

PLURIDISCIPLINARITÉ ET COMPLEXITÉ DANS LA FORMATION AU MÉTIER D'INGÉNIEUR FORESTIER

Mohamad Cheikho
Pierre Clément

Nous soulignons d'abord la double complexité de toute forêt, en tant qu'écosystème unique, et dans la singularité des rapports que chaque acteur entretient avec elle.

Dans une seconde partie, nous résumons l'histoire de la formation au métier d'ingénieur forestier. L'administration des Eaux et Forêts date du Moyen Age. En 1824 est créée à Nancy la première école forestière (devenue aujourd'hui l'ENGREF). Le compagnonnage, initialement seul mode de formation des forestiers, se réduit progressivement à des stages de terrain qui valorisent et prolongent une formation à des disciplines de plus en plus spécialisées.

Dans une troisième partie, nous nous interrogeons sur la possibilité de considérer comme références pour une transposition didactique des travaux pluridisciplinaires sur une forêt. Nous en déduisons que chaque acteur interrogé, chercheur ou gestionnaire, a sa propre vision de la même forêt. Chaque connaissance sur une forêt doit donc être référencée au contexte de son élaboration.

Dans une quatrième partie, nous présentons les premiers résultats de notre analyse de trois stages sur le terrain organisés par l'ENGREF pour les futurs ingénieurs forestiers. Ces stages sont des moments irremplaçables pour la formation, par la pratique, à la pluridisciplinarité et à la complexité de la forêt et de ce métier sur la forêt. Certains effets de cette complexité sont identifiés.

En conclusion, nous proposons un schéma de la transposition didactique conjuguant complication (aspects disciplinaires) et complexité (le terrain professionnel) pour toute formation professionnelle.

Notre recherche s'inscrit dans le champ de la didactique des sciences agronomiques et forestières. S'intéressant à la recherche sur les forêts, à leur gestion et à la formation des ingénieurs forestiers, elle traque les disciplines concernées, les approches pluridisciplinaires, et les dimensions plus complexes (1) des pratiques professionnelles sur le terrain.

dans la didactique
des sciences
forestière, quelles
sont les références
pour la
transposition
didactique ?

Le schéma de la transposition didactique proposé par Verret (1975) et développé par Chevillard (1985, 1989) fonctionne bien pour nombre de disciplines scolaires (Arsac et al 1992), mais offre un cadre trop restreint dans d'autres disciplines (voir par exemple l'ouvrage récemment coordonné par Terrisse 2001), où ce qui sert de référence ne se limite pas au "savoir savant".

(1) Nous utilisons le terme "complexité" dans le sens suggéré par I. Stengers (1987) : pour qualifier tout ce qui, dans un phénomène, échappe encore à l'explication analytique (que cette dernière soit simple ou "compliquée").

Ainsi, l'Éducation à l'Environnement a moins pour objectif de transmettre des connaissances que de responsabiliser les élèves, changer leurs attitudes, les sensibiliser à des systèmes de valeur (Giordan & Souchon 1991, Clary & Giolitto 1994, Sauvé 1997, Clément 1999a, Clément et Hovart 2000).

Autre exemple : dans la formation professionnelle, les références sont focalisées sur les pratiques sociales, comme l'a montré J.L.Martinand (de 1981 à 2001 ; cf. aussi Lebeaume et Martinand 1998) sur l'enseignement de la technologie ou encore sur la formation des enseignants (Martinand 1994).

Or la formation des ingénieurs forestiers relève à la fois de l'Éducation à l'Environnement et de la formation professionnelle. C'est à sa clarification que le présent article souhaite contribuer.

1. MAÎTRES ET PROTECTEURS DE LA FORÊT...

L'un de nous (Mohamad Cheikho), ingénieur forestier et enseignant à la Faculté de l'Éducation de Damas, est engagé dans une thèse de Didactique sur les milieux forestiers, initialement motivée par deux constats :

protéger ou
exploiter
la forêt ?

- ses collègues, surtout les diplômés récents, éprouvent des difficultés à utiliser les connaissances théoriques qui leur ont été enseignées pour faire face à des problèmes de terrain ;
- par ailleurs, un conflit oppose souvent, chez les forestiers, d'un côté ceux qui privilégient la protection des écosystèmes et, de l'autre, des gestionnaires focalisés sur la rentabilité des productions forestières.

chaque forêt est un
écosystème
unique

Ces questions se retrouvent dans la plupart des pays. En France, R.Larrère (1997) en rend compte à propos de controverses sur la forêt du Mont Aigoual, pour conclure que la question du "climax" (2) est assez académique dans notre pays où toutes les forêts sont anthropisées : chacune a dès lors son histoire singulière. Ce dernier point est défendu par de nombreux chercheurs en écologie : P.Blandin (1992) insiste sur le fait que *"tout fragment de la biosphère, tel qu'on peut l'observer aujourd'hui, est le produit local d'une histoire singulière : il est définitivement unique (...). Ainsi, entre la vision idéaliste qu'implique l'écosystème-concept, et le pragmatisme qui conduit à ne reconnaître que des objets écologiques locaux, toujours particuliers et intrinsèquement transitoires, l'expérience tend aujourd'hui à privilégier la seconde approche"*.

(2) Voir aussi C. & R. Larrère, 1997. L'exemple de la forêt de l'Aigoual y est exposé pp. 176-182. La notion de climax, et sa critique scientifique, y sont présentées pp. 137-143.

Cette singularité de chaque écosystème-forêt justifie déjà que les formations professionnelles au métier d'ingénieur forestier juxtaposent aux enseignements théoriques des stages pratiques qui permettent une confrontation avec la spécificité locale et historique de chaque forêt.

à chacun
sa forêt

Mais ces enjeux de formation deviennent plus complexes encore quand on prend en compte le rapport que chacun d'entre nous tisse avec une forêt. Déjà J. von Uexküll (1934) écrivait : *"Il n'existe pas de forêt en tant que milieu objectivement déterminé. Il y a une forêt pour le forestier, une forêt pour le chasseur, une forêt pour le promeneur, une forêt pour l'amateur de la nature, une forêt pour celui qui ramasse du bois ou celui qui cueille des baies, une forêt de légende où se perd le Petit Poucet"*. À chacun sa forêt, donc, même si c'est apparemment la "même" sur une carte. L'être humain construit en effet un rapport unique à ce qui l'entoure (son monde propre : son *umwelt* : von Uexküll 1934, Clément et al 1997, Clément 1999b). Mais l'être humain est aussi un être social. Ses conceptions sur la forêt, aussi uniques soient-elles, sont structurées par des traditions philosophiques et culturelles, des dimensions socio-économiques, des connaissances scientifiques. Plusieurs philosophes ont par exemple analysé la diversité de nos rapports à la nature, et leurs racines historiques (voir notamment A.Roger & F.Guéry 1991 ; C. & R.Larrère 1997 ; C.Larrère 1997). Au fameux *"Maîtres et possesseurs de la nature"* de Descartes fait aujourd'hui écho le titre de l'ouvrage d'A.Roger et F.Guéry (1991) : *"Maîtres et protecteurs de la nature"*. Les didacticiens commencent à prendre en compte ces divers rapports à la nature et à l'environnement dans leurs recherches sur l'Éducation à l'Environnement (Clément & Hovart 2000).

nous sommes
maîtres et
protecteurs de la
nature

Les rapports socio-économiques à la forêt ont évolué. À la traditionnelle production de bois (qui rend certaines forêts aussi impénétrables qu'un champ de maïs), de liège, ou encore de gibier (pour les chasseurs), succède une période plus ouverte qui prend aussi en compte d'autres utilisations. Celles-ci sont plus environnementales : tourisme vert, défense de la biodiversité, valorisation du développement de nouvelles forêts pour fixer le carbone et réduire ainsi les gaz à effet de serre (accords de Kyoto). Mais le choix de priorités est souvent conflictuel (3), renvoyant à des débats et décisions politiques (4).

production de
bois, mais aussi
tourisme vert

Les formations professionnelles aux métiers de la forêt doivent accompagner ces évolutions, sinon les anticiper. Elles sont dans le même temps confrontées à cette double complexité des forêts, en tant qu'écosystèmes toujours uniques, et dans les rapports multiples (et parfois conflictuels) que les divers acteurs sociaux tissent avec elles.

(3) Par exemple entre chasseurs et promeneurs ou ramasseurs de champignons...

(4) En temps de paix car, en temps de guerre, les forêts sont souvent rasées par les militaires qui ne les conçoivent que comme des repères de "terroristes" : Algérie, Palestine, ...

2. BRÈVE HISTOIRE DE LA FORMATION AU MÉTIER D'INGÉNIEUR FORESTIER

2.1. Le métier d'ingénieur forestier

maîtriser la complexité de la forêt

Les ingénieurs forestiers sont *“des ingénieurs spécialisés dans le domaine de la forêt, du bois et de l'environnement. Dotés d'une solide formation scientifique, les ingénieurs forestiers développent au contact de la forêt une aptitude particulière à maîtriser la complexité du vivant et à raisonner à très long terme. Ils apprennent à prendre en compte simultanément les composantes écologiques, économiques et humaines des problèmes qui leur sont soumis. Ils sont préparés à s'adapter à un environnement en évolution rapide.”* (5)

L'ENGREF (1999) définit un profil d'ingénieur forestier dont les activités sont très variées. La base en est l'élaboration de propositions techniques pour contribuer à des décisions opérationnelles. Mais il assure aussi d'autres fonctions : gestion directe ou organisation de la gestion ; intégration dans une équipe, dont il assume parfois la responsabilité. Cette équipe est pluridisciplinaire et mène des études qui impliquent de multiples intervenants et nécessitent de nombreux contacts, y compris pour la communication et pour la négociation avec des partenaires locaux.

