation, le PNP a entrepris en 2003 une restauration du site par la pose de filets biodégradables et le semis de graines de gispet (*Festuca eskia*) collectées localement, accompagnée par la pose de poteaux et de fils afin d'éviter le piétinement du site, ainsi que par la mise en place de barrages de pierres anti-érosifs.

En 2004, le PNP et le Conservatoire botanique pyrénéen (CBP) ont souhaité prolonger cette action et traiter les zones sur lesquelles les effets de la restauration étaient limités. Une collecte de graines de gispet n'a pas abouti du fait du manque de graines disponibles sur le site, mais des graines de Trèfle des Alpes (*Trifolium alpinum*) ont été collectées conjointement autour du Peyreget. Ces graines ont été séchées, triées et conservées par le CBP.

En 2006, le CBP propose au PNP de continuer cette action de restauration après avoir effectué un état des lieux du site et une estimation des actions à entreprendre pour compléter l'opération déjà réalisée.



Vue générale du site  
Photos CBP : S. Malaval



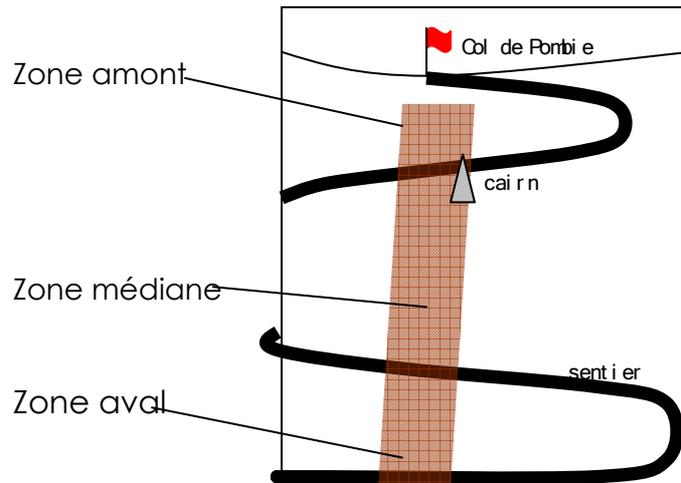
Pic du Midi d'Ossau depuis le col de Pombie

## Etat des lieux (visite fin mai 2006)

### Considérations générales

Bien que l'opération de restauration effectuée en 2003 montre des résultats très intéressants en certains points sur la possibilité de reprise de la végétation (jusqu'à des recouvrements de 80% par endroits) à cette altitude suite au semis et à la pose de filets, le problème majeur d'érosion causée par la fréquentation du raccourci reste présent. Les barrières disposées ont été rapidement et régulièrement dégradées et n'ont donc pas joué leur rôle. Actuellement un énorme cairn indique au randonneur arrivant du GR du tour du Pic du Midi d'emprunter le raccourci.

Le secteur à traiter a été divisé en trois zones séparées par le passage du sentier descendant vers Anéou. De l'amont vers l'aval, nous tenterons de décrire l'état des lieux de chacune des zones.



### Zone amont

Fin mai, la zone amont est encore recouverte d'un névé qui limite le diagnostic. Toutefois, des traces d'érosion sont bien visibles et le couvert végétal est limité sur tout le secteur emprunté par les randonneurs.

Sur cette zone d'environ 80 m<sup>2</sup>, les écoulements hydriques issus du névé sont importants actuellement et ce secteur est le premier maillon de la chaîne érosive perturbant le secteur.



### Zone médiane

Cette zone (surface environ 215 m<sup>2</sup>) est séparée en 8 sous-zones délimitées par les barrages érosifs mis en place. Du haut en bas, différentes situations sont représentées, sur des largeurs de 2 m à 7 m :

- zones d'écoulement d'eau,
- zones de sols nus ou peu végétalisés (5 à 20%) à forte érosion,
- zones de reprise après opération de restauration (30 à 60% de recouvrement),
- zones d'atterrissement correspondant aux barrages anti-érosifs mis en place.



## Zone aval

Sur cette zone d'environ 180 m<sup>2</sup>, on retrouve un écoulement hydrique important, des zones érodées par le piétinement et les écoulements, ainsi que des zones de reprise des semis de gispet dont le recouvrement atteint 80 % par endroits. Dans les écoulements hydriques, on observe quand même une recolonisation du nard par touffes.

Des zones érosives importantes en haut et en bas de cette zone amplifient l'impact paysager et le déplacement de matériaux.



## Propositions d'actions

### 1. Actions préventives (dès que possible)

- remise en état ou pose de clôtures (environ 20 à 25 piquets à replacer, 3 à poser),
- déplacement du cairn vers le deuxième virage en épingle depuis le col afin d'inciter les randonneurs à ne pas emprunter le raccourci,
- mise en place de pierres délimitant nettement le sentier à l'embranchement du raccourci,
- panneau explicatif ?

On peut se poser la question de dévier les écoulements d'eau hors de cette zone pour tenter une recolonisation végétale du site dans son intégralité. Dans ce cas, à la jonction de la zone amont, de la zone médiane et du sentier, un barrage doit être mis en place et une fine tranchée dessinée afin de guider l'eau vers la pelouse existante et éviter les écoulements en zone médiane.



### 2. Chantier de restauration (septembre ou octobre)

#### Zone amont

- Pose de clôtures en amont et aval de cette zone (3 piquets à poser en haut, 2 à replacer en bas).
- Semis de gispet + repiquage de Trèfle (600 pieds) + Pose de filets (80 m<sup>2</sup>).
- Création de 3 ou 4 barrages en pierre anti-érosifs (tous les 4 à 6 m environ), en travers de pente.

#### Zone médiane

La restauration effectuée en 2003 a bien fonctionné, mais est actuellement limitée dans son amplitude par les écoulements hydriques et le passage des randonneurs.

- A proximité de l'actuel cairn, dans la partie haute de cette zone, jusqu'au chemin, un repiquage de trèfle (200 pieds) peut être envisagé si le piétinement est évité. Il sera à accompagner de la pose d'un filet et d'un semis de gispet, sur une surface de 25 m<sup>2</sup> environ.
- Sur l'ensemble des autres zones fortement érodées, une mise en place de filets peut être envisagée + semis de gispet, sur une surface (non continue), de 110 m<sup>2</sup> (principalement en partie basse de cette zone médiane).
- Sur les zones en cours de colonisation, nous proposerons un semis de gispet pour renforcer les populations en place, soit sur une surface de 80 m<sup>2</sup>.

### Zone aval

La zone aval est caractérisée par deux poches érosives principales, en haut (10 m<sup>2</sup> environ) et en bas (50 m<sup>2</sup>) environ, sur ces zones, il serait nécessaire d'effectuer du sursemis de gispet et d'éventuellement pratiquer de la transplantation de touffes sur les secteurs les moins recouverts.

Entre ces deux parties, si l'érosion hydrique est limitée et le piétinement réduit, la recolonisation devrait être facilitée.

### Estimation des coûts (à compléter)

| Technique  | Surface ou quantité   | Coût unitaire       | Intervenant | Coût total |
|--|---|---------------------|-------------|------------|
| Repiquage de Trèfle des Alpes par bandes intercalées | 800 pieds   | 0,22 cts HT environ |             |            |
| Pose de filets                                       | 215 m <sup>2</sup>  |                     |             |            |
| Semis de gispet                                      | 355 m <sup>2</sup> dont 150 m <sup>2</sup> en sursemis (2,5 kg nécessaires) |                     |             |            |
| Mise en place ou réparation des clôtures             | 25 piquets environ  |                     |             |            |
| Déplacement de cairn                                 |   |                     |             |            |

**ARTICLES ET DOCUMENTS RELATIFS AUX COLLOQUES ET  
CONFERENCES 2006**



AN INTERDISCIPLINARY PROJECT FOR REVEGETATION  
WITH NATIVE SPECIES IN THE FRENCH PYRENEES MOUNTAINS

Sandra Malaval,

Conservatoire botanique pyrénéen/  
Conservatoire Botanique National de Midi-Pyrénées  
Vallon de Salut, BP 315  
F-65203 Bagnères de Bigorre Cedex, France  
(cbp.sc@laposte.net).

ABSTRACT

The Ecovars 2 project (2005-2007) has been created to extend and enhance the previous project developed by the Pyrenean Botanic Conservatory during the past seven years to promote restoration of damaged sites in the Pyrenees Mountains with native plants. The aim of this project is to promote the use of native species in land reclamation in order to ensure flora conservation. This project gathers different types of organizations: the Botanic Conservatory, an agronomic research institute (INRA of Toulouse) and an agricultural service (SUAIA Pyrenees) in order to carry out simultaneously:

The expansion of expertise and technical support for the revegetation of damaged Pyrenean sites,

The organization of training courses and the elaboration of a practical guide for revegetation with native species in the alpine and sub-alpine Pyrenees,

The development of agricultural aspects of native seed production with on-farm experimental multiplication of plant materials,

The finalization of genetic studies about plant adaptation to local environments,

A collective reflection in a scientific workshop in order to define “collect and use” zones for the species produced and used in land reclamation.

INTRODUCTION

The Pyrenees mountains separate France from Spain and stretch for 450 km, linking up two countries and a principality (Spain, France and Andorra), and two seas (the Atlantic Ocean and the Mediterranean Sea). They reach their summit upon the Aneto Peak (3404 m), above the snowline.

High altitude revegetation in the Pyrenees needs to address the same problems that occur in other mountainous areas. Specifically, topography and climate of such areas make revegetation very challenging with long natural recolonization times on damaged sites, like ski runs, roadsides and other infrastructures, particularly in alpine environments (Dinger and Bédécarrats 2001, Krautzer and Wittmann 2005). The disturbances strip away the topsoil, resulting in erosion and lack of landscape integration. In order to prevent these risks, revegetation is generally carried out, but in the Pyrenees this is always accomplished with cheap and alien seed mixtures at all elevations (Cassan et al. 2003). At first, these practices create a risk of technical failure by the limited vegetation cover and the high nutritional requirements of such species during a long period. Next, those alien species pose a threat for local flora and local ecosystems (Gustafson et al. 2004, Lambinon 1997, Simberloff 2003).

In the early 1990's, the Pyrenean National Park brought to the fore the need for native seeds for restoration in its central area (mainly in the subalpine belt). Thus, the Park assessed the potential for the use of native seeds and began some experimental studies. By the end of the 1990's, with the Pyrenean Botanic Conservatory assistance, the information from these studies led to an expertise and technical support activity for all the French Pyrenees, in the subalpine and alpine belts. During this nearly seven year time period, the potential for the use of native seed was evaluated in collaboration with practitioners and nature conservancy authorities. Wild collection of native seed is not sufficient

to supply the projected need for these species. For revegetation of projects above 1200 m on the French side of the Pyrenees, it is estimated that approximately 40 tonnes of native seed each year would be required (Malaval 1998). Thus, commercial growers of native seed were needed to provide enough native seed for sowing in National Parks and ski resorts in Pyrenees.

From a market study (Malaval 1998), ecological observations, expertise, technical support, genetic and taxonomic studies (Lauga et al, In Press, Malaval-Cassan et al., In Press) and agronomic experiments, we decided to initiate the creation of a native seeds organization, with the collaboration of other institutes.

## PARTNERS AND PARTNERSHIPS

Today, the Ecovars 2 project consists of collaboration between three organizations, acting together in order to promote the use of native seeds and to build scientific and technical tools that allow it. The exact title of the program is **“To conserve, to restore and to promote Pyrenean flora during landscape planning in Pyrenees, in a sustainable way”**. Those three organizations are:

1. The Pyrenean Botanic Conservatory is a local public entity, acting for wild flora knowledge and conservation in the Pyrenees. Since the beginning of the Ecovars 2 project, the Conservatory has been the project coordinator and coordinates participation of many professional groups and nature conservancy authorities.
2. The Pyrenean Utility Department for Agriculture (SUAIAP) is a professional public agency, acting in particular for exploration, innovation and emergence of development projects in mountain areas. This organization focuses on development of seed production for ecological restoration.
3. The National Institute of Agronomic Research (INRA) of Toulouse works on research programs linked to agricultural or natural grassland systems. This institute organizes research on locally adapted native species selected for revegetation, linking genetic analysis and stakeholder interests. This work will aid in developing tools for use in local restoration projects.

The three institutions work together to develop partnerships with a variety of organizations and stakeholders, in order to accommodate their revegetation interests and their desire to participate in the program:

Europe, French State, and public institutions as Languedoc-Roussillon, Aquitaine and Midi-Pyrenees Regions, provide financial support for this program;

Ski resorts, forestry services, seed producer syndicates, seed multiplication experts, private environment offices act as active and interested partners;

Nature conservancy authorities, Pyrenean country planning delegation, Pyrenean tourism comity, ski resort syndicates, road and forestry pistes planning institutes, associations for environment protection, and other revegetation stakeholders participate in a monitoring network, in order to evaluate the Ecovars 2 project and guide the program development.

These partnerships form the base of an interactive approach for the innovative kind of revegetation practices we will define together, in order to reach Ecovars 2 objectives (Malaval et al. 2005).

## EXPERTISE, INFORMATION AND COORDINATION

This part of the program focuses on the activity of the Botanical Conservatory during the last five years. From studies and experiments, with stakeholder's participation, objectives and opportunities were defined in order to address the issue of the lack of native species for use in restoration projects.

Coordination of such program includes or is coupled with:

- communication, information of all partners and stakeholders,
- network animation, from seed prescribers to seed users,
- expertise and technical support, consultant for land reclamation in Pyrenean sites,
- development of a list of relevant native species for revegetation in the subalpine and alpine belts,
- preparation of stakeholders training,
- collective creation of a technical guide for good practices in land reclamation,
- preparation of a certification process.

An important part of the expertise and technical support activity points out the necessity of a better integrated approach for revegetation. An important task consists, then in considering all stages of landscape planning, from excavation, to soil restoration, before and after revegetation, in order to provide successful restoration.

All these tasks are achieved in collaboration with revegetation practitioners and stakeholders, in order to enable integration of future native seed production into the market. A Website will soon keep public and people in the trade informed about the progress of the program.

## SEED PRODUCTION AND UTILIZATION

The main focus of the project is the production of native seeds for revegetation of alpine and subalpine belts in Pyrenees. It includes:

- development of a technical guide for seed production with the farmers-multiplier's profession,
- seed collection in altitude areas,
- assessment of adapted methods for seed multiplication at high elevation (500 to 1000 m),
- prospective study of the future multiplication organization,
- production of multiplying young plants in altitude areas,
- development of a network of seed multiplying farmers.

In 2005, the first seed collections for multiplication were gathered, allowing for production of young plants for spring 2006. The first young plants of the perennial species used in this program are going to be transplanted in fields in April and May 2006, in order to set up the first fields for production of native species this year. The first species that have been collected seeds include:

- Festuca eskia*\*
- Festuca gauteri*\*
- Festuca airoides*
- Carduus carlinoides*\*
- Lotus alpinus*
- Trifolium alpinum*
- Senecio leucophyllus*
- Rumex scutatus*
- Deschampsia flexuosa*

\* Pyrenean endemic or Pyreneo-cantabric endemic species.

All these species show propagation characteristics and constraints that are not familiar to traditional Pyrenean farmers. The main task consists in developing techniques to produce seeds in large quantities and at the same time conserving biodiversity.

Previous genetic studies (Lauga and al., In Press) assessed the first collection of seeds in the Pyrenees and zones of utilization of such seeds after multiplication. For most of the species, occidental and oriental origins of Pyrenean seeds need to be kept separate during their utilization, because the geographic pattern of neutral diversity showed differences between those regions. The differences in genetic diversity could be related to the existence of different lineages in the post-glacial recolonization processes of the massif during the Pleistocene period (Malaval-Cassan et al. 2005).

The objective of the agricultural part of the program is to develop an independent organization of native seed production, in the Pyrenees, according to the procedures set up in Ecovars2 (seed transfer zones, certification process, practical details for seed collection and biodiversity conservation).

## RESEARCH AND DEVELOPMENT

The research program includes:

- determination of genetic structure of plant populations used in restoration, like *Festuca eskia*,
- study of environmental and human factors that could influence population structure.

Evaluation of results from reciprocal transplants has begun in the French Pyrenees. Evaluation will include genetic analysis, and stakeholders interview.

Our active participation approach to restoration using the stakeholders evaluation and review will allow us to propose relevant tools for restoration practice. For example, this program will contribute to designs for consensual seed transfer zones for plants used in revegetation in the French Pyrenees (Gonzalo-Turpin et al. 2005).

## CONCLUSION

This multi-structural approach will allow us to coordinate the technical, scientific and human elements needed to promote commercial development of sources of native seed. We will also be able to define and develop resources for the pricing of the produced seeds.

Moreover, we will promote the use of native species in the Pyrenees, following a precise practical guide, in order to enhance the success of high altitude revegetation.

## LITERATURE CITED

- Dinger, F. and A. Bédécarrats. 2001. Etude de l'évolution et du fonctionnement des sols reconstitués en altitude au niveau des pistes de ski, ainsi que de la dynamique de reconquête de ces espaces par les espèces natives – Le cas des stations savoyardes. Principaux résultats scientifiques et opérationnels du programme national de recherche « Recréer la nature ». 135-142.
- Cassan, S., J. Cambecèdes, and G. Largier. 2003. Revégétaliser autrement en montagne pyrénéenne. *Acta Bot. Barc.*, 49:393-400.
- Gonzalo-Turpin H., Couix N., Malaval-Cassan S. and L. Hazard. 2005. Matching conservation and valorization goals to delimit local provenance for native plant species used in ecological

- restoration. Poster at the 17th World Conference on Ecological Restoration, Zaragoza, Spain, Europe, 12-18 September 2005.
- Gustafson, D.J., D.J. Gibson, and D.L. Nickrent. 2004. Competitive relationships of *Andropogon gerardii* (Big Bluestem) from remnant and restored native populations and select cultivated varieties. *Functional ecology*. 18:451-457.
- Krautzer, B. and H. Wittmann. 2005. Restoration of alpine Ecosystems, Chapter 15 in: Van Andel and Aronson (eds), *Restoration Ecology: The New Frontier*, Blackwell-Publishing: 208-220.
- Lambinon, J. 1997. Les introductions de plantes non indigènes dans l'environnement naturel. Editions du Conseil de l'Europe. Coll. Sauvegarde de la nature-87. 28p.
- Lauga, B., Malaval-Cassan S., Dayre, M., Regnault-Roger, C. and G. Largier. In Press. Profil de diversité génétique neutre chez *Rumex scutatus* L. (Polygonaceae) dans le contexte pyrénéen français. *Bull. Soc. Hist. Nat. de Toulouse*.
- Malaval, S. 1998. Analyse du marché de la revégétalisation en Pyrénées. Mémoire d'ingénieur de l'Ecole Nationale Supérieure Agronomique de Toulouse. Mission de création du Conservatoire botanique Pyrénéen, Tarbes, 64 p.
- Malaval-Cassan, S., Dutrillaux, C., Hazard, L., Gonzalo-Turpin, H., Couix N. and N. Body. 2005. Ecovars 2 : an interdisciplinary project for ecological restoration in French Pyrenees. Poster at the 17th World Conference on Ecological Restoration, Zaragoza, Spain, Europe, 12-18 September 2005.
- Malaval-Cassan, S., Lauga, B., Regnault-Roger, C. and G. Largier. 2005. Contribution of genetic tools to an integrated approach for ecological restoration in the French Pyrenees: from science to seed production. Oral presentation at the 17th World Conference on Ecological Restoration, Zaragoza, Spain, Europe, 12-18 September 2005.
- Malaval-Cassan, S., Corriol, G. and G. Largier. In Press. *Festuca eskia* Ramond ex DC. en Pyrénées françaises, bilan nomenclatural, taxonomique et écologique. *Bull. Soc. Hist. Nat. de Toulouse*.
- Simberloff, D. 2003. Confronting introduced species : a form of xenophobia ? *Biological invasions*, 5:179-192.



**VERS UNE GESTION INTEGREE DES AMENAGEMENTS  
EN MONTAGNE AVEC LA REVEGETALISATION :  
LE POINT DE VUE EN DOMAINE SKIABLE.**

**MALAVAL, Sandra**

Conservatoire botanique pyrénéen, Vallon de Salut,  
BP 315, 65203 Bagnères de Bigorre Cedex, France ;

[cbp.sc@laposte.net](mailto:cbp.sc@laposte.net)

**Introduction : la nécessité écologique et technique de la revégétalisation**

Les terrassements en montagne génèrent des modifications très importantes du milieu et principalement du sol, interface primordiale pour la vie végétale. Le sol, à haute altitude, est déjà soumis naturellement à de nombreuses contraintes pour l'établissement des communautés végétales, découlant de deux facteurs principaux : l'altitude et la pente (OZENDA, 2002). Lorsque des terrassements sont opérés, ils constituent des événements qui perturbent fortement le fonctionnement et la stabilité des écosystèmes (WIPF et coll., 2005). Ainsi, après destruction du couvert végétal, la structure du sol peut être fragilisée ou détruite, induisant une compaction du terrain, le sol peut devenir moins poreux, moins oxygéné, moins perméable et perdre sa capacité de stockage en eau, le sol peut également devenir moins riche en matières organiques et perdre toute forme de vie (DINGER, 2001, p 32). La perte de structure génère également un entraînement des fines par le ruissellement ou le vent (DANTIN, comm. pers).

L'importance de la réutilisation de la « terre végétale » (couche superficielle riche en humus) pour la réhabilitation des sites terrassés a été mise en évidence (DINGER, 1997 et 2001 ; BRADSHAW, 1997 ; KRAUTZER, 2004<sup>a</sup> et 2004<sup>b</sup>), et généralement conseillée dans les cahiers des charges des aménagements en montagne (DELARZE, 1994). Mais cette précaution ne garantit pas un résultat optimum et ne peut pas toujours être prise en compte,

par manque de terre végétale, ou à cause de difficultés de stockage. Ainsi, d'une part si la terre végétale est remaniée, compactée, ou stockée trop longtemps, les micro-organismes qu'elle contient peuvent être considérablement limités ou détruits. Cela conduit inévitablement à des perturbations des cycles nutritifs et donc du fonctionnement et de la stabilité de l'écosystème considéré (HASELWANDTER, 1997). D'autre part, si la terre végétale utilisée pour la revégétalisation provient de zones altitudinales inférieures elle n'aura pas les mêmes propriétés et pourra être porteuse de semences de plantes non adaptées.

Tout terrassement en montagne reste donc une perturbation de grande ampleur pour le compartiment du sol et pour la flore qui lui est associée, malgré certaines précautions. On peut même aller jusqu'à penser que dans certains cas il est illusoire de croire réhabiliter un site à l'étage alpin en remplaçant de la terre végétale, car ce n'est pas une simple question de terre et de plantes, il s'agit de l'organisation de tout un écosystème où même le campagnol tient son rôle, en fabriquant des tunnels où circulent l'air et l'eau et en préparant le terrain comme aucun engin mécanisé ne peut le faire (MONSERRAT, comm. pers.). Au milieu des années 1990, certains écologues suisses allaient même jusqu'à souhaiter la limitation des modifications de terrain à l'étage alpin (DELARZE, 1994).

Dans le cadre de ces aménagements, la revégétalisation constitue l'étape ultime avant l'utilisation, mais elle n'est pas un acte isolé. Sa réussite dépendra évidemment de toutes les étapes antérieures et postérieures à l'aménagement, et elle en constitue bien souvent le résultat visuel le plus marquant.

### **1. De la revégétalisation avec des fonds de grange aux semis d'espèces commerciales : le reflet de l'évolution des pratiques d'aménagement en station**

Le ski a véritablement démarré dans les Pyrénées dans les années 1901-1903 par des traversées et ascensions hivernales, à chaque descente étant associée sa montée à ski. La première remontée mécanique (un train à crémaillère) a fait son apparition à Superbagnères (Haute-Garonne) en 1912. Mais il a fallu attendre les années 1960 pour que la majorité des aménagements lourds (télécabines, pistes terrassées...) ne soient réalisés, avec peu de pratiques de revégétalisation. Les premières stations de ski qui ont souhaité intégrer dans le paysage leurs aménagements, mais aussi limiter l'érosion sur leurs pentes ont utilisé les moyens les plus proches des techniques agricoles de leurs vallées. Ainsi, alors que les

bulldozers aménageaient des pistes dans un esprit plutôt géométrique, les fonds de grange et les fleurs de foin (mélanges de différentes graminées et d'herbes coupées issues de prairies de fauche) étaient mis à contribution pour ensemercer les sites. Les semences étaient amenées à la main, puis paillées pour protéger les semis du froid et de l'érosion, parfois recouvertes de goudron. Une partie de la pelouse de Superbagnères en Haute-Garonne, provient ainsi d'une grange d'un village du Comminges (GARRETA, comm. pers.).

Les techniques de revégétalisation assez rudimentaires qui ont pu être utilisées pendant la période de création des pistes de ski et des travaux à grande échelle ont fait leurs preuves surtout dans les secteurs bas des stations et sur les zones peu pentues. En dehors de ces secteurs, de nombreuses cicatrices sont encore visibles aujourd'hui indiquant autant d'aménagements lourds et parfois peu pensés par rapport aux contraintes du milieu montagnard.

Les bénéfices de la revégétalisation ont été mieux compris et plus recherchés avec l'amélioration des techniques de terrassement et de la prise en compte de l'environnement et du milieu naturel. Ainsi, à partir des années 80, les domaines skiables se sont intéressés de plus en plus à la réussite de leurs opérations de revégétalisation après les aménagements. Cette préoccupation a rejoint plusieurs objectifs, principalement techniques :

- la lutte contre l'érosion et la restauration du site,
- l'amélioration de la gestion de la neige, induisant une meilleure rentabilité de leur investissement,

Vers la fin des années 1980, les stations, accompagnées par les services d'étude et d'aménagement touristique de la montagne (SEATM) et des organismes de recherche appliquée tels que le CEMAGREF de Grenoble, ont amplifié leur effort sur la revégétalisation, mais aussi sur la préparation du sol préalable à ces opérations. Les domaines skiables ont en effet souhaité développer leur produit touristique, en s'inscrivant de plus en plus dans une démarche respectueuse de l'environnement. Les techniques de broyage, épierrage et de gestion des écoulements d'eau ont été mises au point ou améliorées. La revégétalisation se voyait alors dotée d'un objectif supplémentaire : l'exploitation estivale du domaine et une meilleure acceptation des aménagements par les touristes et usagers de la montagne.

Aujourd'hui, dans les Pyrénées, il n'est plus question de création de nouveau domaine skiable, mais de restructuration. A ce titre, les terrassements prévus entre 1998 et 2001 par exemple correspondaient encore à des surfaces annuelles de près de 140 ha, pour l'ouverture ou l'amélioration de pistes ou de remontées mécaniques (MALAVAL, 1998, p35). Aujourd'hui, dans les Alpes, les stations commencent à réaliser des aménagements plus hauts en altitude, pour anticiper les effets du changement climatique. Dans les Pyrénées, les responsables des domaines skiables envisagent essentiellement de nouveaux terrassements pour la mise en place des réseaux de neige artificielle et pour le remodelage des pistes. Celles-ci doivent en effet devenir plus accessibles à tous et permettre d'accueillir des flux des skieurs plus importants, qui sont induits par l'accroissement de la rapidité des remontées mécaniques.

La persistance au cours des années de nombreux travaux de terrassement et les avantages liés au couvert herbacé (en comparaison avec un sol laissé à nu) ont conduit à la systématisation plus ou moins généralisée des opérations de revégétalisation en montagne, avec des mélanges de semences issus du commerce et projetés à l'aide d'un semoir hydraulique. Les procédés techniques et les semences et adjuvants utilisés sont aujourd'hui assez semblables d'un point à l'autre de la chaîne. Les semences utilisées, d'origine plus ou moins lointaine ne sont généralement pas adaptées aux contraintes écologiques montagnardes et nécessitent pour un développement rapide quelque peu durable des adjuvants : fertilisants, colloïdes de fixation, mulchs... C'est un véritable système qui est transposé depuis la plaine vers les hauteurs, avec certaines adaptations. L'enjeu est principalement, pour les écologues et les engazonneurs, de mettre rapidement en place un système végétal transitoire qui limite l'érosion et favorise l'intégration paysagère, avant le retour des espèces locales. Ce sont donc les plantules issues des semences commerciales qui, en démarrant la recolonisation du site, enclenchent le processus permettant le retour des espèces locales (FRAIN et coll., 1986). Mais dans le même temps, ce retour des espèces locales est ralenti par la présence compétitive de ces espèces commerciales semées à haute densité et des hauts niveaux trophiques induits par la fertilisation accrue (FRAIN et coll., 1986). Enfin, le délai pour la mise en place d'une nouvelle communauté végétale comprenant le retour des espèces locales sur un site semé et fertilisé est particulièrement long, estimé à trente années dans les Alpes (DINGER et BEDECARRATS, 2001, p139).

## **2. L'identification de risques dans la pratique de la revégétalisation : une prise de conscience scientifique et sociétale**

Dans le cadre de la systématisation de ces pratiques de revégétalisation avec des mélanges commerciaux, des risques pour la flore ont rapidement été mis en évidence par les scientifiques (LAMBINON, 1997 ; SIMBERLOFF, 2003 ; GUSTAFSON et coll., 2004), et des échecs techniques ont été subis à partir d'une certaine altitude par les gestionnaires eux-mêmes (MALAVAL, 1998). En effet, les pratiques de revégétalisation en Pyrénées mettent en jeu des semences d'origine toujours extérieure aux Pyrénées, parfois très lointaine, voire inconnue.

L'utilisation systématique de plantes d'origine non locale dans les opérations de revégétalisation peut présenter des risques non négligeables pour la dynamique et la biodiversité de la communauté végétale en place. Ces risques dans le milieu montagnard sont principalement concrétisés par :

- les phénomènes de compétition entre plantes semées et communautés avoisinantes (FRAIN et coll., 1986) ;
- la maladaptation des plantes introduites au milieu (LUMARET et BARRE, 1993), induisant un risque d'échec technique de ces opérations ;
- les risques d'hybridation et d'introgression génétique entre plantes introduites et plantes indigènes, entraînant de profondes modifications de la structure génétique des espèces impliquées et pouvant aller jusqu'au remplacement d'un type de matériel par un autre (RHYMER et SIMBERLOFF, 1996 ; LUMARET, 1999 ; KELLER et coll., 2000) ;
- mais aussi le risque de mauvaise intégration paysagère des aménagements, avec des plantes qui tiennent plus du gazon de terrain de sport que d'une pelouse de montagne.

Les risques sanitaires ou les risques d'introduction d'espèces envahissantes sont à ces altitudes réduits du fait même des conditions écologiques extrêmes limitant leur développement.

Les causes de l'échec technique des semis en altitude ont été analysés et mieux compris par les scientifiques (URBANSKA, 1988 ; DINGER, 1997 ; DINGER et BEDECARRATS, 2001 ; KRAUTZER, 2004<sup>a</sup> ; KRAUTZER et WITTMANN, 2005). Les plantes semées issues du commerce sont par exemple généralement des plantes à forte croissance favorisée par une

fertilisation qui modifie le sol, alors que la forte croissance est un désavantage connu aux hautes altitudes, en vue d'une installation pérenne en populations denses (URBANSKA, comm. pers.). Ces causes d'échec technique ont ainsi été reliées à des facteurs relatifs non seulement au semis lui même, mais aussi relatifs à l'aménagement et la gestion du site.

Enfin, les risques pour la flore sont augmentés aujourd'hui par la présence sur le marché de plus en plus de semences d'espèces sauvages échappant à la réglementation, dont les lots ne correspondent à aucune norme en ce qui concerne la pureté spécifique ou la qualité germinative. La multiplication des espèces sauvages semées augmente l'intensité des phénomènes d'introgression possibles avec des écotypes locaux et la présence d'espèces non désirées, issues de lots peu purs.

Ces risques pour la biodiversité ont globalement commencés à être pris en compte par la législation française et européenne. Au niveau national, **la loi Barnier** de 1995 (article L. 411-3 du code de l'environnement, modifié par la loi du 23 février 2005), a tout d'abord posé les bases ambitieuses d'une interdiction « d'introduire des plantes à la fois non originaires du sites d'introduction et non cultivées », mais sans être suivie de décret d'application. Le ministère français en charge de ces problématiques a mis en exergue la nécessité de prendre en compte les adaptations génétiques locales dans les programmes d'aménagement (GAUTHIER et coll., 1999). Au niveau européen, **la convention relative à la conservation de la vie sauvage et du milieu naturel en Europe**, dite Convention de Berne, a été élaborée par le Conseil de l'Europe et signée à Berne (Allemagne) le 19 septembre 1979 par 19 Etats européens dont la France. Son article 11.2.b stipule de « contrôler strictement l'introduction d'espèces non-indigènes ». La **Directive Européenne « Habitats »** de 1992 (article 22-b de la Directive 92/43/CEE) oblige les états membres à « veille[r] à ce que l'introduction intentionnelle dans la nature d'une espèce non indigène soit règlementée de manière à ne porter aucun préjudice aux habitats naturels (...) ni à la flore sauvage indigène et s'ils le jugent nécessaire, [à] interdi[re] une telle introduction ». En outre, cette directive oblige à des mesures compensatoires (reconstitution d'habitats par exemple) en zone de protection spéciale. Enfin, le Ministère de l'Ecologie et du Développement Durable prépare actuellement un décret permettant la mise en œuvre simultanée des dispositions législatives nationales et des engagements européens cités précédemment.

