

# De l'écologie théorique à l'ingénierie – Rôle de l'ingénieur écologue au Cemagref : l'exemple des domaines skiables

Françoise Dinger

**A**fin de rendre la pratique du ski plus sûre et plus confortable, le relief naturel des versants est souvent totalement remodelé pour créer les pistes de descente et implanter les remontées mécaniques. La conséquence en est la destruction des biocénoses et des sols en place. S'instaurent alors des processus d'érosion et de déstabilisation des pentes qui peuvent conduire à des modifications paysagères importantes, une diminution de la qualité des alpages, voire à des problèmes de sécurité.

## Le contexte

Les attentes des partenaires de terrain sont anciennes et multiples. Les aménageurs des zones d'altitudes, les collectivités, entreprises, assureurs... souhaitent la mise en place rapide et pérenne d'une couverture végétale permettant la protection des sols et donc celle des biens et des personnes. Cette couverture végétale assure aussi la gestion optimum de la neige très tôt dans l'hiver, qu'elle soit naturelle ou de culture.

Ils souhaitent également bénéficier d'une saison touristique d'été de qualité et la couverture végétale mise en place doit aider à une meilleure intégration des aménagements dans l'environnement.

1970

Fétuque rouge T  
Ray Grass anglais  
Fléole des près  
Fétuque des près  
Pâturin des près

1980

Ray Grass anglais  
Fétuque rouge 1/2 T  
Fétuque rouge T  
Fléole des près  
Fétuque ovine  
Lotier corniculé  
Trèfle blanc nain  
Pâturin des près

C'est dans ce contexte que, depuis 1978, l'équipe « Végétalisation d'espaces érodés » a développé des activités de recherche appliquée et d'expertise pour mener à bien la réhabilitation d'espaces dégradés, et notamment ceux qui résultent de l'aménagement des domaines skiables.

Ainsi, depuis plusieurs années, grâce à ces travaux, tout est mis en œuvre pour redonner au site ses fonctions multiples par des interventions conjointes sur le substrat et le matériel végétal et par l'adaptation des techniques et leur mise en œuvre.

Ce savoir-faire technique et scientifique concerne :

– la reconstitution du substrat par réutilisation de la terre végétale ou épandage d'amendement organique tels les différents types de composts,

## Les contacts

Cemagref,  
UR Écosystèmes  
montagnards, 2 rue  
de la Papeterie, BP 76,  
38402 Saint-Martin-  
d'Hères Cedex

et/ou sa protection par utilisation de géotextiles biodégradables,

- le repeuplement par semis à partir d'espèces végétales allochtones et/ou autochtones,
- l'emploi de matériels et procédés adaptés.

Pour répondre à ces objectifs, ce savoir-faire s'est constitué peu à peu dans le but de répondre aux attentes des partenaires de terrain, grâce à un investissement lourd en essais et recherches avec un partenariat scientifique pluridisciplinaire indispensable. Les résultats des recherches engagées depuis plus de 25 années sont la base du savoir-faire actuel de l'ingénieur écologue.

Nous aborderons ici uniquement le rôle primordial du matériel végétal, qui fut notre préoccupation essentielle au début de nos recherches.

### Les essais engagés – Les collaborations scientifiques

Pour répondre à ces multiples attentes et après avoir mené une enquête auprès des responsables de stations sur leur pratique en matière de reverdissement (c'était le terme employé à l'époque), nous avons mis en place en 1978 dans trois stations de ski (Auron, Val d'Isère et Courchevel), des essais pour aider au meilleur choix des espèces à incorporer dans les mélanges dits « pistes de ski ». Les seules espèces disponibles à l'époque étaient essentiellement issues de la sélection variétale de graminées à gazons.

Sur les 27 cultivars testés, nous avons retenu les variétés ayant le meilleur comportement (fétuques rouges, fléole, ray grass anglais...) qui sont encore aujourd'hui à la base des mélanges utilisés en altitude.

Mais ces mélanges n'avaient pas un comportement satisfaisant au-dessus de 1 800 m d'altitude, ce d'autant qu'on n'apportait pas à l'époque d'amendement organique ; en-dessous de 1 800 m, où ils constituaient une couverture végétale peu diversifiée et d'apparence très « artificielle ».