Un survol de l'histoire de l'enseignement forestier en France (Guinier 1913, Guyot 1898) permet de dégager quatre époques principales avant la situation actuelle.

2.2. Jusqu'au Moyen Âge

premières utilisations de la forêt

Par sa richesse naturelle, la forêt a attiré l'attention de l'homme tout au long de l'histoire. La forêt ne fut pas seulement un lieu de chasse et de cueillette depuis la préhistoire, mais aussi une source de matière première : le bois, dont l'homme se servit pour se chauffer, fabriquer des outils, construire des huttes, des cabanes. Avec ses activités pastorales et agricoles, l'homme commença à défricher la forêt. Tendance qui ira en s'amplifiant : les populations deviennent sédentaires, grossissent, elles ont de plus en plus besoin de bois pour des utilisations nombreuses.

Tous ces savoir-faire sur l'exploitation de la forêt et les diverses utilisations du bois, ne se sont initialement transmises que par des pratiques partagées (milieu familial, compagnonnage).

(5) “L'ENGREF, école des milieux vivants”, p. 4 (présentation de la FIF : Formation des Ingénieurs Forestiers). L'ENGREF est l'École Nationale du Génie Rural, des Eaux et des Forêts. Elle est basée à Nancy, ainsi que dans d'autres Centres (Paris, Montpellier, Clermont-Ferrand, Kourou).

2.3. Du Moyen Âge à 1789 : les débuts des Eaux et Forêts et de la sylviculture

la forêt n'est pas
une richesse
inépuisable

Au Moyen Âge (Demard 1980), différents types d'artisans utilisent le bois : les bûcherons, les scieurs de long, les charbonniers, les palonniers, etc. Ces activités sont à l'origine de diverses professions : ouvriers des scieries, sabotiers, charbons, tonneliers, etc. La forêt prend plus d'importance socio-économique, et même politique. Elle se fait dévorer pour les charpentes des maisons, et surtout pour les coques des navires (notamment pour la flotte du roi). Elle n'apparaît plus comme une richesse inépuisable. Il faut l'économiser, la reboiser, bref la gérer.

l'art forestier se
transmet par
compagnonnage

Dès le Moyen Âge, a été constituée une administration forestière chargée de la police des forêts en France : les Eaux et Forêts. C'est du xv^e siècle que datent les premiers principes de sylviculture. On ne peut pas encore parler de sciences forestières, mais de pratiques qui se transmettent oralement (on a retrouvé peu d'écrits) et constituent déjà un art forestier. Ce sont les fonctionnaires des Eaux et Forêts qui ont défini ces premiers principes de sylviculture. Les forêts ne sont alors rien d'autre que des ressources économiques (et politiques) protégées et exploitées par ce service et sa police forestière. La formation forestière officielle n'existait pas et la transmission de l'art forestier se faisait d'une manière orale, par compagnonnage.

2.4. De 1789 à 1824 (année où s'institutionnalise l'enseignement forestier)

les débuts de
l'enseignement
forestier :

Avec la Révolution, les charges des Eaux et Forêts ont été supprimées et les forestiers ont été dispersés. Les emplois dans l'administration des forêts ont été confiés à des fonctionnaires pour la plupart incompétents. Cependant, alors qu'en France l'art forestier, qui y était né, subissait une éclipse, en Allemagne cet art progressait rapidement et l'enseignement forestier était créé (fin du xviii^e siècle). Sans renouer complètement la chaîne des traditions forestières françaises interrompues par la Révolution, les forestiers français, appelés par les Allemands, dirigeaient l'enseignement forestier en Allemagne. Vers 1820, un employé de l'administration centrale des forêts, qui a largement contribué à la diffusion des connaissances forestières, Baudrillart (cité par Guinier 1913), prit l'initiative d'un mouvement en faveur de la création d'un enseignement forestier en France. Il sut convaincre le directeur général des forêts.

1825 : l'École
Nationale des Eaux
et Forêts de Nancy

En 1824, l'enseignement forestier s'officialise en France. Une ordonnance royale du 26 août 1824 institue une école royale forestière. Elle est suivie par une autre ordonnance royale du 1^{er} décembre de la même année, qui en fixe le siège à Nancy et en règle l'organisation. L'École Nationale des Eaux et Forêts de Nancy s'ouvre le 1^{er} janvier 1825. Sur le plan pédagogique,

l'accent est mis sur la pratique, alliée aux connaissances théoriques de l'époque. L'école d'ingénieurs forestiers joue aussi le rôle d'une entreprise. Au cours de leur apprentissage, les élèves sont employés et sont amenés à exécuter des projets réels, tels que réaliser une route forestière par exemple.

Les connaissances liées au travail forestier commencent à se spécialiser autour de nouvelles notions forestières qui ont favorisé un début de disciplinarisation des connaissances (l'économie forestière, l'aménagement, la sylviculture, etc.). Par exemple Gustave Gand (1839, cité par Haguenhauer 1991, p. 370), développe la notion de géographie botanico-forestière dans son mémoire sur l'alternance des essences forestières.

2.5. De 1825 à aujourd'hui : la naissance de l'ENGREF (1965)

1965 : l'ENGREF
(École Nationale
du Génie Rural des
Eaux et des Forêts),

Après 1825, l'école forestière subit des transformations portant sur l'organisation, le recrutement et l'enseignement. Le nom de l'école change : elle s'appelle actuellement l'ENGREF (École Nationale du Génie Rural des Eaux et des Forêts), depuis la fusion, en 1965, de l'École Nationale des Eaux et Forêts de Nancy (1824) et de l'École Nationale du Génie Rural fondée à Paris en 1919. Établissement public sous tutelle du Ministère de l'Agriculture et de la Pêche, l'ENGREF est dotée d'un conseil d'administration présidé par le directeur général de l'administration du Ministère de l'Agriculture et de la Pêche, et d'un conseil scientifique.

Le Règlement du 13 janvier 1825 organise des "courses", sortes de stages forestiers sur le terrain, hors de Nancy. Il régit leurs horaires, leurs placements dans le programme scolaire des futurs ingénieurs forestiers, et le choix des forêts étudiées.

premières
disciplines et
pluridisciplinarités
dans
l'enseignement
forestier

L'esprit pluridisciplinaire de la formation professionnelle des ingénieurs forestiers apparaît pour la première fois explicitement dans l'enseignement forestier. Le Règlement de 1835 précise que des cours auront pour objet la Géodésie et la Dendrométrie, la Botanique et la Géognosie : c'était réserver spécialement les "courses" à la Sylviculture et l'Aménagement. L'évaluation s'effectue sous forme d'examens déjà disciplinaires. L'enseignement officialise également plusieurs types de formations forestières. Des méthodes pédagogiques visuelles sont utilisées à partir de 1860, avec la première exposition forestière de l'école impériale forestière au concours général et national de l'Agriculture, à Paris.

Plus récemment, des structurations pédagogiques nouvelles ont été introduites : cours théoriques, TD d'application, voyages d'études, TP ou projets, ... Les projets principaux d'étude sont définis : informatique, phyto-écologie, protection des forêts, économie forestière, reboisement, aménagement

forestier. Des thèmes scientifiques sont précisés : sylviculture, moyenne montagne, milieux difficiles montagneux et méditerranéens, filière bois (ENGREF 1999).

premières
pédagogies de
projets, ante-
disciplines,
disciplines,
pluridisciplinarité
fonctionnelle,
complexité

En résumé, l'ENGREF a toujours intégré dans ses formations des stages professionnels sur le terrain : les "projets" (voir les tableaux 2 et 3 ci-après) sont les héritiers directs des "cours" mis en place dès la naissance de cette école en 1825. Ces formations sur le terrain forestier ont toujours été considérées comme une partie nécessaire à la formation des ingénieurs forestiers, à côté de leurs enseignements plus théoriques. Ceux-ci ont très vite été structurés en disciplines diverses, qui se sont renouvelées au fur et à mesure de l'évolution des connaissances scientifiques : certaines ont disparu, mais pas toutes ; d'autres (les ante-disciplines : Clément et Cheikho 2001) ont éclaté en disciplines nouvelles. Mais la synthèse de l'ensemble, celle qui permet de passer d'une pluridisciplinarité par juxtaposition de connaissances étanches entre elles, à une *pluridisciplinarité fonctionnelle*, cette synthèse doit être effectuée par chaque futur ingénieur forestier. Et leurs stages de terrain sont justement prévus pour le leur permettre : à la fois pour qu'ils sachent mobiliser, en situation professionnelle, les connaissances théoriques pertinentes, mais aussi pour qu'ils commencent durant ces stages à se familiariser avec d'autres facettes de leur métier, celles qui ne leur ont pas été enseignées sous forme de cours, celles qui en constituent la *complexité*.