Pendant ces vingt dernières années où la législation a donc bien évolué, des programmes de recherche appliqués sur ces questions ont vu le jour (entre autres, le programme « Recréer la Nature) qui ont permis de faire des avancées considérables dans la connaissance de l'impact de ces phénomènes. Le champ d'études et d'actions de la restauration écologique a vu aussi le jour, au niveau national comme international, jetant les bases de meilleures pratiques de réhabilitation des sites (SOCIETY FOR ECOLOGICAL RESTORATION INTERNATIONAL, 2004).

### **3. Un accompagnement pour favoriser la conservation de la flore**

#### **3.1 L'expertise du Conservatoire botanique pyrénéen**

Face à la nécessité de mieux conserver la flore pyrénéenne lors de ces opérations, un besoin d'accompagnement s'est fait sentir en domaine skiable depuis la fin des années 1990 (MALAVAL, 1998). Ainsi, même si la protection de la flore et du milieu naturel peuvent encore être vécus parfois comme une contrainte lors de l'aménagement, c'est aussi une forme de conservation d'un patrimoine dont les pyrénéens sont fiers et qui participe à leur spécificité.

Grâce à la volonté des acteurs et collectivités locales, une mission de conseil a pu être mise en place au sein du Conservatoire botanique pour accompagner les acteurs dans leur décision de revégétaliser depuis l'été 2000. En informant sur les risques et en proposant des chantiers expérimentaux, cette mission a accompagné les acteurs dans la prise en compte de la flore et des milieux lors des aménagements (CASSAN et coll., 2003). Cet accompagnement s'est donné pour but la conservation de la flore lors des opérations de revégétalisation après aménagement, afin de tendre vers un système plus durable et plus proche des communautés végétales en place.

Du point de vue des stations, les attentes en matière de revégétalisation ont été et sont encore plus centrées sur des aspects techniques, que sur des aspects biologiques (écologiques ou agronomiques), qui ont pu généralement être inconnus, ou peu appréhendés. Les services des pistes transmettent ainsi aux écologues et aux sociétés d'engazonnement leur besoins d'une mise en place rapide et pérenne d'une couverture végétale permettant notamment la protection des sols, d'une gestion optimum de la neige tôt dans l'hiver et d'une intégration paysagère en été (DINGER, 2005). Ces objectifs techniques ont pris dans les Pyrénées des accents identitaires ces dernières années pour la défense d'une spécificité locale par un certain nombre

de stations et d'autres gestionnaires de sites touristiques d'altitude, du fait notamment de la communication réalisée autour des risques écologiques liés aux pratiques classiques.

Ces territoires de montagne aménagés pour les sports d'hiver répondent toutefois à des utilisations plus diversifiées, parfois antagonistes. Sur ces sites facilement accessibles aux véhicules se croisent troupeaux, randonneurs, cyclistes, automobilistes... Tous partagent le site et peuvent en attendre différents états.

Du point de vue de la conservation de la flore, nous avons pu voir ici que le semis de mélanges commerciaux ne constitue pas une solution idéale pour les écosystèmes montagnards considérés. Outre le fait des risques génétiques avérés, on peut se poser la question d'un point de vue écologique de la pertinence de la mise en place de systèmes très artificiels de semis dans ces zones sensibles, qui ne peuvent se justifier qu'en l'absence d'autre solution plus adaptée et afin d'agir comme « pansement temporaire ». L'apport massif d'intrants peut, par exemple, pour des milieux oligotrophes patrimoniaux constituer un impact négatif évident (WIPF et coll., 2005). Nous tentons dans la démarche initiée au Conservatoire botanique pyrénéen, de tendre vers un système plus proche des communautés végétales en place et d'apprécier la possibilité de réduire ou d'adapter au contexte montagnard un certain nombre d'intrants dans les opérations de semis hydraulique. Des expérimentations sur le terrain avec des semences locales nous permettent déjà de réfléchir à des densités de semis moindres, à la réduction des fertilisations. D'autres expérimentations devraient voir le jour dès l'été 2006 en domaines skiables afin de préciser ces paramètres dans le cadre du programme Ecovars-2, développé en partenariat avec l'INRA de Toulouse et le Service d'Utilité Agricole Inter-chambres d'Agriculture des Pyrénées (SUAIA P.).

### **3.2 Les études d'impact, les mesures compensatoires et la gestion plus intégrée du système « domaine »**

Depuis ces 5-10 dernières années, on assiste à une transition en matière de prise en compte du milieu naturel, et plus généralement de l'environnement, dans les domaines skiables. Les dossiers UTN (Unité Touristique Nouvelle) ont amorcé le mouvement en proposant des cartographies des milieux naturels et des enjeux environnementaux à l'échelle du domaine skiable qui servent ensuite aux responsables des stations à chaque nouvel aménagement de piste ou de remontée mécanique. Ce type d'étude inclut aussi des mesures compensatoires à

l'aménagement qui accentuent la prise en compte du milieu naturel. Aujourd'hui donc, les responsables des stations commencent à souhaiter des outils plus globaux, permettant de mieux faire à l'échelle du domaine et d'appréhender les problèmes plus en amont.

La norme ISO 14001 en station donne actuellement un cadre d'action à cette prise en compte, en proposant une manière d'appréhender les choses, (sans que les contraintes techniques ou les moyens d'y parvenir ne soient spécifiés). Toutefois, la mise en place de cette norme n'est pas le seul moyen d'amélioration des pratiques. D'autres dynamiques inter-croisées voient le jour, parmi lesquelles celle du projet de mise en place d'une **filière de production de semences** locales accompagnée par l'élaboration d'un **guide d'aide à la décision** en matière de revégétalisation, démarche développée par le Conservatoire botanique pyrénéen depuis le début des années 2000, à l'échelle de la chaîne.

Ainsi, ce sont non seulement les domaines skiables qui souhaiteraient participer à des pratiques plus durables de réhabilitation de leurs pistes ou de leurs domaines avec ces semences, mais aussi les prescripteurs institutionnels et privés de ces semences, moteurs dans la mise en place de cette filière de production de semences locales.

#### **4. Une réflexion pour une gestion intégrée de la revégétalisation à l'ensemble du domaine et à l'ensemble des pratiques de l'aménagement – plusieurs exemples**

La revégétalisation n'est donc pas un acte isolé dans l'aménagement de la station. Sa réussite ne repose pas seulement sur les semences utilisées, mais va dépendre de toutes les étapes antérieures, type de terrassement, compactage du sol, modalités d'utilisation de la terre végétale, gestion des écoulements hydriques..., mais aussi des étapes postérieures : piétinement du sol, circulation d'engins, pâturage... De plus en plus d'études insistent par exemple sur l'importance de la microtopographie et de la présence d'abris pour le développement de la végétation semée, ce qui doit donc être pris en compte lors de la préparation du sol (ISSELIN et BEDECARRATS, 2004 ; URBANSKA, 1997).

Des Alpes aux Pyrénées, des exemples de gestion intégrée montrent la voie de la prise en compte des milieux et de la flore dans l'aménagement des stations, et en retour de l'intégration des paramètres de l'ensemble du milieu et de l'aménagement dans le déroulement de la revégétalisation.

#### **4.1 Le projet Cartesian dans les Alpes**

Projet européen, il porte sur l'utilisation des outils spatialisés (SIG) pour fournir une assistance efficace pour la surveillance et la préservation de l'environnement dans des régions de tourisme hivernal, par la mise en place d'un système d'information pour le suivi et la gestion respectant le développement durable de la région. Développé en France par le Cemagref de Grenoble et la station des Arcs, il a, entre autres, pour objectif à l'échelle d'un domaine skiable, de développer un système d'information pour le suivi et la gestion des impacts des activités de la station sur l'environnement et pour fournir des informations pertinentes afin de faire de la gestion durable (DINGER et BEDECARRATS, 2001).

#### **4.2 La mise en place de la norme Iso 14001 dans les domaines skiables pyrénéens**

Ce sont dix stations pyrénéennes qui jouent l'innovation en France en se lançant dans la procédure de management environnemental. Cette démarche induit pour les stations la prise en compte et l'amélioration de toutes leurs pratiques ayant un effet pour l'environnement. Elle constitue donc dans le principe, un effet particulièrement engageant, notamment pour la préservation du milieu naturel dans les aménagements. Mais pour que cette préservation soit réelle, il sera nécessaire d'intégrer plusieurs niveaux d'information au système de décision mis en place. Ainsi, le Conservatoire botanique, avec le bureau d'études Amidev et l'Office National des Forêts, collaborent avec les stations de Peyragudes (31-65) et des Angles (66) à l'élaboration de plans d'action et de seuils de décision prenant en compte la conservation des milieux dans les opérations d'aménagement et de revégétalisation. Ce plan d'action passe notamment par :

- l'analyse des niveaux d'information sur la sensibilité des milieux naturels ou semi-naturels du domaine aux aménagements et la définition de besoins d'information complémentaires,
- l'identification des facteurs de décision à prendre en compte dans la pratique de la revégétalisation,
- la hiérarchisation de ces facteurs vis à vis des projets d'aménagement et des zones à réhabiliter de la station ainsi que des contraintes environnementales du site,
- la définition ou l'adaptation de grilles de décision et des niveaux-seuils permettant d'orienter les choix à chaque étape.

### **4.3 De l'expertise au guide d'aide à la décision, avec la filière de semences natives**

En dehors de la mise en place de cette norme, une réflexion est également conduite sur l'ensemble de la chaîne, afin de participer à une appropriation plus réelle des opérations de revégétalisation et de leur impact sur le milieu. En proposant de former leurs services des pistes, les domaines skiables s'impliquent dans une meilleure connaissance de la sensibilité des milieux dans lesquels ils évoluent. Le Conservatoire et Amidev relaient cette attente en préparant des formations sur l'érosion et la revégétalisation. Ces journées d'échange et d'observation sur le terrain de macro et micro phénomènes constitueront autant d'éléments enrichissant la construction conjointe et partagée d'un **guide d'aide à la décision** pour la revégétalisation en Pyrénées. Ce guide sera basé, pour l'utilisation de semences d'origine pyrénéennes issues de la filière en création, sur une **charte d'utilisation** elle-même élaborée à l'aide d'outils scientifiques. Elle intégrera notamment la mise en place de **zones de récolte-utilisation** des semences issues de la filière, compatibles avec la structuration génétique naturelle des populations de plantes étudiées à l'Université de Pau et des Pays de l'Adour (IBEAS).

La filière de production des semences locales issues des Pyrénées sera donc organisée sur la base de travaux scientifiques spécifique et développée par des agriculteurs pyrénéens, ayant choisi de s'investir dans cette démarche intégrée.

### **Discussion**

Les modifications des pratiques d'aménagement et de revégétalisation en montagne n'ont pas toujours été jusqu'à ces dernières années, dans le sens d'une meilleure prise en compte du milieu naturel. Ces pratiques devraient donc pouvoir encore être nettement améliorées dans ce sens, afin de tendre vers une gestion plus intégrée de ces espaces valorisés pour le tourisme. Pour que celui-ci tende plus vers un développement durable, les pratiques de revégétalisation doivent être à la fois :

- plus respectueuses de la diversité floristique pyrénéenne,
- mieux comprises et appréhendées par les acteurs du domaine skiable car elles constituent un point clé de la réhabilitation des zones terrassées,
- mieux intégrées à l'ensemble de la gestion des pistes du domaine, depuis leur aménagement jusqu'à leur utilisation hivernale et estivale,
- compatibles avec l'intérêt pastoral.

Au travers des outils présentés, le Conservatoire botanique pyrénéen, entouré par des collaborateurs scientifiques et techniques, souhaite développer des outils pour tendre vers une meilleure conservation de la flore pyrénéenne. Ces outils opérationnels, issus de considérations écologiques, pourront participer à une gestion plus intégrée du domaine skiable vis à vis du milieu naturel, car la revégétalisation constitue un point clé entre la destruction des biocénoses et la réhabilitation du site. Cet objectif pourra être atteint à condition de travailler également sur des pratiques plus coordonnées dans leurs objectifs, depuis les terrassements jusqu'à l'utilisation ultérieure du site.

La mise en place de ces outils devra dans le même temps permettre une meilleure définition des attentes des partenaires en matière de revégétalisation et une acquisition de connaissances et savoirs sur le sujet pour atteindre ces objectifs. Pourra-t-on alors parler de vision partagée de la réhabilitation des sites avec la revégétalisation entre écologues et praticiens ?

De manière plus générale, même si les écologues scientifiques n'ont que peu de modèles utilisables pour l'action, et les gestionnaires de domaines skiables pas encore défini d'objectif écologique précis, de tels liens semblent possibles (BEDECARRATS, 2005, p 102). Le travail d'expertise et d'appui technique mené dans les Pyrénées depuis 6 ans et les formations proposées permettent graduellement aux écologues de définir des outils les plus opérationnels possibles et aux gestionnaires d'explicitier leurs propres objectifs écologiques.

Un des moyens d'action à mettre en place en station est donc bien de prendre en compte tous les facteurs ayant un impact sur le milieu naturel lors de l'aménagement, et qui vont donc conditionner la réhabilitation du site et les choix faits pour les pratiques de revégétalisation. Il pourra être proposé aux stations (notamment celles engagées dans la démarche de certification, mais aussi les autres), de se servir de systèmes d'information géographique pour cumuler les informations historiques et écologiques sur chaque parcelle du domaine skiable, afin de définir la sensibilité de chaque zone et son « vécu ». De là, des seuils de décision et des orientations en matière de réhabilitation pourront être proposés, en fonction des contraintes rencontrées. Il est en effet nécessaire d'intégrer les aspects environnementaux et la présence d'habitats à forte valeur patrimoniale dans les systèmes de gestion des pistes de ski et des domaines dans leur ensemble (WIPF et coll., 2005).

L'objectif, pour nous écologues, est d'arriver à recréer une communauté floristique, qui par sa structure et sa composition, puisse s'intégrer au site (BEDECARRATS, 2005) et retrouver la possibilité de fonctionner. Un travail de collaboration avec les gestionnaires et utilisateurs du site nous permettra de prendre en compte les attentes techniques et de concilier les deux

approches. Pour atteindre cet objectif, il nous semble indispensable d'établir une gestion intégrée des aménagements et de la réhabilitation des sites.

### **Remerciements**

Merci à Georges Dantin (bureau d'études AMIDEV), Gérard Largier (Conservatoire botanique pyrénéen), Jérôme Meunier (Station des Angles), Michel Rouffet (ODIT, DEATM) et Krystyna Urbanska pour leur contribution dans l'élaboration et la relecture de cet article.

### **Bibliographie**

- BEDECARRATS A., 2005, Les représentations de la nature et la gestion de la diversité végétale sur les grands ouvrages d'infrastructure in *Ingénieries EAT, n° spécial « Ingénierie écologique. Des pratiques, des recherches pour l'action, sur les systèmes écologiques »*, pp 101-111.
- BRADSHAW A.D., 1997, The importance of soil ecology in restoration science, in *Restoration Ecology and Sustainable Development*, Edited by Krystyna M. Urbanska, Nigel R. Webb and Peter J. Edwards, Cambridge University Press. pp 33-64.
- CASSAN S., CAMBECEDES J. et LARGIER G., 2003, Revégétaliser autrement en montagne pyrénéenne. *Acta Bot. Barc.*, 49 : pp 393-400.
- DELARZE R., 1994, Dynamique de la végétation sur les pistesensemencées de Crans-Montana (Valais, Suisse). Effets de l'altitude. *Bot. Helv.* 104 : pp 3-16.
- DINGER F., 1997, Végétalisation des espaces dégradés en altitude. Cemagref Editions, 144 p.
- DINGER F., 2001, Mise en œuvre de techniques de génie écologique : réhabilitation de milieux dégradés d'altitude. *La jaune et la rouge*, 556 : pp 32-36.
- DINGER F., 2005, De l'écologie théorique à l'ingénierie – Rôle de l'ingénieur écologue au Cemagref : l'exemple des domaines skiables in *Ingénieries EAT, n° spécial « Ingénierie écologique. Des pratiques, des recherches pour l'action, sur les systèmes écologiques »*, pp 9-16.
- DINGER F., BEDECARRATS A., 2001, Etude de l'évolution et du fonctionnement des sols reconstitués en altitude au niveau des pistes de ski, ainsi que de la dynamique de reconquête de ces espaces par les espèces natives – Le cas des stations savoyardes in *Principaux résultats scientifiques et opérationnels du programme national de recherche « Recréer la nature »*, pp 135-142.
- FRAIN M., LOISEAU P. et MERLE G., 1986, Dix années d'observations sur le reverdissement d'une piste de ski dans le Massif-Central. *Razen Turf-Gazon*, 1 : pp 15-23.

- GAUTHIER P., LUMARET R. et BARRE V., 1999, Les adaptations génétiques locales: une aide pour les stratégies de conservation et de restauration des milieux perturbés in *Document à large diffusion du Ministère de l'aménagement du territoire et de l'environnement*, 51p.
- GOSSELIN F., 2005, Pour une définition de l'ingénierie écologique plus intégrée avec le développement durable et avec l'écologie in *Ingénieries EAT, n° spécial « Ingénierie écologique. Des pratiques, des recherches pour l'action, sur les systèmes écologiques »*, pp 139-147.
- GUSTAFSON D.J., GIBSON D.J. et NICKRENT D.L., 2004, Competitive relationships of *Andropogon gerardii* (Big Bluestem) from remnant and restored native populations and select cultivated varieties. *Functional ecology*, 18 : pp 451-457.
- HASELWANDTER K., 1997, Soil micro-organisms, mycorrhiza, and restoration ecology in *Restoration Ecology and Sustainable Development*, Edited by Krystyna M. Urbanska, Nigel R. Webb and Peter J. Edwards, Cambridge University Press. pp 33-64.
- ISSELIN F., BEDECARRATS A., 2004, Microtopography and disturbances can enhance biodiversity restoration on ski trails in *Proceedings of the International Conference on Ecological Restoration*, 24-26 August 2004, Victoria, British Columbia.
- KELLER M., KOLLMANN J. et EDWARDS P.J., 2000, Genetic introgression from distant provenances reduces fitness in local weed populations. *Journal of applied ecology*, 37 : pp 647-659.
- KRAUTZER B., 2004<sup>a</sup>, Exploitation of native plant material for green covers in environmental reclamation in Atti Convegno "Inerbimenti e tappeti erbosi per l'agricoltura, l'ambiente e la società" Salsomaggiore Terme, 23-25 novembre 2004 – vol. 2, pp 109-117.
- KRAUTZER B., 2004<sup>b</sup>, Ecological restoration of ski runs in *Proceedings : TTL Conference on snow*. 3<sup>rd</sup>-5<sup>th</sup> November 2004, Vienna University of Technology, pp 65-70.
- KRAUTZER B., WITTMANN H., 2005, Restoration of alpine Ecosystems, Chapter 15 in: Van Andel and Aronson (eds), *Restoration Ecology: The New Frontier*, Blackwell-Publishing, pp 208-220.
- LAMBINON J., 1997, Les introductions de plantes non indigènes dans l'environnement naturel. Editions du Conseil de l'Europe, *Coll. Sauvegarde de la nature*, n°87, 28p.
- LUMARET R., BARRE V., 1993, La variabilité écotypique : une connaissance utile pour la conservation des espèces et le repeuplement des milieux perturbés. *Reed*, juillet-décembre 1993, pp 23-25.
- LUMARET R., 1999, Exemples de problèmes génétiques liés à l'introduction d'espèces non locales, pp 53-56 in *L'approvisionnement en espèces végétales locales dans les*

*aménagement(s) : Quel(s) enjeu(x) pour la diversité végétale ?* Journée technique de l'Association Française des Ingénieurs Ecologues, Versailles 16 mars 1999, 102 p.

MALAVAL S., 1998, Analyse du marché de la revégétalisation en Pyrénées. *Mémoire d'ingénieur de l'Ecole Nationale Supérieure Agronomique de Toulouse*, Mission de création du Conservatoire botanique Pyrénéen, Tarbes, 64 p.

OZENDA P., 2002, Perspectives pour une géobiologie des montagnes. *Collection Biologie*. Presses Polytechniques et Universitaires Romandes, Lausanne, 195 p.

RHYMER J.M., SIMBERLOFF D., 1996, Extinction by hybridization and introgression. *Annu Rev Ecol Syst.* 27 : pp 83-109.

SIMBERLOFF D., 2003, Confronting introduced species : a form of xenophobia ? *Biological invasions*, 5 : pp 179-192.

SOCIETY FOR ECOLOGICAL RESTORATION INTERNATIONAL, SCIENCE & POLICY WORKING GROUP. 2004, *The SER International Primer on Ecological Restoration*. www.ser.org & Tucson: Society for Ecological Restoration International.

URBANSKA K. M., 1988, High altitude revegetation research in the Swiss Alps : Experimental establishment and performance of native plant populations in machine-graded ski runs above the timberline in *Proceedings of the High Altitude Revegetation Workshop, No 8*. Edited by Warren R. Keammerer and Larry F. Brown, pp 115-128.

URBANSKA K. M., 1997, Restoration ecology research above timberline : colonization of safety islands on a machine-graded alpine ski run. *Biodiversity and Conservation*, 6 (2) : pp 1655-1670.

WIPF S., RIXEN C., FISCHER M., SCHMID B., STOECKLI V., 2005. Effects of ski piste preparation on alpine vegetation. *Journal of applied ecology*, 42 : pp 306-316.



# 2006

Ciclo de primavera \*\*\*\*\*

\*\*\*\*\*

\*\*\*\*\*

\*\*\*\*\* **Los seres vivos y la erosión**

\*\*\*\*\*

\*\*\*\*\*

27, 28 y 29 de marzo \* 19h.

Salón de Actos del IEA,

Calle del Parque, 10. Huesca.



Coordinador: Luis Villar



## Revegetation with Native Species in the French Pyrenees Mountains

S. MALAVAL

### Abstract

The Pyrenean Botanic Conservatory has developed for more than 7 years an expertise and technical support activity to promote the use of native species in land reclamation in order to ensure flora conservation in the Pyrenees Mountains. Previously initiated by the Pyrenean National Park, we work today with different partners (practitioners, ski resorts, farmers, researchers, public institutes...) to carry out simultaneously:

- Expertise and technical support for the revegetation of damaged Pyrenean sites,
- Information and participation of revegetation practitioners,
- Organization of training courses and elaboration of a practical guide for revegetation with native species in the alpine and sub-alpine Pyrenees,
- Genetic based seed transfer zones for the native species produced and used in land reclamation in Pyrenees,
- Development of an agricultural native seed production with on-farm multiplication of plant materials.

### Introduction

The Pyrenees Mountains separate France from Spain and stretch for 450 km, linking up two countries and a principality (Andorra), and two seas (the Atlantic Ocean and the Mediterranean Sea). They reach their summit at the Aneto Peak (3404 m) above the snowline. Subalpine and alpine Pyrenean ecosystems provide important wildlife habitats, livestock forage and recreational areas. Additionally in those zones, machine grading concerns more than 150 ha per year above 1200 m (a.s.l.), generating the use of more than 40 tonnes of seed mixtures per year at those

elevations on the French side (MALAVAL 1998).

High altitude revegetation in Pyrenees is confronted same issues that in other mountains elsewhere. Specific topography and climate of such areas cause a very difficult and long natural recolonization on damaged sites, like ski runs, roadsides and other infrastructures, particularly in alpine environments (DINGER and BÉDÉCARRATS 2001, URBANSKA 1997, KRAUTZER and WITTMANN 2005). Machine grading strips away the topsoil and results in erosion and lack of landscape integration. In order to prevent these risks, revegetation is generally done, but in Pyrenees always with cheap and alien seed mixtures at all elevations (CASSAN et al. 2003). At first, these practices induce a risk of technical failure by the inadequate vegetation cover set up and the high nutritional requirements of such species during a long period. Next, mating between local and non-local plants may lead to outbreeding depression or alternatively, non-local genotypes may swamp a locally significant gene pool, leading to a loss of biodiversity (RHYMER et SIMBERLOFF 1996, LUMARET 1999, KELLER et al. 2000, FRAIN et coll. 1986). Hence, those allochthonous species are a threat for local flora and local ecosystem (GUSTAFSON et al. 2004, LAMBINON 1997, SIMBERLOFF 2003).

### The first step

In the early 90's, the Pyrenean National Park brought the need for native seeds for restoration in its territory to the forefront (mainly in the sub-alpine belt), specially in tourist reception and rehabilitation zones (where introduction of allochthonous living beings is strictly forbidden). Thus, the Park assessed the potential of native seeds use and began some experimental works. At the end of the 90's, with the Pyrenean Botanic

Conservatory set up, this dynamic led to an expertise and technical support activity for all the French Pyrenees, in the subalpine and alpine belts. The Pyrenean Botanic Conservatory is a local public structure, working on the knowledge of the wild flora and conservation in the Pyrenees. During nearly seven years, we keep on estimating the potential of native seed use in collaboration with practitioners, scientists and nature conservancy authorities. To ensure native seed availability, collection in the wild cannot be sufficient, considering the large quantities needed each year. Thus, from a market study (MALAVAL 1998), ecological observations, expertise, technical support, genetic and taxonomic studies (LAUGA et al. in press, MALAVAL-CASSAN et al., in press) and agronomic experiments, we initiated the creation of an organization for native seed multiplication by farmers with different partnerships.

### Accompaniment, expertise, information and coordination

From studies and experiments with practitioner's participation we define objectives and opportunities in order to answer the lack of native species. The role of the Conservatory includes or is coupled with:

- communication, information of all partners and practitioners
- realization of revegetation experiments in ski resorts with native material: hay-flower seed-



**Photo 1:** Hay-mulch seeding experiment in Peyragudes ski resort at the subalpine belt. Photo CBP/Sandra MALAVAL

ding, hay-mulch seeding (*Photo 1*), grass turf transplants (*Photo 2*), potted plants and native seed mixtures (from collection in nature)

- network animation, from those who prescribe seeds to seed users
- expertise and technical support, consultant for land reclamation in Pyrenean sites
- development of a list of relevant native species for revegetation in the subalpine and alpine belts
- preparation of practitioner's training
- collective creation of a technical guide for good practices in land reclamation
- preparation of a certification process.

An important part of the expertise and technical support activity points out the necessity of a better integrated approach for revegetation. An important task consists then in taking in account all stages of landscape planning, from excavation works to soil restoration, before and after revegetation, in order to provide successful restoration (MALAVAL 2006).

All these tasks are achieved in collaboration with revegetation prescribers and practitioners, in order to enable integration of the future native seed production into the market.

### What is local?

In the same time, it seemed necessary to take in account plants diversity along the Pyrenees; because previous studies show that some plants present biochemical and biological differentiat-



**Photo 2:** *Festuca eskia* transplants in Tourmalet ski resort at the subalpine belt. Photo CBP/Sandra MALAVAL

on between oriental, central and occidental Pyrenean populations, like *Pinus uncinata* in the subalpine belt (CANTEGREL 1982). In such case, origins may have to stay separated in a production context, and precise seed transfer zones have to be defined in order to use those plant materials.

Genetic studies in 2003 and 2004 (LAUGA et al., in press) assessed the first seed transfer zones for revegetation species. For most of those species, occidental and oriental origins of Pyrenean seeds have to be kept separated during their utilization, because the geographic pattern of neutral diversity (with RAPD markers) showed differences between those regions. Such a separation could be assigned to the existence of different lineages in the post-glacial recolonization processes of the mountains during Pleistocene period (LAUGA et al., in press, MALAVAL-CASSAN et al. 2005<sup>b</sup>).

Complementary studies will allow us to know more about local adaptations of such plants to different elevations, with experiences of reciprocal transplants over the French Pyrenees (GONZALO-TURPIN et al. 2005).

### How can we produce native Pyrenean seeds?

The production of native seeds for revegetation in Pyrenees, for the alpine and subalpine belts includes:

**Table 1:** Main species collected for seed multiplication and parent rock occurrence.

| Species  | Calcareous parent rock | Siliceous parent rock |
|--|------------------------|-----------------------|
| <i>Festuca eskia</i> *                           | (-)                    | +                     |
| <i>Festuca gauteri</i> ssp. <i>scoparia</i> *    | +                      | -                     |
| <i>Festuca gauteri</i> ssp. <i>gautieri</i> *    | -                      | +                     |
| <i>Festuca airoides</i>                          | (-)                    | +                     |
| <i>Festuca nigrescens</i>                        | +                      | +                     |
| <i>Deschampsia flexuosa</i>                      | (+)                    | +                     |
| <i>Helictotrichon sedenense</i>                  | +                      | (-)                   |
| <i>Lotus alpinus</i>                             | +                      | (+)                   |
| <i>Trifolium alpinum</i>                         | -                      | (+)                   |
| <i>Anthyllis vulneraria</i> ssp. <i>boscii</i> * | +                      | (-)                   |
| <i>Senecio leucophyllus</i>                      | (-)                    | +                     |
| <i>Carduus carlinoides</i> *                     | +                      | +                     |
| <i>Rumex scutatus</i>                            | +                      | +                     |

+ Dominant occurrence, (+) Common occurrence, (-) Poor occurrence, - Very poor occurrence

\* Pyrenean endemic or Pyreneo-cantabric endemic species or subspecies

- development of a technical guide for seed production with the farmers-multiplier's profession
- seed collection in elevated areas
- assessment of adapted methods for seed multiplication at mid and high elevation (400 to 1000 m)
- prospective study of the future multiplication organization
- production of multiplying young plants in high zones
- organization of a network of seed multiplying farmers

From 2003 to 2005, production experiments at low elevation studied cultivability for six species (Photo 3). In 2005 and 2006, with the Ecovars 2 project, the first seed collections for multiplication were gathered, allowing the first farmer's contracts and the first productive fields of native species this year (MALAVAL-CASSAN, 2005a). The first species of collected seeds are graminoids, legumes and herbs adapted to calcareous or siliceous soils (Table 1).

All these species show production peculiarities and constraints that are not known by traditional Pyrenean farmers. Some of those species are really difficult to produce (e.g. *Festuca eskia* or *Trifolium alpinum*). The main task consists in finding technical rules to produce seeds in large quantities and in the same time to conserve biodiversity.



**Photo 3:** *Festuca eskia* and *Festuca gautieri* production experiments at low elevation. Photo CBP/Sandra MALAVAL

This agricultural part will be carried out by an independent organization of native seed production in the Pyrenees, according to the rules and the methods set up in order to conserve biodiversity with revegetation practices (seed transfer zones, certification process, practical details for seed collection and biodiversity conservation...).

### Conclusion

This approach and the different projects conducted will allow us to prepare technical, scientific and human elements to elaborate a seed multiplication organization, with different partnerships. We will also study the way to define and develop resources for the valorisation of the produced seeds.

Moreover, we will ensure their good and sustainable use in the Pyrenees, following a precise practical guide, in order to enhance the success of high altitude revegetation. With nature conservation authorities, we develop methods and experiments to favour better practices and consciousness in these restorations.

This initiative is a part of French restoration ecology dynamics that have been developed for a few years. As an example, the second French symposium on "plant communities' ecology" presented a session about restoration ecology this year in Avignon. During this symposium researches in restoration ecology decided to create a French network upon this topic.