Dès cette époque, nous avons suivi des réalisations en vraie grandeur dans quelques stations de ski (Val d'Isère, Les Grands Montets) qui nous ont permis d'observer pendant de nombreuses années l'évolution des mélanges de semences utilisés. D'année en année,

1990

Ray grass anglais  
Fétuque rouge G  
Fétuque rouge T  
Fétuque ovine  
Dactyle  
Fléole des près  
Lotier corniculé  
Agrostide stolonifère  
Trèfle nain blanc  
Trèfle violet  
Lotier corniculé  
Anthyllis vulnérable  
Plantain lanceolé  
Achillée millefeuille  
Sedum acre  
Flouve odorante  
Leucanthème vulgaire  
Pimprenelle  
Arabette  
Ceraistre  
Alysse  
Lin perenne

1999

Ray grass anglais  
Fétuque rouge G  
Fétuque rouge T  
Fétuque ovine  
Fléole des près  
Agrostide stolonifère  
Ray grass anglais  
Trèfle nain blanc  
Trèfle violet  
Lotier corniculé  
Anthyllis vulnérable  
Plantain lanceolé  
Achillée millefeuille  
Leucanthème V

il nous a donc été possible d'ajuster nos recommandations :

- introduction de légumineuses (jusqu'à 30 % du mélange) pour s'affranchir pour partie de la stérilité du substrat et pour qu'une complémentarité de prospection racinaire s'établisse entre les espèces semées,

- introduction dans les mélanges d'espèces sauvages en fonction de leur disponibilité et de leur qualité,

- ajustement des pourcentages de chaque espèce en fonction de leur comportement constaté (rapidité d'installation, pérennité, agressivité...),

- diminution des doses de semis pour tenir compte de la compétition nutritive des plantes et de la rusticité du milieu.

Des recherches particulières ont été engagées sur les conditions de production des plantes natives, car nous pensions à l'époque qu'il convenait, dès le semis, de diversifier le plus possible le mélange pour accélérer le retour à une certaine biodiversité garante de la pérennité du couvert végétal, ce qui a conduit, au cours des années 90, à des propositions de mélanges relativement complexes et coûteux.

Or, l'étude de l'évolution des espaces réhabilités a révélé que les espèces sauvages introduites ne s'exprimaient pas comme on pouvait le souhaiter, soit parce que les semences n'étaient pas de bonne qualité – à l'époque, aucune obligation réglementaire ne permettait de connaître le taux de germination de ces espèces et leur provenance – soit parce que, compte tenu de leur prix et de leur faible disponibilité, elles n'étaient pas introduites en quantité suffisante dans le mélange pour pouvoir s'exprimer.

Nos observations nous ont permis aussi de constater le retour spontané plus ou moins rapide de certaines espèces présentes naturellement à proximité des chantiers ; il valait mieux favoriser leur retour sur les pistes, plutôt que de les introduire dans les mélanges. Les mélanges de semences ont donc été simplifiés à la fin des années 90.

De 1978 à 2003, 7 thèses ont pour partie abordé cette problématique (Bédécarrats, 1988 ; Bussery, 1989 ; Daburon, 1989 ; Crosaz, 1995 ; Gauthier, 1997 ; Moiroud, 1997 ; Magnin, 2003), grâce à l'appui scientifique de nombreuses équipes françaises, italiennes et suisses.

Cette évolution dans les pratiques n'a pu s'imposer qu'à partir de travaux de recherche mettant en œuvre une forte pluridisciplinarité d'acteurs.

Aujourd'hui, nos recommandations tiennent compte des apports scientifiques sur :

- la germination des espèces sauvages,
- la mycorrhization,
- la micropropagation in vitro,
- la variabilité écotypique,
- la banque de graines des sols,
- la richesse spécifique,
- la qualité fourragère,
- la dynamique de recolonisation...

Ces acquis scientifiques constituent les bases du savoir-faire de l'ingénieur écologue.

## L'ingénieur écologue

Aujourd'hui encore l'ingénieur écologue doit toujours observer pour mieux comprendre ; chaque chantier étant un cas particulier, une description minutieuse de l'état du site après travaux de terrassement reste indispensable.

Avant de formuler un diagnostic et de proposer les mesures appropriées, l'ingénieur écologue devra :

### ● intégrer tous les paramètres du milieu :

– **la pente**, qui permet de décider du type de protection du substrat si nécessaire, de la technique de semis (manuelle, par hydroseedeur avec ou sans rallonge, par hélicoptère) ;

– **l'altitude**, qui permet d'affiner la proposition des espèces composant le mélange, et qui détermine la période d'intervention et le nombre de passages en végétalisation.

