

Enregistrement scientifique n° : 1380
Symposium n° : 11
Présentation : poster

Analyse des relations sol-végétation dans les milieux landicoles d'altitude des Pyrénées Ariègeoises, France

Analysis of the soil-vegetation relationship in the high heathland of the Pyrénées Ariègeoises, France

BENMOUFFOK Aomar (1)

(1) Université de Tizi Ouzou, Inst Agronomie, Bp 17 RP, 15000 Tizi Ouzou, Algérie.

1. INTRODUCTION

Le haut Rebenty a, durant des siècles, était soumis à une dégradation intense et, la limite forestière supérieure, constituée de nos jours par la sapinière ne représente certainement pas, tant s'en faut, la limite potentielle des peuplements arborés (CHOUARD, 1949; GRUBER, 1978; KENLA & JALUT, 1979; VERNET, 1980). En effet, l'essaimage du pin à crochets est très actif sur les versants du Pic d'Ourbhizet, en exposition septentrionale. Cet essaimage se fait dans les landes à éricacées constituées principalement de *Calluna vulgaris*, *Vaccinium myrtillus* et *uliginosum*. Cette évolution progressive témoigne de la régression récente de l'activité anthropique. Sur le versant qui nous préoccupe, le parcours des troupeaux était encore un phénomène trop récent pour que, hors de la limite de la zone d'étude, le pin à crochets ait eu la possibilité de s'implanter. De même, par endroit quelques sujets témoignent néanmoins du fait que l'incendie n'a pas ravagé le milieu de longue date.

L'objet de ce travail porte sur la mise en évidence des relations susceptibles d'exister entre les qualités édaphiques et de la végétation colonisatrice afin de savoir si le déterminisme de développement de la végétation est seulement anthropoclimatique ou dépend en partie du substrat pédologique.

2. MATERIEL ET METHODES

Le site d'étude a été retenu en raison de la configuration topographique, en forme d'arc de cercle, permettant de passer en peu de distance linéaire d'une exposition E.N.E à une exposition S.O, par toutes les expositions de soulane. En outre, l'originalité du secteur est de se situer au sud d'une grande surface plane, occupée par un pâturage à *Nardus stricta*, qui fonctionne comme un vaste réceptacle à neige. La distribution de cette dernière par la tramontane provoque son accumulation sur le versant "sous le vent" ou une grande congère à fusion tardive se maintient souvent jusqu'à l'été. Dans la concavité du relief, la présence de l'humectation qui en découle rend compte de l'abondance des éricacées. Contrairement à ce qui se passe sur les bordures du site, notamment en expo-

sition sud ouest, où le genêt purgatif forme des peuplements à haute densité de couvert alors qu'il est totalement exclu du secteur à long enneigement.

Le climat du secteur d'étude reporté, par extrapolation des données des bulletins météorologiques de la Haute Garonne (1960-1980), des stations avoisinantes (Ascou Goulours et Hospitalet: 1100 et 1430 mètres d'altitude), est de type montagnard à tonalité océanique (pluviométrie moyenne annuelle: 1321 et 1240 mm; température moyenne annuelle: 8,18 et 7,07°C).

L' examen de documents géologiques "Carte géologique de la France, éch: 1/ 80000, Feuille N° 253: Quillan", "Esquisse géologique de l' Ariège, éch: 1/32000" (REY, 1982) montre que le support géologique, du site d' étude, est sculpté dans un matériau schisteux (schistes carburés du gothlandien).

Le transect horizontal étudié recoupe cinq groupements végétaux facilement identifiable physionomiquement (Tableau I).

Chaque formation végétale a été sujette à une analyse floristique, selon le concept de l' école Zuricho-Montpelliéraine (NEGRE, 1952; BAUDIERE, 1974).

En parallèle, un profil pédologique a été décrit et échantillonné en vue d'analyses édaphologiques (DUCHAUFOR, 1965; AUBERT, 1978). La technique ORSTOM a été utilisée pour le dosage, sur la même prise d'essai, du carbone total et de l'azote total. La méthode ESPIAU & PEYRONEL 1976, a été appliquée pour l'acidité d' échange.