3. LA RECHERCHE PLURIDISCIPLINAIRE ET LA GESTION D'UNE FORÊT CONSTITUENT-ILS DES RÉFÉRENCES ?

3.1. Questions et enjeux de cette recherche

Dans la première phase de notre recherche, nous avons décidé d'explorer de plus près ce qui pouvait *a priori* être considéré comme "le savoir savant" dans le domaine forestier.

des programmes
pluridisciplinaires
de recherche sur la
forêt du Mont
Ventoux

Comme toute forêt peut être l'objet de multiples recherches relevant chacune d'un domaine disciplinaire précis, nous nous sommes tournés vers des programmes pluridisciplinaires de recherche, financés par divers ministères (Recherche et Agriculture pour l'essentiel). Sur les conseils du Directeur du Laboratoire de l'INRA sur les forêts méditerranéennes (Michel Bariteau), nous avons choisi les programmes pluridisciplinaires successifs qui ont été réalisés depuis 1972 sur une même forêt, celle du Mont Ventoux (Vaucluse), et nous avons décidé d'interroger les responsables actuels des équipes de recherche qui ont travaillé dans le cadre de ces programmes.

ces programmes pluridisciplinaires sont-ils des références pour la transposition didactique ?

Pour tenir compte de la dimension "pratiques sociales de références", nous avons aussi interrogé les principaux responsables actuels de la gestion de cette même forêt. En effet, la forêt méditerranéenne du Mont Ventoux est non seulement une des forêts les plus étudiées, mais aussi un site protégé intégré dans plusieurs programmes de protection de la nature.

Notre objectif, à travers cet ensemble d'entretiens, n'était pas bien sûr d'établir un catalogue de savoirs de références : les publications et traités scientifiques sont pour cela plus utiles (6). Il était en revanche d'analyser les conceptions de nos interlocuteurs sur la pluridisciplinarité qu'ils avaient tant pratiquée lors de leur recherche ou gestion de cette forêt. Jusqu'à quel point leurs pratiques pluridisciplinaires avaient-elles modifié d'une part leurs conceptions sur cette forêt, et d'autre part leur propre pratique disciplinaire initiale ?

Notre espoir était que la pluridisciplinarité mise en œuvre dans ces pratiques de recherche ou de gestion d'une forêt pourrait peut-être questionner le découpage disciplinaire des enseignements dispensés lors des formations aux métiers de la forêt, et notamment lors de la formation professionnelle des ingénieurs forestiers.

3.2. Méthodologie

• Recueil des données

Le tableau 1 récapitule les principales caractéristiques des onze entretiens effectués. Les personnes A, B, C et D sont universitaires ou chercheurs CNRS travaillant dans une Université (Marseille, Montpellier ou La Rochelle). Les personnes E, F, G et H sont des chercheurs INRA, travaillant à l'INRA d'Avignon. I, ingénieur forestier de formation, dirige l'unité de recherche forestière à l'INRA d'Avignon. J n'est pas ingénieur forestier, mais a une formation plus large de gestionnaire. Les autres personnes interrogées (K, L et M) sont des ingénieurs forestiers, engagés dans des responsabilités de gestion de la forêt du Mont Ventoux.

Chaque entretien s'est déroulé, après rendez-vous téléphonique, sur le lieu de travail de la personne interrogée (sauf l'entretien avec le chercheur de La Rochelle, qui a été effectué par téléphone). Huit des onze entretiens ont été réalisés par Mohamad Cheikho seul, et trois avec Pierre Clément. La première partie (30 à 60 minutes en général) était ouverte, à partir de la même question : "Quel était votre rôle dans les programmes de recherche et de gestion pluridisciplinaires

11 entretiens ont été réalisés avec les responsables de ces programmes

(6) Les programmes pluridisciplinaires sur le Mont Ventoux ont donné lieu à plusieurs bilans publiés : Du Merle et al. 1978, un numéro spécial du bulletin semestriel de la Faculté des Lettres et Sciences Humaines d'Avignon (Études Vauclusiennes, juillet 1987), etc.

Tableau 1. Caractéristiques des 13 personnes interrogées (11 entretiens)

Interlocuteur	Statut	Spécialité et/ou fonction
A & B	A : Professeur Université B : Directeur recherche CNRS	Écologie végétale Écologie végétale
C	Directeur recherche CNRS	Herpétologie
D	Directeur recherche CNRS	Ornithologie
E	Directeur recherche INRA	Entomologie/Resp. station, élu conseil municipal
F	Directeur recherche INRA	Bio-climatologie
G	Directeur recherche INRA	Entomologie/Resp. programme pluridisc. années 70
H	Dir. Rech. INRA (ing. forestier)	Sylviculture, modélis./resp. progr. pluridis. récent
I	Ingénieur INRA (ing. forestier)	Directeur unité recherches forestières INRA
J	Ingénieur (IUP et DESS)	Chef du Projet Réserve Biosphère du Mont Ventoux
K & L	K : Ingénieur forestier L : Ingénieur forestier	Chef de service à l'ONF (Directeur départemental) Adjoint du Directeur départemental ONF
M	Ingénieur forestier	ONF : Responsable section technique

menés sur le Mont Ventoux depuis 1972 ?". La seconde partie de l'entretien était plus directive, pour éclaircir certains points, et notamment les positions de l'interlocuteur sur la pluridisciplinarité.

• Analyse des entretiens

Les onze entretiens effectués ont été totalement retranscrits (total = 475300 signes). Ils ont ensuite été soumis à plusieurs types d'analyse (Maingueneau 1991) :

y seront identifiés
les champs
disciplinaires,

- *Une analyse manuelle de contenu (champs disciplinaires)* : le contenu de chaque ligne a été catégorisé afin de permettre pour chaque entretien une quantification de ces catégories précises. Celles-ci ont ensuite été regroupées en quatre grands ensembles (voir figure 1).

les types de
discours,

- *Une analyse lexicale informatisée (ALCESTE, logiciel réalisé par Max Reinert, CNRS)* a permis de définir sans a priori plusieurs classes de discours dans l'ensemble du corpus (par analyse hiérarchique descendante, après découpage des textes, réduits au préalable à des mots-pleins, en unité de 14 ou 16 mots).

les conceptions
sur la
pluridisciplinarité,

- *Une analyse des conceptions relatives à la pluridisciplinarité* : elle a été effectuée en ne conservant que les parties de texte qui contiennent le mot pluridisciplinarité, ou un de ses synonymes. C'est la méthode des termes pivots (Harris 1953, Jacobi 1987). L'analyse des co-textes du terme pivot "pluridisciplinarité" (ou de ses reformulations) permet d'identifier le sens que lui donne chaque personne interrogée. Ces significations ont ensuite été catégorisées.