### References

- DINGER, F. and A. BÉDÉCARRATS, 2001: Etude de l'évolution et du fonctionnement des sols reconstitués en altitude au niveau des pistes de ski, ainsi que de la dynamique de reconquête de ces espaces par les espèces natives - Le cas des stations savoyardes. Principaux résultats scientifiques et opérationnels du programme national de recherche "Recréer la nature". 135-142.
- CANTEGREL, R., 1982: Essai de discrimination de deux populations pyrénéennes de pin à crochets (*Pinus uncinata* Ram.): Anié et Néouvielle. Approche biologique et biochimique. Conséquences pour la sylviculture des pineraies sauvages. Thèse de troisième cycle, Université de Pau, 237 p. + annexes.
- CASSAN, S., J. CAMBECÈDES and G. LARGIER, 2003: Revégétaliser autrement en montagne pyrénéenne. *Acta Bot. Barc.*, 49:393-400.
- FRAIN, M., P. LOISEAU et G. MERLE, 1986: Dix années d'observations sur le reverdissement d'une piste de ski dans le Massif-Central. *Razen Turf-Gazon*, 1: 15-23.
- GONZALO-TURPIN, H., N. COUX, S. MALAVAL-CASSAN and L. HAZARD, 2005: Matching conservation and valorization goals to delimit local provenance for native plant species used in ecological restoration. Poster at the 17<sup>th</sup> World Conference on Ecological Restoration, Zaragoza, Spain, Europe, 12-18 September 2005.
- GUSTAFSON, D.J., D.J. GIBSON and D.L. NICKRENT, 2004: Competitive relationships of *Andropogon gerardii* (Big Bluestem) from remnant and restored native populations and select cultivated varieties. *Functional ecology*, 18: 451-457.
- KELLER, M., J. KOLLMANN and P.J. EDWARDS, 2000: Genetic introgression from distant provenances reduces fitness in local weed populations. *Journal of applied ecology*, 37: 647-659.
- KRAUTZER, B. and H. WITTMANN, 2005: Restoration of alpine Ecosystems, Chapter 15 in: Van Andel and Aronson (eds), *Restoration Ecology: The New Frontier*, Blackwell-Publishing: 208-220.
- LAMBINON, J., 1997: Les introductions de plantes non indigènes dans l'environnement naturel. Editions du Conseil de l'Europe. Coll. Sauvegarde de la nature-87. 28p.
- LAUGA, B., S. MALAVAL-CASSAN, M. DAYRE, C. REGNAULT-ROGER and G. LARGIER, in press: Profil de diversité génétique neutre chez *Rumex scutatus* L. (Polygonaceae) dans le contexte pyrénéen français. *Bull. Soc. Hist. Nat. de Toulouse*.
- LUMARET, R., 1999: Exemples de problèmes génétiques liés à l'introduction d'espèces non locales, pp 53-56 in *L'approvisionnement en espèces végétales locales dans les aménagements: Quel(s) enjeu(x) pour la diversité végétale?* Journée technique de l'Association Française des Ingénieurs Ecologues, Versailles, France, 16 March 1999, 102 p.
- MALAVAL, S., 1998: Analyse du marché de la revégétalisation en Pyrénées. Mémoire d'ingénieur de l'Ecole Nationale Supérieure Agronomique de Toulouse. Mission de création du Conservatoire botanique Pyrénéen, Tarbes, 64 p.
- MALAVAL, S., 2006: Vers une gestion intégrée des aménagements en montagne avec la revégétalisation : le point de vue en domaine skiable. Oral presentation at the international seminary "Tourisme durable en montagne", Pau, France, 3-4 May 2006.
- MALAVAL-CASSAN, S., C. DUTRILLAUX, L. HAZARD, H. GONZALO-TURPIN, N. COUX and N. BODY, 2005a: Ecovars 2 : an interdisciplinary project for ecological restoration in French Pyrenees. Poster at the 17<sup>th</sup> World Conference on Ecological Restoration, Zaragoza, Spain, Europe, 12-18 September 2005.
- MALAVAL-CASSAN, S., B. LAUGA, C. REGNAULT-ROGER and G. LARGIER, 2005b: Contribution of genetic tools to an integrated approach for ecological restoration in the French Pyrenees: from science to seed production. Oral presentation at the 17<sup>th</sup> World Conference on Ecological Restoration, Zaragoza, Spain, Europe, 12-18 September 2005.
- MALAVAL-CASSAN, S., CORRIOL, G. and G. LARGIER, in press: *Festuca eskia* Ramond ex DC. en Pyrénées françaises, bilan nomenclatural, taxonomique et écologique. *Bull. Soc. Hist. Nat. de Toulouse*.
- RHYMER, J.M. and D. SIMBERLOFF, 1996: Extinction by hybridization and introgression. *Annu Rev Ecol Syst.* 27: 83-109.
- SIMBERLOFF, D., 2003: Confronting introduced species: a form of xenophobia? *Biological invasions*, 5:179-192.
- URBANSKA, K.M., 1997: Restoration ecology research above timberline: colonization of safety islands on a machine-graded alpine ski run. *Biodiversity and Conservation*, 6 (2): 1655-1670.

## **Sandra MALAVAL**

Conservatoire botanique pyrénéen, Conservatoire botanique national de Midi-Pyrénées,  
Vallon de Salut BP 315 65203 Bagnères de Bigorre Cedex, France ;  
Tel : 05 62 95 85 30 ; Fax : 05 62 95 03 48, mel : [cbp.sc@laposte.net](mailto:cbp.sc@laposte.net)

### **Des espèces locales pour la revégétalisation en montagne pyrénéenne : une priorité pour conserver la flore lors des aménagements.**

#### **Résumé**

Les pratiques de revégétalisation en montagne après les aménagements se sont généralisées en Pyrénées depuis une vingtaine d'années. Mais ces pratiques mettent en jeu des semences d'origine toujours extérieure aux Pyrénées, parfois très lointaine, voire inconnue. Ainsi, elles induisent des risques non négligeables au niveau technique, mais aussi pour la dynamique et la biodiversité de la communauté végétale en place. Le Conservatoire botanique pyrénéen a mis en place depuis 2000, une mission d'expertise et d'appui technique pour informer sur ces risques et proposer des chantiers expérimentaux avec des espèces locales. Cette mission accompagne ainsi les acteurs de la revégétalisation dans la prise en compte de la flore et des milieux lors des aménagements, pour tendre vers une gestion plus intégrée de ces espaces supra-forestiers valorisés notamment pour le tourisme et le pâturage.

Le Conservatoire botanique pyrénéen, entouré par des collaborateurs scientifiques et techniques, développe des outils pour tendre vers une meilleure conservation de la flore pyrénéenne : formations, appui technique, guide d'aide à la décision...

Il participe également à un projet de création de filière de production de semences locales pour la revégétalisation en Pyrénées. Ces outils opérationnels, issus de considérations écologiques et ayant une dimension économique, pourront participer à une gestion plus durable des espaces aménagés (dont les domaines skiables) vis à vis du milieu naturel, car la revégétalisation constitue un point clé entre la destruction des biocénoses et la réhabilitation du site.

---

« Si peu que ce soit, c'est toujours la préservation des hautes cimes. N'y laissons pas toucher. Qu'elles soient sacrées : qu'elles appartiennent à l'humanité ».  
Franz Schrader – *A quoi tient la beauté des montagnes* - 25 novembre 1897.

## **1. Introduction**

### **1.1 Aménagements en Pyrénées**

Si les premiers aménagements mécanisés relatifs à l'accès aux sommets pyrénéens datent du début du vingtième siècle, le développement des activités et des infrastructures liées au ski a connu un essor considérable à partir des années 1960. Au début du siècle naissaient les stations-villages, au développement limité, tant du point de vue spatial, qu'économique. Après-guerre et grâce à l'intervention de l'Etat s'érigent de plus grandes stations, avec pour objectif de construire une industrie touristique de qualité et performante. En repérant des sites a priori favorables (altitude garantissant un enneigement satisfaisant, configuration des terrains permettant une convergence vers une « grenouillère », possibilité d'urbanisation..), sont créées des stations de sport d'hiver, porteuses d'emploi et de développement économique en montagne. Les remontées mécaniques, les terrassements liés aux pistes de ski et les infrastructures d'accueil, de communication ou de stockage se développent largement. A la fin du vingtième siècle, sur les 140 ha terrassés chaque année à plus de 1200 m d'altitude en Pyrénées françaises, environ 80 % correspondent encore à des aménagements en domaines skiables (Malaval, 1998). Les autres aménagements sont principalement des routes, des structures d'exploitation (barrages, mines, carrières...), des pistes forestières ou pastorales, des équipements de protection contre les risques naturels ou des sites touristiques.

Aux étages subalpin et alpin, les terrassements mécanisés perturbent fortement le fonctionnement et la stabilité de l'écosystème et principalement du sol, interface primordiale pour la vie végétale. Celui-ci est soumis, naturellement à ces altitudes, à de nombreuses contraintes pour l'établissement des communautés végétales, découlant de deux facteurs principaux : l'altitude et la pente (Ozenda, 2002). Ainsi, la disparition du couvert végétal induit :

- une fragilisation ou une destruction de la structure du sol pouvant entraîner une compaction du terrain,
- une réduction de sa porosité, de son oxygénation, de sa perméabilité, de sa richesse en matière organique, en micro-organismes et en mycorhizes perturbant les cycles des éléments nutritifs (Haselwandter, 1997),
- une perte de sa capacité de stockage en eau, induisant parfois jusqu'à la perte de toute forme de vie (Dinger, 2001).

Enfin, en perdant sa structure, le sol terrassé favorise un entraînement des fractions fines par le ruissellement ou le vent (Dantin, comm. pers). Chaque terrassement en montagne constitue donc une perturbation de grande ampleur pour l'écosystème, le sol et la flore qui lui sont associés (**Photo 1** : piste de ski avant revégétalisation – photo CBP/Sandra Malaval). La reconstitution du sol constitue la première étape à réussir pour envisager une restauration de l'écosystème (Bradshaw, 1997).

D'un point de vue plus général, à l'échelle d'un domaine skiable, la création de pistes de ski accentue le fractionnement des communautés végétales, a un fort impact paysager et diminue la surface occupée par les communautés les plus sensibles, notamment les zones humides (Goñi et Guzmán, 2001.).

## 1.2 Pratiques de revégétalisation

Après les terrassements, la revégétalisation constitue généralement l'étape de réhabilitation pour permettre le « retour » d'une végétation herbacée sur la zone remaniée. Sa réussite dépend non seulement des techniques et semences choisies, mais aussi de toutes les étapes antérieures (gestion de la terre végétale, engins choisis pour le terrassement...) et postérieures à l'aménagement (gestion du site, fréquentation, pâturage...). Elle en constitue le résultat visuel le plus marquant. Les méthodes et outils utilisés pour la conservation, le stockage et la réutilisation de la « terre végétale » (horizon supérieur humifère du sol) vont déterminer les possibilités de recolonisation du couvert végétal. La terre végétale doit être particulièrement bien traitée, car elle contient une banque de graines et de propagules végétatifs importants, sources de plantes locales pour la restauration du site (Peratoner, 2006).

Les gestionnaires et maîtres d'ouvrage des aménagements se sont intéressés au développement de cette technique afin d'assurer en altitude la lutte contre l'érosion et la restauration paysagère des sites terrassés. Les domaines skiables y trouvent un intérêt supplémentaire car les pistes enherbées permettent d'améliorer la gestion de la neige. En effet, les pistes revégétalisées peuvent être utilisées plus précocement et de manière prolongée dans la saison, ce qui induit une meilleure rentabilité des investissements au cours l'hiver.

Les premières opérations de revégétalisation ont été effectuées à la main, en semant à la volée des graines issues de fonds de grange ou de fauche de prairies, provenant des sites proches des zones aménagées. Des techniques ponctuelles consistant à la reprise de touffes de végétaux (prélevées avant le terrassement) sur la zone terrassée ont également été utilisées et le sont encore sur certains sites, jusqu'à des surfaces de 1000 ou 2000 m<sup>2</sup>. Vers la fin des années 1980, les stations, avec les services d'étude et d'aménagement touristique de la montagne (SEATM, actuel DEATM-ODIT France) et le Cemagref de Grenoble, ont amplifié leur effort sur la revégétalisation, mais aussi sur la préparation du sol préalable à ces opérations (Dinger, 1997).

Les pratiques de revégétalisation se sont systématisées en montagne, avec les techniques de projection de mélanges de semences issus du commerce par un semoir hydraulique (ou hydroseeder). Les procédés techniques et les semences et adjuvants utilisés sont aujourd'hui assez semblables d'un point à l'autre de la chaîne (**Photo 2** : Ensemencement hydraulique de talus – Photo CBP/Sandra Malaval). Les semences utilisées, d'origine plus ou moins lointaine ne sont généralement pas adaptées aux contraintes écologiques montagnardes. Elles nécessitent des adjuvants pour un développement rapide et quelque peu durable : fertilisants, colloïdes de fixation, mulchs... Les mélanges utilisés peuvent contenir des espèces nouvelles pour la chaîne pyrénéenne, ou des espèces déjà présentes mais dont les populations d'origine et les sites de production sont étrangers à la chaîne (Danemark, Canada, USA, Nouvelle-Zélande, Uruguay...).

L'enjeu de la revégétalisation est principalement, pour les écologues comme pour les engazonneurs, de mettre rapidement en place un système végétal transitoire qui limite l'érosion et favorise l'intégration paysagère, avant le retour des espèces locales. Ce sont donc les plantules issues des semences commerciales qui, en démarrant la recolonisation du site, enclenchent le processus permettant le retour des espèces locales (Frain et coll., 1986). Mais dans le même temps, le retour des espèces locales est ralenti par la présence compétitive de ces espèces commerciales semées à haute densité et par les hauts niveaux trophiques induits par la fertilisation accrue (Frain et coll., 1986). Enfin, le délai pour la mise en place d'une nouvelle communauté végétale comprenant le retour des espèces locales sur un site semé et fertilisé est particulièrement long, estimé à trente à quarante années dans les Alpes (Dinger et Bédécarrats, 2001 ; Urbanska, 1997).

## **2. Revégétalisation et risques techniques et écologiques**

### **2.1 Risques techniques**

L'utilisation de semences mal adaptées aux contraintes de la haute altitude induit des échecs techniques à partir d'une certaine altitude, pour les gestionnaires (Malaval, 1998). Le couvert végétal issu des semis commerciaux, lorsqu'il s'établit, est souvent clairsemé et peu pérenne, nécessitant pour se maintenir des opérations de fertilisation régulières (Peratoner, 2006), coûteuses à tous points de vue (temporel, financier...). Il est avéré qu'à haute altitude, les espèces commerciales semées sont moins efficaces que les mélanges d'espèces locales issues de sites d'altitude, pour la lutte contre l'érosion et la couverture du sol (Krautzer et Graiss, 2006).

### **2.2 Risques écologiques**

L'utilisation systématique de plantes d'origine non locale dans les opérations de revégétalisation peut également présenter des risques non négligeables pour la dynamique et la diversité taxonomique et génétique de la communauté végétale en place (Lambinon, 1997 ; Simberloff, 2003 ; Gustafson et al., 2004). Ces risques dans le milieu montagnard sont principalement :

- les phénomènes de compétition entre plantes semées et communautés avoisinantes (Frain et al., 1986) ;
- la maladaptation des plantes introduites au milieu (Lumaret et Barre, 1993), induisant un risque d'échec technique de ces opérations ;
- les risques d'hybridation et d'introgession génétique<sup>1</sup> entre plantes introduites et plantes indigènes, entraînant de profondes modifications de la structure génétique des espèces impliquées et pouvant aller jusqu'au remplacement d'un type de matériel génétique par un autre (Rhymer et Simberloff, 1996 ; Lumaret, 1999 ; Keller et al., 2000) ;
- mais aussi le risque de mauvaise intégration paysagère des aménagements, avec des couverts qui s'apparentent plus à du gazon de terrain de sport qu'à une pelouse de montagne.

---

<sup>1</sup> Introgession : dispersion naturelle des gènes d'une espèce à l'intérieur d'une autre espèce par hybridation interspécifique suivie de plusieurs rétrocroisements avec le parent local

Les risques sanitaires ou les risques d'introduction d'espèces envahissantes sont à ces altitudes réduits du fait même des conditions écologiques extrêmes limitant leur développement.

Enfin, les risques pour la flore sont augmentés aujourd'hui par la présence sur le marché de plus en plus de semences d'espèces sauvages échappant à la réglementation, dont les lots ne correspondent à aucune norme en ce qui concerne la pureté spécifique<sup>2</sup> ou la qualité germinative. La multiplication des espèces sauvages semées augmente l'intensité des phénomènes d'introgression possibles avec des écotypes locaux et la présence d'espèces non désirées, issues de lots peu purs.

### **2.3 Une évolution de la législation en faveur de la conservation de la flore**

Ces risques pour la biodiversité ont globalement commencés à être pris en compte par la législation française et européenne. Au niveau national, la loi Barnier de 1995 (article L. 411-3 du code de l'environnement, modifié par la loi du 23 février 2005), a tout d'abord posé les bases ambitieuses d'une interdiction « d'introduire des plantes à la fois non originaires du sites d'introduction et non cultivées », mais sans décret d'application. Le ministère français en charge de ces problématiques a toutefois mis en exergue la nécessité de prendre en compte les adaptations génétiques locales dans les programmes d'aménagement (Gauthier et coll., 1999). Au niveau européen, la convention relative à la conservation de la vie sauvage et du milieu naturel en Europe, dite Convention de Berne, a été élaborée par le Conseil de l'Europe et signée à Berne (Allemagne) le 19 septembre 1979 par 19 Etats européens dont la France. Son article 11.2.b stipule de « contrôler strictement l'introduction d'espèces non-indigènes ». La Directive Européenne « Habitats » de 1992 (article 22-b de la Directive 92/43/CEE) oblige les états membres à « veille[r] à ce que l'introduction intentionnelle dans la nature d'une espèce non indigène soit règlementée de manière à ne porter aucun préjudice aux habitats naturels (...) ni à la flore sauvage indigène et s'ils le jugent nécessaire, [à] interdi[re] une telle introduction ». En outre, cette directive oblige à des mesures compensatoires (reconstitution d'habitats par exemple) en zone de protection spéciale. Au niveau international, la Convention de Rio (1992), stipule que la biodiversité n'est pas seulement celle des espèces, des communautés et des écosystèmes. La diversité génétique infraspécifique est également un niveau à prendre en compte pour préserver les équilibres écologiques dans une optique dynamique.

Enfin, le Ministère de l'Ecologie et du Développement Durable prépare actuellement un décret permettant la mise en œuvre simultanée des dispositions législatives nationales et des engagements européens cités précédemment.

Pendant ces vingt dernières années où la législation a donc bien évolué, des programmes de recherche appliqués sur la restauration et la réhabilitation des sites ont vu le jour (entre autres, le programme « Recréer la Nature »). Le champ d'études et d'actions de la restauration écologique a été créé, au niveau national comme international, jetant les bases de meilleures pratiques de réhabilitation des sites (Society for Ecological Restoration International, 2004).

### **3. L'expertise du Conservatoire botanique pyrénéen**

Face à la nécessité de mieux conserver la flore pyrénéenne lors des aménagements en montagne, un besoin d'accompagnement s'est fait sentir en domaines skiables depuis la fin des années 1990 (Malaval, 1998). Grâce à la volonté des acteurs et collectivités locales, le Conservatoire botanique a mis en place une mission de conseil et d'accompagnement des acteurs dans leurs décisions et leurs pratiques de la revégétalisation depuis l'été 2000. Cette mission appuie les acteurs pyrénéens pour la prise en compte et la conservation de la flore orophile et des milieux lors des aménagements et des revégétalisations (Cassan et al., 2003). Nous informons sur les risques liés aux pratiques, et proposons des chantiers expérimentaux,

---

<sup>2</sup> Pureté spécifique : dans un lot de semences, proportion de graines appartenant réellement à l'espèce végétale concernée

aux étages montagnard, subalpin et alpin et des protocoles plus durables pour les communautés végétales avoisinant les chantiers.

Du point de vue de la conservation de la flore, nous avons pu voir ici que le semis de mélanges commerciaux ne constitue pas une solution idéale pour les écosystèmes montagnards considérés. Outre le fait des risques génétiques avérés, on peut se poser la question d'un point de vue écologique de la pertinence de la mise en place de protocoles très artificiels de semis dans ces zones sensibles. Ceux-ci ne peuvent se justifier qu'en l'absence d'autre solution plus adaptée et afin d'agir comme « pansement temporaire ». L'apport massif d'intrants peut, par exemple, pour des milieux oligotrophes patrimoniaux constituer un impact négatif évident, mis en évidence par la modification rapide des communautés floristiques ou fongiques (Wipf et al., 2005 ; Corriol, 2005). Des expérimentations sur le terrain avec des semences locales ainsi que des études menées sur d'autres massifs montagneux (Krautzer et Graiss, 2006, Krautzer, et al., 2006), nous permettent déjà de réfléchir à des densités de semis moindres ainsi qu'à la réduction des fertilisations.

### **3.1 Des premiers essais à une filière de production en Pyrénées - Quelles espèces et quelles méthodes pour conserver la flore lors des aménagements ?**

Nous avons dans un premier temps travaillé à définir une première liste d'espèces intéressantes en revégétalisation d'un point de vue technique et écologique. Les critères recherchés pour les espèces étaient notamment la capacité de fixation des terrains, l'installation rapide et déterminante pour le retour de pelouses plus stables, le recouvrement satisfaisant, la production de semences, la tolérance de contraintes hydriques et pédologiques variées... (Lainé, 2002 ; Cassan et al., 2003). Dès 2000, les premières collectes manuelles de semences ont pu être réalisées afin de mettre en place des essais de revégétalisation avec des plantes locales en domaine skiable (Malaval-Cassan, 2004). Ce faisant, il est apparu également indispensable de développer une approche à plusieurs niveaux pour garantir la conservation de la flore dans les opérations de revégétalisation en Pyrénées :

- des études écologiques et génétiques qui nous permettent de définir les domaines géographiques d'utilisation des populations de semences collectées, au travers de l'étude de leur structuration génétique sur la chaîne ;
- le développement d'un projet de filière de production de semences locales pour la revégétalisation afin de rendre disponible sur le marché les semences d'origine locale ;
- une mission d'accompagnement, d'information et de conseil qui vise au développement de bonnes pratiques de revégétalisation respectueuses de la flore et des habitats naturels.

### **3.2 Comment définir une semence locale ?**

Le terme local est forcément relatif à une zone géographique considérée, plus ou moins vaste selon le point de vue que l'on en a. Nous avons étudié en collaboration avec le laboratoire d'écologie moléculaire de l'Université de Pau et des Pays de l'Adour, la structuration génétique des populations naturelles de plantes (Lauga et al., 2005). Ainsi, au long de la chaîne, deux principales zones sont à différencier pour la multiplication et l'utilisation des graines : les Pyrénées centro-occidentales et les Pyrénées orientales. La limite entre ces deux zones est variable selon les espèces considérées. Sur la base de ces études, ainsi que d'études écologiques (Malaval-Cassan et al., 2005<sup>a</sup>) et génétiques (Gonzalo-Turpin et al., 2005) complémentaires, nous pourrions définir pour chaque espèce collectée dans le milieu naturel, des secteurs d'utilisation des semences. Ces secteurs seront alors compatibles avec la conservation de la diversité de la flore pyrénéenne au niveau génétique et spécifique.

### **3.3 Une filière de production de semences pour atteindre des objectifs de conservation**

La seule collecte de semences dans le milieu naturel ne peut satisfaire les besoins et les contraintes des chantiers de revégétalisation à l'échelle pyrénéenne. Il est indispensable de prévoir une phase agricole de multiplication des semences collectées afin de disposer de quantités compatibles avec les besoins des chantiers de revégétalisation prévus. Ainsi, face

aux 40 tonnes de semences utilisées chaque année sur la chaîne à partir de 1200 m d'altitude, une filière de production de semences peut être envisagée. Pour répondre à l'objectif souhaité de conservation de la flore et des milieux, le Conservatoire botanique pyrénéen, en partenariat avec l'INRA (Institut national de la recherche agronomique) de Toulouse et le SUAIA (Service d'utilité agricole inter-chambres d'agriculture) des Pyrénées, ont développé le programme Ecovars 2 (Malaval-Cassan et al., 2005<sup>b</sup>). Ce programme de « conservation, valorisation et restauration de la flore pyrénéenne dans les projets d'aménagement » ([www.ecovars2.fr](http://www.ecovars2.fr)), s'attache à définir les conditions de la mise en place d'une telle filière, au niveau technique comme économique. Depuis 2005, des premiers contrats expérimentaux de multiplication de semences locales pour la revégétalisation ont été passés avec des agriculteurs pyrénéens et les premiers champs sont cultivés. Une étude prospective de cette filière sera achevée en 2007 afin de préparer une phase de transfert de cette activité dans le domaine agricole.

### **3.4 Un accompagnement et le développement d'outils pour de meilleures pratiques**

Depuis ces 5-10 dernières années, on assiste à une transition en matière de prise en compte du milieu naturel, et plus généralement de l'environnement, dans les domaines skiables. Les dossiers UTN (Unité Touristique Nouvelle) ont amorcé le mouvement en proposant des cartographies des milieux naturels et des enjeux environnementaux à l'échelle du domaine skiable. Ces cartographies servent ensuite aux responsables des stations à chaque nouvel aménagement de piste ou de remontée mécanique. Ce type d'étude inclut aussi des mesures compensatoires à l'aménagement qui accentuent la prise en compte du milieu naturel. Aujourd'hui donc, les responsables des stations commencent à souhaiter des outils plus globaux, permettant de mieux faire à l'échelle du domaine et d'appréhender les problèmes plus en amont. Dans ce contexte, le Conservatoire botanique a développé un appui technique vis-à-vis de la revégétalisation à la demande des stations, ainsi qu'un accompagnement dans la prise en compte de la flore et des milieux naturels dans les aménagements.

Le Conservatoire botanique développe un outil d'aide à la décision en matière de revégétalisation pour certains domaines skiables, afin de définir de meilleures pratiques programmées de revégétalisation et d'en assurer un suivi. Cet outil comprend les étapes suivantes :

- l'amélioration de la connaissance sur la sensibilité des milieux naturels ou semi-naturels aménagés,
- l'identification des enjeux à prendre en compte dans la pratique de la revégétalisation,
- la hiérarchisation de ces enjeux vis à vis des projets d'aménagement et des zones à réhabiliter,
- la définition de protocoles d'actions et de suivi en matière de revégétalisation, programmés dans le temps et dans l'espace.

Enfin, depuis 2006, des journées d'échange et d'information sur la revégétalisation ont pu être organisées, notamment en domaine skiable afin de diffuser information et recommandations sur la revégétalisation (**Photo 3** : journée d'échange sur la revégétalisation à Peyragudes en 2006 – CBP/Anne Gaultier). Des formations autour de ces thèmes sont prévues à partir de 2007.

## **4. En conclusion**

Les pratiques d'aménagement et de revégétalisation en montagne doivent pouvoir être améliorées dans le sens d'une meilleure prise en compte du milieu naturel, afin de tendre vers une gestion durable des espaces de montagne. Pour cela, les pratiques de revégétalisation doivent être à la fois :

- plus respectueuses de la diversité floristique pyrénéenne,
- mieux comprises et appréhendées par les acteurs des aménagements car elles constituent un point clé de la réhabilitation des zones terrassées,
- mieux intégrées à l'ensemble de la gestion des sites aménagés,

- compatibles avec l'intérêt pastoral.

Au travers des outils présentés, le Conservatoire botanique pyrénéen, entouré par des collaborateurs scientifiques et techniques, développe des outils opérationnels, issus de considérations écologiques, qui pourront participer à meilleure restauration des zones aménagées en montagne vis à vis du milieu naturel. Cet objectif pourra être atteint à condition de travailler également sur des pratiques plus coordonnées dans leurs objectifs, depuis les terrassements jusqu'à l'utilisation ultérieure du site.

La mise en place de ces outils devra dans le même temps permettre une meilleure définition des attentes des partenaires en matière de revégétalisation et une acquisition de connaissances et savoirs sur le sujet pour atteindre ces objectifs. Pourra-t-on alors parler de vision partagée de la réhabilitation des sites avec la revégétalisation entre écologues et praticiens ?

### Remerciements

Merci à Gilles Corriol (Conservatoire botanique pyrénéen, Conservatoire botanique national de Midi-Pyrénées) et Georges Dantin (Bureau d'études Amidev).

### Bibliographie

Bradshaw A.D., 1997. The importance of soil ecology in restoration science, in *Restoration Ecology and Sustainable Development*, Edited by Krystyna M. Urbanska, Nigel R. Webb and Peter J. Edwards, Cambridge University Press, 33-64.

Cassan S., Cambecèdes J. et Largier G., 2003. Revégétaliser autrement en montagne pyrénéenne. *Acta Bot. Barc.*, 49 : 393-400.

Corriol G., 2005. Les mycocénoses des pelouses comme bioindicateur. Enseignement des travaux en Europe du nord et applications possibles en Midi-Pyrénées. Actes du premier colloque naturaliste de Midi-Pyrénées, Cahors, 14-15 nov. 2003. Ed. Nature Midi-Pyrénées, p. 95-99.

Dinger F., 1997. Végétalisation des espaces dégradés en altitude. Cemagref Editions, 144 p.

Dinger F., 2001. Mise en œuvre de techniques de génie écologique : réhabilitation de milieux dégradés d'altitude. *La jaune et la rouge*, 556 : 32-36.

Dinger F., Bédécarrats A., 2001. Etude de l'évolution et du fonctionnement des sols reconstitués en altitude au niveau des pistes de ski, ainsi que de la dynamique de reconquête de ces espaces par les espèces natives – Le cas des stations savoyardes in Chapuis J.L., Barre V. et Barnaud G. (Eds) 2001, *Programme national de recherche « Recréer la nature : réhabilitation, restauration et création d'écosystèmes »*. Principaux résultats scientifiques et opérationnels MATE, MNHN, Paris, 135-142.

Frain M., Loiseau P. et Merle G., 1986. Dix années d'observations sur le reverdissement d'une piste de ski dans le Massif-Central. *Razen Turf-Gazon*, 1 : 15-23.

Gauthier P., Lumaret R. et Barre V., 1999. Les adaptations génétiques locales: une aide pour les stratégies de conservation et de restauration des milieux perturbés in *Document à large diffusion du Ministère de l'aménagement du territoire et de l'environnement*, 51p.

Goñi D. and Guzmán D., 2001. Cambios en la vegetación debidos a una estación de esquí alpino en el Pirineo. *Pirineos*, 156 : 87-118.

Gonzalo-Turpin H., Couix N., Malaval-Cassan S. and L. Hazard. 2005. Matching conservation and valorization goals to delimit local provenance for native plant species used in ecological restoration. Poster in 17<sup>th</sup> World Conference on Ecological Restoration, 12-18 sept. 2005, Zaragoza, Spain.

Gustafson D.J., Gibson D.J. et Nickrent D.L., 2004. Competitive relationships of *Andropogon gerardii* (Big Bluestem) from remnant and restored native populations and select cultivated varieties. *Functional ecology*, 18 : 451-457.

Haselwandter K., 1997. Soil micro-organisms, mycorrhiza, and restoration ecology in *Restoration Ecology and Sustainable Development*, Edited by Krystyna M. Urbanska, Nigel R. Webb and Peter J. Edwards, Cambridge University Press. 65-80.

Keller M., Kollmann J. et Edwards P.J., 2000. Genetic introgression from distant provenances reduces fitness in local weed populations. *Journal of applied ecology*, 37 : 647-659.

- Krautzer B., Wittmann H., Peratoner G., Graiss W., Partl C. Parente G., Venerus S., Rixen C. Et 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, Irnding, 2006, 135p.
- Krautzer B. and Graiss W., 2006. Restoration with Site -Specific Seed Mixtures. From Theory to Practical Realisation. Proceedings of the conference Soil-bioengineering : Ecological Restoration with native plants and seed material, Ed. Krautzer B., Hacker E, 5-9 sept. 2006, Raumberg-Gumpenstein, Autriche 107-112.
- Lainé M., 2002. Etude de la végétation pionnière des terrains perturbés d'altitude. Préconisations techniques pour la revégétalisation. Mémoire de DESS « Gestion des Ressources Naturelles Renouvelables » Université des Sciences et Technologies de Lille, Conservatoire botanique pyrénéen, 44 p.
- Lauga B., Malaval-Cassan S., Dayre M., Regnault-Roger C. et Largier G., 2005. Profil de diversité génétique neutre chez *Rumex scutatus* L. (*Polygonaceae*), dans le contexte pyrénéen français. *Bull. Soc. Hist. Nat. Toulouse*, 141-2 : 169-174.
- Lambinon J., 1997. Les introductions de plantes non indigènes dans l'environnement naturel. Editions du Conseil de l'Europe, *Coll. Sauvegarde de la nature*, n°87, 28p.
- Lumaret R., Barre V., 1993. La variabilité écotypique : une connaissance utile pour la conservation des espèces et le repeuplement des milieux perturbés. *Reed*, juillet-décembre 1993, 23-25.
- Lumaret R., 1999. Exemples de problèmes génétiques liés à l'introduction d'espèces non locales, in *L'approvisionnement en espèces végétales locales dans les aménagements : Quel(s) enjeu(x) pour la diversité végétale ?* Journée technique de l'Association Française des Ingénieurs Ecologues, Versailles 16 mars 1999, 53-56 .
- Malaval S., 1998. Analyse du marché de la revégétalisation en Pyrénées. *Mémoire d'ingénieur de l'Ecole Nationale Supérieure Agronomique de Toulouse*, Mission de création du Conservatoire botanique pyrénéen, Tarbes, 64 p.
- Malaval-Cassan S., 2004. Utilisation d'espèces natives pour la revégétalisation en Pyrénées : résultats de trois années expérimentales. Poster in VII<sup>ème</sup> colloque de botanique pyrénéo-cantabrique, 8,9 et 10 juillet 2004, Bagnères de Bigorre.
- Malaval-Cassan S., Corriol G. et Largier G., 2005<sup>a</sup>. *Festuca eskia* Ramond ex DC. en Pyrénées françaises, bilan nomenclatural, taxonomique et écologique. *Bull. Soc. Hist. Nat. Toulouse*, 141-2 : 49-56.
- Malaval-Cassan S., Dutrillaux C., Hazard L., Gonzalo-Turpin H., Couix N. et Body N., 2005<sup>b</sup>. Ecovars 2 : an interdisciplinary project for ecological restoration in French Pyrenees. Poster in 17<sup>th</sup> World Conference on Ecological Restoration, 12-18 sept. 2005, Zaragoza, Spain.
- Ozenda P., 2002. Perspectives pour une géobiologie des montagnes. *Collection Biologie*. Presses Polytechniques et Universitaires Romandes, Lausanne, 195 p.
- Peratoner, 2006. Extreme sites and their restoration requirements in Arctic-Alpine climatic regions. Proceedings of the conference Soil-bioengineering : Ecological Restoration with native plants and seed material, Ed. Krautzer B., Hacker E, 5-9 sept. 2006, Raumberg-Gumpenstein, Autriche, 37-42.
- Rhymer J.M., Simberloff D., 1996. Extinction by hybridization and introgression. *Annu Rev Ecol Syst.* 27 : 83-109.
- Simberloff D., 2003. Confronting introduced species : a form of xenophobia ? *Biological invasions*, 5 : 179-192.
- Society for Ecological Restoration International, Science & Policy Working Group. 2004. *The SER International Primer on Ecological Restoration*. www.ser.org & Tucson: Society for Ecological Restoration International.
- Urbanska K. M., 1997. Restoration ecology research above timberline : colonization of safety islands on a machine-graded alpine ski run. *Biodiversity and Conservation*, 6 (2) : 1655-1670.
- Wipf S., Rixen C., Fischer M., Schmid B., Stoeckli V., 2005. Effects of ski piste preparation on alpine vegetation. *Journal of applied ecology*, 42 : 306-316.