Tableau I. Caractéristiques mésologiques des stations d'étude.

| Station N° | Coordonnées | | Altitude m | Pente d° | Expo | Substrat | Dominante | Cotation | | |
|---------------|-------------|-------|---------------|-------------|-------|----------|-----------|----------|---|---|
| | X | Y | | | | | | A | B | C |
| 1 | 572.56 | 48.80 | 1930 | 20 | E.N.E | Schiste | C.v | 5 | 5 | 3 |
| | | | | | | | V.m | 5 | 2 | 2 |
| 2 | 572.50 | 48.90 | 1910 | 20 | E | " | R.f | 5 | 5 | 3 |
| 3 | 572.45 | 48.95 | 1910 | 30 | E.S.E | " | V.m | 5 | 5 | 4 |
| 4 | 572.65 | 49.15 | 1920 | 15 | O.S.O | " | V.m | 5 | 4 | 3 |
| | | | | | | | C.p | 5 | 3 | 3 |
| 5 | 572.70 | 49.07 | 1910 | 10 | S.O | " | C.p | 5 | 5 | 5 |

C.v = *Calluna vulgaris*, V.m = *Vaccinium myrtillus*, C.p = *Cytisus purgans*
R.f = *Rhododendron ferrugineum*
Cotation: A = Abondance, D = Dominance, S = Sociabilité

L'échantillonnage a été réalisé, par tranche superposée de 5 cm, de la surface (y compris la litière) jusqu'à la roche mère, toutes les fois où celle-ci a pu être atteinte. Cette pratique, dont la contre partie est la lourdeur analytique, présente l'avantage de saisir les éventuelles variations, le long des profils, des indices édaphiques, liées à l'histoire de la colonisation végétale et de l' exploitation de la parcelle et que des analyses basées sur la seule perception subjective d'horizons ne permettraient pas toujours d'appréhender.

La démarche à l' aide de l'Analyse en composantes principales (ROMANE, 1972) a été adoptée, afin de classer les différents profils en fonction des variables édaphologiques les

plus discriminantes. Ainsi, 15 observations complètes ont été retenues (03 niveaux : 5-10 cm, 15-20 cm et 25-30 cm, pour chaque profil) et 13 variables (Ref= fraction >2mm, Aa= argile, Ss= sable, pH, Ie= H^+/Al^{3+} , Co= carbone organique, C/N, Caf= carbone acide fulvique, Ca^{2+} , S= somme des bases échangeables, CEC= capacité d'échange cationique, All= aluminium libre, Fel= fer libre). Le choix des variables fait suite à de nombreux traitements, seul le traitement le plus porteur d'information est rapporté.

3. RESULTATS ET DISCUSSION

L'analyse des données morphopédologiques de la séquence horizontale de sol, sous diverses formations végétales, révèle que les sols sont issus de l'altération de colluvions, hérités de la phase morphogénétique passée, lors de la mise en place des versants, dans une ambiance périglaciaire. Le fait est marqué dans les profils par la présence, à même profondeur, dans le sens de la pente de dallage schisteux multidimensionnel. En outre, les fluctuations saisonnières très contrastées du pédoclimat paraissent avoir joué un rôle essentiel dans la distribution des sols sous les diverses formations végétales. Ainsi, deux types de sols sont reconnus, les stations 2,3,4 évoluent sur un cryptopodzol; alors que les

stations géographiquement opposées (profil 1 et 5) reposent sur un sol ocre podzolique. L'horizon (B) se caractérise principalement par la couleur ocre ($7,5YR^{6/6}$), la fraction grossière (>2mm) qui représente 50 à 60%, la texture Limono-argileuse et la structure +/- compacte.