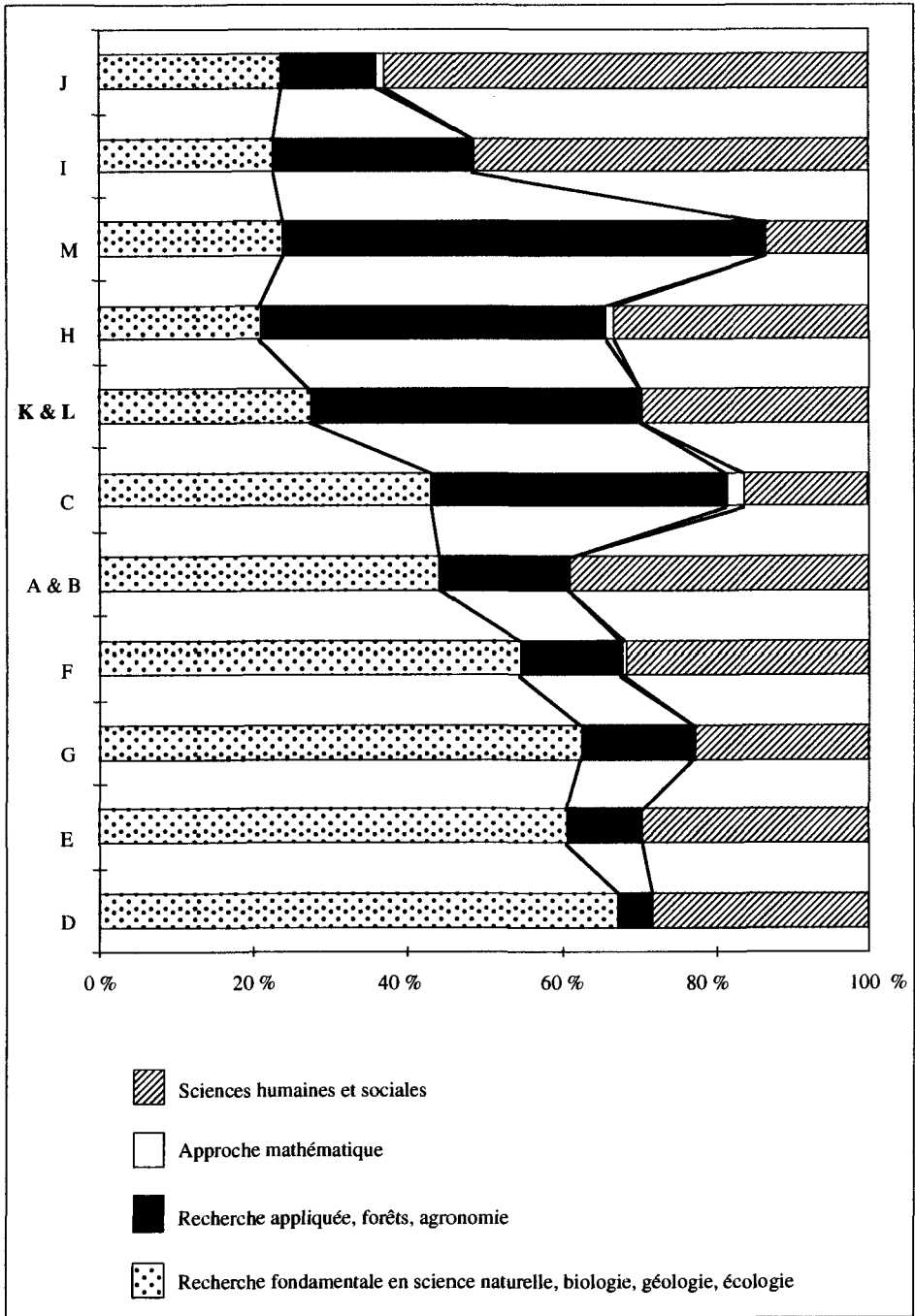


Figure 1. Les champs disciplinaires dans le contenu des 11 entretiens

le système-forêt de chaque responsable sera résumé par un conceptogramme

– *Réalisation d'un "conceptogramme" à partir de chaque entretien.* Dans un premier temps, nous avons réalisé une analyse systémique pour résumer par un graphe le "système-forêt" de chacun de nos interlocuteurs. Ainsi, pour chaque entretien les éléments du système ont été identifiés dans le discours de chaque interlocuteur, puis mis en relation. Mais ces cartographies détaillées prennent trop de place pour être reproduites ici. Nous avons ensuite simplifié chaque graphe, pour ne conserver que quatre grandes catégories de notions, afin de quantifier l'importance de chaque catégorie et de représenter onze "conceptogrammes" construits selon le même plan (la figure 2, plus loin, en reproduit trois).

3.3. Résultats

• *Analyse manuelle de contenu (champs disciplinaires) : figure 1*

identification de trois grands champs disciplinaires et catégorisation des discours selon que prédominent :

Trois grands champs disciplinaires ont été dégagés à partir de la catégorisation disciplinaire fine de tous les contenus des entretiens. La figure 1 montre leur répartition dans chacun des 11 entretiens (le quatrième champ disciplinaire identifié, correspondant à une approche mathématique, est très peu présent). Plusieurs remarques sont possibles à partir de ces résultats :

les recherches fondamentales,

- Les parties de discours correspondant à des préoccupations de recherche fondamentale représentent entre la moitié et les 2/3 des discours des universitaires et chercheurs qui n'ont pas de formation d'ingénieur forestier (D, E, G, F, A & B, C). Ils ne représentent qu'un quart des discours des autres interlocuteurs. Il est à noter que le responsable du premier programme pluridisciplinaire de recherche (années 70) est un D.R. INRA (G) qui a surtout des préoccupations de recherche fondamentale, alors que le responsable des programmes pluridisciplinaires plus récents (H) est aussi un D.R. INRA mais de formation ingénieur forestier : il est surtout préoccupé par les aspects appliqués de la foresterie.

les recherches appliquées et les actions,

- Les interlocuteurs qui ont une formation d'ingénieur forestier (K & L, H, M) ont des profils de discours particuliers, où les trois champs disciplinaires sont présents mais avec une prédominance pour la recherche appliquée et les actions sur la forêt.

les Sciences Humaines et Sociales

- Le profil de I, qui est lui aussi de formation ingénieur forestier, se différencie pourtant des précédents : plus de la moitié de son discours relève des SHS (Sciences humaines et sociales). Il se rapproche ainsi du discours de J, qui n'a pas de formation précise en foresterie mais a une formation de gestionnaire bien armée en SHS. La convergence entre ces deux entretiens vient sans doute de l'importance de leurs

responsabilités : J dans la gestion du Mont Ventoux, I dans la direction d'une grosse unité de recherche forestière à l'INRA.

- Une remarque importante est que les sciences humaines et sociales (SHS) sont présentes dans tous les discours (de 20 à 60 %). Ceci témoigne de l'intérêt des personnes interrogées pour les questions économiques, politiques et sociales. Cependant, aucune recherche en SHS n'a été développée à l'occasion des recherches pluridisciplinaires sur la forêt méditerranéenne du Mont Ventoux, et aucun des chercheurs interrogés n'avait une formation SHS, ni n'a travaillé avec un spécialiste des SHS. Seule une gestionnaire (J) avait une formation dans ce domaine.

**• L'analyse lexicale informatisée
(Alceste, Reinert 1992)**

utilisation du
logiciel Alceste :
5 classes de
discours

Nous avons utilisé dans notre travail le plan d'analyse standard qui comprend un module de contrôle de la stabilité des classes en fonction de la longueur des énoncés retenus dans l'analyse. Celle-ci a défini cinq classes principales de discours dans l'ensemble des onze entretiens étudiés. À la différence des catégories utilisées dans l'analyse précédente, ces classes ne sont pas définies *a priori*, mais uniquement à partir du lexique utilisé par les personnes interrogées. Les mots et phrases (unités de contexte élémentaires) qui caractérisent chaque classe nous permettent d'en identifier la signification. La fréquence de ces classes dans chacun des entretiens permet ensuite de caractériser chaque personne interrogée par une ou deux de ces classes : l'AFC (analyse factorielle de correspondance) qui permet ces rapprochements n'est pas reprise ni commentée ici, faute de place : elle a été publiée dans les actes de colloques où nous avons présenté nos premiers résultats (Cheikho et Clément 1999 a & b, Cheikho, Clément & Bariteau 1999). Elle complète, avec plus de finesse, la figure 1 obtenue par la méthode précédente. Nous ne reprenons ici que la définition des cinq classes, pour illustrer leur pertinence dans l'analyse de ces onze entretiens.

caractérisation de
ces 5 classes

Classe 01 – Gestionnaires, forestiers. Les termes qui repèrent significativement cette classe caractérisent des préoccupations centrées sur l'ingénierie forestière et la gestion forestière.

Classe 02 – Scientifiques, sciences fondamentales (écologie), enseignement. Le vocabulaire qui la caractérise lui donne un caractère scientifique au sens recherche en sciences fondamentales, en écologie principalement, en liaison avec l'enseignement.

Classe 03 – Responsabilités politiques, écologistes. Les termes qui la caractérisent sont centrés en général autour de la responsabilité politique, avec une attitude écologiste.

Classe 04 – Responsabilités scientifiques. Son vocabulaire caractérise la responsabilité scientifique, les programmes de recherche et les projets pluri/multidisciplinaires.

Classe 05 – Forêt et écologie végétale. Les termes caractérisent des discours centrés sur la forêt, dans son écologie végétale en même temps que sa gestion écologique.

c'est une analyse plus fine que celle qui identifiait a priori 3 grands champs disciplinaires

Si les classes 01 et 02 reprennent deux des champs disciplinaires identifiés précédemment (recherche appliquée et foresterie ; recherche fondamentale), elles sont complétées par la classe 05 qui est à cheval sur ces deux champs disciplinaires pour le seul domaine de la forêt en tant qu'écosystème végétal. Par ailleurs, le champ disciplinaire que nous avons nommé SHS (Sciences Humaines et Sociales) éclate en deux classes de discours qui sont plus pointues, et plus proches des préoccupations de nos interlocuteurs : les classes 03 (responsabilités politiques, écologistes) et 04 (responsabilités scientifiques).

Cette catégorisation informatisée des discours est donc plus fine que la précédente.

• **Les conceptions sur la pluridisciplinarité**

Les conceptions des acteurs sur la pluridisciplinarité se divisent d'abord en deux catégories.

un seul cas d'interdisciplinarité

– Une, défendue par un seul des acteurs interrogés (F), considère que la pluridisciplinarité ne se limite pas à une juxtaposition des différentes disciplines, mais implique aussi de fortes interactions entre ces disciplines ; par exemple la modélisation effectuée par certains chercheurs induit des hypothèses qui conditionnent les prises des données par les autres. Les recherches et décisions nécessitent de fortes interactions entre disciplines : la pluridisciplinarité est alors *interdisciplinarité*.

trois types de pluridisciplinarité par juxtaposition :

– Les autres conceptions considèrent plus la pluridisciplinarité comme une *juxtaposition de différentes disciplines* : chaque spécialiste aborde parallèlement, chacun dans son domaine de compétences, un sujet défini par deux contraintes : l'unité de lieu et de temps, avec la perspective de faire une synthèse finale en commun, qui en fait juxtapose les approches définies (et séparées) en début du programme de recherche ou de gestion.

Trois autres types de tendances ont également été mises en évidence en fonction du nombre et de la nature des disciplines qui sont prises en compte lors de la démarche pluridisciplinaire.

soit finalisées vers la gestion forestière

(1) La synthèse pluridisciplinaire finalisée vers la gestion forestière (M, H, K & L, I, et partiellement E). Cette pluridisciplinarité fait appel à des consultations ou expertises monodisciplinaires ; elle est également marquée par le travail de terrain. Elle caractérise la pratique sociale du forestier.

soit vers des recherches fondamentales,

(2) La pluridisciplinarité partielle qui se limite à quelques approches de recherches fondamentales en sciences naturelles : elle est présente chez des chercheurs tels que C, D, E, A & B, G. La pluridisciplinarité est ici surtout marquée par

soit vers des justifications humaines et sociales

des préoccupations écologiques, ou de biologie des populations. Elle juxtapose des entrées monodisciplinaires.