– **le type de substrat** restant après les travaux de terrassement qui permet de décider de l'apport ou non d'amendement ;

– **la granulométrie**, pour décider d'une intervention en concassage et/ou d'un apport de matière organique en forte quantité ;

– **le pH** qui aide au choix des espèces du mélange et de l'apport ou non d'amendement calcique ;

– **la présence d'eau**, même temporaire, qui conditionne des travaux préalables de mise en place de renvois d'eau, dont l'écartement et la position dépendent de l'intensité du phénomène ;

– **l'accessibilité du site**, contrainte forte pour le déroulement du chantier, qui impose selon les cas de modifier les techniques d'intervention et le choix des produits et matériaux ;

– **la stabilité des terrains**, qui impose aussi des travaux préalables de fixation des sols par géotextiles biodégradables ou une technique de préparation du sol adaptée.

● **analyser le fonctionnement des espaces non perturbés** à proximité du site à réhabiliter et repérer si les espèces potentiellement colonisatrices sont présentes en quantités suffisantes pour espérer leur retour rapide sur les surfaces dégradées ;

● **intégrer le mode de gestion ultérieur** de l'espace à réhabiliter : par exemple, la gestion par le pâturage fera privilégier les variétés fourragères aux variétés à gazon ;

● **connaître et tenir compte de la disponibilité des espèces, de leur provenance et de leur qualité.**

Toutes ces données du milieu, enrichies des expériences passées et de la connaissance du marché, permettent de décrire dans un cahier

des charges précis l'ensemble des interventions indispensables à la réussite du chantier de végétalisation.

L'ingénieur écologue pourra éventuellement être chargé du suivi de la mise en œuvre de ses recommandations, d'en constater l'efficacité et d'imposer les ajustements nécessaires.

L'un des éléments essentiels de la réussite étant **la définition du mélange de semences** à utiliser, comment peut-on calculer la contribution de chaque espèce ?

Dès 1982, différentes études s'inspirant de la démarche de Caputa sont conduites pour tenter de proposer une formule permettant de définir la contribution de chaque espèce du mélange. Il convenait de tenir compte de l'agressivité de chaque espèce composant le mélange et de sa rapidité d'installation, du poids des mille graines, du nombre d'espèces composant le mélange, de la dose de semis... Pour beaucoup d'espèces, on ne dispose pas de l'ensemble de ces informations et les essais de mise au point de formule se sont donc rapidement avérés difficiles.

Aucune formule ne peut remplacer les observations sur le terrain. En effet, l'analyse du comportement des principales espèces semées nous renseigne sur leur rapidité d'installation, leur agressivité, leur pérennité, leur résistance au froid ou à la sécheresse.

Les collectes de semences et les tests de laboratoire apportent des informations sur le poids des mille graines, sur le pourcentage de germination, sur les phénomènes de dormance.

Toutes ces informations permettent aujourd'hui de proposer des mélanges où la contribution de chaque espèce est mieux adaptée.

**Le ray grass anglais** est fortement diminué et n'est maintenant proposé qu'à 10 % (voire moins) dans les mélanges. Il s'installe rapidement, joue son rôle de plante-abri mais disparaît rapidement dès la deuxième année : il convient donc de bien ajuster sa contribution dans le mélange pour que sa disparition ne conduise pas à de larges zones dénudées sensibles à l'érosion, mais qu'elle favorise le retour progressif d'autres espèces.

**Le pourcentage de fléole** dans les mélanges a aussi été diminué. L'espèce s'installe facilement et rapidement et présente une forte pérennité et

agressivité ; il convient donc de la limiter dans les mélanges si l'on souhaite voir d'autres espèces s'installer.

La diminution de **l'achillée** dans les mélanges tient au fait que lorsqu'on sème 1 gramme de cette espèce, on apporte sur le terrain énormément d'individus (plus de 6 000), alors que le même poids de graines apportera 330 individus d'Anthyllis vulnérable ou 1 000 individus de fétuque rouge ; il convient donc dans les mélanges de conserver en fonction des objectifs un certain équilibre et une juste concurrence.

Aujourd'hui pour réaliser les mélanges, trois types de semences sont disponibles : les espèces certifiées, les espèces de la catégorie « semences » et les plantes natives (sauvages).

**Les semences certifiées** ont leur qualité (technologique et génétique) garantie par la réglementation. Les principales sont : ray grass anglais gazon, fétuques rouges traçante, demi-traçante et gazonnante, fétuque élevée gazon, pâturin des prés, fétuque ovine, agrostide.