Les caractères édaphologiques de différenciation se traduisent d'une part, par la composante organique de l'horizon de surface qui présente les caractéristiques d'un humus moder avec un rapport C/N de l'ordre de 17 sous Callunaie et / ou Vaccinaie à 21 sous la Rhodoraie à humidité constante. Hors du champs de compétence de la congère, sous formation mixte Cytisus purgans + Vaccinium myrtillus et Cystaie (100% de recouvrement avec une sous strate à Vaccinium myrtillus), le rapport n'est que de 9 à 15, l'humus est un mull acide. Par ailleurs, la couverture végétale, l'acidité du milieu ($pH < 5$ unité, l'acidité d'échange dont le rapport H^+/Al^{3+} "indicateur possible de podzolisation au valeur élevée dans les sols ocres podzoliques et cryptopodzoliques que dans les sols bruns acides (LABROUE 1971, ESPIAU & Al 1977, 1980)" quoique faible 0.43, n'exclue pas la possibilité de chéluviation) et les conditions extrêmes du milieu conduisent, à l'exception de la station 4, à une humification-minéralisation lente de la matière organique. Les fractions organiques qui y sont issues se composent essentiellement d'acides fulviques (90 % du carbone humique totale) et leurs distributions (en profondeur par rapport au niveau sus jacent) pourraient être interprétées comme résultant d'un processus d'entraînement *per descensum*, plus ou moins net, selon le groupement végétal et sa localisation. Ainsi, le plus fort rapport de migration est enregistré sous la formation mixte à callune-vaccinium (rapport = 4,5), alors qu'il n'est que de 1,26 à 1,6 sous le profil 3 et 2. Ce rapport de migration accompagne sous la lande mixte (profil 1) le relèvement du taux d'argile (2%) observé pour le même niveau. Par contre, sous les formations à cystaie en exposition O.S.O, la distribution des acides fulviques est décroissante avec la profondeur. D'autre part, l'analyse de la distribution verticale de l'aluminium libre révèle des taux croissants avec la profondeur. Alors que, la distribution du fer libre met en évidence des rapports de migration sous formation éricale de l'ordre de 1,17 à 1,23.

Les sols analysés se singularisent par un caractère d'acidité et d'insaturation du complexe d'autant plus accentué dans les stations sujettes à l'impact direct de la congère qui libère progressivement des eaux de fonte susceptible d'induire des transferts colloïdaux notamment d'argile, d'acides fulviques, d'aluminium et de fer libre (profil 1); d'acides fulviques, d'aluminium libre et de fer libre (profils 2,3). Ce dernier étant localisé dans l'axe d'évacuation des eaux de fonte, les chéluvats sont probablement exportés. Les stations 4 et 5 ne présentent pas de processus marqués de migration. Du point de vue cationique, les résultats obtenus suggèrent une mobilisation des éléments biogènes dans les horizons de surface. En effet, on relève que les plus forts taux d'éléments minéraux sont obtenus dans les formations éricales et particulièrement le Ca^{2+} . Cette aspect de mobilisation d'éléments minéraux dans une matière organique à base d'éricacée dans une ambiance pédoclimatique froide et humide a été signalé par de nombreux auteurs (VEDY,1973; TROSSET,1974; DUCHAUFOR,1980; BENABDELMOUMEN,1988; BENMOUFFOK,1987; 1995).

La discrimination des profils, par l'analyse en composantes principales, rapporte que le pourcentage expliqué par les axes principaux, plan factoriel 1-2, est de 65,8% de l'inertie total. L'axe horizontal porte 46,6% de la variation et répartit les variables discriminantes en deux groupes opposés. Le premier groupe associe les variables Aa, Ie, Co, C/N, Caf, S, Ca^{2+} , CEC; le second groupe ordonne les variables Ref, Ss, pH, All, Fel. L'axe vertical ne présentant que 19,2% de la variance, oppose les variables C/N, Co, pH, S, Ca^{2+} , Ss et Ref aux variables Aa, Caf, CEC, Ie, Fel et All.