(3) Enfin une pluridisciplinarité plus structurée autour de justifications humaines et sociales. Elle est représentée principalement par I et J. Elle met l'accent sur le travail de terrain.

Il est intéressant de noter que ces trois conceptions recouvrent précisément les trois types d'entretiens mis en évidence plus haut lors de l'analyse des contenus (champs disciplinaires : figure 1), et qui correspondaient au type de formation et de responsabilité de nos interlocuteurs.

- Ainsi, la pluridisciplinarité focalisée sur la gestion forestière est le fait de ceux qui ont une formation d'ingénieur forestier.
- La pseudo-pluridisciplinarité ne juxtaposant que quelques disciplines des sciences de la nature est le fait des chercheurs spécialisés dans une discipline de recherche fondamentale. Ne fait exception que le bioclimatologue F, qui est le seul à prôner une véritable interdisciplinarité (est-ce lié à sa personnalité, ou à sa spécialité disciplinaire, ou aux deux ?).
- Enfin, les deux entretiens qui ont les vues les plus globales, et qui insistent sur une pluridisciplinarité ouverte sur les dimensions économiques et sociales, sont les personnes qui ont le plus de responsabilité : I dans la recherche (direction de l'unité de recherches forestières de l'INRA), J dans la gestion (chef du projet de la Réserve du Mont Ventoux). Est-ce leur fonction qui a induit cette ouverture, ou celle-ci qui leur a permis d'accéder à ces postes de responsabilité, ou les deux ?

• Conceptogrammes : à chaque acteur sa forêt

Dans un premier temps, l'analyse systémique nous a permis de constater que chaque acteur interrogé avait un discours spécifique sur la "même" forêt du Mont Ventoux : à chacun sa conception, son "système-forêt".

Dans un second temps, nous avons unifié la représentation graphique de chaque entretien en ne conservant que quatre catégories d'activités de la personne interrogée (figure 2) : (1) dans le domaine humain et social ; (2) dans celui du monde végétal, y compris sur les arbres des forêts ; (3) sur le sol, sa géologie, sa topographie, ainsi que sur d'autres paramètres physiques tels que le climat ; (4) sur les animaux enfin, soit ceux qui parasitent les arbres (chenilles processionnaires par exemple), soit ceux qui constituent la faune des forêts.

La figure 2 reproduit 3 de ces conceptogrammes (J, D et M). Le diamètre de chaque cercle est proportionnel au pourcentage de présence de ces quatre catégories dans chacun des trois entretiens. Aucun ne met l'accent sur le même type de notions et d'activités. Cette analyse à la fois confirme et précise les précédentes : à chaque acteur sa conception de la "même" forêt !

chaque acteur a sa conception à lui de la "même" forêt

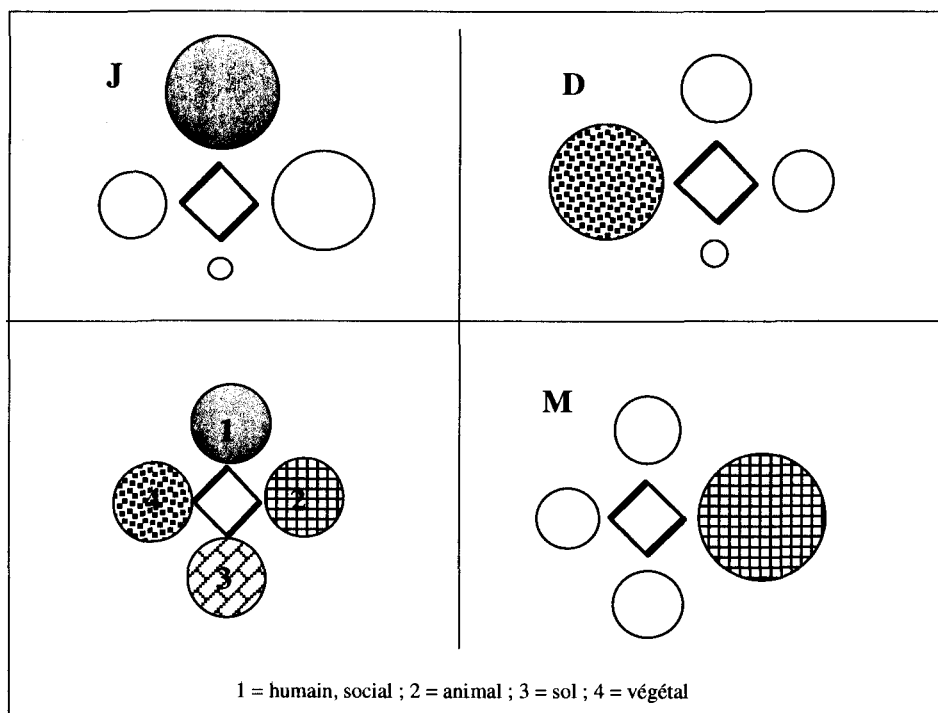


Figure 2. Trois conceptogrammes, réalisés à partir des entretiens J, D et M.

3.4. Discussion et conclusions

Dans la première partie (épistémologique) du présent texte, nous avons souligné que chaque forêt est unique dans sa complexité locale et historique. Nous avons évité ce premier niveau de complexité en travaillant sur une seule forêt, celle du Mont Ventoux, l'une des plus étudiée.

Nos résultats confirment l'importance du second niveau de complexité que nous suggérons *a priori*. Chaque acteur interrogé, choisi à cause de ses responsabilités dans des programmes pluridisciplinaires de recherche ou de gestion de cette forêt, a sa propre conception de cette forêt, conception très fortement marquée par le type d'activité de cet acteur sur et pour cette forêt.

enseigner une forêt
"objective"
s'avère dès lors
illusoire

L'existence d'une forêt "objective" qui serait une sorte de "savoir savant" issu des recherches sur cette forêt, s'avère dès lors être une illusion. Les rapports des recherches pluridisciplinaires sur cette forêt (Du Merle et al. 1978, Études Vauclusiennes 1987) confirment et amplifient même ces résultats : chaque équipe de recherche y a publié les résultats de ses

propres travaux, sans autre interaction avec ceux des autres équipes que leur juxtaposition dans ces rapports. C'est ce que nous avons identifié comme la "pseudo-pluridisciplinarité" des travaux de recherche fondamentale engagés dans ces programmes "pluridisciplinaires". Le bilan publié par Du Merle et al. (1978) porte d'ailleurs ce titre délicieux : "... : éléments d'une synthèse écologique".

la pluridisciplinarité fonctionnelle des ingénieurs forestiers reste une pluridisciplinarité par juxtapositions

Dans cette diversité, nos résultats ont à plusieurs reprises mis en évidence une certaine homogénéité dans les conceptions des ingénieurs forestiers (formés à l'ENGREF de Nancy). Il s'agit des entretiens K & L, H, M et I (voir par exemple la figure 1). Mais même ces acteurs se différencient en fonction de leurs activités actuelles : M, par exemple, responsable d'une section technique à l'ONF (Office National des Forêts), est centré essentiellement sur des questions de gestion (figure 1) et sur la partie végétale des forêts (figure 2) ; tandis que I, responsable d'une unité de recherches forestières à l'INRA, est surtout sensible aux dimensions humaines, économiques et sociales (figure 1). La pluridisciplinarité de ces acteurs formés initialement comme ingénieurs forestiers, présente effectivement le point commun d'être fonctionnelle, centrée sur l'efficacité de la gestion forestière ; cependant, elle reste une pluridisciplinarité par juxtaposition de préoccupations disciplinaires, sans interactions entre elles. En effet, un seul des acteurs interrogés a développé des exemples sur ces interactions, fondant une conception réellement interdisciplinaire absente dans les autres entretiens.

notre méthodologie d'entretien favorisait l'expression des conceptions singulières de chaque acteur interrogé

Sur le plan méthodologique, soulignons que tous nos entretiens n'ont mis nos interlocuteurs que dans une seule situation, ce qui ne nous a permis d'analyser que leurs conceptions conjoncturelles liées à cette situation (Clément 1994, 1999d). En introduisant chaque entretien par la même question ouverte : *"Quel était votre rôle dans les programmes de recherche et de gestion pluridisciplinaires menés sur le Mont Ventoux depuis 1972 ?"*, il est possible que nous ayons favorisé l'expression de la singularité de chaque acteur dans ces programmes pluridisciplinaires. Singularité que nos analyses des entretiens ont ensuite mise en évidence. Une autre entrée aurait pu consister à interroger d'emblée chaque acteur sur les travaux des autres équipes dans ces programmes, plutôt que sur leurs propres travaux. Cependant, la seconde partie de chaque entretien, plus directive, comportait des questions dans ce sens en se focalisant sur les aspects pluridisciplinaires des programmes de recherche ou de gestion de la forêt : les grandes tendances exprimées en début d'entretien y ont été confirmées ! Et les rapports écrits de ces programmes pluridisciplinaires, ainsi que les autres publications de ces chercheurs, valident eux aussi les résultats obtenus à partir de nos entretiens.