**LETTRE D'INFORMATION  
REVEGETALISER AUTREMENT  
ECOVARS 2 – N°6 – NOVEMBRE 2006**

# Revégétaliser autrement



Information diffusée gratuitement aux acteurs publics et privés de la revégétalisation en montagne pyrénéenne par le Conservatoire botanique pyrénéen, l'INRA et le SUAIA Pyrénées

L'année 2006 nous a permis de mettre en place les premières parcelles de production dans les Pyrénées pour des semences récoltées en altitude sur la chaîne. Nous concrétisons ainsi une étape importante du programme Ecovars 2 qui est à mi-parcours de réalisation.

## Edits

Nous avons donc déjà signé des contrats avec 7 agriculteurs pour de la production de semences locales, entre 400 et 1000 m d'altitude, entre Neste et Gave de Pau. Pour l'instant, c'est dans le département des Hautes-Pyrénées que nous avons pu le plus rapidement organiser cette mise en production. En Pyrénées-Orientales, nous avons poursuivi les essais de mise en production et développé les connaissances dans ce domaine.

Nous attendons de ces parcelles de production, dès 2008, les premiers mélanges de revégétalisation contenant des graines pyrénéennes. L'offre en mélanges de graines adaptées aux sites montera en puissance au cours des années.

Nous coordonnons cette mise en production croissante avec l'accompagnement des futurs utilisateurs de ces semences, notamment en domaine skiable, afin d'ancrer la démarche dans un développement durable, partagé et respectueux des milieux naturels.

Enfin, nos recherches, engagées tant sur le plan agricole que sur la diversité et la variabilité des plantes pyrénéennes, nous permettent d'affiner nos savoirs sur l'utilisation et la production de ces espèces. Nous étudions ces éléments d'un bout à l'autre du massif, afin de constituer les règles d'utilisation des plantes, cohérentes avec vos attentes et dans le respect des milieux naturels.

**L'équipe d'Ecovars 2**

Retrouvez le contenu et l'actualité du programme sur <http://www.ecovars2.fr>



## Un réseau européen pour de meilleures pratiques de revégétalisation

Nos collègues autrichiens, à l'initiative de Bernhard Krautzer (du centre de recherche de **Raumberg-Gumpenstein**), ont déjà mis en place depuis quelques années une filière de production de semences d'altitude pour la revégétalisation (avec la coopérative agricole **Saatbau**). Quarante tonnes de semences de haute altitude sont produites chaque année par des agriculteurs et utilisées pour restaurer efficacement les pistes de ski.

Le Conservatoire botanique pyrénéen a participé à la conférence « **Restoration with native plant material** » organisée en septembre 2006 par les scientifiques autrichiens (restoration06). Nous avons pu rencontrer et échanger avec des scientifiques de toute l'Europe travaillant sur le thème de la revégétalisation, et présenter les travaux pyrénéens.

Le projet européen SURE (Successful Restoration after Infrastructural Interventions) et les échanges issus de cette rencontre ont conduit à la création d'un réseau ayant pour vitrine un site Internet (**Surenet**). Enfin, lors de cette conférence nous avons collectivement écrit une requête à la **Commission européenne** concernant un besoin de législation pour l'utilisation de plantes locales comme solution indispensable pour la revégétalisation des zones aménagées.

**Plus d'infos sur les sites suivants :**  
<http://www.gumpenstein.at/pflanzen/ins2abt4/ins2abt4.htm>  
<http://www.saatbau.at>  
<http://www.restoration06.net>  
<http://www.surenet.info>

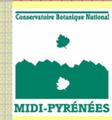
Le programme Ecovars 2 avance grâce à la motivation et l'implication de nos nombreux partenaires :

- ❖ la **société Zygène** assure un transfert de savoir faire en multiplication de semences sauvages et procède au tri de nos lots de semences collectés dans le milieu naturel
- ❖ le **bureau d'études Amidev** à Tarbes accompagne la formation des domaines skiables et le développement de meilleures pratiques de revégétalisation
- ❖ l'**Office national des forêts** des Hautes-Pyrénées participe aux collectes de semences dans la montagne
- ❖ l'**Office national des forêts** des Pyrénées-Orientales organise et réalise les collectes de graines dans son département, a converti son ancienne pépinière de La Cabanasse en station d'essai pour la culture de semences et collabore avec le CBP pour des missions d'expertise en revégétalisation
- ❖ la **Chambre d'agriculture** des Hautes-Pyrénées nous a permis de rencontrer 6 agriculteurs qui sont aujourd'hui sous contrat de multiplication de semences sauvages pyrénéennes ; elle s'implique également pour le développement de la filière
- ❖ huit **agriculteurs** pyrénéens ont semé des plantes pyrénéennes pour la revégétalisation en vue d'en conduire la multiplication
- ❖ les **domaines skiables** de Porté-Puymorens, de Peyragudes et du Tourmalet accueillent nos derniers essais de revégétalisation avec des semences locales
- ❖ le **lycée horticole** Adriana de Tarbes met son savoir faire au service de l'élevage en minimotoes de certaines plantes avant leur repiquage en champ
- ❖ l'**Assemblée pyrénéenne d'économie montagnarde** a développé notre site Internet et préparera une base de données pour la gestion des lots de graines
- ❖ l'**INRA de Lusignan** assure les analyses génétiques des plantes étudiées
- ❖ l'**INRA de Rennes** (unité Bio3P) a effectué des analyses de virologie des plantes
- ❖ l'**Etablissement public de la Vallée du Louron** nous met à disposition une parcelle pour expérimenter des cultures en altitude
- ❖ la station expérimentale de Condom de la **Fédération nationale des agriculteurs multiplicateurs de semences** a étudié la cultivabilité de 6 espèces pyrénéennes
- ❖ l'**Adepfo** nous accompagne dans la formation des acteurs de la revégétalisation
- ❖ l'**Institut d'écologie de Jaca** (Aragon, Espagne) collabore à la définition d'une liste franco-espagnole de plantes intéressantes en revégétalisation
- ❖ l'antenne Pyrénées du **Syndicat national des téléphériques de France** nous accompagne dans la définition d'un appui « revégétalisation » pour les domaines



## Qui sommes-nous ?

Le **Conservatoire botanique pyrénéen** (CBP) / Conservatoire botanique national de Midi-Pyrénées a pour vocation première la connaissance et la conservation de la flore sauvage et des habitats naturels sur l'ensemble de la Région Midi-Pyrénées et des Pyrénées françaises. Le travail sur la revégétalisation constitue depuis 2000 une action de conservation de végétaux d'origine locale pour favoriser le maintien du patrimoine floristique pyrénéen.



**Coordination**  
**Animation et expertise**- Sandra Malaval  
 Conservatoire botanique pyrénéen  
[sdp@laposte.net](mailto:sdp@laposte.net) Tel : 05 62 95 85 35

Le **Service d'utilité agricole inter-chambres d'agriculture** des Pyrénées (SUAIA P.) est un organisme professionnel agricole dont les objectifs concernent d'une part la représentation professionnelle des Chambres d'Agriculture pyrénéennes, pour la montagne, dans le cadre des politiques agricoles nationales et européennes ; et d'autre part, la prospective, l'innovation, l'émergence de projets de développement pour la montagne.



**Volet agricole** – Nicolas Body  
 Service d'utilité agricole inter-chambres d'agriculture des Pyrénées  
[nbody.suaia@laposte.fr](mailto:nbody.suaia@laposte.fr) Tel : 05 61 02 14 20

L'**Institut national de la recherche agronomique de Toulouse** (INRA) est un institut de recherche public au service d'enjeux majeurs de société comme l'agriculture, l'environnement et la gestion des territoires, avec un accent tout particulier en faveur du développement durable. L'équipe de recherche ORPHEE (Outils Références et modèles Pour la gestion des systèmes HERbagErs) s'investit dans des programmes de recherche dont les enjeux de préservation des ressources naturelles sont en lien avec l'environnement, l'agriculture et les espaces ruraux. L'équipe Médiations étudie les évolutions des modes d'accompagnement en agriculture dans des contextes de transformations des ruralités.



**Volet recherche** – Laurent Hazard  
 Héloïse Gonzalo-Turpin  
 Institut national de la recherche agronomique  
[hazard@biobios.inra.fr](mailto:hazard@biobios.inra.fr) Tel : 05 61 28 54 68



Rédaction: S. Malaval, N. Body, H. Gonzalo-Turpin / Mise en page: S. Malaval  
 Crédits photos: CBP/S. Malaval, A. Guiller et L. Gire / SUAIA/P.N. Body, Amidev/G. Dantin  
 Design graphique: Tonalk / Relecture: Comité de Direction Ecovars 2  
 Édition, impression et diffusion: Conservatoire botanique pyrénéen / Conservatoire botanique national de Midi-Pyrénées

# La mise en place d'un réseau de producteurs

La production des semences pyrénéennes pour la revégétalisation a démarré au sein du massif. Nous avons mis en place des parcelles au printemps et à l'automne 2006 chez 5 agriculteurs, tandis que 2 autres réaliseront des semis au printemps 2007. Ce réseau de producteurs se situe dans les Hautes-Pyrénées, en partie dans la zone d'Argelès-gazost et en partie sur le plateau de Lannemezan.

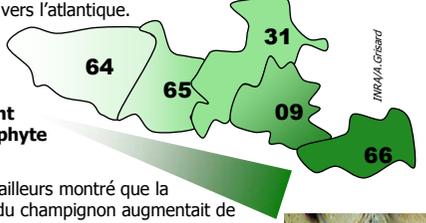
Les espèces locales produites (graminées, légumineuses et plantes pionnières) pourront s'intégrer dans les mélanges destinés à la revégétalisation dès les premières récoltes. Avec la croissance du réseau d'agriculteurs (10 ha de production prévus pour fin 2007) une plus grande variété d'espèces et un plus grand nombre de graines seront proposées pour chaque situation à revégétaliser, de la zone orientale à la zone occidentale des Pyrénées, sur sols calcaires ou acides.



**Le suivi de nouvelles espèces...**  
Afin de poursuivre le travail de mise en place de la filière de production, nous mettons en place des parcelles expérimentales pour le suivi d'autres espèces avant leur mise en production à grande échelle. Ainsi sur la parcelle de La Cabanasse (66), les semis de l'automne 2005 et 2006 nous permettent de suivre 11 espèces de graminées. Le Conservatoire botanique pyrénéen va par ailleurs mettre en place cet hiver une collection de plants des espèces pré-supposées pour la production, afin d'en observer le comportement.

# L'utilisation d'espèces endophytées peut-elle accroître le succès technique de la revégétalisation en altitude ?

L'étude conduite par l'INRA sur le gispet (*Festuca eskia*) a révélé que certaines plantes de gispet hébergeaient un champignon endophyte. Ce champignon, bien connu pour accroître la tolérance au stress des fétuques et ray-grass est largement utilisé pour augmenter le succès d'implantation et la pérennité des prairies semées aux Etats-Unis, en Nouvelle-Zélande et en Australie. Aurore Grisard a réalisé une étude sur ce champignon dans le cadre de son stage de fin d'étude d'ingénieur de l'école d'agronomie de Nancy. Elle a montré que ce champignon était très présent dans les populations de gispet de l'est de la chaîne et que sa fréquence diminuait tandis qu'on progresse vers l'atlantique.



Elle a par ailleurs montré que la présence du champignon augmentait de 25% la croissance du gispet lorsque celui-ci poussait en condition hydrique défavorable. Une étude complémentaire est en cours afin d'une part de déterminer quelles espèces locales hébergent naturellement ce champignon, et, d'autre part, afin de préciser l'intérêt et les conditions de leur utilisation en revégétalisation.

Etude réalisée avec l'aide de : Institut für Integrative Biologie ETH Zentrum (Zürich, Suisse), University of Arkansas (Etats-Unis), AgResearch (Nouvelle Zélande)



# Des opérations de restauration écologiques durables : quels dispositifs collectifs pour prendre en compte une diversité de points de vue ?

Depuis une vingtaine d'années, la restauration écologique des milieux dégradés se développe, notamment par le biais de pratiques relevant de l'ingénierie écologique. La revégétalisation est une de ces pratiques : elle permet d'initier la reconstitution d'un couvert végétal sur des sols dégradés. Pour que la restauration d'un site soit un succès durable, le tapis végétal reconstitué doit offrir les mêmes qualités que le tapis initial : permettre un retour des usages habituels et ne pas détériorer les populations végétales naturelles locales. Pour s'engager dans un processus de restauration durable il est donc nécessaire de comprendre les techniques mises en œuvre, les usages habituels du site et les enjeux écologiques associés. Dans ce but, Héloïse Gonzalo-Turpin (INRA Toulouse-Chargée de mission recherche pour Ecovars 2) a réalisé au cours des derniers mois 21 entretiens auprès d'acteurs directement impliqués dans la réalisation de projets de restauration (gestionnaires territoriaux, gestionnaires de station de ski, techniciens de la revégétalisation, experts...) ou potentiellement concernés par ces projets (élus, éleveurs, représentants des activités de tourisme...). Ces entretiens se sont déroulés autour de trois sites où ont eu lieu des revégétalisations : le pla Guillem (grand site Canigou), la station de Peyragudes, la station de La Pierre Saint Martin. L'analyse de ces entretiens est en cours. Elle alimentera la réflexion sur des dispositifs collectifs favorables à la prise en compte d'une diversité de points de vue d'acteurs au cours de projets de restauration, pour en assurer la durabilité.

Merci aux nombreuses personnes qui ont collaboré au travail d'entretien autour des sites du pla Guillem, du Braca à la Pierre St Martin et de Peyragudes

L'implication de la profession agricole, agriculteurs et techniciens agricoles, est une étape nécessaire à la mise en place de la filière de production. En 2007, en parallèle à l'augmentation des surfaces, nous réaliserons l'étude prospective de viabilité et de rentabilité de la filière, afin de définir les conditions d'une production et d'une distribution durable de ces semences sur le marché de la revégétalisation pyrénéenne.



**Nos espèces**

**Collectes 2005 et 2006 pour une mise en production cet automne ou au printemps**

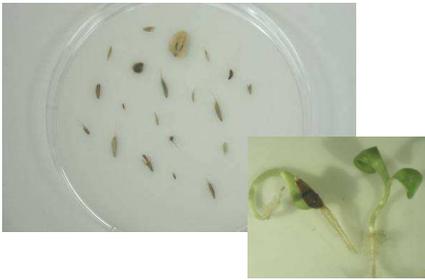
- la fétuque noirâtre (*Festuca nigrescens*)
- la fétuque de Gautier (*Festuca gautieri*)
- le chardon fausse carline (*Carduus carlinoides*)
- l'anthyllide des Pyrénées (*Anthyllis vulneraria subsp. boscii*)
- l'achillée millefeuille (*Achillea millefolium*)
- la canche flexueuse (*Dechampsia flexuosa*)
- l'oseille à écussons (*Rumex scutatus*)
- le gispet (*Festuca eskia*)

**Collectes 2006 et 2007 pour une mise en production à partir de 2007**

- la brize intermédiaire (*Briza media*)
- l'avoine des montagnes (*Helictotrichon sedenense*)
- le pâturin alpin (*Poa alpina*)
- le trèfle des neiges (*Trifolium pratense subsp. nivale*)
- la canche cespiteuse (*Deschampsia cespitosa*)
- la fétuque faux-àira (*Festuca airoides*)

**Autres espèces étudiées en pré-production**

- la koelérie du Valais (*Koeleria valesiana*)
- la koelérie en crête (*Koeleria pyramidata*)
- le brome érigé (*Bromus erectus*)
- la fougère odorante (*Anthoxanthum odoratum*)
- la houlique laineuse (*Holcus lanatus*)
- l'agrostide des rochers (*Agrostis rupestris*)
- la phléole alpine (*Phleum alpinum*)
- la mélisse ciliée (*Melica ciliata*)
- le cynosure à crêtes (*Cynosorus cristatus*)



# Une journée d'échange et d'information sur la revégétalisation pour les domaines skiables

En partenariat avec le bureau d'études Amidev et le domaine skiable de Peyragudes, le Conservatoire botanique pyrénéen a organisé une journée d'échange et d'information sur la revégétalisation pour les domaines skiables pyrénéens.

Le 26 septembre 2006 sur la station de Peyragudes, 28 acteurs de la revégétalisation en montagne se sont retrouvés pour parler d'érosion et de leurs pratiques de revégétalisation. 7 domaines skiables pyrénéens avaient fait le déplacement (parfois de bien loin!) à Peyragudes et ont pu échanger en salle et sur le terrain au sujet des problématiques rencontrées et de phénomènes observés.



Les thématiques qui ont été abordées :

- **Ecologie montagnarde** : adaptation de la végétation
- **Impacts des aménagements** sur le milieu naturel
- Phénomènes d'**érosion** au cours des saisons
- **Revégétalisation** : quels enjeux techniques et écologiques ? De l'intérêt d'avoir des mélanges adaptés à l'altitude et des origines pyrénéennes
- L'intérêt d'une **gestion à l'amont** des opérations de revégétalisation en domaine skiable
- Exemple de **travail d'accompagnement** réalisé à Peyragudes pour la gestion des opérations de revégétalisation (Système d'information géographique utilisé pour gérer les revégétalisations et leur suivi).

**Pour ceux qui n'ont pas pu y assister**  
Le contenu de la journée est disponible sous format pdf sur [www.ecovars2.fr](http://www.ecovars2.fr) ou sur simple demande à l'adresse ci-dessous.  
Certaines de ces thématiques feront l'objet de sessions de formation plus approfondies dès 2007, en regard de vos attentes, en partenariat avec l'Adepro.  
**Contact [cbp.sc@laposte.net](mailto:cbp.sc@laposte.net)**





**DOCUMENT DE PRESENTATION DE LA JOURNEE DU 26 SEPTEMBRE  
2006 ORGANISEE PAR LE CONSERVATOIRE BOTANIQUE PYRENEEN  
JOURNEE D'ECHANGE ET D'INFORMATION SUR LA  
REVEGETALISATION  
PUBLIC VISE : DIRECTEURS DE PISTES DES DOMAINES SKIABLES  
PYRENEENS**



# Journée d'échange et d'information sur la revégétalisation pour les domaines skiables pyrénéens

Domaine skiable de Peyragudes

26 septembre 2006



## Programme - Contenus

### Formateurs

**Sandra Malaval,**

Conservatoire botanique pyrénéen (Bagnères de Bigorre), chargée de mission revégétalisation en montagne pyrénéenne

**Georges Dantin,**

Responsable du bureau d'études AMIDEV (Tarbes), spécialisé dans les études environnement liées aux domaines skiables

### Intervenants

**Noël Lacaze,**

Directeur de la station de Peyragudes

**Serge Fouran,**

Responsable revégétalisation à la SEMAP de Peyragudes

**Virginie Viau,**

Chargée de la mise en place de la norme « environnement » (ISO 14001) à la SEMAP de Peyragudes

**Alexandre Crespon,**

Responsable technique et commercial, produits et matériels de revégétalisation



## Participants à la journée

| Nom                      | Structure   | Fonction/activité  |
|--------------------------|---|--|
| <b>Domaines skiables</b> |   |  |
| Dortet Didier            | RICT Tourmalet (65)                                     | Responsable terrassement   |
| Serge Fouran             | SEMAP Peyragudes (65-31)                                | Responsable revégétalisation SEMAP   |
| Noël Lacaze              | SEMAP Peyragudes (65-31)                                | Directeur  |
| Virginie Viau            | SEMAP Peyragudes (65-31)                                | Responsable environnement  |
| Jean-Claude Neymoz       | SEMAP Peyragudes (65-31)                                | Directeur des Pistes   |
| Christian Bataille       | Puigmal (66)  | Directeur d'exploitation   |
| Francis Bloch            | Luz-Ardiden (65)  | Responsable des pistes   |
| Christian Marqué         | Luz-Ardiden (65)  | Chef d'exploitation  |
| Frédéric Hébrard         | Régie des Angles (66)                                   | Responsable environnement  |
| Michel Coustalat         | Domaine skiable de Saint-Lary (65)                      | Directeur sécurité des pistes  |
| Jean-Marc Jérez          | Domaine Porte des Neiges (66)                           | Chef d'exploitation  |
| Jean Martineau           | Domaine Porte des Neiges (66)                           | Chef des pistes  |
| Louis Rocafor            | Domaine du Pas de la Case (Andorre)                     | Chef de secteur  |
| Philippe Dupla           | Espace-Cauterets (65)                                   | Responsable secteur du Lys   |
| Fred Faget               | Gourette (64)   | Responsable service des pistes   |
|                          |   |  |
| <b>Autres structures</b> |   |  |
| Philippe Michou          | DEATM – ODIT France                                     | Chargé de mission  |
| Stéphanie Flipo          | DIREN Midi-Pyrénées                                     | Chargé de mission flore et habitats  |
| Sandra Malaval           | Conservatoire botanique pyrénéen/ CBN de Midi-Pyrénées  | Chargée de mission revégétalisation  |
| Georges Dantin           | Bureau d'études AMIDEV                                  | Responsable  |
| Alexandre Crespon        | CPB développement                                       | Responsable technique et commercial  |
| Gérard Largier           | Conservatoire botanique pyrénéen/ CBN de Midi-Pyrénées  | Directeur  |
| Anne Gaultier            | Conservatoire botanique pyrénéen/ CBN de Midi-Pyrénées  | Secrétaire/documentaliste  |
| Nicolas Body             | Service d'Utilité agricole inter-chambres d'agriculture | Chargé filière agricole de multiplication de semences pyrénéennes pour la revégétalisation |
| Vincent Parmain          | ONF 66  | Chargé d'études  |
| Laurent Hazard           | INRA de Toulouse (équipe ARCHE)                         | Chercheur en génétique adaptative  |
| Héloïse Gonzalo-Turpin   | INRA de Toulouse (équipe AGIR)                          | Doctorante   |

# Programme de la journée

## 9h15 - 9h30

**Accueil** dans les bureaux de la SEMAP, résidence des Balcons de Peyresourde (côté Hautes-Pyrénées)

## 9h30-10h00

- **Introduction** à la journée par Noël Lacaze, Directeur de la station de Peyragudes, Gérard Largier, Directeur du Conservatoire botanique et Georges Dantin d'AMIDEV
- **Présentation** du déroulement de la journée par les formateurs et tour de table de présentation pour les intervenants et l'ensemble des participants

## 10h00-13h00

**Développement** de thématiques proposées sous forme de base illustrée pour la discussion

- Introduction à l'écologie montagnarde
- Impacts des aménagements sur le milieu naturel
- Phénomènes d'érosion au cours des saisons
- Revégétalisation : quels enjeux techniques et écologiques ? l'intérêt d'avoir des mélanges adaptés à l'altitude et des origines pyrénéennes
- L'intérêt d'une gestion à l'amont des opérations de revégétalisation en domaine skiable
- Exemple de travail d'accompagnement réalisé à Peyragudes pour la gestion des opérations de revégétalisation

## 13h15-14h30

**Repas** au restaurant « La Bodega » à Peyresourde (situé sur la terrasse à proximité des bureaux de la SEMAP)

## 14h30

**Départ en véhicule** pour le versant des Agudes (versant Haute-Garonne)  
(Ou diaporama en salle si le temps ne permet pas de sortie de terrain)

## 15h00-17h30

- **Montée** en secteur de crête par le télésiège débrayable des Agudes
- **Tournée de terrain** et observation et discussion autour de cas concrets sur les thématiques abordées en matinée
- **Descente** par le télésiège des Agudes et retour vers les véhicules

**Fin de la journée**

## Thématiques abordées durant la journée

Les thématiques abordées durant la journée du 26 septembre 2006 sont présentées ici de manière succincte, afin de conserver une trace écrite des présentations et discussions.

Certaines de ces thématiques feront l'objet de sessions de formation plus approfondies dès 2007, qui seront réalisées en partenariat avec l'ADEPFO.

Cette journée du 26 septembre sera notamment l'occasion pour les organisateurs de recueillir vos attentes en matière de connaissances théoriques et pratiques relatives à la revégétalisation que vous souhaitez voir aborder en formation.

N'hésitez donc pas à nous faire part de vos souhaits et de vos remarques.

## Introduction à l'écologie montagnarde

La montagne est composée de sites extrêmes : notamment au regard de leur difficulté à être restaurés

Conditions extrêmes et limitantes pour la vie végétale :

- **Climat** (vent, précipitations, neige...) contrasté et aux conditions extrêmes
- Ressource en **eau** limitée
- **Températures** basses : effet sur la croissance et la période de végétation des plantes, ainsi que sur l'activité biologique du sol
- **Amplitudes** thermiques élevées entre les saisons et dans une même journée (jusqu'à 30°)
- Propriétés physiques et chimiques du **sol** (peu épais limitant l'espace pour les racines)
- Ressource en graines, champignons et bactéries
- Fortes **radiations** variant selon pente et exposition



La végétation d'altitude a développé des adaptations particulières à la vie en montagne. Ainsi, par exemple, certaines plantes auront plus tendance à produire des rejets à partir du même pied ou à se scinder plutôt qu'à produire des graines, du fait de la très courte période favorable pour cela (« période de végétation »).

## Impact des aménagements sur le milieu naturel : comprendre pour mieux restaurer

**Neige de culture** : effet sur la végétation et sur les écoulements hydriques. Son effet peut être un raccourcissement de la période de végétation de quelques jours à 4 semaines.



### Terrassements et remaniements

-> effet sur le sol

Modification et déstructuration du substrat (propriétés physiques et chimiques)

NB : Les modalités et la durée de stockage de la terre végétale vont définir la capacité du sol à recevoir la végétation (reprendre son activité biologique et physico-chimique, accueillir des végétaux, assurer la cohésion du substrat ...)

-> effet sur la végétation

Destruction du couvert par terrassement, passage d'engins, dépôts de matériaux de remblais, stockage de matériel de chantier...

-> effet sur les phénomènes d'érosion

Amplification des éléments à l'origine de l'érosion : écoulements hydriques, sol nu, sol peu structuré, sol tassé...

-> impact paysager

Plus ou moins marqué selon la nature des terrassements, les conditions pédo-climatiques du site et les opérations de revégétalisation effectuées.



## Phénomènes d'érosion au cours des saisons

Contrainte majeure en domaine skiable après aménagement, l'érosion intervient en chaque saison parfois sous des formes différentes et est fortement liée à la circulation des eaux et à la présence ou l'absence de végétaux couvrant le sol.



### En hiver

Phénomènes glaciaires et périglaciaires  
Les pipkrakes  
Adaptation des plantes d'altitude contrairement aux mélanges commerciaux  
Passage d'engins sur sols nus qui amplifient l'érosion  
(Les zones nues favorisent le déneigement précoce)

### En saison intermédiaire

Fonte des neiges et orages de fin d'été : autant de sources de ruissellement intenses et parfois violentes

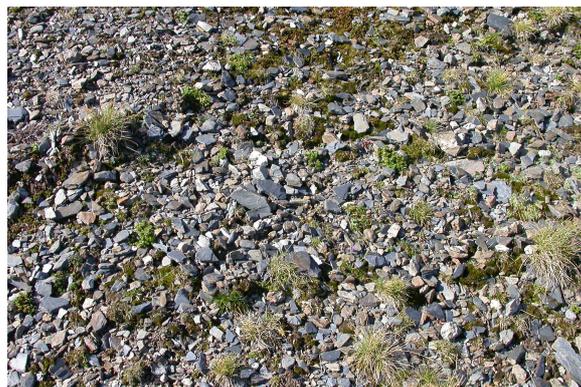
### En été

Sècheresse et pluies intenses, orages : amplitudes thermiques et ruissellement de surface (phénomènes amplifiés en Pyrénées orientales avec l'influence méditerranéenne)

### Phénomènes discutés

Le « pavage » des sols schisteux

L'érosion régressive des talus dont la partie haute est en forme de casquette



## Revégétalisation : quels enjeux techniques et écologiques

**Enjeux techniques** : Lutter contre l'érosion, assurer un couvert végétal pour une meilleure utilisation de la neige, intégrer l'aménagement dans le paysage estival

### Produits de revégétalisation proposés sur le marché (informations données à titre indicatif)

| Mulchs de protection        |                            |  |                      |   |
|-----------------------------|----------------------------|--|----------------------|---|
| Entreprise                  | Nom du produit             | Propriétés   | Dosage d'utilisation | Composition   |
| EUROTEC                     | Hydromulch "fibre de bois" | Fibre végétale naturelle de couleur verte ou naturelle meilleure visualisation de l'application  | 400 à 1000 kg/ha     | Matière organique 99,3%<br>100% fibre de bois   |
|                             | Hydro-Mulch "tradition"    | Fibre végétale naturelle à base de paille ou paille/coton<br>Excellente couverture de semis pour hydroseeding  | 600 à 1500kg/ha      | Matière organique 98%   |
|                             | Soil guard                 | Mulch avec additifs permettant l'obtention d'une membrane fibrillaire Substitution aux Eurotextiles Jute   | >3400kg/ha           | Matière organique 99,3%<br>100% fibre de bois   |
| Hydrogreen                  | Pâte de sapin              | Mulch non traité (VAFOS)   |                      |   |
| CPB                         | Terra blend ultragro       | Fibre de bois et fibre de papier   | penne 4/1 2243 kg/ha | Matière organique 98,4%   |
|                             | Terra blend tacking ag     | Fibre de bois et fibre de papier   | penne 3/1 2243 kg/ha | Matière organique 99%   |
|                             | Cellulose +Tack            | Fibre de cellulose avec adhésif polymérique  | penne 3/1 2243 kg/ha | Matière organique 90%<br>fibre de bois, fibres<br>imbriquées, fixateur, gel<br>copolymère, fixateur<br>hydrocolloïde réticulant |
|                             | Flex terra                 | Combinaison d'additifs et de fibres synthétiques et organiques constituant un maillage dense favorisant la rétention d'eau. Applicable à distance. Remplace les toiles |                      | 98% de matière organique-<br>biodégradable  |
| SATAR                       | Ecomulch                   | fibres longues de bois d'essences sélectionnées  | 500 à 1500 kg/ha     |   |
| Alpes Azur<br>Environnement | Soil guard                 | Mulch avec additifs permettant l'obtention d'une membrane fibrillaire Substitution aux Eurotextiles Jute   | >3400kg/ha           | Matière organique 99,3%<br>100% fibre de bois   |
|                             | Pâte VAFOS                 | Pâte non blanchie composée uniquement de fibre de bois   |                      |   |

| Colloïdes de fixation       |                    |   |   |   |
|-----------------------------|--------------------|---|---|---|
| Entreprise                  | Nom du produit     | Origine   | biodégradable   | Dosage d'utilisation                                      |
| EUROTEC                     | Vegestab           | Polymère 100% naturel soluble dans l'eau composé d'extrait d'espèces de plantes sélectionnées de la famille des légumineuses pour substrat facile | Oui   | 15 à 40kg /ha   |
|                             | Vegecol            | Concentré d'algues brunes et rouges pour une meilleure visualisation de l'application pour substrat moyennement facile à difficile                |   | 10 à 30 kg/ha   |
|                             | Soil fix           | Fixateur synthétique concentré en poudre à base de polyacrylamide composé de polymères hydrosolubles  | Oui   | 7à 15kg/ha  |
|                             | Soil Stab          | Fixateur synthétique liquide  |   | 500 à 1500l / ha  |
|                             | Biocol             | Fixateur à base d'extrait d'algues et d'une matière inerte, diluant   |   | 200 à 400 Kg/ha   |
| Hydrogreen                  | Fix green          | Composée de produits dérivés d'algues remplace la cellulose   |   | 10 à 20 kg/ha   |
| CPB                         | Geltack            |   |   | 10 à 20 kg/ha 40 pour sol à forte pente                   |
|                             | Terravest          | Origine végétale 80% de polysaccharides épaississant  | se décompose par oxydation en eau et en CO2 en 6 mois |   |
| SATAR                       | Ecofix             | Fixateur anti -érosif composé de polysaccharides d'origine de plantes marines   | oui   | 600 à 800 kg/ha pente 1/1<br>200 à 600 kg/ha pente de 3/1 |
|                             | Ecostab complex 30 | Stabilisateur de sol organique à base de copolymères anioniques hydrosolubles   |   |   |
|                             | Ecoho              | Hydroreteneur   |   | 10 à 50 gr/m3   |
|                             | Ecoalg             | Algues brunes marines dont est extrait l'acide alginique transformé en alginat de sodium. Composé de polysaccharides                              |   | 10 à 20 kg/ha   |
| Alpes Azur<br>Environnement | Soil fix           | Fixateur synthétique concentré en poudre à base de polyacrylamide composé de polymères hydrosolubles  | Oui   | 7à 15kg/ha  |
|                             | EI 1000            | Fixateur colloïdal algal  |   | 15 à 20 kg/ha   |
|                             | Stabilag 1000      | Colloïde organique  |   | 10 kg/ha  |