La discrimination des individus, dans ce plan factoriel, met en évidence un groupe de sol nettement individualisé (profil 1) auquel est associé l'horizon de surface du profil 2. Un second groupe de sol constitué par les profils 3, 4 et un troisième groupe dit intermédiaire (profil 5) qui en surface répond au second groupe et en profondeur au premier groupe. Cette distribution établie sur 03 profondeurs (données complètes) n'exclue nullement les analyses établies précédemment et les observations qualitatives (*In situ*) tant au niveau morphopédologique qu'au niveau physiognomique où il est établi une distribution des groupements végétaux en fonction des conditions pédoclimatiques (où le facteur neige est déterminant), et que la déprise anthropique (pastorale) est manifeste.

L'analyse des relevés phytosociologiques, révèle successivement :

-- la lande mixte à *Calluna vulgaris* et *Vaccinium myrtillus* dont la composition floristique suggère un rattachement du groupement à la classe des Vaccineo-piceetea. La présence d'*Anemone numerosa* et de quelques reliques de *Pinus uncinata* suggère l'appartenance à un étage de végétation à vocation forestière. L'abondance de *Deschampsia flexuosa*, *Poa schaixii*, *Arnica montana*, *Festuca rubra* et *Lotus corniculatus* est indicatrice d'un long passé de la végétation à l'état de lande.

-- L'aire du groupement 2, superposée à la surface recouverte par la congère, est constituée de *Rhododendron ferrugineum* à haute densité de couvert avec le développement d'une sous strate à *Vaccinium myrtillus* et la disparition de *Calluna vulgaris*. Excepté, *Dryopteris lineana*, *Oxalis acetosella*, *Homogina alpina* et *Festuca eskia*, espèce de station estivale sèche, dans un vide de la lande, recouvrant un rocher. Tous les autres constituants de la strate herbacée n'existent qu'à l'état de rare individu, dispersés à vitalité faible (indice 0).

-- Situé en position symétrique du groupement 1, à l'axe de la congère, le groupement 3 se caractérise par une physiognomie générale dominée par *Vaccinium myrtillus* avec une hauteur de végétation accrue et un bien meilleur développement. La plupart des

constituants de Vaccineo-piceetea rencontrés précédemment sont substitués par des espèces affiliées de Nardo-callunetea. La pression pastorale sur le site paraît avoir été autrefois intense, comme témoignent les forts développements de *Festuca eskia* et *Gentiana burseri*.

-- Le brusque changement d'orientation confère au versant une exposition de soulane, le peuplement est ici physionomiquement dominé par *Cytisus purgans* qui se développe en larges tâches sur une ancienne pâture où *Festuca eskia* constituait le fond du tapis graminéen. L'extrême abondance-dominance de *Gentiana burseri* rend compte de ce qui doit être la pression pastorale sur cette partie du versant qui correspond à l'un des sites les plus précocement déneigés et donc plus rapidement accessible au troupeau. Dans le groupement analysé, *Vaccinium myrtillus* prend une part importante du recouvrement du sol, son extension, tout comme celle de *Cytisus purgans* étant à mettre en relation avec la déprise pastorale. La station 5 avoisinante, traduit un état plus ancien encore de la cessa-tion du parcours des troupeaux. La lande à *Cytisus purgans* est particulièrement dense et compacte. la plupart des espèces précédemment rencontrées ayant disparu où n'existent qu'à l'état d'individu isolé et témoignant d'une très faible vitalité (cas de *Festuca eskia* et de *Gentiana burseri*). A l'inverse, *Vaccinium myrtillus* atteint sous le couvert des genêts un très haut degré de développement (555) mais les individus, si vigoureux soient-ils, ne portent aucune trace de fructification.

Enfin, additionnellement à l'activité anthropique, la distribution spatiale des groupements végétaux semble être régie par le gradient d'orientation et par le facteur topographique dont dépend la durée de l'enneigement. En effet, si en position d'Ombrée les éricacées sont dominantes, le genêt purgatif l'étant en position de soulane où ne peuvent persister, comme espèces landicoles que les espèces susceptibles de s'accommoder d'un couvert (*Vaccinium*).