Les conceptions que nous avons mises en évidence par plusieurs analyses complémentaires et convergentes à partir

mais chacun a défini "sa" forêt à partir de son regard propre

de ces onze entretiens, semblent donc ne pas être que conjoncturelles : elles correspondent à des conceptions bien ancrées chez nos interlocuteurs. Chacun a parlé de "sa" forêt du Mont Ventoux, et de "sa" pluridisciplinarité, en restant très marqué par son type d'activité sur cette forêt.

Ce type de conclusion suscite trois commentaires, qui ont chacun leur incidence sur la formation professionnelle des ingénieurs forestiers, que nous allons directement aborder dans le paragraphe suivant :

de même, chaque approche biologique définit "sa" cellule, ou "son" cerveau, à partir de ses concepts et démarches spécifiques.

- Sur le plan épistémologique, ce qui vient d'être dit de la forêt est vrai pour tout objet d'étude en biologie, et sans doute aussi dans d'autres disciplines. Ainsi la cellule vivante d'un électro-physiologiste n'est pas celle d'un biologiste moléculaire travaillant sur la synthèse de protéines, ni celle d'un biochimiste travaillant sur les cyto-membranes, ni celle d'un cytologiste travaillant en microscopie électronique (Clément 1988). Et tout traité scientifique sur la cellule porte la trace de la spécialité scientifique de son auteur. Il n'y a pas de savoir savant unique ni unifié sur la cellule. Dans les maîtrises universitaires de biologie cellulaire, il est important que les étudiants aient plusieurs cours de spécialistes différents qui parlent chacun de "leur" cellule. On pourrait en dire autant sur le cerveau, etc. En ce qui concerne la forêt, cette approche justifie la juxtaposition de plusieurs cours disciplinaires qui développent chacun des concepts et méthodes scientifiques spécifiques.

chaque conception de la forêt s'inscrit dans une pratique sociale de référence spécifique

- D'un autre côté, nos résultats soulignent l'incontournable nécessité de référencer tout enseignement sur la forêt à des pratiques sociales précises. En effet, nous avons vu que tout "savoir savant" sur la forêt porte la marque des pratiques de celui qui a élaboré ce savoir. Chaque type de pratique induit une conception spécifique sur la forêt. Ainsi, pour celle du Mont Ventoux, les conceptions des gestionnaires ne sont pas celles des chercheurs. Et ces derniers n'ont pas les mêmes préoccupations selon qu'ils effectuent des recherches fondamentales ou appliquées, et selon qu'ils travaillent dans tel ou tel domaine. Toute formation professionnelle doit donc avant tout être référencée au type de profession à laquelle elle prépare.

4. LES STAGES DE TERRAIN POUR FUTURS INGÉNIEURS FORESTIERS

4.1. La Formation des Ingénieurs Forestiers (FIF)

La Formation des Ingénieurs Forestiers (FIF) prépare des spécialistes des milieux forestiers (le domaine de la forêt, du bois et de l'environnement) de niveau Bac+5. Cette formation est dispensée par le centre de l'ENGREF situé à Nancy.

l'ENGREF forme en 3 ans des ingénieurs forestiers

La FIF Recrute des élèves qui seront ensuite soit "civils", soit "fonctionnaires". Ces derniers perçoivent dès leur arrivée à l'école un traitement et des indemnités ; en contrepartie, ils s'engagent à servir l'Etat pendant huit ans après leur sortie de l'école. Trois types d'élèves sont admis à la FIF en 1^{re} année : des titulaires de deux ans de classes préparatoires type BCPST (biologie, chimie, physique et sciences de la terre) ; des titulaires de BTS (Brevet de Technicien Supérieur) ; et des techniciens du ministère de l'Agriculture ou de l'Office National des Forêts (concours interne).

La FIF se déroule sur trois années. Le tronc commun de vingt-quatre mois, est suivi d'un enseignement optionnel de quatre mois et d'un stage final de six mois. L'enseignement optionnel comprend deux modules à choisir dans la liste suivante :

- Arbres de parcs et d'alignements
- Aménagement des Territoires
- Gestions des entreprises
- Gestion des milieux naturels
- Méthodes quantitatives de gestion forestière
- Produits forestiers
- Foresterie Rurale et Tropicale

cette formation comprend des enseignements disciplinaires,

Le tronc commun de deux ans comprend actuellement quarante et un enseignements (tableau 2).

et des stages de terrain, pluridisciplinaires.

Tous les enseignements de ces deux années du tronc commun de la FIF sont disciplinaires, à l'exception de 3 d'entre eux, qui sont indiqués en gras sur le tableau 2. Il s'agit de trois stages courts sur le terrain (environ une semaine par stage), pluridisciplinaires et centrés sur la réalisation de projets. En accord avec les responsables de la FIF, nous avons décidé de travailler sur ces 3 stages.

4.2. Présentation des trois stages de projets pluridisciplinaires

L'objectif de ces enseignements par projet est double :

- D'une part permettre aux futurs ingénieurs forestiers de mobiliser, en situation de terrain, les connaissances disciplinaires apprises dans les autres enseignements du tronc commun (tableau 2). Il s'agit bien de projets pluridisciplinaires qui prolongent et justifient les enseignements disciplinaires jusqu'ici cloisonnés et théoriques.
- D'autre part leur permettre de se confronter activement à la complexité du terrain et de leur travail en situation professionnelle. Chacun des projets répond en effet au type de questions auxquelles un ingénieur forestier est amené à répondre.

chaque stage est structuré autour de projets

Chacun des stages comprend une semaine sur le terrain et se prolonge par la rédaction d'un rapport.

**Tableau 2. Les enseignements des 1^{re} et 2^e années FIF
(Formation des Ingénieurs Forestiers)**

Champ disciplinaire	Discipline	Champ disciplinaire	Discipline	
-1- Sciences du milieu et du vivant	Botanique	- 3- Les méthodes de gestion forestière	Physique du bois	
	Développement de l'arbre		Sylviculture	
	Xylogie		Sylviculture	
	Ecologie végétale		Reboisement (cours)	
	Génétique évolutive		Projet de reboisement	
	Comportement des essences		Estimation valeur des forêts	
	Pédologie		Mobilisation des bois	
	Projet de phytoécologie		Aménagement forestier	
	Populations animales		-4- Les Sciences Économiques et sociales	Projet d'aménagement
	Entomologie			Économie générale
	Pathologie forestière	Droit général		
	Environnement	Europe aménag. territoire		
-2- Sciences de l'ingénieur	Populations animales	-5- La formation humaine	Économie forestière	
	Informatique		Droit forestier rural	
	Mécanique des solides		Techniques d'expressions orale	
	Statistique		Anglais 1	
	Cartographie et topographie		Outils visuels communication	
	Dendrométrie		Soutenance et rapport stage entreprise	
	Mécanique des solides		Analyse du travail d'équipe	
	Transformation du bois		Techniques recherche d'emploi	
	Anglais 2			

4.3. Questions et enjeux de notre recherche

En analysant les trois stages de terrain réalisés en pédagogie de projet, nous souhaitons identifier les spécificités de ce type de pédagogie tel qu'il est mis en œuvre par l'ENGREF pour la formation professionnelle des ingénieurs forestiers.

La pluridisciplinarité par juxtaposition de disciplines est transparente dans l'intitulé même des autres enseignements du tronc commun de la FIF (tableau 2) : ces enseignements sont censés donner aux futurs ingénieurs forestiers une assise de connaissances qui leur sera indispensable.

Tableau 3. Objectifs des trois stages de projet analysés

Projet de Reboisement <i>lieu : près de Montauban</i> <i>date : du 20 au 25-03-2000</i> <i>pour 2^e année FIF</i>	Projet de Phyto-écologie <i>lieu : Région du Bugey, Ain</i> <i>date : du 15 au 20-05-2000</i> <i>pour 1^{er} année FIF</i>	Projet d'Aménagement <i>lieu : Alpes, St Pierre d'Allevard,</i> <i>dates : du 22 au 27-05-2000</i> <i>pour 2^e année FIF</i>
<p>Étudier un cas concret et réel de projet de reboisement avec mise en situation, face au gestionnaire et au propriétaire (présentation de l'avant-projet complet en fin d'exercice, sur le site).</p> <p>Élaborer un dossier complet destiné à la demande de financement et à la consultation des entreprises (dossier de maîtrise d'œuvre).</p>	<p>Exercice d'application et de synthèse de diverses disciplines traitées lors de la première année de la FIF : botanique, écologie, dendrologie, pédologie, informatique et analyse de données. Il s'agit de répondre à une problématique définie : la typologie des stations forestières d'une région naturelle. C'est le premier exercice d'observation et de description de divers compartiments du milieu naturel pour la plupart des élèves de la FIF. C'est enfin le premier gros projet de groupe de la scolarité des étudiants.</p>	<p>Réaliser un document d'aménagement forestier sur un cas réel.</p> <p>Déboucher sur un document fini, directement utilisable par les gestionnaires</p>

notre objectif est d'analyser la pluridisciplinarité mise en œuvre dans la pédagogie de projet de ces trois stages

Mais quel est le type de pluridisciplinarité qui est en œuvre dans les trois enseignements que nous avons décidé d'analyser ? Ce sont des stages de terrain, qui souhaitent mobiliser plusieurs types de connaissances disciplinaires pour répondre à des questions de terrain (tableau 3). Nous avons pensé, après en avoir parlé avec les responsables de la formation FIF, que c'est au cours de ces stages que se construit la pluridisciplinarité centrée sur le terrain. Elle correspond sans doute à ce que nous avons identifié chez les ingénieurs forestiers impliqués dans des programmes pluridisciplinaires sur la forêt du Mont Ventoux (cf. plus haut). Mais la formation de ces ingénieurs forestiers du Mont Ventoux était assez ancienne : notre projet sur les stages FIF est d'analyser quel type de pluridisciplinarité est aujourd'hui mis en œuvre dans la formation des ingénieurs forestiers.