**Journée d'échange et d'information sur la revégétalisation pour les domaines skiables pyrénéens**  
26 septembre 2006 à Peyragudes

| <b>Fertilisants</b> |                        |                                     |                  |   |                      |
|---------------------|------------------------|-------------------------------------|------------------|---|----------------------|
| Entreprise          | Nom du produit         | Organique/Minéral/Organominéral     | 3 chiffres (NPK) | Composition   | Dosage d'utilisation |
| EUROTEC             | <b>Vert Expert</b>     | Organo -Minéral                     | 6-5-5            | 100% végétales (algues marines et tourteaux protéiques , compléments minéraux)  | 0,5 à 2 t/ha         |
|                     | <b>Vert expert bio</b> | Organo -Minéral                     | 6-4-4+ 0,5 Fer   | Utilisable en agriculture biologique (algues marines, touteaux, végétaux , soja, compléments minéraux)  | 0,5 à 2 t/ha         |
|                     | <b>Vegeplaine</b>      | Organique concentré                 |                  | A base d'algues marines   | 0,5 à 2 t/ha         |
|                     | <b>Biocol</b>          | Organo (65%) minéral (25%)          |                  | Fixateur et fertilisant à base d'extrait d'algues et d'une matière inerte , diluant   | 200 à 40 kg/ha       |
|                     | <b>Vegemax</b>         | Organique                           |                  | Amendement organique liquide contenant des acides humiques et fulmiques spécial hydroseeder   | 30à 60l/ha           |
| Hydrogreen          | <b>Guanorg</b>         | Organique                           | 2-2-2            | Conforme à l'agriculture biologique élaboré à partir de matière principalement végétales (tourteaux, fumier de cheval, guano d'oiseaux)         |                      |
| CPB                 | <b>Orgabio 8/2/2</b>   | organo (76%) minéral (24%)          | 8-2-2            |   |                      |
| SATAR               | <b>ECOHUM</b>          | Organique (80%) minéral (20%)       | 3-2-2            | Amendement organique biologique d'origine végétale, riche en acides humiques. A base de lignie solubilisée                                      | 200 à 1500 kg/ha     |
|                     | <b>ECOFERG 5-5-5</b>   | Pulvérulent organominéral (64%-26%) | 5-5-5            | Fabriquée à partir d'une base organique 100% végétale. A base de tourteaux de végétaux, de farine de plumes hydrolysées et de phosphate naturel | 400 à 800 Kg/ha      |
|                     | <b>NPK 15-15-15</b>    |                                     | 15-15-15         |   |                      |

| <b>Filet et toile de jute et coco</b> |  |  |  |
|---------------------------------------|--|--|--|
| Jute                                  | Nom du produit                           | Maillage                                 | Composition  |
| EUROTEC                               | <b>Euro textiles-jute</b>                | 496 g/m2,<br>732g/m2,<br>1000g/m2        | 100% fibres végétales utilisation terrestre            |
| AGRIJUTE                              | <b>Paillis biodégradable support bio</b> | 1000g/m2                                 | 100% fibres végétales support bio                      |
|                                       |  | 1400g/m2                                 |  |
|                                       | <b>Paillis biodégradable Support NT</b>  | 1000g/m2                                 | 98% fibres végétales 2% support NT                     |
|                                       |  | 1400g/m2                                 |  |
|                                       | <b>Paillage végétal sijute SNT</b>       | 1000g/m2                                 | feutre de paillage biodégradable 30% Sisal<br>70% jute |
|                                       | <b>Paillage végétal Chanjute SNT</b>     | 1000g/m2<br>1400g/m2                     | Fibres végétales 30% chanvre 70% jute                  |
| <b>Filets SIFOR</b>                   | 500g/m2<br>732g/m2<br>1000g/m2           | Tissus à grande mailles biodégradables   |  |
| Alpes Azur Environnement              | <b>Jute</b>                              | 500g/m2<br>730g/m2<br>1000g/m2           | 100% fibres végétales utilisation terrestre            |
| <b>Coco</b>                           |  |  |  |
|                                       | Nom du produit                           | Maillage                                 | Composition  |
| EUROTEC                               | <b>Euro textiles-coco</b>                | 400g/m2<br>700g/m2<br>740g/m2<br>900g/m2 | 100% fibres végétales utilisation milieu aquatiques    |
| Agrijute                              | <b>Géotextiles SIFOR en coco</b>         | 400g/m2<br>740g/m2<br>900g/m2            |  |
| Alpes Azur Environnement              | <b>Coco</b>                              | 400g/m2<br>700g/m2<br>740g/m2<br>900g/m2 | 100% fibres végétales utilisation milieu aquatiques    |

**Mélanges proposés (éléments donnés à titre indicatif)**

| Mélanges de semences                      |   |
|---|---|
| <b>CPB</b>                                |   |
| Mélange CPB Pyrénées Sud                  | 20% Fétuque Rouge TRA ECHO (Festuca rubra rubra)  |
|   | 10% Fétuque élevée FAWN (Festuca Arundinacea)     |
|   | Fétuque rouge GAZ IVALO ( Festuca rubra comutata) |
|   | 15% Fléole des Prés (Phleum pratense)             |
|   | 5% Lotier (Lotus)                                 |
|   | 1% Achillée Millefeuille (Achillea millefolium)   |
|   | 4% Trèfle Blanc Nain ( Trifolium repens)          |
|   | 15% Ray Gras Anglais (Lolium perenne)             |
| 15% Dactyle (Dactylis glomera)            |   |
| Mélange CPB Haute Altitude 2002           | 5,5% Agrostis Highland                            |
|   | 1% Leucanthenum Vulgare                           |
|   | 3% Brome Dressé                                   |
|   | 1% Anthyllis Vulnéraire                           |
|   | 1% Achillée Millefeuille                          |
|   | 16% Fléole des Prés                               |
|   | 20% Fétuque Rouge Gazinnante MEDINA/IVALO         |
|   | 16% Fétuque Rouge traçante SUNSET                 |
|   | 12% Fétuque Ovine Durette BORNITO                 |
|   | 9,5% Ray Gras Anglais JUVENTUS (Gazonnant)        |
|   | 8% Trèfle Blanc Nain                              |
|   | 4% Lotier Corniculé                               |
|   | Mélange toute altitude                            |
| 15% Fétuque Rouge Gazonnante BINGO        |   |
| 15% Fétuque Rouge Traçante SUNSET         |   |
| 10% Fétuque Ovine Durette BORNITO         |   |
| 10% Ray Gras Anglais JUVENTUS (Gazonnant) |   |
| 10% Trèfle Blanc Nain                     |   |
| 8% Lotier Corniculé                       |   |
| 1% Achillée Millefeuille                  |   |
| 5% Anthyllis Vulnéraire                   |   |
| 16% Agrostis Highland                     |   |

| Plan Semences             |  |
|---------------------------|--|
| Zone de Montagne          | 28% Fléole climax                      |
|                           | 10% Ray Gras Anglais SCORE             |
|                           | 15% Ray Gras Anglais PHOENIX           |
|                           | 10% Fétuque Rouge Gazonnante OLIVIA    |
|                           | 5% Fétuque Ovine Durette SPARTAN       |
|                           | 15% Fétuque élevée FAWN                |
|                           | 10% Trèfle Hybride AURORA              |
|                           | 2% Lotier LEO                          |
| Pyrénées I : Sud          | 5% Trèfle Blanc Nain                   |
|                           | 25% Fétuque Rouge Traçante RUBINA/ECHO |
|                           | 20% Fétuque élevée FAWN                |
|                           | 15% Dactyle AMBA                       |
|                           | 15% Ray Gras Anglais BIANCA/BRENDA     |
|                           | 15% Fléole CLIMAX                      |
| Pyrénées II : Nord        | 5% Trèfle Blanc Nain HUJA              |
|                           | 5% Lotier UPSTART/LEO                  |
|                           | 40% Fléole CLIMAX                      |
|                           | 25% Fétuque Rouge Traçante RUBINA/ECHO |
|                           | 20% Ray Gras Anglais BIANCA/BRENDA     |
|                           | 10% Fétuque élevée FAWN                |
| 5% Trèfle Blanc Nain HUJA |  |

**Constat :** pas de mélanges pyrénéens sur le marché, pas de plantes d'altitude en général  
La réponse actuelle en terme de mélange et d'adjuvants : plantes de plaine sélectionnées pour un usage « gazon » semées à très haute densité, accompagnées par une fertilisation très importante pour créer un gazon temporaire qui ne sera pas durable.



### **Incidences techniques et paysagères à plus de 2000 m**

Couverture végétale mal raccordée au paysage (coup de vert !)  
Développement limité des plantes semées, aux besoins nutritifs très importants, en conditions limitantes

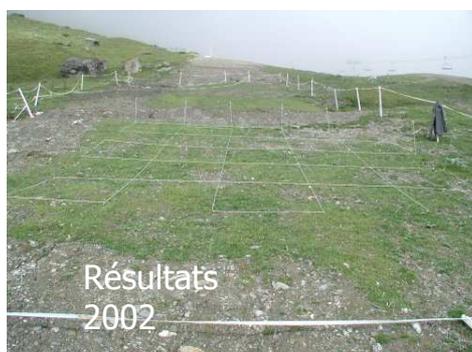
### **Incidences écologiques**

Plantes originaires de tous les continents dans les mélanges  
Incidences négatives au niveau écologique à tous les étages (flore, habitats, écosystème, équilibre et vie du sol...)  
Hybridation, compétition, risques génétiques pour la flore locale

### **Le travail du Conservatoire botanique sur l'utilisation des plantes pyrénéennes**

Essais de semis de mélanges pyrénéens à Gourette, Tourmalet, Peyragudes, Mijanès

### **Expérimentations au Tourmalet d'utilisation de plantes locales sur la piste de l'Espade**



### **Valorisation d'autres techniques d'utilisation de plantes locales**

Transplantation de touffes  
Utilisation du produit de fauche de prairies  
Découpage de touffes et repiquage en talus  
Techniques mixtes employant plusieurs procédés (repiquage + semis, transplantation + fixation + semis...)

### **Les projets en cours pour mieux répondre aux contraintes des sites pyrénéens**

Une filière de production de semences locales avec le programme Ecovars-2 (Partenariat du Conservatoire botanique pyrénéen avec l'INRA de Toulouse et le SUAIA Pyrénées)  
Des contrats sont passés avec des agriculteurs pyrénéens pour multiplier des semences locales de plantes pour les mélanges d'altitude.  
Premières semences produites en 2008 !

## L'intérêt d'une gestion à l'amont des chantiers pour la revégétalisation

Quelques exemples de mentions à ajouter au **cahier des charges** de l'aménagement, partie terrassement pour favoriser la réussite de la revégétalisation :

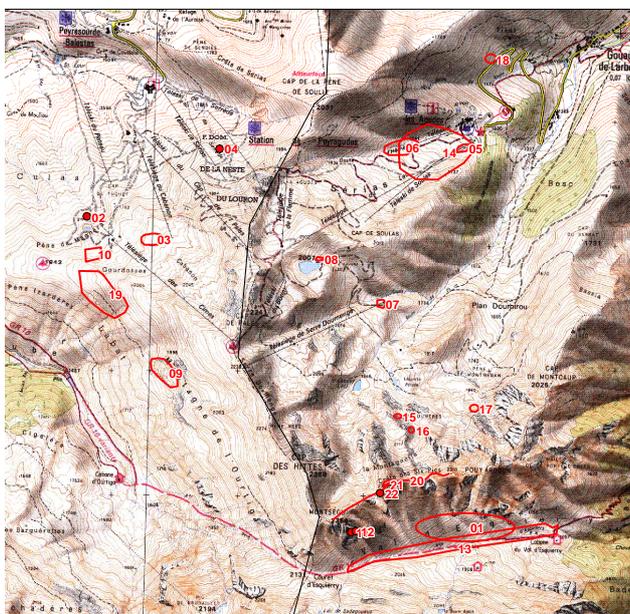
- Gestion du chantier et des circulations d'engins et de matériaux de remblais (plan des pistes)
- Gestion des systèmes d'écoulement d'eau pendant et après le chantier (en pensant aussi aux milieux naturels, notamment zones humides à préserver si habitat sensible)
- Gestion de la terre végétale de manière différenciée selon sa qualité et sa provenance (surtout par rapport à sa profondeur d'origine)
- Préparation du terrain avant l'opération de revégétalisation : un terrain adéquat n'est pas forcément un terrain bien lisse et bien tassé, les graines ayant besoin de recoins et petits reliefs pour être retenues, s'abriter et croître dans un environnement plus favorable. Il peut donc être conseillé de passer un engin à chenilles sur le site dans le sens de la pente pour créer des « rigoles » perpendiculaires à la pente.

**Revégétalisation et procédures UTN** : quels enjeux et quels outils pour des résultats plus ciblés ?

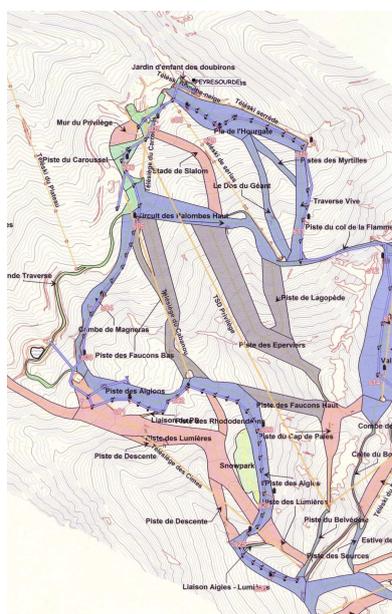


## L'exemple d'une gestion des revégétalisations avec SIG réalisée à Peyragudes

**Gestion intégrée** des opérations de revégétalisation à l'échelle du domaine skiable pour mieux prévoir les campagnes de revégétalisation et leur budgétisation : l'exemple de Peyragudes.



Scan 25 IGN ; copyright © IGN - 1999



### Étapes du travail :

1. Etat des lieux de la sensibilité environnementale, état des lieux des pistes et définition des objectifs de revégétalisation à atteindre
  - a. Zones naturelles règlementées
  - b. Présence d'espèces protégées ou sensibles
  - c. Présence de milieux patrimoniaux
  - d. Zonages règlementaires
  - e. Cartographie des habitats naturels
  - f. Niveau de couverture végétale des pistes ou portions de pistes
2. Mise en correspondance des projets d'aménagement et des sensibilités  
Définition des opérations de revégétalisation à réaliser au cours des années
3. Critères de décision des modalités de l'opération de revégétalisation  
Type de mélange ou de technique à utiliser, densité, adjuvants, période d'application ...

## **3. PARTIE AGRICOLE**

### **3.1 Bilan de l'année 2006**

#### **3.1.1 Etude prospective de la filière agricole : une visite en Autriche**

Nous avons cherché dès le début 2006 à analyser de manière précise d'autres filières similaires au projet pyrénéen. Dans ce cadre, nous avons été invités par Bernhard Krautzer, chercheur autrichien (Federal Institute for Agriculture in Alpine Regions) pour une visite en Autriche en juin 2006 afin de rencontrer tous les acteurs d'une filière de multiplication de semences sauvages pour les revégétalisations d'altitude. Nous avons pu prendre en compte l'ensemble des éléments transposables au contexte pyrénéen à partir de cet exemple d'une expérience réussie de ce type de filière. Nous avons opéré ensuite un certain nombre de choix pragmatiques vis-à-vis des espèces multipliées ou du type d'agriculteurs à mobiliser. Ces choix sont retranscrits dans les paragraphes ci-après du volet agricole. Lors de ce voyage nous avons également rencontré plusieurs équipes de scientifiques et techniciens italiens venus voir la filière autrichienne et échanger avec eux sur nos filières naissantes respectives. D'autres échanges pour le futur sont donc également prévus, afin d'organiser des transferts d'expériences entre nos trois pays.

#### **3.1.2 Réalisation des prospections nécessaires à la collecte des lots de semences mères : de nouvelles espèces et de nouveaux sites**

Dans le cadre de la mise en place de nouvelles parcelles de production en 2006, nous avons collecté de nouveaux lots de semences mères en milieu naturel.

En effet :

- 1) les parcelles d'observation mises en place en 2005 ne donneront des graines qu'en 2007 ;
- 2) de nouvelles espèces sont à prospecter.

Nos prospections sur les principales espèces nous permettent de repérer des populations naturelles suffisamment productives pour permettre des collectes importantes. Nous avons ensuite suivi les sites prospectés pour effectuer la collecte à bonne maturité. L'objectif des prospections est de trouver pour chaque espèce et pour chaque zone de récolte-utilisation (définie sur la base de l'étude des marqueurs neutres), plusieurs sites (idéalement 3) d'altitudes différentes pour maximiser la variabilité génétique adaptative au sein du lot de semences mères collecté.

Nous avons réalisé ces prospections sur les sites déjà connus et utilisés les années précédentes (entre autres : Saint-Lary, Tourmalet, Puymorens, Peyragudes), mais aussi sur d'autres sites pour des espèces nouvelles (entre autres : Aragnouet, Col d'Aubisque, Ax-Bonascres, Mijanès, Payolle).

Grâce à ces prospections, nous avons pu améliorer le cahier des charges de la mission de collecte confiée à l'ONF 65 en réduisant les sites et les espèces concernées, mais en augmentant des quantités souhaitées.

Nous avons réalisé ces prospections au printemps et en début d'été 2006 :

- le CBP et le SUAIA P. pour la zone centrale et une partie de la zone orientale (de Gourette-64 à Mijanès-09),
- l'ONF 66 pour la zone orientale (de Puymorens-66 au Canigou-66).

L'organisation des collaborations avec l'ONF 66 a été préparée en avril 2006, lors d'une réunion avec le CBP, l'ONF et le SUAIA P.

### 3.1.3 Co-encadrement avec le CBP des récoltes de semences mères

Avec la participation du CBP, du SUAIA Pyrénées, de l'ONF 65 et de l'ONF 66, nous avons réalisé les collectes de semences mères du 26 juin 2006 au 22 septembre 2006.

Les principales espèces de l'année précédente ont été collectées. Certaines ont été abandonnées pour cette année (*Trifolium alpinum*, ...) au profit d'espèces plus faciles à mettre en production (*Anthyllis vulneraria*, ...), grâce à l'expérience sur certaines d'entre elles de la filière autrichienne de production d'espèces subalpines et alpines que nous avons étudiée.

Pour la zone centrale, nous avons collecté 22 espèces, sur 20 sites au total.

Les récoltes de l'ONF 66 pour la zone orientale concernent 6 espèces, pour 4 sites différents.

La société Zygène, partenaire du projet, a effectué par la suite le tri de ces lots. Les résultats du tri se trouvent ci-dessous.

| Zone de collecte | Espèce triée                    | Poids de graines (g) |
|------------------|---------------------------------|----------------------|
| 65               | <i>Anthoxantum odoratum</i>     | 20                   |
| 65               | <i>Anthyllis vulneraria</i>     | 2 360                |
| 65               | <i>Arrhenaterum elatius</i>     | 585                  |
| 65               | <i>Briza media</i>              | 620                  |
| 09               | <i>Bromus erectus</i>           | 140                  |
| 65               | <i>Carduus carlinoides</i>      | 3 500                |
| 65               | <i>Cynosorus cristatus</i>      | 150                  |
| 66               | <i>Deschampsia cespitosa</i>    | 3 760                |
| 09               | <i>Deschampsia flexuosa</i>     | 1 085                |
| 66               | <i>Deschampsia flexuosa</i>     | 980                  |
| 66               | <i>Festuca airoides</i>         | 400                  |
| 65               | <i>Festuca eskia</i>            | 2 680                |
| 66               | <i>Festuca eskia</i>            | 33 950               |
| 65               | <i>Festuca gautieri</i>         | 17 550               |
| 66               | <i>Festuca gautieri</i>         | Non trié             |
| 65               | <i>Festuca nigrescens</i>       | 890                  |
| 09               | <i>Festuca nigrescens</i>       | 540                  |
| 66               | <i>Festuca nigrescens</i>       | 565                  |
| 65               | <i>Helictotrichon sedenense</i> | 1 105                |
| 09               | <i>Helictotrichon sedenense</i> | 35                   |
| 65               | <i>Holcus lanatus</i>           | 490                  |
| 65               | <i>Koeleria valesiaca</i>       | 20                   |
| 65               | <i>Koeleria pyramidata</i>      | 15                   |
| 65               | <i>Phleum alpinum</i>           | 25                   |
| 65               | <i>Rumex scutatus</i>           | 1 475                |
| <b>TOTAL</b>     | <b>25 LOTS</b>                  | <b>72 940</b>        |

Les récoltes se sont avérées difficiles à planifier en raison des conditions météorologiques : toute la végétation avait en moyenne 15 jours d'avance sur les dates de collecte des années précédentes. En Pyrénées orientales, cette avance a été interrompue par une sécheresse prononcée qui a provoqué un retard final de la maturité. Certaines espèces ont été très peu productives par rapport aux quantités attendues.

Néanmoins, des moyens supérieurs à ceux de l'année précédente ont été mis en œuvre pour ces collectes. L'expérience apportée par les collectes des années précédentes nous a été profitable.

Rien que pour la zone centrale, nous avons collecté environ 150 kg d'inflorescences pour l'ensemble des espèces qui ont été envoyées au tri. Les résultats du tri des 25 lots nous ont fourni une quantité totale de 73 kg de graines pures, avec de grandes différences selon les espèces.

Nous avons réalisé la majorité des récoltes de manière manuelle, à la faucille ou aux ciseaux. Pour une espèce, nous avons pu utiliser l'aspirateur à graines.

### 3.1.4 Suivi des parcelles de production, appui aux agriculteurs

Nous avons poursuivi le suivi des parcelles mises en place lors de la précédente phase du projet tout au long de l'année.

4 parcelles sont concernées (parcelles d'observation : La Cabanasse-66, Pla Loudic-65 ; parcelles de pré-production : La Llagonne-66, Estaing-65) pour une surface totale d'environ 1 ha, avec une dizaine d'espèces.

#### *Parcelle d'observation de La Cabanasse (66)*

Sur la parcelle de La Cabanasse (66) nous avons suivi la sortie d'hiver des 2 principales Fétuques (*Festuca eskia* et *Festuca gautieri*). La lutte contre la concurrence s'est effectuée de manière mécanique et chimique. *Festuca gautieri* semble mieux se comporter que *Festuca eskia*, qui semble manquer d'un élément favorisant sa croissance (élément du sol ? symbiote ?). Nous avons donc initié des analyses complémentaires sur cette espèce pour évaluer les bonnes conditions de sa mise en culture.

Les lignes testées de *Festuca airoides* et *Deschampsia flexuosa* semblent très intéressantes d'un point de vu agronomique : leur croissance initiale est importante et elles couvrent rapidement la ligne, prenant le dessus sur les plantes concurrentes. Nous allons donc développer les mises en culture sur ces espèces dans le cadre du projet.

La ligne semée en *Lotus alpinus* n'a rien donné (aucune levée de semis apparente).

Conformément à ce qui était prévu, aucune des espèces mises en place sur cette parcelle n'a donné de graines la première année.

Certaines graines collectées en 2006 en faible quantité ont fait l'objet d'un semis expérimental sur la parcelle de La Cabanasse. Elles complètent ainsi les planches déjà mises en place pour former une collection d'observation d'altitude. Le travail de préparation du sol a été effectué par l'ONF-66. Le semis a été effectué par le SUAIA P. avec l'appui de Zygène, le 31 octobre 2006.

Les espèces concernées sont :

| Semis d'observation – La Cabanasse (66) – octobre 2006 |                      |          |
|--|----------------------|----------|
| Espèce   | Nom français         | semis    |
| <i>Helictotrichon sedenense</i>                        | Avoine des montagnes | 4 lignes |
| <i>Arrhenaterum elatius</i>                            | Avoine élevée        | 4 lignes |
| <i>Bromus erectus</i>                                  | Brome élevé          | 3 lignes |
| <i>Cynosorus cristatus</i>                             | Crételle             | 4 lignes |
| <i>Deschampsia cespitosa</i>                           | Canche cespiteuse    | 4 lignes |
| <i>Holcus lanatus</i>                                  | Houlque laineuse     | 4 lignes |

### *Parcelle d'observation du Pla Loudic (65)*

Sur la parcelle du Pla Loudic (65) nous avons pu observer la sortie d'hiver de plusieurs espèces en semis. Cette parcelle est difficile à suivre du fait de son emplacement en altitude et sans personnel pour son suivi régulier. Par ailleurs, la parcelle est soumise à une très forte pression en plantes concurrentes.

Nous avons effectué un désherbage de manière non régulière, avec un traitement chimique et 2 passages mécaniques.

*Festuca eskia* semble mieux se comporter sur cette parcelle que sur celle de La Cabanasse. Toute une partie de la parcelle est envahie par la végétation adventice mais nous avons biné une ligne manuellement pour continuer à observer cette espèce.

*Carduus carlinoides* a eu une croissance initiale importante et a bien résisté à la concurrence. Nous avons biné manuellement ses lignes d'implantation pour continuer son observation.

En revanche, *Trifolium alpinum* n'a pas donné de résultats et *Rumex scutatus* malgré une sortie de terre précoce, s'est fait déborder par les adventices.

Conformément à ce qui était prévu, aucune des espèces mises en place sur cette parcelle n'a donné de graine la première année. Les difficultés d'accès et de main-d'œuvre à proximité ne nous ont pas permis de mettre en place de nouveaux essais en octobre 2006. Début 2007, un bilan sera effectué pour décider du devenir de cette parcelle.

### *Parcelle de pré-production à La Llagonne (66)*

Les parcelles mises en place chez M. Dumas à La Llagonne (66) nous ont causé beaucoup de soucis. La sécheresse du printemps a été fatale à la majorité des plants avant et après leur repiquage en champs. La parcelle semée en *Festuca eskia* a été soumise à une forte pression de chiendent qui n'a pas facilité la croissance initiale. Après une phase de suivi, il a été décidé de ne pas maintenir cette parcelle qui n'apporterait pas de résultats satisfaisant avec les moyens disponibles.

Le partenariat avec cet agriculteur portera donc pour l'avenir sur de la fauche de prairie d'altitude, ce qui sera plus en adéquation avec les caractéristiques de son système d'exploitation et les attentes de suivi fortes que nous exigeons sur les parcelles de pré-production.

### *Parcelles de pré-production à Estaing (65)*

Les parcelles repiquées en plantes pyrénéennes par M. Lherme à Estaing (65) ont donné de bons résultats. Les plants élevés en pépinières au lycée horticole Adriana de Tarbes (65) et au Conservatoire botanique ont été repiqués au cours du printemps 2006. Le Conservatoire botanique a assuré l'élevage dans ses serres de plants de *Carduus carlinoides* et de *Rumex scutatus*, dans le courant du premier semestre 2006, afin de compléter les lots du lycée Adriana pour les espèces délicates à élever.

*Carduus carlinoides* se porte très bien sur l'ensemble de la parcelle, qui est exempte de plantes concurrentes grâce à la forte croissance du chardon et au bon désherbage manuel et mécanique de l'agriculteur. Les plants n'ont pas donné de fleurs cette année et ont été légèrement infestés par des larves de papillons.

*Rumex scutatus* a eu lui aussi une bonne croissance après repiquage. Environ 80% des plants ont fleuri et 50% ont donné des graines. Il est fort possible que ces graines ne soient pas d'excellente qualité et que cette mise à fleur précoce soit liée au stress provoqué par le repiquage. Une partie importante des graines a été laissée sur la parcelle afin de renforcer la population.

*Lotus alpinus* a eu une excellente implantation et une bonne croissance. 60% des pieds ont fleuri et environ 30% ont donné des gousses. Les graines de ces gousses sont

généralement petites et avortées, les plantes n'étant pas assez vigoureuses pour permettre une bonne mise à fruit. Une partie des graines a été laissée sur la parcelle pour renforcer la population. Le caractère rampant de l'espèce s'avère être une complication importante pour la phase future de récolte en grandes parcelles. Des solutions techniques seront à élaborer (pallissage ?) afin de permettre une récolte mécanisée (voir volet recherche).

*Trifolium alpinum* a eu une mauvaise implantation et une croissance faible. Cela correspond à la suite logique de son élevage en pépinière où il était déjà plus faible que les autres espèces. Il est probable qu'il lui manque un élément pour favoriser sa croissance (symbiote ?). Les conditions de sol ne sont probablement pas adéquates. 5% des plants ont fleuri et donné des graines. La parcelle ne sera pas maintenue et sera remplacée par des plants de *Carduus carlinoides*.

### **3.1.5 Recherche d'agriculteurs, mise en place de nouvelles parcelles**

Pour la mise en production par des agriculteurs professionnels, sur des surfaces importantes et avec un itinéraire de culture mécanisé, nous avons fait appel aux Chambres d'agriculture (CA) du massif pyrénéen.

Parmi les propositions des différentes Chambres d'agriculture, celle de la CA 65 nous a semblé la plus intéressante pour l'automne 2006. En effet, 2 zones complémentaires ont été prospectées par les techniciens agricoles pour un total de 6 agriculteurs intéressés par cette production dans ce département.

Ces agriculteurs sont situés en zone de plus basse altitude par rapport aux parcelles d'observation mises en places jusqu'à présent, mais disposent de l'équipement, des surfaces et du professionnalisme nécessaires à cette production novatrice. Ils se situent néanmoins en zone Massif et sous influence du climat montagnard.

Nous avons rassemblé 3 agriculteurs intéressés dans la zone d'Argelès-Gazost (65) et 2 autres dans le secteur de La Barthe-de-Neste (65). Nous leur proposons des contrats de culture pour une durée de 2 ans à partir d'un semis à l'automne 2006. La rémunération proposée aux agriculteurs comporte une partie forfaitaire, nécessaire au vu des risques liés au type de culture et au caractère expérimental. Une partie de la rémunération est variable en fonction du rendement en graines de la culture (rémunération au kg pour tout kg supplémentaire à un seuil dépendant de l'espèce cultivée). 1 agriculteur intéressé n'a pas pu recevoir les semences du fait d'une collecte trop peu importante.

Les semis ont été effectués au cours du mois d'octobre, avec la présence du chargé de mission Ecovars 2 du SUAIA P., et le suivi du technicien agricole de secteur.

4 parcelles ont été semées à l'automne 2006, avec 5 espèces. Une parcelle a été réservée pour un semis au printemps. Un autre agriculteur volontaire sera re-contacté en 2007 en fonction des espèces collectées.

| <b>NOUVELLES PARCELLES MISES EN PRODUCTION – AUTOMNE 2006</b> |                    |                   |  |                      |
|---|--------------------|-------------------|--|----------------------|
| <b>Commune</b>  | <b>Agriculteur</b> | <b>Superficie</b> | <b>Espèce</b>  | <b>Date de semis</b> |
| AYZAC-OST (65)  | M. HABATJOU        | 1 Ha              | <i>Festuca nigrescens</i> Lam.   | 17 octobre 2006      |
| BOO-SILHEN (65)   | M. MOULES          | 1 Ha              | <i>Festuca gautieri</i> subsp. <i>scoparia</i> (Hack. & A.Kern.) Kerguélen                   | 18 octobre 2006      |
| MONTEGUT (65)   | M. DUJARDIN        | 0,5 Ha            | <i>Rumex scutatus</i> L.   | 24 octobre 2006      |
| MONTOUSSE (65)  | M. CASTERAN        | 0,5 Ha            | <i>Deschampsia flexuosa</i> (L.) Tri. -> 0,25 ha<br><i>Festuca eskia</i> (Ramond) -> 0,25 ha | 25 octobre 2006      |
| <b>PARCELLE RESERVEE - PRINTEMPS 2007</b>                     |                    |                   |  |                      |
| OUZOUS (65)   | M. CAPDEVIELLE     | 0,52 Ha           | <i>Anthyllis vulneraria</i> subsp. <i>boscii</i> Kerguélen                                   | Printemps 2007       |
| <b>PARCELLES DE PRE-PRODUCTION - PRINTEMPS 2007</b>           |                    |                   |  |                      |
| ESTAING (65)  | M. LHERME          | 0,3 Ha            | <i>Carduus carlinoides</i>   | Printemps 2007       |
|   |                    | ...               |  |                      |
| <b>AGRICULTEUR INTERESSE – 2007</b>                           |                    |                   |  |                      |
| PINAS (65)  | M. SURBA           | 0,4 à 1Ha         | ...  | Automne 2007         |

### 3.1.6 Préparation de la phase 3 d'Ecovars-2

Nous avons pris la décision courant 2006 d'intégrer la poursuite du travail du volet agricole au sein du projet Ecovars 2 (le programme initial prévoyait un volet agricole indépendant en phase 3). Nous avons donc défini des objectifs clairs pour cette année 2007, et précisé les missions et des rôles des partenaires agricoles (cf document de projet « Ecovars 2 phase3 »).

Les priorités fixées de cette troisième phase sont :

- la réalisation de l'étude prospective de filière,
- la préparation de la suite à donner à Ecovars 2, à l'aide des résultats de l'étude prospective,
- l'augmentation des surfaces et des espèces mises en production afin de disposer pour chaque contexte d'un mélange de base d'espèces locales.

Nous avons repensé l'organisation de la phase 3 afin d'en améliorer l'efficacité.