4. CONCLUSION

L'étude des sols et de la végétation associée, le long du transect horizontal du col de Pailhères (versant audois), a permis de mettre en évidence deux éléments essentielles:

Les sols tout comme la végétation sont d'évolution récente,

-- les sols sont d'évolution *in situ*, sur des colluvions issus du démantèlement de la crête dans une ambiance périglaciaire et cette évolution s'est ensuite, en grande partie, effectuée après le déboisement quasi générale du versant. Ainsi, les parties rocheuses des secteurs d'exposition sud (soulane) sont soumises au processus de thermoclastie susceptible de provoquer une alimentation en nouveau matériau des horizons de surface de certains profils (N°4,5). A l' inverse, en situation d'ombrée, les profils sont protégés par la congère des contrastes thermiques, aucun phénomène érosif de surface ne se manifeste. Par ailleurs, les sols analysés sont soumis à des processus actuels de remaniements consécutifs à l'abandon des pâtures et à l'installation récente d'une végétation de type landicole; de ce fait, une différenciation morphologique des horizons ne peut y être décelé nettement. Seule l'analyse systématique par tranche de 5cm a permis de mettre en évidence, ponctuellement, des transferts colloïdaux dans les secteurs assujettis au fonctionnement de la congère et sous groupements à éricacées (n°1,2 et 3).

-- La végétation se répartie globalement selon un gradient écologique, fonction de la durée de maintien du névé sur le site. C'est ainsi que successivement, la lande à *Vaccinium myrtillus* et *Calluna vulgaris* est installée dans les zones à déneigement rela-

tivement tardif, la lande à *Rhododendron ferrugineum* dans les zones à déneigement très tardif et la lande à *Vaccinium myrtillus* dans les zones à écoulement des eaux. A l'inverse, la lande mixte à *Vaccinium myrtillus* et *Cytisus purgans* se localise dans les zones à déneigement précoce, ainsi que la lande à *Cytisus purgans* dont elle est un faciès initial.

La plupart de ces formations peuvent être qualifiées de paraclimacique d'autant plus que le versant ne présente ici que très peu de porte graine. Seule, la lande mixte à *Calluna vulgaris* et *Vaccinium myrtillus* est implantée, à l'heure actuelle, sur des sites susceptibles d'être directement accessibles aux jeunes pins.

Par ailleurs, l'activité anthropique, le déboisement généralisé du secteur (où quelques vestiges de *Pinus uncinata* échappés à la cognée témoignent de l'aptitude des terrains à héberger l'arbre) et le surpâturage des versants, ont conduit à un remodelage des formations superficielles. De nos jours, le recul du pâturage, à ces altitudes, a permis l'évolution pro-gressive de la couverture végétale jusqu'à un état de colonisation, à très haut degré de recouvrement, par les ligneux bas. Il semble qu'actuellement l'évolution progressive soit figée au stade de lande. Il est à priori difficile de dire si cet état de fait est directement lié à la nature même de la végétation existante, aux caractères (méso)-microclimatiques des sites concernés ou, tout simplement, à l'absence de semenciers capable d'assurer une pluie de graines suffisantes pour permettre à l'arbre de recoloniser des milieux où autre fois il a existé. Non loin, en effet, où quelques pointements rocheux inaccessibles aux troupeaux étaient demeurés hors d'atteinte de la "sollicitude" des bergers, quelques pins à crochets relictuels ont pu se maintenir et jouent pleinement leur rôle de porte graines permettant une recolonisation efficace, per-descensum, des landes installées sur d'anciens pâturages.