L'enjeu de cette recherche est aussi d'analyser d'autres niveaux de complexité du "modèle forêt" qui sert de référence aux enseignants FIF, et par là à la profession d'ingénieur forestier. En particulier, comment s'articulent les contraintes économiques (productions forestières) et environnementales (protection des sites, de la biodiversité, ...) ? Sur un plan plus épistémologique et didactique, quelles sont les "réalités" du terrain qui ne peuvent être comprises et acquises par les élèves que durant ces stages de terrain ? Jusqu'à quel point les autres enseignements théoriques de la FIF préparent-ils

ou non les élèves à affronter ces dimensions de la complexité du terrain et de la complexité de leur profession ?

4.4. Méthodologie

• *Recueil des données*

L'un de nous (Mohamad Cheikho) a suivi les trois stages sélectionnés (tableau 3). Il a recueilli plusieurs types d'informations :

- Des notes très précises ont été prises manuellement sur le travail des élèves durant chaque stage, y compris lors de leurs observations sur le terrain et lors de leurs rencontres avec les partenaires sociaux. L'objectif est d'identifier l'origine des initiatives et des interprétations : qu'est-ce qui relève des élèves seuls, de l'enseignant (ou autre encadreur présent), ou de leurs interactions ?
- Trois entretiens ont été enregistrés avec chacun des enseignants responsables de stage, afin qu'il présente et caractérise son projet pédagogique. Chaque entretien a duré de 60 à 90 minutes.
- Trente entretiens ont été enregistrés avec des élèves-ingénieurs au début puis à la fin de chaque stage de terrain, soit un peu plus de 10 % de population étudiée : 12 entretiens pour les 43 élèves du projet Reboisement ; 8 sur 32 pour le projet Phytoécologie ; 10 sur 43 pour le projet Aménagement. Pour chaque entretien, aussi bien avant le projet qu'à son issue, un élève a été choisi au hasard. Les questions ont porté sur leur stage de terrain : attentes avant, réactions en fin du stage de terrain ; et notamment sur la pluridisciplinarité. Chaque entretien s'est déroulé sur le lieu du stage de terrain, et a duré de 15 à 20 minutes.
- Enfin, ont été récupérées des photocopies des rapports réalisés par les élèves (et rédigés après le stage de terrain).

• *Analyse des données*

L'analyse de ces données est en cours (dans le cadre de la thèse de Mohamad Cheikho) : nous ne présentons ici que les tout premiers résultats.

Tous les entretiens ont été intégralement retranscrits. L'ensemble constitue un corpus de 244 000 signes, qui est en cours d'analyse selon les mêmes méthodes que le corpus obtenu sur la forêt du Mont Ventoux (cf. ci-dessus). Nous ne présentons ici que les premiers résultats relatifs à une analyse lexico-sémantique informatisée (utilisant le logiciel ALCESTE, présenté ci-dessus).

Les autres analyses des entretiens sont en cours, ainsi que l'analyse des autres données. N'en seront présentés ici que les tout premiers résultats, sur l'identification de quelques-uns des paramètres qui constituent la complexité des situations de terrain lors de la réalisation de ces projets.

notre corpus :
l'observation du
travail des futurs
ingénieurs
forestiers, 30
entretiens avec
eux, 3 entretiens
avec les formateurs

seuls les premiers
résultats, obtenus
avec le logiciel
Alceste, sont
présentés ici

4.5. Résultats de l'analyse des entretiens par le logiciel ALCESTE (Reinert/CNRS 1992)

Le logiciel lemmatise les termes, puis découpe le texte en unités comprenant chacune 14 ou 16 "mots-pleins" (noms et verbes). Une analyse hiérarchique descendante définit ensuite des classes de texte et ne conserve que celles qui sont stables quand la taille des unités de texte varie. Trois classes ont ainsi été définies, dont la signification est interprétable à partir des mots qui les caractérisent :

Classe 01 : Le travail pratique sur le terrain (le point de vue des élèves-ingénieurs) : cette classe représente 62 % du contenu des 33 entretiens. Elle se caractérise par les termes significatifs suivants : relever/relevé, apprendre, faire, placettes, transects, données, station, terrain, regarder, prévoir, chercher, voir, fait, peuplement, planter, espèce, essence, cartes, idées, botanique, pédologie, matin, après-midi, journée, groupe, note(r), cours, rapport, méthode, rendez-vous, parcelles, préparation, statistiques, topographie, qualitatif, quantitatif, ...

Classe 02 : Organisation et objectifs des stages (le point de vue des enseignants) : cette classe représente 23 % du contenu des 33 entretiens. Elle se caractérise par les termes significatifs suivants : école, ingénieurs, élèves, étudiants, nombre, objectifs, maîtres, année, bilan, prioritaire, former, raisonner, assurer, risques, répondre, remettre, annoter, accepter, science, thèse, formation, vacataires, interlocuteurs, outils, complexité, spécialistes, techniciens, domaines, partenaires, pédagogie, budget, chantiers, démarches, programme, ...

Classe 03 : Les dimensions environnementales et socio-économiques : cette classe représente 15 % du contenu des 33 entretiens. Elle se caractérise par les termes significatifs suivants : forêt, public, privé, protection, naturel, bois, aménager, boiser, vie, vivre, écologie, production, productif, pluridisciplinarité, raisonner, intégrer, socioéconomique, état, environnemental, paysages, coupes, économie, formation, gestion, problèmes, experts, touristes, passion(ner), attirer, convenir, panneaux, parkings, tracer, ski, hectares, tempêtes, commercial, communal, ...

L'analyse informatisée indique quels sont les entretiens significatifs de chaque classe, et l'AFC (Analyse factorielle des correspondances : figure 3) visualise de façon plus fine la situation de chacun des 33 entretiens par rapport aux 3 classes de langage :

- Les entretiens avec les trois enseignants sont très significatifs de la classe 02. Il est cependant à noter (figure 3) que l'enseignant de Phytoécologie est plus éloigné que les deux autres des dimensions environnementales et socioéconomiques (classe 03) tout en se rapprochant plus de la classe 01 sur les préoccupations pratiques liées au terrain. Ceci

trois classes de discours ont été identifiées

chacun des 33 entretiens peut ainsi être caractérisé à partir de ces 3 classes de discours

vient du fait que, contrairement aux deux autres, ce stage/projet s'adresse à la première année de la FIF, et est uniquement tourné vers des contenus scientifico-techniques (tableau 3).

les préoccupations pratiques sont centrales dans le stage
Phytoécologie

– *Stage Phytoécologie (figure 3)* : les entretiens avec les 4 étudiants interrogés après ce stage (22PC à 25PC) sont les plus typiques de la classe 01. Deux de ceux qui ont été interrogés au début de ce stage (07AC et 08AC) étaient eux aussi typiques de la classe 01, tandis que les 2 autres étaient intermédiaires entre les classes 01 et 03 (09AC et 10AC). Les remarques que nous venons de faire sur ce stage et sur l'entretien avec son enseignant sont confirmées par ce résultat : les préoccupations pratiques du travail de terrain y sont centrales.

les dimensions socioéconomiques et environnementales des stages
reboisement et aménagement s'estompent en fin de stage

– *Stage Reboisement (figure 3)* : Les 6 entretiens effectués en début de stage (01AR à 06AR) sont typiques ou très proches de la classe 03 (préoccupations environnementales et socioéconomiques). Deux de ceux effectués en fin de stage (19PR et 21PR) le sont aussi, tandis que les 4 autres sont proches de la classe 01. Il y a donc ici une évolution très nette des préoccupations des étudiants entre le début du stage (classe 03) et sa fin (classe 01). Les préoccupations pratiques du travail de terrain ont pris le pas sur les dimensions environnementales et socioéconomiques du projet.

– *Stage Aménagement (figure 3)* : Les 5 entretiens effectués en fin de stage sont assez typiques de la classe 01 (sauf le 26PM qui est intermédiaire entre les classes 01 et 03). Avant le stage, deux des élèves interrogés étaient proches de la classe 01 (14AM et 11AM), deux étant intermédiaires entre les classes 01 et 03 (13AM et 15AM), et l'autre entre les classes 01 et 02 (12AM : c'est le seul étudiant étranger, en l'occurrence allemand, qui a été interrogé). La même tendance que pour le stage Reboisement semble donc exister : de préoccupations mitigées avant le stage, les élèves sont très majoritairement centrés sur les problèmes pratiques du travail de terrain en fin de stage.

4.6. Discussion des résultats obtenus par l'analyse informatisée des entretiens

Ces résultats seront bien sûr à comparer à ceux des autres analyses en cours sur les mêmes entretiens. Cependant, à eux seuls, ils sont intéressants car très informatifs par rapport au type de pluridisciplinarité qu'ils introduisent.