Ainsi, les différents partenaires techniques locaux réaliseront tout le travail technique de terrain (collectes, suivi des parcelles, ...), via des conventions de travail. Le rôle du SUAIA P. est centré autour de la partie « prospective » de la filière ainsi que de la coordination de ces différentes opérations.

La partie prospective fera l'objet d'un stage d'ingénieur de 6 mois. Ce stage sera encadré par l'ingénieur SUAIA P. et par un comité de suivi élargi aux partenaires de la mise en place de la filière (SUAIA P., Chambres d'Agriculture, CBP, INRA, ARPE). L'offre de stage a été transmise aux différentes écoles d'ingénieurs concernées et le stagiaire sera choisi au cours du mois de janvier 2007.

Fin 2006, nous avons recruté Marie-Claire Haguët pour remplacer Nicolas Body en tant que chargée de mission Ecovars 2 au SUAIA P., mission redéfinie comme expliqué précédemment.

## **3.2 Bilan de janvier à juin 2007 :**

### **3.2.1 Etat des parcelles mises en cultures**

#### **Parcelles d'observation de La Cabanasse (66)**

→ Etat des cultures :

#### **Parcelles mises en cultures en 2005 :**

- Début mai 2007 :

Toutes les parcelles mises en cultures en 2005 étaient très enherbées (présence de dicotylédones et de graminées). Après concertation avec l'ONF, et compte tenu d'un souci commun de préserver l'environnement, nous avons conjointement pris la décision d'effectuer un désherbage manuel. Et ce, malgré la charge conséquente de travail. Cette opération a été réalisée courant mai 2006.

- Début juin 2007 :

Les lignes de Fétuques (*Festuca eskia* et *Festuca gautieri*) présentaient quelques manques. Pour des raisons pratiques (récoltes plus faciles) et scientifiques (suivi de plantes de même âge), les manques n'ont pas été remplacés.

Les lignes de *Festuca airoides* et *Deschampsia flexuosa* confirment leur intérêt. Elles sont très bien développées, régulières et en pleine floraison. Une première récolte aura lieu en juillet 2007.

#### **Parcelle mise en culture en octobre 2006**

Début mai 2007, nous avons décelé quelques levées sur 2 lignes de semis. Nous avons confirmé ces levées le 7 juin.

#### **Parcelle mise en culture au printemps 2007**

En mai 2007, nous avons repiqué 6000 plants de brize intermédiaire (*Briza media*), élevés sous serre par le lycée Adriana (65), sur une parcelle d'environ 400 m<sup>2</sup>. Nous effectuons un suivi régulier de cette parcelle (taux de reprise, désherbage mécanique)

→ Organisation du suivi et perspectives

Afin d'effectuer un suivi rigoureux des cultures en place, responsable de la pépinière a été désigné. Il reçoit l'appui d'un agent de l'ONF, par ailleurs impliqué dans la collecte d'espèces sauvages. Le chargé de mission SUAIAP, effectue une visite par mois afin de faire le point. Etant donné la situation géographique (1500 m d'altitude) les potentialités du site (parcelles disponibles, bâtiments) et l'intérêt de l'ONF pour ce projet, d'autres mises en culture sont envisageables dès l'automne 2007.

#### **Parcelle d'observation de Pla Loudic (65)**

En 2007, la parcelle reste en observation. Sa mise en défends nous permettra de comprendre la dynamique de la végétation semée, en l'absence de toute intervention. En outre, elle nous sert de zone de collecte : prélèvements de rhizomes d'achillée (*Achillea*

*millefolium*) en avril 2007 pour constituer en partie la parcelle de pré-multiplication mise en place sur la commune de Lesponne (65) (cf paragraphe ci-après).

Mise en place d'une collection au CBP

Cette collection prend une douzaine d'espèces. Les résultats obtenus courant 2007 feront l'objet d'un compte-rendu en phase 3.

### **Parcelle de pré-multiplication d'Estainq**

#### **Cultures 2006**

Après un printemps très pluvieux ayant contrecarré les travaux de désherbage, les parcelles ont été nettoyées mécaniquement dans la troisième décade de mai 2007.

Chardon (*Carduus carlinoides*) : La récolte a démarré début juin et se poursuit.

Rumex (*Rumex scutatus*) : on peut espérer une récolte de rumex d'ici septembre 2007.

Lotier (*Lotus alpinus*) : compte tenu des difficultés de collecte in situ et de récolte une fois mise en culture, cette culture a été abandonnée

Trèfle alpin (*Trifolium alpinum*) : la mauvaise implantation a conduit à son abandon

#### **Culture 2007**

5000 plants de chardon (*Carduus carlinoides*), élevés par le lycée Adriana (65), sont en cours de repiquage.

### **Parcelle de pré-multiplication de Lesponne**

En 2007, nous avons établi un contrat de culture avec Ronan Lattuga pour la mise en place d'achillée (*Achillea millefolium*) sur 300 m<sup>2</sup> à Lesponne (800 mètres d'altitude) par repiquage et semis. Les cultures sont mises en place sur paillage plastique tressé et mulch d'écorce. Le suivi de la parcelle devra nous permettre de :

- tester l'efficacité du paillage et du mulch comme méthode de contrôle de l'enherbement.
- tester l'intérêt du repiquage à partir de rhizomes par rapport au semis direct (Obtient-on des graines dès la première année ? En quelle quantité ? Quelle est leur qualité ?)
- déterminer la date optimale de récolte.

### **Parcelles en production en Hautes-Pyrénées**

#### **Cultures mises en place à l'automne à l'automne 2006 :**

Fétuque noirâtre (*Festuca nigrescens*) : implantée sous couvert d'orge elle a très bien levé mais s'avère contaminée par une annuelle. *Vulpia bromoides*. Le fauchage précoce de cette dernière devrait permettre de rattraper la situation.

Fétuque de Gautier (*Festuca gautieri*) : l'implantation très lente, conjuguée à un hiver doux et un printemps pluvieux, se solde par un envahissement par des graminées. Pour préserver la culture en devenir, le fauchage a été préconisé.

Canche flexueuse (*Deschampsia flexuosa*) : levée irrégulière et enherbement important.

Rumex à écussons (*Rumex scutatus*) : la levée a été très lente (premières plantules clairement identifiées en avril 2007 : Enherbement important également.

**Cultures mise en place au printemps 2007** : anthyllis (*Anthyllis vulneraria ssp. boscii*) et achillée (*Achillea millefolium*)

Le semis, effectué avec le concours technique de l'entreprise Zygène, de la chambre d'Agriculture des Hautes-Pyrénées en présence du CBP, a pu être réalisé dans de bonnes conditions en mai 2007 (parcelle propre, temps chaud).

Les premières levées des deux espèces sont intervenues dans les 8 jours qui ont suivi. Par contre, des pluies importantes ultérieures à la date de semis ont largement endommagé l'implantation des plantules, sans pour cela que cela porte à trop grandes conséquences. Le problème, comme pour les autres parcelles reste la maîtrise des adventices.

### 3.2.2 Premiers enseignements du suivi technique

Nous pouvons tirer deux éléments de ces constats réalisés pendant le premier semestre 2007, à prendre en compte dans la suite du projet :

**La nécessité d'étudier quel sont les itinéraires culturaux les plus appropriés pour lutter contre l'enherbement** pour des cultures peu concurrentielle vis à vis des adventices lors de leur implantation (levée lente et/ou couverture végétale restreinte pendant la phase d'implantation). Les solutions apportées devant répondre à un double objectif : économique (produire à un coût acceptable pour l'utilisateur), écologique (privilégier des techniques respectueuses de l'environnement).

**La nécessité d'apporter un appui technique spécifique aux agriculteurs.** La demande porte sur la reconnaissance des plantes à différents stades de développement. Un travail en ce sens, est déjà commencé (tour des cultures avec le CBP et Zygène, photos des plantes en cours de croissance et développement ...).

### 3.2.3. Etude prospective

Cette étude doit permettre de :

- Connaître le marché potentiel
- Déterminer la ou les zones géographiques de production
- Définir les schémas de production depuis le stade collecte jusqu'à la commercialisation
- Etablir le(s) coût(s) de revient des semences produites
- Proposer différentes hypothèses concernant le développement du volet agricole « Production de Semences locales » : dans quel cadre s'inscrit ce volet ? quel est l'organisme porteur du projet ? quelle forme juridique semble le plus adéquat ? etc....

→  **marché potentiel : 100 ha par an minimum**

Ce chiffre résulte :

- d'une enquête écrite et téléphonique effectuée par le CBP auprès de l'ensemble des stations de la chaîne pyrénéenne début 2007 (cf compte-rendu de l'enquête en annexe)

- des éléments recueillis lors d'une réunion, organisée par le CBP, avec l'ODIT en mars 2007 (cf compte-rendu de cette réunion en annexe)

A ce titre, il peut être considéré comme une base fiable dans l'étude de faisabilité

### → **Zones géographiques de production**

La ou les zones de production ne sont pas déterminées mais elle(s) doivent souscrire à plusieurs impératifs :

**Un impératif technique** : Les données recueillies auprès de Zygène, en Autriche (juin 2006) et tout récemment en Belgique (visite en juin 2007 de la société Ecosem, établissement producteur de semences indigènes pour les bandes et jachères fleuries), ajoutées à l'expérience acquise dans les Pyrénées fin 2006, début 2007, montrent que la production de ce type de semences requiert une technicité importante de la part de l'agriculteur, un outillage adapté et une très grande disponibilité, en particulier au moment de la récolte (jusqu'à 2 visites par jour pour décider ou non s'il faut moissonner). Ainsi, au vu des données dont nous disposons actuellement, il semble que le système d'exploitation « grandes cultures » ou/et « maraîchage » (selon le type de plantes considérées) soit celui qui réponde le mieux aux exigences de ce type de production. Ceci n'exclut pas les agriculteurs en système « polyculture-élevage », mais doit nous inciter à une extrême prudence (les exigences des travaux de fenaison pouvant être incompatibles avec le fait de dégager le temps nécessaire à un suivi régulier dans la période qui précède la récolte).

**Un impératif économique** : Quelque soit le système de production retenu, les « semences locales » seront plus onéreuses que des semences classiques de revégétalisation de plaine. Cependant, nous devons en limiter le coût autant que faire se peut. En Belgique, comme en Autriche, la tendance est au regroupement de la production dans une aire restreinte. Cela facilite le suivi technique, réduit les coûts (utilisation en commun d'outils très spécifiques donc très onéreux, réduction des coûts de transports). Il n'est pas certain que ce modèle soit le plus adapté au contexte pyrénéen. Mais il sera étudié, comme sera aussi étudiée la possibilité d'avoir 2 zones de production.

**Un impératif commercial** : Nombre de stations de ski développent des démarches « environnementales ». Pour elles, utiliser des semences d'origine pyrénéenne, s'inscrit dans cette logique et nous avons pu voir confirmé, lors d'une réunion de travail organisée par le CBP le 18 juin à Ax-les-Thermes (groupe de travail pour de meilleures pratiques de revégétalisation) qu'elles y sont favorables. Mais au-delà de l'intérêt technique (meilleure efficacité) elles en attendent un retour en terme d'image. Cela nécessitera donc une identification claire des « semences d'origine pyrénéenne » utilisable d'un point de vue médiatique.

Par ailleurs, le choix des zones de production de semences devra tenir compte de la notion de préservation et conservation de la flore locale. En particulier, nous aurons à répondre à la question suivante : dans quelle(s) limite(s) pouvons-nous nous éloigner géographiquement des zones de collecte et d'utilisation, sans que ça ait des conséquences sur le potentiel des graines ?

### → **Schémas de production**

Actuellement, le CBP a retenu 3 types de mélanges correspondant aux trois zones géographiques d'utilisation : zone orientale acide, zone centro-occidentale basique, zone centro-occidentale acide. (voir tableau)

| <b>mélanges retenus pour la revégétalisation</b>    |                        |                     |   |                        |                     |
|---|------------------------|---------------------|---|------------------------|---------------------|
| <b>mélange zone centro-occidentale acide (= m1)</b> |                        |                     | <b>mélange zone centro -occidentale basique (=m2)</b> |                        |                     |
| <b>nom scientifique</b>                             | <b>nom français</b>    | <b>% du mélange</b> | <b>nom scientifique</b>                               | <b>nom français</b>    | <b>% du mélange</b> |
| <i>Deschampsia flexuosa</i>                         | Canche flexueuse       | 15                  | <i>Festuca gautieri</i>                               | Féтуque de Gautier     | 5                   |
| <i>Festuca nigrescens</i>                           | Féтуque noirâtre       | 20                  | <i>Festuca nigrescens</i>                             | Féтуque noirâtre       | 20                  |
| <i>Briza media</i>                                  | Brize intermédiaire    | 5                   | <i>Briza media</i>                                    | Brize intermédiaire    | 5                   |
| <i>Poa alpina</i>                                   | Pâtuиn des Alpes       | 15                  | <i>Helictotrichon sedenense</i>                       | Avoine des montagnes   | 10                  |
| <i>Festuca eskia</i> ?                              | Gispet                 | 4                   | <i>Anthyllis vulneraria ssp. boscii</i>               | Anthyllide vulnéraire  | 8                   |
| <i>Carduus carlinoides</i>                          | Chardon fausse-carline | 3                   | <i>Carduus carlinoides</i>                            | Chardon fausse-carline | 3                   |
| <i>Rumex scutatus</i>                               | Oseille à écussons     | 1                   | <i>Rumex scutatus</i>                                 | Oseille à écussons     | 2                   |
| <i>Achillea millefolium</i>                         | Achillée millefeuille  | 2                   | <i>Achillea millefolium</i>                           | Achillée millefeuille  | 2                   |
| <i>Légumineuses à collecter</i>                     |                        | 5                   |   |                        |                     |
| <i>Graminées commerciales</i>                       |                        | 25                  | <i>Graminées commerciales</i>                         |                        | 40                  |
| <i>Légumineuses commerciales</i>                    |                        | 5                   | <i>Légumineuses commerciales</i>                      |                        | 5                   |
|   |                        | <b>100</b>          |   |                        | <b>100</b>          |

| <b>mélange zone orientale acide (=m3)</b> |                       |                     |
|---|-----------------------|---------------------|
| <b>nom scientifique</b>                   | <b>nom français</b>   | <b>% du mélange</b> |
| <i>Deschampsia flexuosa</i>               | Canche flexueuse      | 15                  |
| <i>Festuca nigrescens</i>                 | Féтуque noirâtre      | 20                  |
| <i>Festuca airoides</i>                   | Féтуque faux-aira     | 10                  |
| <i>Festuca eskia</i>                      | Gispet                | 5                   |
| <i>Deschampsia cespitosa</i> ?            | Canche cespiteuse     | 10                  |
| <i>Achillea millefolium</i>               | Achillée millefeuille | 2                   |
| <i>Graminées commerciales</i>             |                       | 33                  |
| <i>Légumineuses commerciales</i>          |                       | 5                   |
|   |                       | <b>100</b>          |

A ce jour, bien que non arrêté définitivement, le schéma global de production qui semble le plus pertinent serait le suivant : collecte de semences sauvages en montagne → pré-multiplication → multiplication → utilisation.

Reste à définir la fréquence et la forme que prendra l'injection de semences sauvages dans le schéma de production : retour systématique à la collecte pour l'ensemble des semences selon une périodicité à définir ? injection à chaque cycle de pré-multiplication d'une petite quantité de semences sauvages ? autre etc...

A définir également, la phase de pré-multiplication : où ? Qui ? En Autriche cette phase est assurée par un centre de recherche, en Belgique par l'établissement producteur de semences.

#### → **Coûts de production**

A l'heure actuelle, il est encore délicat d'avancer des chiffres de coût de production de ces semences. Ces coûts pourront être affinés en cours 2007, en comparant plusieurs techniques d'obtention des semences (culture, pré-culture, récolte dans le milieu) et plusieurs itinéraires de culture. Par contre, les stations estiment aujourd'hui le coût des semences commerciales à 5 centimes d'€ au m<sup>2</sup> (source : réunion du 18 juin à Ax les Thermes). Ce qui nous donne une base de comparaison, lorsque nous aurons les éléments chiffrés concernant les semences d'origine pyrénéenne.

→ **Quelle structure envisager pour porter ce volet « production de semences » ?**

Dans l'état actuel de l'avancée de la filière, nous n'avons pas encore de réponse à cette question pour l'instant.

→ **En guise de conclusion**

La période de janvier à juin 2007 nous a permis d'identifier les questions fondamentales constituant l'assise de la filière. Les réponses existent pour certaines. Mais pour la majeure partie, elle interviendront au cours du second semestre. Dans ce but, le temps de travail du chargé de mission a été augmenté. Ceci pour pallier la défection de dernière heure du stagiaire pressenti sur ce sujet, d'une part, parce qu'il nous a semblé que ce point était prioritaire, d'autre part.

## **EXEMPLE DE CONTRAT DE CULTURE**





## CONTRAT DE CULTURE – programme ECOVARIS-2

**Contrat de culture entre**  
**Le Conservatoire botanique pyrénéen** et **M. XXXXXXXXXXXX**  
Syndicat mixte  
Vallon de Salut  
BP 315  
65203 Bagnères de Bigorre Cedex

**Objet :** Mise en Production de semences de (Fétuque noirâtre) :  
*Festuca nigrescens* Lam.  
Sur une parcelle de 1 ha. (octobre 2006 – septembre 2008)

### ARTICLE 1 – Conditions générales

Le présent contrat régit les termes de la production contractualisée de semences d'espèces sauvages d'origine pyrénéenne destinées à la revégétalisation, à partir de plants et de semences fournis en mai 2006, entre :

- L'agriculteur qui se charge de la production de ces semences est désigné ci-après « le Producteur » ;
- Le Conservatoire botanique pyrénéen est « le Commanditaire » de cette mise en production de semences, dans le cadre du projet Ecovars-2.

Le présent contrat pourra être cédé par le Conservatoire botanique pyrénéen à un autre Commanditaire prenant le relais de la partie agricole du projet Ecovars-2, sans que cela porte atteinte aux engagements pris.

### ARTICLE 2 – Obligations du Producteur

Le Producteur s'engage :

- Pour l'espèce déterminée à ne conclure de contrat de production qu'avec le Commanditaire pendant toute la durée de ce contrat.
- A apporter à la culture tous les soins nécessaires à la bonne réussite de la production suivant le cahier des charges défini avec le Commanditaire (pièce ci-jointe).
- A noter précisément chaque opération technique effectuée sur la culture (date, durée, produits, doses, coût éventuel).
- A avertir immédiatement le Commanditaire pour toute anomalie relevée sur la culture, afin de convenir avec le Commanditaire de l'action à mener.
- A recevoir les visites régulières du Commanditaire et à l'accompagner sur les parcelles.
- A ne céder, ni vendre sous aucun prétexte, tout ou partie de la récolte à un autre acheteur que le Commanditaire.

### ARTICLE 3 – Obligations du Commanditaire

Le Commanditaire s'engage à :

- Rémunérer le Producteur pour cette culture aux conditions définies ci-après.
- Fournir aux dates prévues les semences et plants gratuitement au Producteur.
- Etablir le cahier des charges de la culture (la préparation du terrain, le semis, la fertilisation, les traitements phytosanitaires, le désherbage, les méthodes de récolte, etc...).
- Assurer la visite régulière des parcelles de production.
- Fournir les emballages pour les graines récoltées.
- Assurer l'enlèvement des graines issues de la récolte.
- S'occuper du triage des graines issues de la multiplication.



#### **ARTICLE 4 – Réception de la parcelle**

Les parcelles seront réceptionnées par un représentant du Commanditaire au printemps de chaque année, dès que l'avancement des cultures permettra de se faire une idée de leur implantation. Cette réception décidera du maintien ou non de chaque parcelle en fonction de son état. Cette réception est nécessaire pour garantir les paiements décrits dans l'article 5.

#### **ARTICLE 5 – Paiement de la récolte**

Le Producteur percevra la première année la rémunération forfaitaire de 2 000 € pour la durée du contrat et pour l'ensemble de la parcelle à condition qu'il ait respecté les consignes du Commanditaire, que la culture ait été réceptionnée avant la récolte, et ce jusqu'à un rendement en graines de 150 kg/ha. Si le rendement est supérieur, la récolte sera payée au producteur au tarif de 6 €/kg supplémentaire de graines de l'espèce mise en production.

Le versement de la somme indiquée se fera par virement du Trésorier de Bagnères de Bigorre.

#### **ARTICLE 6 – Echancier**

Le premier versement (800 €) aura lieu lors de la réservation de la parcelle (octobre 2006), avant le semis.

Le second versement (1 200 €) aura lieu dans un délais d'un mois après la réception de la parcelle (au printemps 2007).

Si la récolte est supérieure au rendement de référence (150 kg/ha), le paiement de la récolte aura lieu dans un délai d'un mois après le tri de la récolte, en fonction des quantités de graines obtenues, au tarif fixé par le présent contrat (6 €/kg supplémentaire de graines de l'espèce).

#### **ARTICLE 7 – Validité du contrat**

Le présent contrat est établi pour une durée de 2 ans, du 1<sup>er</sup> octobre 2006 au 30 septembre 2008 et renouvelable par périodes d'un an après accord du Commanditaire, par voie d'avenant. Etant donné le caractère expérimental de cette culture, le contrat peut-être dénoncé à l'issue de la première période, après accord des deux parties.

La reconduction du contrat se décidera d'un commun accord entre le Producteur et le Commanditaire lors de la réception de la parcelle.

#### **ARTICLE 8 – Clause de confidentialité**

Compte-tenu du caractère particulier de cette culture, le Producteur s'engage à ne divulguer aucune information concernant cette production sans l'accord écrit du Commanditaire.

#### **ARTICLE 9 – Litige – Contestation**

En cas de difficulté sur l'interprétation ou l'exécution de la présente convention, les parties s'engagent à s'efforcer de résoudre leur différend à l'amiable.

En cas de désaccord persistant, il est fait attribution de compétence au Tribunal administratif de Pau.

Fait en 2 exemplaires à ..... Le .....

Pour le Commanditaire  
Jacques Brune  
Président du Conservatoire botanique pyrénéen

Le Producteur

## **COMPTE-RENDU DE L'ENQUETE AUPRES DES STATIONS**



| Station                     | Surface /<br>Nombre de<br>pistes               | Terrassements<br>prévus d'ici à<br>2010                              | Total des<br>terrassements<br>prévus | Revégétalisations<br>prévues d'ici à 2010   | Total<br>revégétalisations<br>prévues | Observations  |
|-----------------------------|--|--|--------------------------------------|---|---------------------------------------|---|
| Mijanes -Donezan            | 10 pistes                                      | 15 ha en 2007  | 15 ha                                | 15 ha en 2007<br>4,5 ha après 2008  | 19.5 ha                               |   |
| Guzet Neiges                | 40 pistes *40 m<br>de large<br>environ         | 3 ha en 2007   | 3 ha                                 | 4 ha en 2007<br>1 ha de 2008 à 2010   | 7 ha                                  | 3 pistes + 1 remontée<br>Pôle touristique   |
| Beille                      | 22.5 ha  | 3 ha en 2007   | 3 ha                                 | 3 ha en 2007  | 3 ha                                  | Refuge à l'étude  |
| Chioula                     | 22.5 ha  | 0.5 ha en 2007   | 0.5 ha                               | 0.5 en 2007   | 0.5 ha                                |   |
| Cauterets                   |  |  | 0                                    | 2 ha de 2007 à 2010   | 8 ha                                  | Pôle touristique  |
| Luz Ardiden                 |  |  | 0                                    | 10 ha en 2007 à 2010  | 40 ha                                 | Pôle touristique  |
| Piau Engaly                 | 87 ha  |  | 0                                    | 4 ha de 2007 à 2010   | 16 ha                                 | Sensibiliser les élus pour financer la<br>revégétalisation  |
| Val d'Azun                  | 110 km de pistes<br>forestières                | 0.3 ha en 2007   | 0.3 ha                               | 0.3 ha en 2007  | 0.3 ha                                |   |
| Font Romeu<br>Pyrénées 2000 | 110 ha   | 7.5 ha en 2007<br>4.5 ha en 2008<br>4.5 ha en 2009<br>4.5 ha en 2010 | 21 ha                                | 7.5 ha en 2007<br>4.5 ha en 2008<br>4.5 ha en 2009<br>4.5 ha en 2010  | 21 ha                                 | Ont un hydroseeder<br>80% Natura 2000<br>100% PNR   |
| Puyvalador                  | 55 ha  |  | 0                                    | 1.5 ha en 2007  | 1.5 ha                                | Réalisent des prévisions sur 10 ans si<br>réduction des précipitations neigeuses<br>mise à plat du haut de la station (2/3 du<br>domaine) |
| Peyragudes                  |  |  | 0                                    | 5 ha en 2007<br>2 ha de 2008 à 2010   | 11 ha                                 | Front neige en 2007 ou 2008   |
| Gourette                    | 100 ha de pistes<br>sécurisées et<br>aménagées | 7 ha en 2008<br>14.2 en 2009<br>1.25 en 2010                         | 22.5 ha                              | 2007 : balade 2.7 ha<br>serpentin 4.35 ha<br>2008 : La Canolle 4.36<br>ha<br>La glacière 2.71 ha<br>Cohtch 6 ha<br>Bois noir 0.75 ha<br>2009 : Pène Médaa 0.5 | 22.5                                  | Site du Pic du Ger en zone Natura 2000  |

|                                      |  |              |      | ha                                       |         |  |
|--------------------------------------|--|--------------|------|--|---------|--|
| <b>Arette La Pierre Saint Martin</b> | 50 ha sécurisés skiés + 20 km piste de ski de fond | 5 ha en 2007 | 5 ha | 5.01 ha en 2007<br>0.01ha de 2008 à 2010 | 5.04 ha | Sous-traitance de revégétalisation avec entreprise extérieure mais pas satisfaction totale   |
| <b>Porte des Neiges</b>              |  | 0            | 0    | 0.5 ha en 2007                           | 0.5 ha  |  |
| <b>Etangs de Lhers</b>               | 30 km sur 3 m de large                             |              |      |  |         | 1 Projet à l'étude le dossier sera déposé en septembre 2007 réponse au plus tôt 1er trimestre 2008   |
| <b>Gavarnie</b>                      | 50 km de pistes                                    |              |      |  |         | 10 ha d'engazonnement l'été dernier ne peut pas dire pour cette année dû à la saison en saura plus en juin (prestataires plan environnement Semences Pyrénées Sud)                                       |
| <b>Hautacam</b>                      | 26 km  |              |      |  |         | Ont un grand projet de restructuration en cours d'étude (piste de luge d'été et hiver, restaurant, bâtiment d'accueil) la configuration du site va changer rappeler cet été l'appel d'offre est en cours |
| <b>Camurac</b>                       |  |              |      |  |         | Projet d'étude de réaménagement mais ne connaît pas la date des travaux ni les surfaces que ça représente<br>Station en restructuration administrative donc le moins de dépenses possibles actuellement  |
| <b>La Fount</b>                      | 35 ha  |              |      |  |         | Projet d'engazonnement une partie du domaine en Natura 2000  |
| <b>Capcir Haut-conflent</b>          |  |              |      |  |         | Pratiquent uniquement le ski de fond sur pistes forestières pas d'aménagement  |
| <b>Espace Cambre d'Aze</b>           | 55 ha  |              |      |  |         | Aucun aménagement prévu. Ne peuvent pas se positionner pour les années futures   |
| <b>Formiguères</b>                   |  |              |      |  |         | Aucune idée pour l'instant en ce qui concerne les possibilité d'investissement d'entretien de piste<br>Gros projet de réaménagement de la station voir avec MDP pour les surfaces                        |

|                   |                   |  |             |  |            |  |
|-------------------|-------------------|--|-------------|--|------------|--|
| Val Louron        | 58 ha             |  |             |  |            | Aucun aménagements cet été, c'est le SIVOM qui finance. Etude d'aménagement de la station en réflexion mais pas de projet présent.                             |
| Saint Lary        | 700 ha            |  |             |  |            | Pas la moindre idée dû à la mauvaise saison qui remet les projets en cause en saura plus après Pâques devait investir dans un hydroseeder mais ne pourront pas |
| Puigmal           | 320 ha de domaine |  |             |  |            |  |
| Ax Bonascre       | 75 km de pistes   |  |             |  |            |  |
| Ascou Pailhères   | 15 km balisés     |  |             |  |            |  |
| Goulier Neige     | 5 km de pistes    |  |             |  |            |  |
| Artouste          | 150 ha de domaine |  |             |  |            |  |
| Porte Puymorens   | 40 km             |  |             |  |            |  |
| Les angles        |                   |  |             |  |            |  |
| Tourmalet         |                   |  |             |  |            |  |
| Massat            |                   |  |             |  |            |  |
| Les Monts d'Olmes |                   |  |             |  |            |  |
| Super Bagnères    |                   |  |             |  |            |  |
| Le Mourtis        |                   |  |             |  |            |  |
| Bourg d'Oueil     |                   |  |             |  |            |  |
| <b>Total</b>      |                   |  | <b>70.3</b> |  | <b>156</b> |  |

En grisé : informations dont nous n'avons pas pu avoir connaissance.

**Remarque** : les totaux obtenus sont indicatifs et ne représentent pas des données prospectives globales. De plus, les domaines skiables nous ont donné ces informations à titre indicatif sans certitude bien souvent sur leur réalisation à venir.



# **COMPTE-RENDU DE LA REUNION AVEC LE D.E.A.T.M. / O.D.I.T FRANCE**





## **Réunion du 24 avril 2007**

**Objet :** Mise à jour des prévisions d'aménagement dans les stations pyrénéennes

**Site :** ODIT France DEATM Toulouse

**Participants :**

- Philippe Michou, ODIT France
- Anne Gaultier, CBP
- Sandra Malaval, CBP
- Marie-Claire Haguet, SUAIAP

Philippe Michou présente sa structure et ses missions : ODIT France est un groupement d'intérêt public (GIP), plateforme d'ingénierie touristique développant également l'observation des éléments touristiques. Ce GIP rassemble des collectivités, des professionnels (ex Pierre et Vacances...), le SNTF et d'autres acteurs liés au tourisme et à l'aménagement touristique.

L'antenne de Toulouse effectue :

- du conseil aux investisseurs et aménageurs, principalement publics dans les Pyrénées,
- du conseil aux préfets sur les aménagements et la politique touristique en montagne,
- donne des avis sur les projets en matière d'attribution des financements à la demande des préfets,
- un partenariat avec le SNTF pour conforter leur filière de gestionnaires,
- un rôle institutionnel dans les UTN (Unité Touristique Nouvelle) : rapporteur auprès de la commission UTN de Massif,
- un rôle d'expertise au niveau des UTN de département
- des études plus générales sur le tourisme en montagne (immobilier et pression foncière, transports, neige de culture, évolution de la clientèle, ...)

Sandra explique l'intérêt de la réunion aujourd'hui : la filière de production de semences est en train de se mettre en place au travers du programme Ecovars 2 et nous devons réactualiser les surfaces concernées par la revégétalisation sur la chaîne. L'étude de 1998 (analyse du marché) doit être réactualisée (elle indiquait 140 ha/an à revégétaliser entre 1998 et 2001, soit 40 tonnes de semences utilisées chaque année).

Philippe Michou explique que le SEATM avait réalisé en collaboration avec le Cemagref, un guide des bonnes pratiques pour les aménagements de pistes comprenant une partie sur la revégétalisation réactualisé en 1990.

Il nous fait part aussi de l'existence du schéma interrégional d'aménagement et de développement des Pyrénées dans lequel s'insère parfaitement le programme Ecovars 2. Il insiste sur le fait qu'il faut amener les responsables des stations à s'y référer dans le cadre de leurs aménagements.

Au niveau des chiffres recueillis, Sandra et Anne expliquent que les stations ne sont pas toutes à même d'indiquer la surface réelle de leurs pistes aménagées et sécurisées et encore moins d'indiquer les prévisions d'aménagement à 5 ans. Philippe Michou confirme que ces chiffres sont très difficiles à obtenir car les stations ont peu de plans d'aménagement et leur gestion n'est pas très planifiée. Les chiffres obtenus (150 ha prévus en revégétalisation pour les 5 ans à venir) ne sont pas complets (il manque les résultats des plus grosses stations) et reflèteront mal les perspectives d'aménagement réelles. Toutefois, il est intéressant de noter que certaines stations savent qu'elles vont s'engager ou qu'elles pratiquent déjà des opérations de revégétalisation « d'entretien », sur une surface annuelle connue et planifiée (correspondant souvent à des zones de petits travaux en régie ou à du rattrapage de sites anciens mal revégétalisés).

Sandra indique que le projet de développement de la filière doit être maintenant soutenu par les partenaires économiques, ce qui également l'avis des financeurs d'Ecovars 2. Philippe Michou indique que le développement durable est une idée forte dans l'économie touristique et que la « tendance verte » est bien présente.



## *Restaurer, valoriser et conserver la flore locale*

Sandra et Marie-Claire ont pensé à faire acheter aux stations de ski des mélanges de semences locales à l'avance, afin de financer leur mise en production et de favoriser leur implication dans la filière et sa mise au point. Il s'agirait également d'un rapprochement entre producteurs et utilisateurs. Philippe Michou pense qu'il faut que les stations s'engagent à écouler une quantité minimale de semences locales pour leurs actions de revégétalisation, pas en fonction de leurs aménagements, mais plutôt de manière systématique.