**Les espèces de la catégorie « semences »** doivent être conformes aux normes technologiques (pureté et germination) fixées par l'arrêté de commercialisation.

À la liste suivante : brôme, crénelle, moha, anthyllide, achillée, de nouvelles espèces ont été ajoutées récemment à la demande de la commission de végétalisation de la Société française des gazons dont les membres représentent l'ensemble des professionnels de la végétalisation (semenciers, chercheurs, donneurs d'ordre, bureaux d'études prescripteurs...).

Ces nouvelles espèces concernent essentiellement la végétalisation des zones méditerranéennes : *Brachypodium pinnatum* et phoenicoïdes, *Coronilla glauca*, *Coronilla varia*, *Leucanthemum vulgare*, *Plantago coronopus*, *Plantago lanceolata*, *Sanguisorba minor*, *Saponaria ocy-moïdes*, *Trifolium subterraneum*.

Les plantes natives (sauvages) ne sont soumises à aucun contrôle ; il convient alors d'être vigilant et d'exiger d'en connaître au moins la provenance, le taux de germination et la teneur en adventices.

Il faut donc tenir compte de la qualité, de la disponibilité des espèces et de l'acceptabilité éco-

nomique des propositions. En effet, les mélanges de semences utilisés en végétalisation ont un coût qui n'est pas négligeable.

À titre d'exemple, pour la végétalisation des talus du TGV Méditerranée, l'introduction de 2 espèces sauvages (représentant moins de 4 % en poids et moins de 1 % en nombre d'individus) dans un mélange de base comprenant 13 espèces commerciales a fait passer le coût du kg du mélange de 3,90 € HT à 8,75 € HT. Il faut être sûr de la pertinence de ces introductions d'espèces sauvages et de leur expression sur les sites pour convaincre l'aménageur d'accepter une telle augmentation.

### Des recherches aujourd'hui pour qui ?

Les défenseurs de l'environnement (associations, ministères, gestionnaires d'espaces protégés), les associations foncières pastorales, les responsables du tourisme ne s'expriment pas beaucoup sur le sujet actuellement. Il conviendrait pourtant d'identifier les enjeux liés au développement durable pour aborder la recherche de façon finalisée :

- retour plus ou moins rapide des plantes natives sur les pistes,
- accroissement de la biodiversité,
- risques de croisements entre espèces introduites et les espèces sauvages,
- risques de colonisation des espaces naturels par les espèces allochtones introduites...

Côté utilisateurs de nos résultats, les aménageurs ont plus de facilités à préciser leurs enjeux et besoins. Pour les domaines skiables, ils ont précisé dès 1985 leur attente au cours des sessions de formation organisées dans les stations à la demande de leur association professionnelle. Aujourd'hui, ils sont satisfaits des résultats. Leur attente est économique et donc plus facile à exprimer : leur souhait est simple et se résume à deux couleurs : vert et blanc pour deux saisons touristiques d'été et d'hiver.

Ce qui pourrait faire aujourd'hui l'objet d'une demande de recherche de leur part concerne les conséquences du dérèglement climatique sur leur activité ; en effet, combien de domaines skiables sont appelés à disparaître et dans quel délai ?

### Conclusion : quelles recherches aujourd'hui pour l'ingénieur écologue au Cemagref ?

Les recherches à poursuivre ou à engager pourraient concerner trois pas de temps : pour le court terme, elles auraient pour objectif l'amélioration des pratiques pour l'aménageur ; pour le moyen terme, elles aborderaient les conséquences écologiques des pratiques de réhabilitation et pour le long terme, les conséquences en altitude du changement climatique.

**Pour le court terme**, est-il nécessaire d'affiner la contribution de chaque espèce constituant le mélange ? En effet, la fétuque rouge traçante mise à raison de 20 % serait-elle aussi efficace à 18 % ou 22 % ? Le lotier avec plus de 5 % dans le mélange serait-il trop agressif ? À 0,5 % au lieu de 1 %, l'achillée serait-elle suffisamment présente ? Toutes ces modifications possibles amélioreraient-elles la rapidité d'installation, la pérennité et la diversité du couvert végétal qui donnent aujourd'hui toute satisfaction aux aménageurs ?