5. BIBLIOGRAPHIE

- AUBERT. G (1978). Méthode d'analyses des sols. CRDP Marseille, 189 p.
- BAUDIERE. A (1974). Contribution à l'étude structurale des forêts des Pyrénées Orientales: Hêtraies et Chênaies acidiphiles. Coll Phytosocio Lille, 17 - 44.
- BENABDELMOUMEN. MS (1988). Contribution à l'étude des relations sol-végétation dans les landes d'altitude de la partie orientales des Pyrénées. Thèse Doc Ing, UPS Toulouse III, 125 p.
- BENMOUFFOK. A (1987). Contribution à l'étude des relations sol-végétation dans les milieux margino-forestiers des Pyrénées Ariégeoises. Thèse Doc 3^o Cycle, UPS Toulouse III, 158p + Annexes.
- BENMOUFFOK. A (1995). Etude de la composition minérale de quelques formations landicoles de la région d'Ax Les Thermes. Rev Gaussenia, Acc le 28/6/95, 6p+2 Fig.
- CHOUARD. P (1949). Coup d'oeil sur les groupements végétaux des Pyrénées Centrales. Bull Soc Bot Fr, 76 sess, 96, 145 - 149.
- DUCHAUFOR. Ph (1965). Précis de pédologie. Ed Masson & Cie, Paris, 481 p.
- DUCHAUFOR. Ph (1980). Ecologie de l'humification et pédogenèse des sols forestiers. Act ecol For : sols, flore, faune; Ed Gautier-Villars, Paris, 177 - 203.
- ESPIAU. P & PEYRONEL. A (1976). L'acidité d'échange dans les sols. Méthode de détermination de l'aluminium échangeable et protons échangeables. Bull AFES, 3, 161-175.

- ESPIAU. P & PEYRONEL. A (1977). L'acidité d'échange dans les sols. Application à une séquence altitudinale des sols du massif de Aigoual. Bull A F E S, 1, 25 - 44.
- ESPIAU. P & PEDRO. G (1980). Caractérisation du complexe d'échange des sols acides. Le taux d'acidité d'échange et sa signification pédogénétique sous climat tempéré. Ann Agro, 31, 4, 363 - 383.
- GRUBER. M (1978). La végétation des Pyrénées Ariégeoises et Catalanes Occidentales. Thèse Univ Marseille, 2V, 1 - 305.
- KENLA. JL & JALUT. G (1979). Déterminisme anthropique du développement du Hêtre dans la sapinière du Cousserans (Pyrénées Ariégeoises) durant le sub-atlantique. Géobios, 12, Fasc 5, 735 - 738.
- LABROUE. L (1971). L'importance de l'aluminium libre dans les sols neutres du Pic du Midi de Bigorre. Relation avec le phénomène de podzolisation. C R Acad Sc Paris, T 273, 615 - 618.
- NEGRE. R (1952). Intérêt de noter séparément l'abondance-dominance en phytosociologie. Trav Lab Bot Géol Zool, Bot 5, Montpellier, 45 - 53.
- TROSSET. L (1984). Mode d'évolution de la matière organique dans différents types de sols forestiers aux étages montagnards et subalpin (Alpes nord-occidentales). Doc Ecol Pyr, III-IV, 383 - 388.
- REY. P (1982). Préinventaire de la montagne Ariégeoises. Trav Lab Ecol, U P S Toulouse, 273 p.
- ROMANE. F (1972). Application à la phytoécologie de quelques méthodes d'analyse multivariable. Thèse Doc Ing, U S T L Montpellier, 124 p+ Annexes.
- VEDY. JC (1973). Relation entre le cycle biogéochimique des cations et l'humification en milieu acide. Thèse Doc Etat, Univ Nancy, 116 p + Annexes.
- VERNET. JL (1980). La végétation du bassin de l'Aude, entre Pyrénées et Massif Central, au tardiglaciaire et au postglaciaire d'après l'analyse anthracologique. Review of Paléobotany and Palynology, 30: 33 - 55.

Remerciements.

J'adresse mes vifs remerciements à Monsieur le Professeur **A. BAUDIERE**, Directeur du Laboratoire Bota-Biogéographie, UPS Toulouse III, qui m'a accueilli dans son équipe, ma formation sur les milieux forestiers de moyenne et haute montagne lui est redevable.

Mots clés: lande, action anthropique, composé organique, chéluviation, Ariège

Key words: heathland, anthropic action, organic compound, cheluviation, Ariège