En plus des problèmes d'érosion, il faut, selon lui, aborder les réhabilitations sous deux angles :

- o la stabilisation du manteau neigeux et sa réduction d'épaisseur (réchauffement climatique)
- o la diminution des nuisances visuelles dans le cadre du tourisme d'été.

Pour estimer la quantité de semences à produire pour les stations, il faut tabler sur un programme de reconquête des milieux naturels (zones anciennement terrassées) en ajoutant 20% pour les nouveaux aménagements du domaine skiable. Philippe Michou conclut qu'un rythme de 4ha de revégétalisation pour une station par an devrait être une bonne moyenne (x2 pour les grandes stations et /2 pour les petites en ajoutant 20% d'aménagements autres) et qu'un objectif raisonnable pourrait être de couvrir l'ensemble des stations de la chaîne en 20 ans. Cela ferait environ 100 ha par an à revégétaliser pour le versant français.

Il faut jouer sur l'image des stations pyrénéennes. Elles ont l'habitude de travailler ensemble et d'avoir une certaine transparence les unes par rapport aux autres, ce qui n'est pas forcément le cas dans les Alpes par exemple (elles se diffusent leurs chiffres d'affaires par ex.). Il ne faut pas oublier le marché des stations andorranes qui ont une forte activité touristique d'été (VTT) et l'entretien annuel de remise en état des pistes que ces activités nécessitent. Il faudrait contacter les stations andorranes par l'intermédiaire de Vincent Tassard à Porte des Neiges.

Parallèlement, il faudrait aider les stations à avoir une meilleure connaissance de leur domaine sur les enjeux de la revégétalisation et de la flore. Il serait intéressant que les stations s'équipent d'un logiciel de cartographie ou d'une cartographie papier permettant :

- de connaître leur objectif de revégétalisation suivant les pistes et les zones,
- de connaître la sensibilité de leur domaine (sensibilité vis-à-vis des aménagements et des revégétalisation notamment).

Ces outils pourraient servir d'outil de gestion comme c'est déjà le cas pour Peyragudes.

Il ajoute que cet équipement pourrait faire l'objet d'un financement par le Feder interrégional transfrontalier et qu'il serait intéressant de contacter Aramon pour cela. Mais aussi pourquoi pas avec l'Andorre.

## 4. PARTIE RECHERCHE

### 4.1 Etude de la structuration génétique de *Festuca eskia* : **décrire et comprendre la diversité génétique des espèces locales afin de la préserver**

- **Rappel des enjeux**

Extrait du site internet du Bureau des Ressources Génétiques – Février 2007

« Depuis des millénaires, les espèces vivantes, micro-organismes, animaux et végétaux, ne cessent de se disperser ou d'être disséminées au-delà de leurs zones d'origine. Confrontées à des milieux variés, elles se sont progressivement adaptées aux nouvelles contraintes imposées par l'environnement et le climat, créant ainsi, au sein de chaque espèce, une très large diversité génétique. De tout temps, en tout lieu, l'homme a eu recours à cette manne pour se nourrir, se soigner puis commercer. Cette utilisation nécessaire à son évolution a, elle aussi, directement contribué à la diversification de ce que l'on appelle aujourd'hui les "ressources génétiques".[...] Il fallait désormais veiller au maintien d'une véritable réserve génétique, comprenant des ressources très diversifiées et non toutes actuellement "utiles", et susceptibles de répondre aux besoins futurs et inconnus de l'homme. »

- **Etude de la structuration de *Festuca eskia* due à son endophyte**

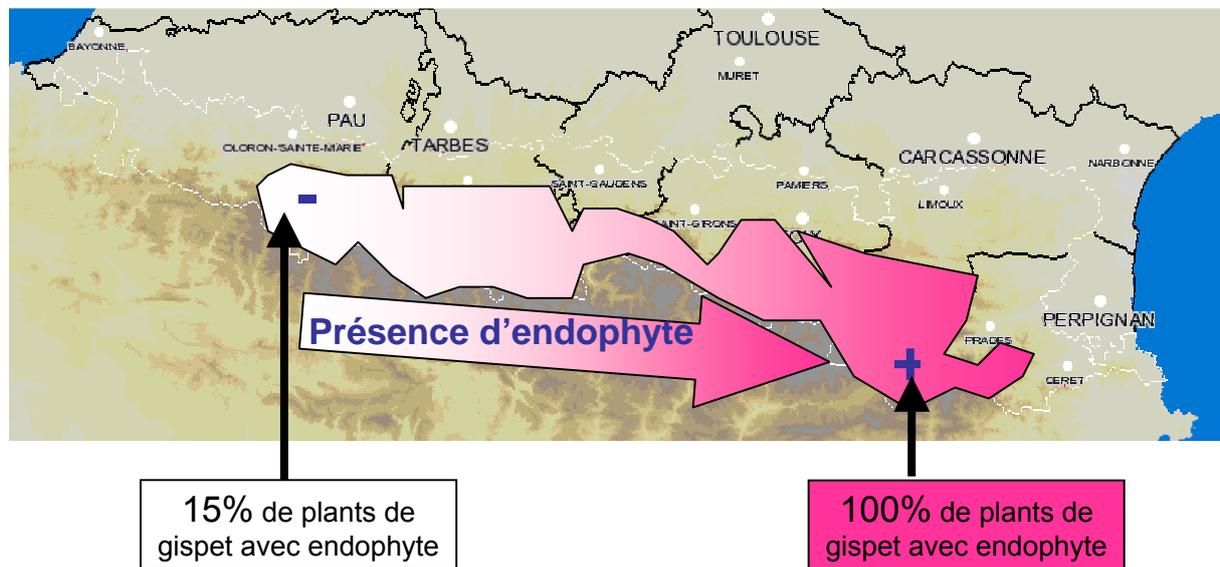
L'étude de la structuration génétique de *Festuca eskia* a montré que certains plants (certains génotypes) hébergeaient un champignon endophyte pouvant leur conférer des avantages pour la revégétalisation et la production de graines. En effet, la présence de ce champignon est susceptible d'accroître significativement la vigueur et la croissance de la plante en conditions stressantes (sécheresse notamment) ainsi que sa production de graines.

Une étude a donc été conduite au cours de l'été 2006 sur la distribution de ce champignon endophyte dans les populations de *Festuca eskia* du massif afin de déterminer son effet sur la plante. Ce travail a été réalisé dans le cadre du stage de fin d'étude d'ingénieur ENSAIA d'Aurore Grisard (résumé du stage en annexe 1). Ce travail a comporté trois phases :

- une première phase de prospection sur les populations de *F. eskia* du massif
- puis une phase de screening au laboratoire afin de détecter dans quels génotypes de *F. eskia* le champignon est présent
- enfin, une phase d'observation morphogénétique *in situ* c'est-à-dire de mesure de croissance et de reproduction des plantes infectées et non infectées sur deux sites expérimentaux différents

Nos résultats montrent qu'il existe un gradient est-ouest du taux d'infestation des populations de *F. eskia* (carte ci-dessous) qui sera à prendre en compte dans la détermination de zones de récolte-utilisation.

Carte représentant la répartition de l'endophyte dans les populations de gispet pyrénéennes :



Un article scientifique sur ce sujet a été soumis à la revue internationale d'écologie *Basic and Applied Ecology* (résumé de l'article en annexe 2).

Titre de l'article : ACCOUNTING FOR ENDOPHYTE DISTRIBUTION AMONG POPULATIONS OF *FESTUCA ESKIA* WHEN SOURCING SEEDS FOR RESTORATION

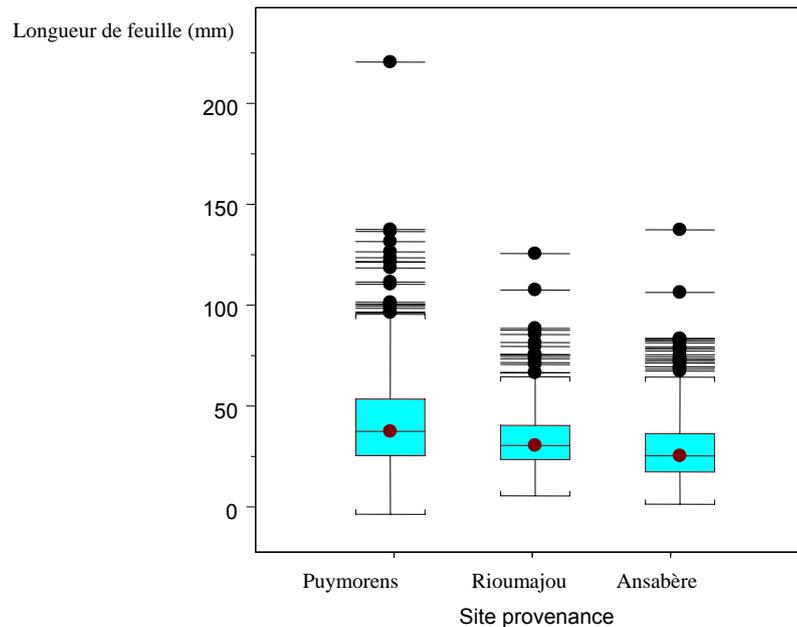
Ce travail a été approfondi à l'occasion du stage de Master 2 d'Anaïs Gibert qui démontre notamment l'effet positif de l'endophyte sur la résistance à la sécheresse et à l'herbivorie des plantes endophytées (résumé et synthèse du stage en annexe 3). Plus précisément, l'expérimentation en serre nous a permis de démontrer que la présence de l'endophyte est associée à une meilleure survie de *F. eskia* en condition de stress hydrique (population endophytée : 55%, pop. non endophytée : 41%) et de défoliations fréquentes (pop. endophytée : 83%, pop. non endophytée : 73%).

- **Etude de caractères morphogénétiques impliqués dans l'adaptation locale de *F. eskia***

Lors de la phase 2, les dispositifs en jardin commun (pépinière du col de Grail) et en transplantations réciproques visant à caractériser les adaptations locales de *F. eskia* ont été entretenus en parallèle.

- Sur le dispositif en jardin commun, des mesures classiques de suivi en pépinière ont été réalisées (survie, sensibilité aux maladies, croissance et passage à l'état reproducteur) ; elles seront complétées par des mesures de suivi au cours de la phase 3.
- Sur le dispositif en transplantations réciproques, deux caractères morphologiques (hauteur des plantes et longueur des feuilles) et un caractère fonctionnel (taux de matière sèche) ont été mesurés au cours du mois d'octobre 2006 (voir protocole en annexe 4). Les données ainsi obtenues ont été informatisées et structurées ; les analyses statistiques montrent que les populations de l'est du massif pyrénéen présentent une vitesse de croissance plus faible, un taux de matière sèche plus élevé et des feuilles significativement plus longues (voir graphe ci-dessous).

### Graphique représentant les données de longueurs de feuille des plants de Gispet suivant leur origine



Ces résultats sont une première indication de l'adaptation locale de *Festuca eskia*. Ces premiers résultats seront complétés à l'occasion du stage de Master 2 d'Annabelle Pons (élève ingénieur ENSAT) qui se déroule d'avril à septembre 2007 et dont l'objectif est d'évaluer dans quelle mesure les différences entre plants de gispet relèvent d'une différenciation au niveau génétique entre des types écologiques ou d'une accommodation au milieu par plasticité du phénotype (sujet de stage en annexe 5). Un protocole a été établi pour effectuer des mesures morphogénétiques complémentaires (protocole en annexe 6). Ces résultats fourniront des éléments pour raisonner les zones de récoltes-utilisation en fonction de l'adaptation des plantes à leur milieu.

Suivant l'avis du comité scientifique de suivi du travail d'Héloïse Gonzalo-Turpin, il serait intéressant de pouvoir coupler ces données morphogénétiques aux données concernant les marqueurs moléculaires (voir Compte-rendu du comité en annexe 7). Il convient donc d'attendre les résultats des mesures engagées cette année sur les plantes des transplantations réciproques pour pouvoir rédiger un article scientifique. La rédaction d'un article scientifique est donc prévue pour la fin de l'été 2007.

Titre prévisionnel de l'article : PEUT-ON DECELER DE LA DIVERSITE GENETIQUE ADAPTATIVE CHEZ F. ESKIA EN REPONSE AUX VARIATIONS ENVIRONNEMENTALES ET QUELS SONT LES MECANISMES BIOLOGIQUES RELATIFS MIS EN JEU ? DANS QUELLE MESURE PEUT-ON RAPPROCHER LES PATRONS DE DIVERSITE GENETIQUE NEUTRE ET ADAPTATIVE CHEZ F. ESKIA ?

#### **4.2 Construction d'un indicateur de la structuration génétique chez *Festuca eskia***

Dans le but d'élaborer un indicateur de la structuration génétique, tous les sites prospectés ont été caractérisés durant l'été 2006 sur le plan géographique, pédoclimatique et écologique à partir des coordonnées GPS, de l'altitude, des analyses de sol, d'un recueil des températures et de l'hygrométrie, des relevés floristiques, de l'inclinaison de la pente, de l'utilisation de la zone (notamment la pression pastorale). Une base de données informatique a été construite pour répertorier ces informations. Le tableau suivant reprend les différents champs qui sont répertoriés dans cette base de données.

Tableau des champs répertoriés dans la base de données :

|   |              |                                      |                      |  |
|---|--------------|--------------------------------------|----------------------|--|
| <b>Site</b>                               |              | Site                                 |                      |  |
|   |              | Abbréviation site                    |                      |  |
|   |              | Station                              |                      |  |
|   |              | Lieu                                 |                      |  |
|   |              | Commune                              |                      |  |
| <b>Caractéristiques géographiques</b>     | Altitude (m) |                                      |                      |  |
|   | UTM          | Latitude                             |                      |  |
|   |              | Longitude                            |                      |  |
|   | Lat/long (°) | Latitude                             |                      |  |
|   |              |                                      |                      |  |
| Longitude                                 |              |                                      |                      |  |
| <b>Caractéristiques du sol</b>            |              | Code analyse                         |                      |  |
|   |              | pH sol                               |                      |  |
|   |              | <b>Granulométrie (g/kg)</b>          | Argiles              |  |
|   |              |                                      | Limons Fins          |  |
|   |              |                                      | Limons Grossiers     |  |
|   |              |                                      | Limons totaux        |  |
|   |              |                                      | Sables fins          |  |
|   |              |                                      | Sables grossiers     |  |
|   |              |                                      | Sables totaux        |  |
|   |              | <b>Activité biologique</b>           | C/N                  |  |
|   |              |                                      | CEC(cmol+/kg)        |  |
|   |              | <b>Analyse chimique</b>              | Phosphore (mg/mL)    |  |
|   |              |                                      | Calcium (cmol+/kg)   |  |
|   |              |                                      | Magnésium (cmol+/kg) |  |
|   |              |                                      | Sodium (cmol+/kg)    |  |
| Potassium (cmol+/kg)                      |              |                                      |                      |  |
| Fer (cmol+/kg)                            |              |                                      |                      |  |
| Manganèse (cmol+/kg)                      |              |                                      |                      |  |
| Aluminium (cmol+/kg)                      |              |                                      |                      |  |
| <b>Caractéristiques environnementales</b> |              | Exposition                           |                      |  |
|   |              | Pente (°)                            |                      |  |
|   |              | Pression pastorale                   |                      |  |
|   |              | <b>Recouvrement de végétation(%)</b> | Global               |  |
|   |              |                                      | Arbustive            |  |
|   |              |                                      | Herbacée             |  |
|   |              | <b>Communauté végétale</b>           | espèce1              |  |
|   |              |                                      | recouvrement 1       |  |
|   |              |                                      | espèce2              |  |
|   |              |                                      | recouvrement 2       |  |
|   |              |                                      | espèce3              |  |
|   |              |                                      | recouvrement 3       |  |
|   |              |                                      | espèce4              |  |
|   |              |                                      | recouvrement 4       |  |
|   |              |                                      | espèce5              |  |
| recouvrement 5                            |              |                                      |                      |  |

### **4.3 Etude de la structuration génétique de *Trifolium alpinum*, *Lotus alpinus*, *Poa alpina* et *Festuca nigrescens***

Des prospections de *F. nigrescens*, *Poa alpina*, *Trifolium alpinum* et *Lotus alpinus* ont été réalisées au cours de l'automne 2006 afin de compléter la collection établie à la pépinière du Col de Grail. Cette collection permettra de comparer les résultats obtenus chez *F. eskia* aux autres espèces collectées. Le tableau ci-dessous résume les collectes de graines réalisées en 2006 pour ces quatre espèces.

Tableau résumant les prospections et collectes réalisées en 2006

| <b>Espèce</b>        | <b>Département</b> | <b>Commune</b>   | <b>Date de collecte</b> | <b>Localisation (enregistrement GPS)</b> |            |
|----------------------|--------------------|------------------|-------------------------|--|------------|
| <i>F. nigrescens</i> | 64                 | Iraty            | 14/07/2006              | N 43.03996                               | W001.07611 |
| <i>F. nigrescens</i> | 65                 | Cauterets        | 25/07/2006              | B  |            |
| <i>F. nigrescens</i> | 66                 | col de puymorens | 11/07/2006              | M  |            |
| <i>F. nigrescens</i> | 66                 | Err              | 11/07/2006              | H  |            |
| <i>F. nigrescens</i> | 31                 | Maupas           | 25/07/2006              | N 42.71809                               | E000.55211 |
| <i>L. alpinus</i>    | 65                 | Cauterets        | 25/07/2006              | chemin accès avant F. nig.               |            |
| <i>L. alpinus</i>    | 66                 | col de puymorens | 11/07/2006              | M  |            |
| <i>P. alpina</i>     | 31                 | Maupas           | 25/07/2006              | N 42.71809                               | E000.55211 |
| <i>T. alpinum</i>    | 31                 | Maupas           | 25/07/2006              | N 42.71716                               | E000.54891 |
| <i>T. alpinum</i>    | 31                 | Maupas           | 25/07/2006              | N 42.71809                               | E000.55211 |

Les plantules issues de la germination de ces graines sont en cours de transplantation dans la pépinière d'altitude du col de Grail (09).

### **4.4 Dispositif multi-local : restaurer un écosystème fonctionnel en raisonnant la composition des mélanges et la gestion des surfaces restaurées**

L'érosion et la faible croissance des plantes en altitude vont limiter la reformation naturelle d'un écosystème dégradé. Il est nécessaire d'accélérer le processus pour être sûr qu'il parvienne à son terme. Cela passe par un semis et un itinéraire technique qui variera selon l'objectif à atteindre et les contraintes environnementales, techniques et financières sur le site. Un dispositif multi-local est en cours de construction sur le massif pyrénéen, sur de véritables chantiers de revégétalisation, afin de tester 4 modalités d'assemblage d'espèces et d'itinéraires techniques visant à recouvrir un écosystème fonctionnel et écologiquement acceptable sur des pistes de ski :

Modalité 1 : « Mélange pionnier »

Il s'agit d'initier une succession végétale en semant un mélange d'espèces pionnières autochtones présentes sur les milieux remaniés avec une densité faible et une très faible fertilisation.

Modalité 2 : « Couvert local »

Une fétuque caractéristique des pelouses subalpines et alpines, *Festuca nigrescens*, constitue la base du mélange semé à une densité moyenne avec une fertilisation moyenne et peu rémanente. L'objectif est ici de raccourcir la phase d'implantation en court-circuitant la succession primaire.

Modalité 3 : « Matrice temporaire »

Une espèce à croissance rapide, peu pérenne et allochtone (fétuque des prés) est semée pour développer un milieu d'accueil favorable aux espèces locales de pelouse introduites

dans le mélange. La densité de semis sera moyenne ainsi que la fertilisation. Le pâturage sera utilisé en 2<sup>ème</sup> année afin de promouvoir la colonisation de la zone revégétalisée par des espèces locales.

Modalité 4 : « Matrice pérenne »

Un mélange commercial largement usité est utilisé. Sa capacité à servir de nurse aux espèces locales sera étudié au fil du temps. Une forte densité et une forte fertilisation durable seront employées comme cela se fait communément.

Pour mettre en place ce protocole, élaboré au cours du printemps 2006 avec les partenaires du projet, l'INRA a multiplié sur son domaine expérimental *Festuca nigrescens* afin d'être utilisée pour la mise en place de ces essais en stations. L'échec d'une pré-multiplication en plaine des autres espèces locales a conduit l'INRA à réaliser des collectes dans la nature, principalement de *Festuca eskia*, *Trifolium alpinum* et *Lotus alpinus*. Ces espèces ont été battues et semées fin septembre 2006 à Peyragudes et début octobre 2006 sur la station de Porté-Puymorens (voir le protocole en annexe 8). Ces deux essais font l'objet d'un suivi (comptage des plantules) actuellement en cours.

La mise en place d'un essai similaire dans les Pyrénées-Atlantiques est prévue pour l'année 2007.

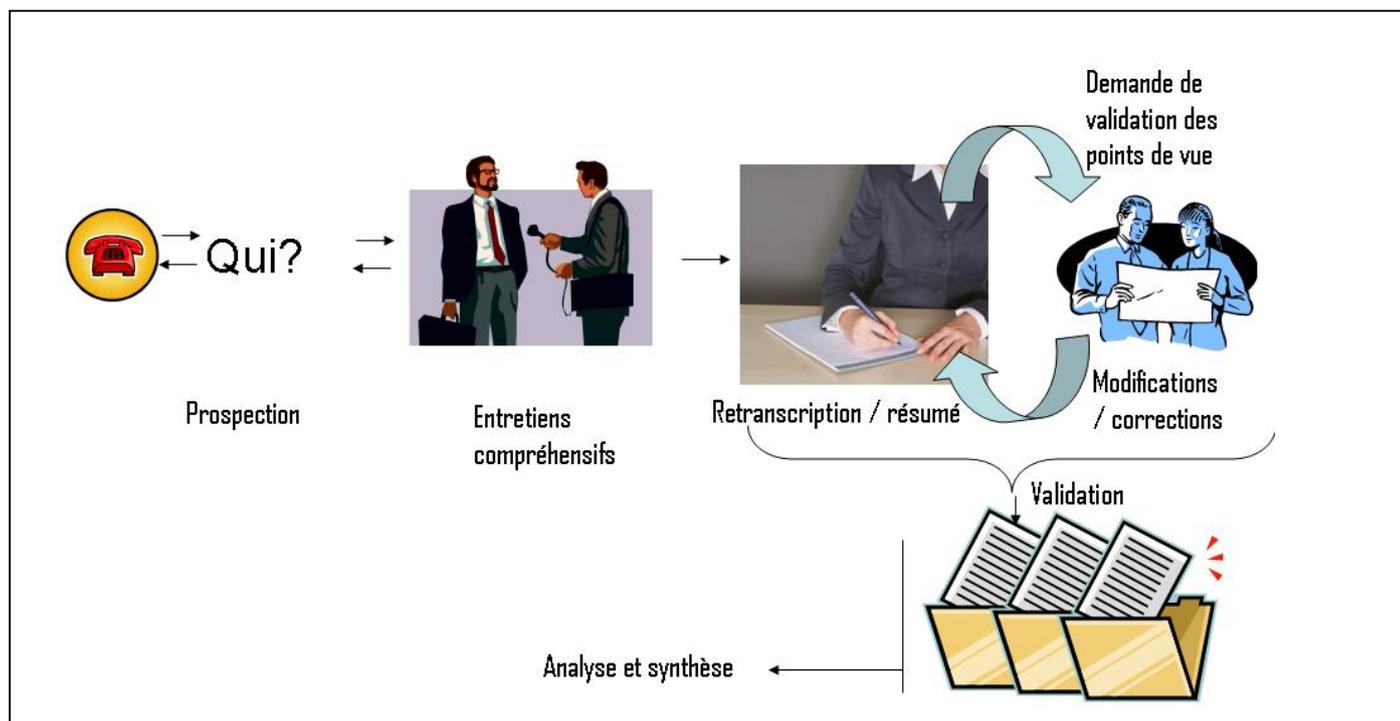
#### **4.5. Entretiens auprès des acteurs : Identifier des points de vue et des pratiques relatifs à la restauration écologique**

Sous la pratique de la « restauration écologique » peut cohabiter une grande diversité d'objectifs et de pratiques. Mettre en œuvre ce processus implique de définir un écosystème de référence, un protocole pour la restauration, des indicateurs de suivi et un mode de gestion de l'écosystème convalescent. Cela sous-entend aussi de mettre en place un dispositif collectif favorable à un tel travail de définition.

Dans un premier temps, nous avons entrepris un travail d'entretiens auprès des principaux acteurs impliqués dans des projets de restauration ou potentiellement concernés par ces projets (gestionnaires de domaine skiable, représentants des activités de tourisme, éleveurs, élus, experts de la revégétalisation, par exemple). Ce faisant, il s'agit de comprendre les points de vue des acteurs rencontrés relatifs au projet de restauration écologique sur des questions techniques, sur des questions de ressource végétale ainsi que sur des questions relatives au déroulement du projet et à son contexte.

Au cours du printemps et de l'été 2006, 21 entretiens ont été réalisés par Héroïse Gonzalo-Turpin auprès des acteurs de la revégétalisation intervenant sur 3 sites : le pla Guillem (grand site Canigou), la station de Peyragudes, la station de La Pierre Saint Martin. Ces entretiens ont été retranscrits mot à mot dans leur intégralité et résumés. Les retranscriptions et les résumés ont été restitués pour validation aux personnes interviewées. Un travail d'analyse est engagé qui permettra notamment d'identifier des pratiques et des attentes concernant le type de matériel végétal à utiliser. Nous devrions aussi en tirer les premiers éléments relatifs aux dispositifs collectifs favorables à des actions de restauration écologiques. Ces éléments de méthode sont synthétisés dans le schéma ci-après.

*Schéma des méthodes utilisées pour le recueil et l'analyse des points de vue des principaux acteurs impliqués dans des projets de restauration ou potentiellement concernés par ces projets :*





## **ANNEXE 1**

### **RESUME DU STAGE D'AUORE GRISARD**



**Diplôme d'Ingénieur Agronome  
Option Systèmes de Production Végétale**

**Aurore Grisard**  
Promotion 2003-2006

Mémoire de fin d'études

**Risques et avantages de la présence  
d'endophyte chez une graminée  
utilisée en revégétalisation**

**Exemple de *Festuca eskia* dans les Pyrénées**

**Etude réalisée à : INRA Toulouse UMR AgRosytèmes Cultivés et HerbagErs**

**Encadrement :** Maître de stage : Laurent Hazard  
Tuteur : Bernard Amiaud

**Mémoire soutenu à l'Ecole Nationale Supérieure d'Agronomie et  
des Industries Alimentaires de Nancy le 27 Septembre 2006**

## Résumé

L'utilisation touristique de la montagne impose des aménagements qui mettent à nu des zones d'altitude difficilement colonisables par la végétation naturelle. Un semis doit être réalisé. Dans les Pyrénées, le projet Ecovars2 est consacré à l'utilisation de plantes locales en revégétalisation dont *Festuca eskia*. Cette graminée endémique présente un endophyte dont l'intérêt en revégétalisation est questionnable. Afin de caractériser sa répartition dans les populations naturelles, nous avons choisi 21 sites sur l'ensemble des Pyrénées caractérisés par des données géographiques, climatiques et écologiques. Sur ces sites, nous avons déterminé la fréquence d'endophyte des populations de *F. eskia*. Parallèlement, nous avons réalisé des mesures morphogénétiques dans 2 dispositifs de transplantations réciproques pour tester l'effet de l'endophyte sur la croissance des plantes. Nos résultats montrent que le pourcentage d'endophyte dans les populations naturelles augmente selon un gradient Nord-Ouest/Sud-Est ( $R^2=83\%$ ) pouvant s'expliquer par une variation de climat en particulier la pluviométrie ( $R^2=75\%$ ). De plus, l'endophyte offre un gain de croissance de 12% ( $p<1\%$ ) lorsque le climat devient continental. Le caractère endophyte, répandu dans les populations naturelles de *F. eskia*, semble être une adaptation aux caractéristiques du climat continental. *Festuca eskia* se développe mieux grâce à son endophyte ce qui présente des avantages en revégétalisation.

**ANNEXE 2**  
**RESUME DE L'ARTICLE SOUMIS A BASIC AND APPLIED ECOLOGY**



**General information**

Elsevier Editorial System(tm) for Basic and Applied Ecology

Title: Accounting for endophyte distribution among populations of *Festuca eskia* when sourcing seeds for restoration

Article Type: Research Paper

Keywords: Pyrenees; fitness; drought; Epichloë; subalpine meadows; Neotyphodium

Corresponding Author: Héloïse Gonzalo-Turpin,

Corresponding Author's Institution: INRA

First Author: Héloïse Gonzalo-Turpin

Order of Authors: Héloïse Gonzalo-Turpin; Laurent Hazard; Aurore Grisard; Paul Laurent; Charles P West

Manuscript Region of Origin: FRANCE

**Cover Letter**

Prof. Dr. Teja Tscharntke

Basic and Applied Ecology

Agroecology, University of Göttingen, Waldweg 26

D-37073 Göttingen, Germany

Castanet-Tolosan, 02.05.07

Dear Prof. Dr. Teja Tscharntke,

I would like to submit the attached manuscript, "Accounting for endophyte distribution among populations of *Festuca eskia* when sourcing seeds for restoration", for consideration for possible publication in *Basic and Applied Ecology*.

Regarding the option of nominating reviewers, I propose four nominees:

**K. Saikkonen**

MTT Agrifood Research Finland

Plant production research

Karilantie 2 A

FI-50600 Mikkeli

Finland

E-Mail: kari.saikkonen@mtt.fi

**G.C. Lewis**

Institute of grassland and environmental research

NorthWyke Research Station

Okehampton

Devon EX20 2SB

United Kingdom

E-mail: graham.lewis@bbsrc.ac.uk

**K. Hufford**

Department of Ecology, Evolution, and Marine Biology

University of California

Santa Barbara, CA 93106

USA

E-Mail: hufford@lifesci.ucsb.edu

**L. Wittenmayer**

Martin-Luther-University Halle-Wittenberg

Institute of agronomy and crop science

Ludwig Wucherer-Str.2

D-06108 Halle

Germany

E-Mail: wittenmayer@landw.uni-halle.de

Sincerely,

Héloïse Gonzalo-Turpin

Institut National de la Recherche Agronomique (INRA)

UMR ARCHE

BP 52627

31326 Castanet Tolosan Cedex

France

E-mail: Heloise.Turpin@toulouse.inra.fr

Phone : 00+33 561 285 475

## Manuscript

### Accounting for endophyte distribution among populations of *Festuca eskia* when sourcing seeds for restoration

Héloïse Gonzalo-Turpin<sup>1\*</sup>, Laurent Hazard<sup>1</sup>, Aurore Grisard<sup>1</sup>, Paul Laurent<sup>1</sup> and Charles P. West<sup>2</sup>

<sup>1</sup>INRA, UMR 1248, BP 52627, F-31326 Castanet-Tolosan cedex, France

<sup>2</sup>University of Arkansas, 1366 W. Altheimer Drive, Fayetteville, AR, 72704-6898 USA

\*corresponding author: Tel.: 00(+33)561285336; Fax: 00(+33)561735537

E-mail: hturpin@toulouse.inra.fr

Endophyte distribution in *Festuca eskia*

4257 words

#### Abstract

Microbe-plant interaction is often overlooked in restoration of native plant populations. Grass endophytes are generally considered to be mutualistic microbes which can increase their host's fitness under plant competition, drought, and herbivory conditions. Nevertheless, introduction of infected plant material (E+) through translocation for revegetation can reduce the local plant population fitness by producing the same negative effect as outbreeding depression that can generate locally maladapted offspring. *Festuca eskia* is a native grass introduced by sowing to restore alpine meadows in the Pyrenees. We investigated the presence and distribution of endophyte in *F. eskia* populations. *F. eskia* harboured an endophyte of the asexual form of *Epichloë*. Proportions of E+ plants were established over 11 populations collected along the Pyrenean massif using immunoblot kits. Percentage of E+ plants increased from 4 to 99% along a west to east gradient. Water balance was the main factor associated with this gradient, having a significantly negative correlation ( $r=-0.84$ ,  $P<0.01$ ). Endophyte infection promoted heading of *F. eskia* since sub-samples of reproductive genotypes exhibited a higher level of endophyte infection than that of whole populations (58% vs. 44%,  $P=0.06$ ). We also showed that E+ plants produced 25% more cumulative leaf length per growing-degree day than E- plants whatever the growing conditions. These results support the existence of a cline in endophyte infection levels in *F. eskia* proceeding from an ongoing selection pressure over the Pyrenean chain probably linked to a water deficit gradient. A better understanding of this interaction allows managing *F. eskia* intraspecific diversity when sourcing seeds for restoration projects in the Pyrenees.