**Pour le moyen terme**, et l'impact écologique de telles pratiques, de nombreuses questions pourraient être abordées : quelles modifications apportées aux mélanges semés pourraient assurer un meilleur retour des plantes natives ? Des croisements entre espèces introduites et espèces sauvages peuvent-ils être constatés ? Les espèces allochtones introduites vont-elles coloniser à leur tour les espaces naturels de proximité ? Pourrait-on aujourd'hui expliquer et quantifier la venue « sélective » des espèces sauvages et la disparition des espèces semées ? Pourrait-on expliquer l'influence des apports d'amendements organiques ou de toute autre pratique (pâturage par exemple) sur la dynamique de retour des espèces natives ?

D'autres questions pourraient être posées concernant les écosystèmes en cours de réhabilitation : peut-on dire que ces espaces ont retrouvé ou vont retrouver rapidement leur fonction d'« habitats » ? Nous avons en effet tenu compte de leur fonction pastorale mais pas de leur qualité d'accueil de la faune sauvage ; or sur de nouveaux projets la question est posée, par exemple pour tenir compte de la présence du tétras-lyre.

Si l'on constate le retour de la faune sur les espaces réhabilités, pourquoi ne pas utiliser comme indicateurs ou outils d'évaluation de l'état de santé des milieux certaines espèces comme les orthoptères ?

**Pour le long terme**, avec le changement climatique annoncé, si la pratique du ski s'arrête pour certaines stations, l'évolution des écosystèmes en voie de reconstitution, comme celle des écosystèmes naturels non perturbés, sera de plus en plus conditionnée par les nouvelles tendances : moins de neige, moins de froid, plus de précipitations sous forme de pluies violentes ; les aménageurs sont aujourd'hui, même s'ils ne l'expriment pas ouvertement, très concernés par ces nouvelles conditions.

Les chercheurs suisses ont déjà constaté une remontée de plantes en altitude (sur les hauts sommets des Alpes, il pousse plus d'espèces qu'il y a 100 ans) ; ces plantes venues d'en bas sont plus concurrentielles et sont une menace pour les plantes spécifiques des Alpes : les chercheurs estiment qu'une espèce sur 4 parmi les 400 plantes spécifiques des Alpes est menacée d'extinction.

La priorité concerne sans doute le long terme et le changement climatique qui est aujourd'hui au cœur de tous les débats de société. Mais les deux autres niveaux impliquent des recherches qui sont sources de données importantes et l'ingénieur écologue au Cemagref devrait être capable de rassembler et d'utiliser un ensemble de connaissances intégrées lui permettant

d'apporter les informations indispensables à la gestion durable des aménagements.

Si le chercheur produit des résultats d'écologie théorique et des modèles, il faut que l'ingénieur puisse bénéficier de données globales sur l'évolution des écosystèmes en cours de réhabilitation pour formuler son expertise. Il faut qu'il puisse être associé au choix des indicateurs caractérisant l'état des écosystèmes et de leur évolution. Il doit bénéficier des résultats de la recherche pour être en mesure de prévoir les effets possibles d'actions humaines sur les systèmes particulièrement fragiles (zones humides, haute altitude). Ainsi les conséquences des changements climatiques devraient faire l'objet de scénarios particulièrement intéressants pour les responsables d'aménagement de domaines skiables. Ceux-ci pourraient aussi avoir une vision à plus long terme de l'exploitation hivernale de leur domaine. Ces scénarios enrichiraient également la connaissance des chercheurs sur le fonctionnement des systèmes écologiques.

Il est indispensable de repérer d'ores et déjà en altitude des sites de référence qui permettraient de confirmer ou d'infirmer cette tendance au réchauffement, et éventuellement de la quantifier en la mettant en rapport avec l'évolution des précipitations neigeuses.

Et si le skieur doit se transformer en simple promeneur : quel type de paysage pourra-t-il apprécier dans quelques décennies ?

### Résumé

Aujourd'hui, un véritable savoir-faire en matière de restauration, voire de création d'écosystèmes, s'est constitué. Il concerne les interventions sur les substrats et les espèces végétales utilisées pour la réhabilitation d'écosystèmes perturbés. L'ingénieur écologue qui s'est constitué ce savoir-faire, peut avoir un rôle d'expert auprès des décideurs et répondre à leur attente en raisonnant dans la perspective du développement durable. Il convient aujourd'hui encore d'engager un certain nombre de recherches pour relativiser la part des différents paramètres dans la réussite des interventions en revégétalisation et dans l'évolution de l'écosystème pionnier ainsi mis en place. Il convient aussi d'engager une réflexion importante concernant les conséquences du dérèglement climatique sur les activités touristiques en montagne.