Keywords : Pyrenees, fitness, drought, *Epichloë*, subalpine meadows, *Neotyphodium*

**ANNEXE 3**  
**RESUME ET SYNTHÈSE DU STAGE D'ANAÏS GIBERT**



**UNIVERSITE PAUL SABATIER -TOULOUSE III**

**INP-ENSAT**

**Rapport de stage de MASTER 2 RECHERCHE**

**FONCTIONNEMENT DES ECOSYSTEMES et ANTHROPISATION**

**2007**

**Anaïs GIBERT**

**Quel rôle le champignon endophyte de *Festuca eskia* joue t-il sur la structuration populationnelle de cette graminée dominante des estives pyrénéennes ?**

**Stage effectué à l'Institut de Recherche Agronomique (INRA, Toulouse)**

**UMR-AGrosystème et développement terrItorial (AGIR)**

**Sous la direction de Laurent Hazard**

**Soutenu le 21-22 juin 2007 devant la commission d'examen à l'ENSAT**

## Résumé

En restauration écologique, l'étude de la structuration génétique populationnelle des espèces natives utilisées pour réhabiliter un écosystème dégradé est une nécessité pour minimiser les risques d'échec. Les associations symbiotiques endophyte-hôte pouvant modifier la valeur adaptative de l'espèce hôte, déterminer leur rôle dans la structuration populationnelle des espèces locales est indispensable. *Festuca eskia*, graminée dominante des estives pyrénéennes utilisée en restauration écologique, présente un gradient d'endophytisme croissant d'ouest en est sur le massif des Pyrénées. La structuration adaptative de cette espèce a été analysée à l'aide d'un dispositif de transplantations réciproques où trois traits fonctionnels adaptatifs ont été mesurés : hauteur des plantes, longueur des feuilles, teneur en matière sèche. L'effet de l'endophyte, a été identifié sur ces trois traits. Une étude écophysiological a également été menée *ex situ* pour tester l'effet de l'endophyte sur la croissance et la survie de *F.eskia* en condition de stress hydrique et de régime de défoliation fréquent. Une structuration adaptative a été mise en évidence chez *F.eskia*. Les populations à l'est de la chaîne pyrénéenne ont une stratégie de conservation renforcée par rapport à celles de l'ouest : une vitesse de croissance plus faible, un taux de matière sèche plus élevé, des feuilles plus longues. En ce qui concerne l'endophyte, sa présence augmente la survie de *F.eskia* en condition de stress hydrique (population endophytée : 55%, population non endophytée : 41%) et de défoliations fréquentes (population endophytée : 83%, population non endophytée : 73%). L'ensemble des résultats nous permet de formuler l'hypothèse d'une variation de stratégie adaptative renforcée par la présence de l'endophyte chez *F.eskia* le long de la chaîne des Pyrénées en relation avec la richesse du milieu et l'intensité de pâturage.

Mots clés : association endophyte-graminée, structuration des populations hôte, survie, *Festuca eskia*, Pyrénées.

**Synthèse du stage de master 2 « Ecosystèmes et anthropisation » :**  
*Quel rôle le champignon endophyte de *Festuca eskia* joue-t-il sur la structuration populationnelle de cette graminée dominante des estives pyrénéennes ?*

Effectué par Anaïs Gibert de janvier à juin 2007 au sein de l'UMR1248 Agrosystème et développement territorial INRA/ENSAT encadré par Laurent Hazard (équipe ORPHEE)

L'enjeu de ce travail effectué par Anaïs Gibert était de renseigner la structuration populationnelle sur le massif des espèces locales utilisées en restauration. Tenir compte de cette structuration permettrait d'accroître le succès de la restauration tout en conservant les lignées historiques des espèces. *Festuca eskia*, une des espèces clés de voûte des pelouses pyrénéennes est susceptible d'héberger un champignon endophyte. Or le taux d'endophyte (endophytisme) chez *F. eskia* augmente d'ouest en est sur le massif pyrénéen. Cette association qui n'engendre pas de symptômes visibles est révélée par un kit immunologique. L'endophyte croît dans l'espace intercellulaire et se propage par les graines de son hôte. Tandis que l'hôte le nourrit, il produit des alcaloïdes qui protègent la plante des contraintes environnementales. Ainsi, les associations plante-endophyte sont connues pour modifier la valeur adaptative de la plante hôte. Ceci nous amène donc à la question de recherche traitée dans le cadre de ce stage: cette association joue-t-elle un rôle dans la structuration adaptative des populations de *F. eskia* ?

### **Matériel et méthodes**

Pour répondre à cette question, nous avons analysé la structuration adaptative de *F. eskia* grâce aux données recueillies à l'automne 2006 sur un dispositif de transplantations réciproques. Trois traits fonctionnels ont été analysés : hauteur des plantes, longueur des feuilles, teneur en matière sèche. L'effet de l'endophyte a été caractérisé sur ces trois traits. Parallèlement, nous avons mené une étude écophysiological en serre pour tester l'effet de l'endophyte au sein d'une population de *F. eskia* sur la croissance et la survie des plantes soumises à un stress hydrique et à des coupes fréquentes.

### **Résultats**

Nous avons mis en évidence une structuration adaptative pour les traits fonctionnels étudiés chez *F. eskia*. Cette structuration est prépondérante au niveau régional mais demeurant significative localement selon des clines altitudinaux. Les populations fortement endophytées de l'est de la chaîne présentent des valeurs plus importantes de longueur de feuilles, de hauteur de plantes et de taux de matière sèche des feuilles que les populations faiblement endophytées de l'ouest de la chaîne. L'expérimentation en serre nous a permise de montrer que les populations de l'est ont une vitesse de croissance beaucoup plus lente que celle des populations de l'ouest. Concernant l'endophyte, sa présence est associée à une meilleure survie de *F. eskia* en condition de stress hydrique (population endophytée : 55%, pop. non endophytée : 41%) et de défoliations fréquentes (pop. endophytée : 83%, pop. non endophytée : 73%).

### **Discussion**

A l'issue de ce travail, nous formulons l'hypothèse d'une variation de stratégie adaptative chez *F. eskia* le long de la chaîne des Pyrénées. En effet, si *F. eskia*,

caractéristique des milieux pauvres, a une stratégie de conservation de ces tissus plutôt que l'investissement, il existerait néanmoins une variation intra-spécifique d'ouest en est: A l'ouest, les conditions océaniques et un pâturage intensif et homogène favoriseraient une stratégie d'investissement (turn-over rapide des organes). A l'est, conditions continentales et pâturage extensif plus hétérogène auraient exacerbé la stratégie de conservation de l'espèce. La présence forte d'endophyte dans les populations orientales contribuerait au renforcement de cette stratégie, de part son rôle dans la résistance au stress hydrique et à l'herbivorie.

## **ANNEXE 4**

### **PROTOCOLE POUR LES MESURES MORPHOGENETIQUES**



|  |   |  |
|--|---|--|
| <br>Centre de recherche de<br>Toulouse<br>UMR 1248 AGIR | Protocole de mesure<br>morphogénétiques sur F.<br>eskia : TMS, TMV, LDFA<br>et HP | Rédacteur(s) : Héroïse<br>Gonzalo-Turpin |
|  |   | Version : 2                              |
|  |   | Date : 15/09/06                          |

**A faire sur le terrain pour chaque plante :**

- mesure de la hauteur maximale de la plante (trait *hauteur de plante*)
- prélèvement de 1 talle et mise en sachet anoté
- placement d'une bague sur une talle à la base de la dernière feuille adulte en périphérie de plante toujours du même côté

*Matériel nécessaire sur le terrain:*

Réglets  
 Feuilles de notation  
 Sachet plastique pour mettre 1 talle  
 Glacière et glace pilée  
 Scalpel  
 Bagues qui se ferment totalement

**A faire au labo le lendemain:**

Recouper la base d'une talle et la mettre dans l'eau pour au moins 6h (au plus 48h) dans le noir à 4°C.

Prélever la dernière feuille adulte et la mesurer. (*longueur de feuille*)

Mesure de la TMS sur la dernière feuille adulte.  
 Etalonner la balance. Sécher la feuille. Peser le poids frais.  
 Mettre à l'étuve au moins 72h (ou plus) à 60°C  
 Etalonner la balance. Peser le poids sec. (*TMS*)

*Matériel nécessaire au labo :*

Jeu de tube à essai pour faire tremper les plantes  
 Scalpel  
 Réglet  
 Sachets papiers  
 Balance + ordi  
 Etuve



**ANNEXE 5**  
**PROJET DE STAGE D'ANNABELLE PONS**



## Utilisation de la flore locale en restauration écologique : quels mécanismes prendre en compte dans la détermination de zones de transfert de graines ?

### Contexte :

L'utilisation de ressources végétales locales pour la restauration écologique et durable de milieux dégradés est en plein développement. L'utilisation de la flore locale permet à la fois d'accroître la réussite technique des opérations de restauration, de valoriser un patrimoine local et de réduire les impacts environnementaux liés à l'introduction d'espèces étrangères. Le projet Ecovars ([www.ecovars2.fr](http://www.ecovars2.fr)) repose sur ces enjeux et a pour objectif de permettre l'utilisation de plantes autochtones dans les projets de revégétalisation dans les Pyrénées.

Dans le cadre de ce projet, nous définissons des zones au sein desquelles le transfert de graines permet d'utiliser durablement des semences d'espèces locales, notamment sans détériorer l'adaptation des populations de plantes naturellement en place.

Pour délimiter ces zones de manière fiable, il est indispensable de connaître les mécanismes qui sont à l'origine de l'adaptation des plantes au contexte local : s'agit-il d'une différenciation au niveau génétique entre des types écologiques ou d'une accommodation au milieu par plasticité du phénotype ?

L'hypothèse d'une différenciation génétique à l'échelle locale conduirait à des zones de transfert relativement restreintes alors que l'hypothèse d'une plasticité des phénotypes conduirait à des zones plus larges.

L'objectif du stage est de discriminer ces deux mécanismes chez une graminée pyrénéenne afin de les intégrer dans la détermination de zones de transfert de graines.

### Approches et matériel utilisé :

*Festuca eskia* est une graminée pyrénéenne endémique utilisable pour la restauration écologique des milieux sub-alpins et alpins dans les Pyrénées. Nous avons mis en place des transplantations réciproques de cette graminée à différentes altitudes ainsi qu'une collection d'individus de différentes origines dans un jardin d'altitude.

Il s'agira d'assurer le suivi de caractères morphologiques et de la phénologie des plantes sur ces différentes implantations.

L'analyse statistique des données acquises permettra de déterminer le type de mécanisme en jeu. Les résultats obtenus seront communiqués en propositions pragmatiques aux différents partenaires du projet Ecovars 2 (expert en restauration écologique et organisateur de la filière de production de semences locales).

### Compétences mise en œuvre :

Connaissances en écologie, en ingénierie écologique, en génétique, en biologie végétale et en agronomie  
Capacités rédactionnelles

Maîtrise de la langue anglaise

Goût pour la randonnée (accès aux sites d'étude)

### Lieu de travail :

INRA Toulouse UMR AGIR (Agrosystèmes et développement territorial) + déplacements sur la chaîne pyrénéenne.

Collaborations : Conservatoire botanique pyrénéen et SUAIA Pyrénées.

### Contact :

Héloïse Gonzalo-Turpin (INRA Toulouse) - 05 61 28 54 75 - [Heloise.Turpin@toulouse.inra.fr](mailto:Heloise.Turpin@toulouse.inra.fr)

Envoyer un CV pour faire acte de candidature.



**ANNEXE 6**  
**PROTOCOLE POUR LES MESURES MORPHOGENETIQUES**  
**COMPLEMENTAIRES**



|   |   |                                  |
|---|---|----------------------------------|
| <br>Institut National de la Recherche Agronomique<br>Centre de recherche de<br>Toulouse<br>UMR 1248 AGIR | Protocole de mesure des<br>traits liés à la fitness sur<br>les transplantations<br>réciproques de <i>Festuca<br/>         eskia</i> | Rédacteur(s) :<br>Annabelle Pons |
|   |   | Version : 1                      |
|   |   | Date : juin 2007                 |

**Objectif général** : évaluer l'adaptation des plantes à leur site de transplantation, déterminer s'il s'agit de plasticité phénotypique (accommodation) ou de différenciation génétique (différents écotypes)

**Liste provisoire du matériel** (à compléter si besoin est) :

- réglet
- bagues pour le suivi de croissance (3\*180\*9 = 4860)
- sacs pour envelopper les inflorescences (comptage des graines) + liens pour fermer les sacs
- balance (au labo)

Les traits mesurés doivent être en lien direct avec la valeur adaptative (fitness) des plantes. Les mesures porteront donc sur les 3 composantes de la fitness : survie, croissance et reproduction.

**Mode opératoire** :

1) Evaluation de la survie

Il s'agit d'estimer le nombre d'individus vivants par rapport au nombre initial d'individus ayant survécu aux transplantations (ie ayant survécu une saison après la transplantation)

But : la survie est la première composante de la fitness

Facilité de mesure : pas de difficulté, évaluation visuelle rapide (5 sec / plante \* 180 plantes = 15 min / site). Tableau de données : survie (o/n).

2) Mesures de croissance

a) *Hauteur végétative des plantes ou hauteur à épiaison ?*

- La hauteur végétative est la distance la plus courte entre le tissu photosynthétique (vert) le plus haut de la canopée et le niveau du sol (m)

But : la hauteur des plantes indique leur capacité à résister aux perturbations du milieu ; l'évolution de la hauteur de la plante couplée à l'évolution de son diamètre permet d'évaluer la croissance des plantes entières.

- Si les plantes sont épiées, possibilité de mesurer la hauteur à épiaison (= distance entre l'épi et le niveau du sol) et la hauteur des talles restées végétatives (m)

On pourra ensuite éventuellement faire le rapport entre ces deux hauteurs.

#### *b) Longueur des touffes*

Il s'agit de mesurer le plus grand diamètre de tissu vert de chaque plante (m)

But : évaluer la capacité d'extension végétative sur les plantes entières.

Facilité de mesure : mesure groupée avec la hauteur des plantes (voir a)) → 10 sec / plante \* 180 plantes = 30 min / site. On peut renouveler la mesure 2 ou 3 fois dans la saison (à différents stades phénologiques éventuellement) pour évaluer la croissance des plantes entières

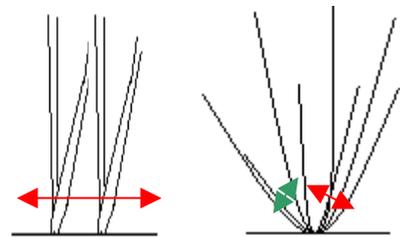
#### *c) Croissance des talles*

On compte le nombre de talles apparues sur une ou plusieurs talle(s) initiale(s) baguée(s) pendant une unité de temps

But : estimer la vitesse de croissance

Plusieurs possibilités de mesures :

- une bague sur plusieurs talles (2 ou 3 talles proches les uns des autres) à la fois
- plusieurs bagues (maximum 3) à différents endroits de la touffe



On peut aussi mesurer la longueur des feuilles apparues sur les talles (ou compter le nombre de feuilles initial et final), ou encore couper tout ce qui s'est développé au-dessus de la bague et peser cette biomasse (au labo).

Facilité de mesure : temps de pose d'une bague = 5 sec. 1 bague / plante → 15 min / site, 3 bagues → 45 min. Mesures : 15 à 20 sec / plante \* 180 plantes = 45 min à 1h / site.

Intervalle de temps entre la pose des bagues et les mesures = 15-20 jours, renouvelé 1 fois si possible.

#### *d) Pourcentage de talles épiées / végétatives par rapport au nombre total de talles*

On compte le nombre de talles épiées dans une surface de 10 cm \* 10 cm (les autres talles étant végétatives)

But : le pourcentage de talles végétatives est représentatif de la pérennité de la plante

Facilité de mesure : 10 sec / plante

### 3) Mesures des traits reproducteurs

#### *a) Nombre d'inflorescences*

Il s'agit de compter le nombre d'inflorescences par plant.

But : estimer l'aptitude des plantes à la reproduction sexuée.

2 possibilités :

- peu d'inflorescences → on les dénombre en totalité

- s'il y en a trop, on fixe une surface (10 cm \* 10 cm par exemple) et on dénombre les inflorescences à l'intérieur de cette aire.

Facilité de mesure : pas de difficulté ; temps de mesure : 10 sec / plante

#### *b) Nombre et poids des graines*

Ramassage des épis, dénombrement des graines, séchage et pesée au labo (poids moyen des graines)

But : mesurer la capacité de reproduction grainière (paramètre clé pour la filière de production de semences)

Facilité de mesure : mise en place de sacs au niveau des inflorescences pour récupérer les graines puis coupe des inflorescences. S'il y en a trop, dénombrement au sein de la surface de 10\*10cm.

Et suivant les résultats obtenus avec les graines :

#### *c) Pourcentage de germination*

Il s'agit de déterminer le pourcentage réel du nombre total de graines d'un échantillon ayant germé au cours d'un essai de germination.

But : apprécier la qualité des semences

Facilité de mesure : protocole assez long mais ne nécessitant pas de temps supplémentaire sur le terrain.

Etapes :

- humidification des graines
- mise au réfrigérateur (4°C) pendant 4 semaines → levée de dormance
- mise sur papier-filtre ou directement dans du terreau
- comptage des graines ayant germé

Avantages et inconvénients du papier-filtre et du terreau :

Sur papier-filtre, il y a plus de risque de contamination que dans le terreau, qui a un effet neutralisateur. Mais le contrôle de germination est plus facile sur papier-filtre (meilleure visibilité). Si on a beaucoup de graines, utiliser du terreau est beaucoup moins fastidieux, mais se pose toujours le problème de la visibilité.



**ANNEXE 7**  
**COMPTE-RENDU DU COMITE DE SUIVI SCIENTIFIQUE DU TRAVAIL**  
**D'HELOÏSE GONZALO-TURPIN**





Compte-rendu du second comité  
6 mars 2007  
**Héloïse Gonzalo-Turpin**

## **Quel mode de gestion de la diversité génétique pour les projets de restauration écologique ?**

**Cas de la diversité génétique de *Festuca eskia* dans le  
projet ECOVARS 2**

Encadrants : Laurent Hazard et Nathalie Couix  
INRA Toulouse UMR AGIR Equipe Orphée

Sept 2005 - Sept 2008

## Circonstances du comité

### **Personnes présentes :**

Philippe Barre (INRA, Lusignan), Jocelyne Cambecèdes (CBP, Bagnères de Bigorre), Nathalie Couix (UMR AGIR, INRA, Toulouse), Laurent Hazard (UMR AGIR, INRA Toulouse), Paul Laurent (UMR AGIR, INRA Toulouse), François Lefèvre (INRA, Avignon), Sandra Malaval-Cassan (CBP, Bagnères de Bigorre), André Pornon (UPS-CNRS, Toulouse)

### **Personnes excusées :**

Didier Alard (Université Bordeaux 1), Danièle Magda (INRA Toulouse), Arnaud Martin (Université Montpellier 2)

Ce second comité constitue un point à mi-parcours dans le travail, la soutenance étant prévue pour septembre 2008.

Ce travail s'inscrit en biologie de populations tout en faisant appel à des approches et méthodes de sciences sociales.

## Présentation et discussion autour du travail

### **Propos introductif**

Un propos introductif rappelle la problématique, l'objectif, la question de recherche, la stratégie de recherche et le contexte.

## **1. Etude de la diversité génétique neutre de *F. eskia***

### *Présentation*

Une présentation des enjeux, objectifs et questions de recherche associés à cette thématique est suivie d'une présentation du matériel végétal utilisé et des méthodes d'analyse mises en œuvre. Les premiers résultats sont présentés.

### *Discussion*

Globalement, les données obtenues et les premiers résultats présentés sont consistants vis à vis des objectifs et cohérents vis-à-vis des hypothèses initiales.

L'idée de consacrer une publication uniquement à ces résultats ne semble pas la plus pertinente pour deux raisons :

- l'originalité de ces résultats en génétique des populations ou en génétique de la conservation tient à son contexte de production et à l'espèce considérée
- les données acquises sur *F. eskia* ne sont probablement pas assez nombreuses en termes de populations échantillonnées et de marqueurs testés pour pouvoir être publiées en l'état

Il semble donc plus pertinent de valoriser ces données dans le cadre d'une publication qui dépasse le cadre strict de la structuration génétique neutre de *F. eskia* :

- en recoupant les analyses effectuées sur *F. eskia* avec des analyses effectuées sur d'autres plantes pyrénéennes comme l'Aster, le Lotier ou les Fétuques rouge par exemple. Néanmoins cela nécessite d'acquérir de nouvelles données de génétique neutre, ce qui sera fait au sein de l'équipe mais pas dans le cadre de la thèse ;
- en comparant ces données aux données de structure génétique adaptative comme cela était prévu initialement (en outre, l'échantillonnage a initialement été conçu pour cela), solution qui a été retenue.

Après les commentaires globaux, nous avons abordé différentes questions plus ponctuelles sur certains points de cette étude :

- *Concernant le faible nombre de marqueurs (4 marqueurs) et leurs différentes natures (1 microsatellite et 3 STS)*

Le microsatellite est issu d'une banque génomique alors que les STS sont construits marqueur par marqueur. Il existe une certaine inflation du nombre de marqueurs utilisés dans les études publiées qui n'est pas forcément justifiée. Cependant, un faible nombre de marqueurs peut être la cause du refus d'un article dans une revue. Si on obtient des résultats cohérents et significatifs avec seulement 4 marqueurs, il n'est pas indispensable de tester d'autres marqueurs. Concernant la nature et la robustesse des analyses, il serait intéressant de regarder les résultats (les structures de population) indépendamment pour chaque marqueur.

- *Concernant le marqueur codominant*

Il est possible d'inclure ce marqueur dans les analyses à condition de ne prendre en compte que les données de présence-absence des autres marqueurs. Procéder avec une analyse des correspondances pour décrire la structure des populations permettrait d'inclure ce marqueur.

- *Concernant le déséquilibre de liaison*

Les calculs de déséquilibre de liaison n'ont pas été présentés. Les marqueurs utilisés dans ces analyses ont été cartographiés sur le génome du ray-grass anglais : on a donc les moyens de savoir s'ils se situent sur les mêmes chromosomes et le cas échéant à quelle distance les uns des autres.

- *Concernant la taille des populations*

On peut évaluer les surfaces et les densités de *F. eskia* pour chaque site échantillonné de manière à évaluer la taille des populations au sein desquelles on a échantillonné. Cependant, vu les questions de recherche et les grandes tailles de populations en jeu, il n'est pas forcément indispensable d'évaluer les tailles de population : cela n'apporte pas d'information essentielle.

- *Concernant l'index de raréfaction (R)*

Ce type d'index permet de limiter les biais entraînés par les différences entre les tailles d'échantillons. Il est possible et potentiellement intéressant de calculer ce type d'index grâce à différents logiciels disponibles sur Internet.

- *Concernant les modes de dispersion de *F. eskia**

En plus de la reproduction sexuée, il est possible que *F. eskia* se disperse de manière clonale sur de faibles distances dans le voisinage du pied mère. La thèse de C. Palmier comporte peut-être des indications sur les modes de dispersion et la biologie du *F. eskia* : il faudrait la consulter.

- *Concernant la structuration en fonction de l'altitude*

Il pourrait être intéressant de regarder plus précisément la structuration en fonction de l'altitude pour tester l'hypothèse selon laquelle les populations d'altitude sont moins diversifiées que les populations de basse altitude.

- *Concernant la disposition spatiale des populations échantillonnées*

La disposition spatiale des populations échantillonnées (en deux groupes) induit une incertitude dans l'interprétation des résultats obtenus : la structure génétique bipolaire observée (voir

diapositive 15 en annexe) résulte-t-elle de deux pools génétiques différents ou de l'échantillonnage ? Il s'avère nécessaire d'échantillonner des populations géographiquement intermédiaires entre celles de Coumebière et de Moudang pour pouvoir répondre à cette question. Il semble judicieux de reprendre les populations déjà échantillonnées pour les tests sur l'endophyte pour deux raisons :

- une partie de ces populations est à notre disposition dans la pépinière
- on peut envisager de tester des liens entre la structuration génétique neutre et la structuration d'infection de *F. eskia* par l'endophyte.

Par ailleurs, les études préalables menées sur des marqueurs RAPD à l'Université de Pau mettent en évidence un isolement par la distance.

## **2. Etude de la diversité adaptative de *F. eskia* et de la distribution de l'endophyte dans les populations de *F. eskia***

### *Présentation*

Pour ces deux thématiques, une présentation des enjeux, objectifs et questions de recherche est suivie d'une présentation des méthodes mises en œuvre. Concernant la distribution de l'endophyte dans les populations de *F. eskia*, des résultats et des points de discussion sont présentés. Le travail sur l'endophyte donne lieu à un article en voie de soumission.

### *Discussion*

Globalement, les résultats obtenus sont originaux. Ces résultats pourront être mis en perspective avec les résultats à venir sur la diversité génétique adaptative de *F. eskia*.

Après les commentaires globaux, nous avons abordé différentes questions plus ponctuelles sur certains points de cette étude :

- *Concernant l'espèce de l'endophyte*

Les champignons endophytes ont été étudiés essentiellement chez les plantes fourragères. L'endophyte de *F. eskia* est un champignon très proche de *Epichloë festucae* de forme asexuée. Son étude peut être assimilée à l'étude d'un marqueur cytoplasmique car l'endophyte se transmet d'une plante mère à ses graines.

- *Concernant l'effet positif de l'endophyte sur la croissance*

L'analyse de la croissance de *F. eskia* en fonction de son caractère endophyté ou non-endophyté doit aussi tenir compte de l'origine des plants puisque les deux effets (génotype et caractère endophyté) se superposent dans l'expérimentation. Les variances dans la croissance attribuables à chacun de ces effets doivent être distinguées et calculées.

- *Concernant la prise en compte du caractère endophyté ou non-endophyté dans les analyses ultérieures*

Il sera intéressant de tenir compte des potentiels effets de la présence d'endophyte dans l'analyse des futures données se rapportant aux différences de valeur adaptative entre les génotypes de *F. eskia* de différentes origines.

- *Concernant les conséquences pour la restauration des prairies d'altitude*

Il sera intéressant de discuter du statut d'infection dans le contexte de la restauration pour plusieurs raisons :

- Pour maintenir la structuration des populations en place en termes d'infection lors de la construction de zones de transfert de graines et pour limiter les phénomènes se rapprochant de la dépression d'hybridation (pour éviter de casser le complexes de gènes issus de la coévolution avec l'endophyte)
- Pour prendre en compte le statut d'infection des plantes transplantées suivant la présence ou l'absence d'herbivores sur les territoires restaurés
- Pour des raisons pratiques de conservation de l'infection dans les graines de *F. eskia* destinées à la revégétalisation

### **3. Etude de la diversité des points de vue d'acteurs et réflexion sur les modes de production de connaissances**

#### *Présentation*

Pour ces deux thématiques, une présentation des enjeux et des objectifs est suivie d'une présentation des questions de recherche. Concernant la diversité des points de vue d'acteurs, les premières pistes d'analyses dégagées sont présentés.

#### *Discussion*

- *Concernant la façon d'aborder les problèmes dans les sciences pour l'action (comme la restauration écologique)*

La posture de recherche mise en œuvre semble très intéressante à certains membres du comité. C'est une façon d'aborder les problèmes relatifs aux sciences appliquées qui est originale et discutée par différents auteurs (par exemple B. Latour). De plus, des stations comme Val d'Isère se sont lancées dans des démarches telles que celles proposées ici et font l'objet d'un suivi. Il s'agit d'un nouveau type d'ingénierie qui permettra de résoudre les problèmes qui se poseront à la recherche appliquée. Ce type d'approche nécessite de réellement travailler dans l'interdisciplinarité.

- *Concernant la façon d'aborder les entretiens et le biais que cela peut induire*

Les guides d'entretiens ont été établis en fonction des personnes rencontrées de manière à se mettre en situation de dialogue autour du sujet (le matériel végétal des secteurs sur lesquels ont eu lieu des opérations de revégétalisation). Il ne s'agissait pas de parler directement de la diversité génétique car cela ne représente pas un objet pour tout le monde mais il s'agissait par exemple de parler du couvert végétal, du territoire, de leur utilisation. Par ailleurs, on ne peut pas parler d'objectivité ou de biais au sujet d'entretiens de cette nature au même titre que dans des disciplines plus « dures » comme la génétique. Il s'agit de situations d'interaction par nature et en conséquence les perceptions de chacun entrent en jeu. Ceci est assumé et pris en compte dans l'analyse dans ce type d'approche en sciences sociales.

- *Concernant le fait de concilier dans la même thèse une étude sur les attentes des acteurs en matière de revégétalisation et une étude sur le Gispet qu'il faut choisir pour revégétaliser ?*

La thèse n'a pas pour objectif de répondre à une demande des acteurs vis-à-vis du matériel végétal mais d'essayer de révéler ces différences de points de vue afin de mettre en évidence l'intérêt de prendre en compte ces différences voire d'initier une discussion.

- *Concernant les échelles de temps différentes*

Les échelles de temps perçues par les acteurs peuvent être différentes notamment en ce qui concerne l'autochtonie : quel est le temps nécessaire à un élément pour devenir autochtone ?

- *Concernant les difficultés à assembler des connaissances*

Il est souvent difficile de combiner des connaissances scientifiques fines à d'autres types de connaissances. Comment par exemple utiliser des modèles scientifiques très fins, correspondants à des connaissances scientifiques en pointe dans un domaine, avec des connaissances d'autres domaines ou d'une autre nature. On peut être amené à faire de réelles simplifications et de ce fait ne pas pouvoir vraiment mobiliser toutes les connaissances que l'on a.

- *Concernant les rapports sciences-société*

L'approche de la restauration écologique proposée dans la thèse (approche centrée sur la gouvernance au niveau local) est différente de l'approche écolo-centrée du capital naturel proposée par J. Aronson et al.

## **Propos conclusif**

Un propos conclusif permet de faire un état des lieux sur l'avancement du travail et présente un échéancier prévisionnel.

## **ANNEXE 8**

### **PROTOCOLE DU DISPOSITIF MULTILocal POUR LA REVEGETALISATION EN STATIONS DE SKI**



|  |   |                                |
|--|---|--------------------------------|
| <br>Centre de recherche de<br>Toulouse<br>UMR 1248 AGIR | Titre : Dispositif multilocal<br>pour la revégétalisation en<br>stations de ski | Rédacteur(s) : Paul<br>Laurent |
|  |   | Version : 1                    |
|  |   | Date :                         |

## I. Peyragudes

### 1) réaménagement et préparation:

sol concassé en août 2006

2000m<sup>2</sup> semé par la station au 15 juillet

reste 2000m<sup>2</sup>: implantation le 28 septembre 2006: par INRA semi à la volée 250m<sup>2</sup>

### 2) composition des lots de semences des espèces:

parcelle I

500g de gispet

38,31g de trèfle alpin

22,5g de composée

parcelle II

1000g fétuque nigrescens

47,85g de lotier

19,8g de trèfle violet

4g de trèfle blanc

30g d'alchemille

22,5g de composée

parcelle III

1000g fétuque des prés

5g de lotier

120g de gispet

3,65g de trèfle alpin

110g fétuque nigrescens

19,8g de trèfle violet

4g de trèfle blanc

30g d'alchemille

parcelle IV

1250g mélange commercial SOC (25g/m<sup>2</sup>)

composition: 28% fétuque des prés cosmos 11

25% ray grass anglais fourrage tivoli

15% fétuque élevée fourrage hykor

10% fétuque rouge gazonnante olivia

10% trèfle hybride aurora

5% fétuque ovine durette barrepo

5% trèfle blanc grasslands huia

2% lotier cornicule san gabrielle

Les bordures:

semées avec mélange commercial SOC (25g/m<sup>2</sup>)

### 3) fixateur:

125g/ parcelle de 50m<sup>2</sup>

Le fixateur a été dilué dans 50l d'eau, ensuite pulvérisé en solution sur le sol, après semis

#### 4) engrais:

2500g/ parcelle de 50m<sup>2</sup>

apport à la volée le 28/09/06: 1250g/ parcelle

reste à apporter: 1250g

## II. Porte Puymorens

### 1) réaménagement et préparation:

travaillé au tractopelle en 2004

pioché pour arracher les herbes (peu nombreuses) le 5 octobre 2006

implantation d'essai le 5 octobre 2006 l'après midi, semis à la volée

### 2) composition des lots de semences des espèces:

parcelle I

500g de gispet

38,31g de trèfle alpin

22,5g de composée

parcelle II

1000g féтуque noirâtre

47,85g de lotier

19,8g de trèfle violet

4g de trèfle blanc

30g d'alchemille

22,5g de composée

parcelle III

1000g féтуque des prés

5g de lotier

120g de gispet

3,65g de trèfle alpin

110g féтуque noirâtre

19,8g de trèfle violet

4g de trèfle blanc

30g d'alchemille

parcelle IV

1250g mélange commercial SOC (25g/m<sup>2</sup>)

composition: 28% féтуque des prés cosmos 11  
25% ray grass anglais fourrage tivoli  
15% féтуque élevée fourrage hykor  
10% féтуque rouge gazonnante olivia  
10% trèfle hybride aurora  
5% féтуque ovine durette barrepo  
5% trèfle blanc grasslands huia  
2% lotier cornicule san gabrielle

Les bordures: semées avec mélange commercial SOC (25g/m<sup>2</sup>)

### 3) fixateur:

125g/ parcelle de 50m<sup>2</sup>

2,5g/m<sup>2</sup>

Le fixateur a été dilué dans 50l d'eau, ensuite pulvérisé en solution sur le sol, après semis

### 4) engrais:

2500g/ parcelle de 50m<sup>2</sup>

50g/m<sup>2</sup>

apport à la volée le 05/10/06: 2500g sur chacune des parcelles II, III, IV

Les précautions d'usage sont prises pour éviter tous mélanges: pas d'implantation au-dessus, sens de la pente, traçage piquetage, cordons de délimitation, évité le vent, chausson pour les changements de parcelles.