### Abstract

Currently, a great knowledge exists in the field of restoration and creation of ecosystems. It deals with the operations on soils and vegetation species used for the rehabilitation of disturbed ecosystems. The engineer in ecology, who owns this knowledge, can be considered as an expert for managers and fulfils their needs in a perspective of sustainable development. However it is still necessary to carry out researches to determine the significance of the various parameters involved in the success of the revegetation actions and the evolution of the pioneer ecosystem. It is also advisable to start an important discussion about the consequences of climatic changes on the tourist activity in mountain lands.

### Bibliographie

- CAPUTA, 1967, *Les plantes fourragères*, La maison rustique, 205 p.
- CERNUSCA, A., 1986, *Les répercussions écologiques de la construction et de l'exploitation de pistes de ski, avec recommandations en vue d'une réduction des dommages causés à l'environnement*, Conseil de l'Europe, Collection sauvegarde de la nature, n° 33, 170 p.
- URBANSKA, K.-M. ; SCHÜTZ, M., 1986, Reproduction by seed in alpine plants and revegetation research above timberline, *Bot. Helv.*, 96, p. 43-60.
- BÉDÉCARRATS, A., 1988, *Les peuplements végétaux issus de l'ensemencement des pistes de ski dans les alpes du Nord : structure et dynamisme*, thèse Cemagref.
- DABURON, A., 1989, *La réhabilitation des surfaces dégradées des domaines skiables : une nouvelle conception de l'aménagement – Cas de l'Isère et de la Savoie*, thèse Cemagref, 310 p.
- BOURGOIN, G. ; ARNAL, G. ; DINGER, F., 1989, Paysage, occupation et protection des sols : rôle de la prairie, matériel végétal disponible et à créer, *Fourrages*, 119, p. 321-331.
- BUSSERY, M.-P., 1989, *Bases écologiques pour l'utilisation de Poa alpina L. dans la revégétalisation des terrains perturbés de l'étage alpin*, Cemagref, thèse 196 pages.
- FLÜELER, R. ; HASLER, A., 1990, Native legume of the swiss alps in high altitude revegetation research, *in Proceedings: high altitude revegetation workshop n° 9*.
- SCHUETZ, M., 1990, Seed dormancy in native alpine plants and importance of the seed pre-treatment to high altitude revegetation, *in Proceedings: high altitude revegetation workshop n°9*.

WILHAM, T. ; FLORINETH, F., 1990, Revegetation of overgrazed alpine and subalpine areas in south Tyrol/Italy, in *Proceedings: high altitude revegetation workshop n° 9*.

CROSAZ, Y., 1995, *Lutte contre l'érosion des terres noires en montagne méditerranéenne – Connaissance du matériel végétal herbacé et quantification de son impact sur l'érosion*, thèse Cemagref, 244 p.

GAUTHIER, P., 1997, *Étude de la variabilité écotypique pour trois taxons végétaux colonisateurs des milieux perturbés des zones supra-forestières d'altitude en Maurienne et Haute-Tarentaise*, thèse Cemagref.

MOIROUD, C., 1997, *Recherche sur les conditions d'utilisation des héliophytes en stabilisation de berges de rivières et grands fleuves*, Cemagref/CNR, thèse en contrat CIFRE.

URBANSKA, K.-M., 1997, Restoration ecology research above the timberline: colonization of safety islands on a machine-graded alpine ski-run, *Biodiversity and conservation*, 6 (12), p. 1655-1970.

DINGER, F., 1997, *Végétalisation des espaces dégradés en altitude*, Cemagref Éditions, 144 p.

DINGER, F. ; AUBRY, F. ; WIART, J., 1999, *Utilisation des déchets organiques en végétalisation – Guides de bonnes pratiques*, Éditions ADEME, 112 p.

DINGER, F., 2000, The use of organic waste for seeding to grass and replanting disturbed land surfaces at high elevation, 1<sup>er</sup> Congrès Mondial de l'Association Internationale de l'Eau (International Water Association – IWA) Paris 2000, 3-7 juillet 2000.

DINGER, F. ; BÉDÉCARRATS, A., 2001, Étude 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 plantes natives : le cas des stations savoyardes – Principaux résultats scientifiques et opérationnels du programme national de recherche, *Recréer la nature*, p. 135-142.

MAGNIN, V., 2003, *Géotextiles et végétalisation : étude et modélisation des conditions microclimatiques au voisinage du sol et de leur influence sur les espèces semées*, thèse Cemagref, 210 p.