Certes, l'axe F2 de l'AFC reproduite sur la figure 3 oppose les entretiens effectués avec les enseignants (en haut) à ceux effectués avec les élèves ingénieurs forestiers (en bas) : il n'y a là rien de surprenant. D'une part parce que les grilles

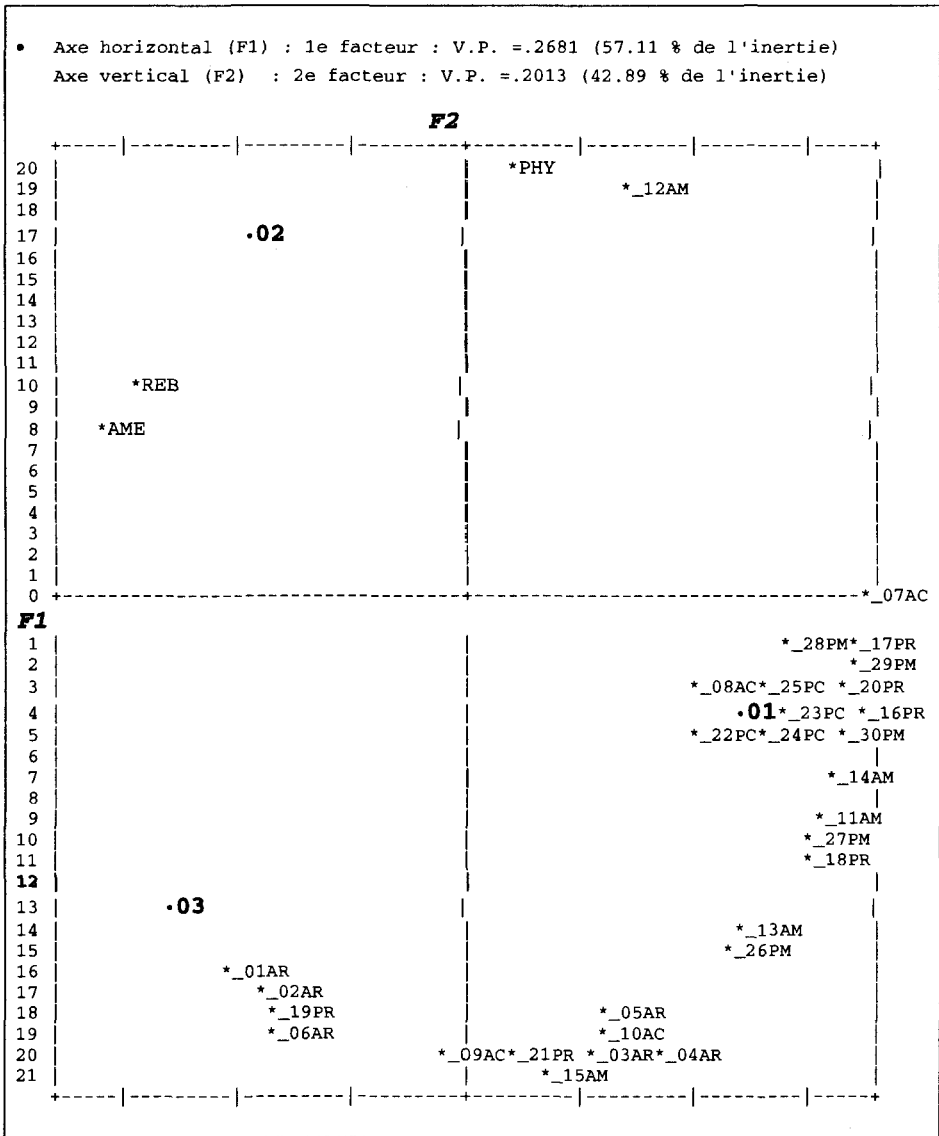


Figure 3. Graphe situant sur le plan F1-F2 les 33 entretiens par rapport aux 3 classes de discours (01, 02, 03)

Les 3 enseignants = PHY (Phytoécologie), REB (Reboisement), AME (Aménagement)
 Les 30 élèves ingénieurs = 01 à 30 ; avant/après le stage = A/P en avant-dernière lettre

- Reboisement (R en dernière lettre) : 01AR à 06AR ; 16PR à 21PR
- Phytoécologie (C en dernière lettre) : 07AC à 10AC ; 22PC à 25PC
- Aménagement (M en dernière lettre) : 11AM à 15AM ; 26PM à 30PM

d'entretiens n'étaient pas les mêmes dans les deux cas, d'autre part parce que le vocabulaire des enseignants qui organisent des stages de terrain est effectivement spécifique et identifiable par ce type d'analyse lexicale.

contrairement au stage
Phytoécologie, le stage
Aménagement et surtout le stage
Reboisement mettent en œuvre une pluridisciplinarité qui inclue des Sciences Humaines et Sociales,

C'est de l'axe F1 que viennent les informations les plus intéressantes (figure 3). Il faut pour cela projeter tous les points sur l'axe F1. Les classes de discours 03 et 02, à gauche, s'opposent à la classe 01 située à droite. Les enseignants des stages Reboisement et Aménagement sont les plus à gauche du graphe. Ils assument en effet les dimensions socioéconomiques et environnementales de la forêt, contrairement à l'enseignant Phytoécologie (dont l'entretien est plus proche, sur l'axe F1, de la classe 01 que de la classe 03 : son stage, destiné aux premières années de la FIF, est en effet une application de diverses disciplines scientifiques : voir tableau 3).

L'ouverture à la pluridisciplinarité centrée sur les dimensions SHS (sciences humaines et sociales) et environnementales est donc attendue des stages Reboisement et Aménagement. L'ensemble de ces dimensions est parfaitement représenté par la classe 03. Le projet Reboisement est sans doute présenté avec ces dimensions, puisque les 6 élèves-ingénieurs interrogés avant le stage ont un discours typique ou proche de la classe 03. Le projet Aménagement, en revanche, est moins perçu *a priori* en fonction de ces dimensions, ainsi bien sûr que le projet Phytoécologie : dans les deux cas, seuls 2 élèves (avant chacun de ces stages) a un discours intermédiaire entre 03 et 01, les autres étant déjà préoccupés par les questions pratiques des stages (classe 01).

Le paradoxe est que, pour les deux stages Reboisement et Aménagement, alors que la pratique de terrain est en principe prévue pour ouvrir les futurs ingénieurs forestiers aux dimensions pluridisciplinaires environnementales et socioéconomiques, c'est exactement le contraire que montrent nos résultats. Après ces deux stages, ces dimensions sont largement oubliées, au profit de discours centrés sur les problèmes pratiques et techniques de leur travail de terrain.

mais, dans les 3 stages, les problèmes pratiques de terrain deviennent dominants

Le modèle de pluridisciplinarité qui se dégage à l'issue des trois stages est le même : celui d'une pluridisciplinarité fonctionnelle, centrée sur les questions de terrain. C'est lui qui semble dominer la formation des ingénieurs forestiers. C'était prévisible pour le stage Phytoécologie. Ce l'était moins pour les deux autres, *a priori* centrés aussi sur les questions environnementales et socioéconomiques.

cette pluridisciplinarité fonctionnelle résulte peut-être du contrat didactique

Ces résultats sont cependant encore trop partiels pour caractériser la filière professionnelle FIF. Ils expriment peut-être un effet du "contrat didactique" : les élèves ingénieurs auront à rédiger un rapport sur leur projet ; ils viennent de recueillir les données qui leur seront pour cela nécessaires. Ils sont encore dans le concret de leur travail et des difficultés rencontrées sur le terrain. Ce sont peut-être ces priorités qui leur font oublier les autres finalités pluridisciplinaires de leur

travail, ses dimensions environnementales et socioéconomiques, alors même que, du moins pour le projet Reboisement, ils y pensaient tous en début de stage.

Il sera donc intéressant de voir si nos analyses en cours (d'une part sur les contenus disciplinaires des mêmes entretiens, et sur les conceptions relatives à la pluridisciplinarité ; d'autre part sur les rapports rédigés ensuite sur chaque projet) confirment ou nuancent notre conclusion.

4.7. Autres résultats et discussion sur la complexité des situations de stage

les futurs ingénieurs forestiers découvrent dans ces stages la complexité du terrain et de leur métier

Nos observations sur le travail de terrain des élèves ingénieurs forestiers semblent conformes aux conclusions que nous venons de porter à partir des entretiens. Ces analyses sont en cours, et nous nous limitons ici à en extraire quelques premiers résultats. Il s'agit de la découverte par ces élèves, lorsqu'ils ont en situation de travail sur le terrain, de dimensions qu'ils ne soupçonnaient pas et qui participent à la complexité d'une part de la forêt mais surtout de leurs pratiques professionnelles. Parmi ces dimensions, nous avons identifié trois effets :

- L'effet de la confrontation au réel.
- L'effet des contraintes temporelles
- L'effet du statut quasi-contractuel de leur travail de projet.

Le premier effet ("la confrontation au réel") vient de la distance entre des connaissances théoriques et leur mise à l'épreuve dans la complexité de toute situation de terrain. Ainsi, dessiner un transect sur une carte est aisé. Sur le terrain, c'est une autre affaire ! Les broussailles impénétrables ou les rochers difficiles à franchir n'étaient pas prévus, pas plus que les barbelés de propriétaires récalcitrants. Une pente de 60 % prend une toute autre dimension quand il faut s'y tenir debout. Et les rivalités ancrées dans un village, qui restent vivaces même si les raisons en sont oubliées, échappent aux schémas politiques ou économiques enseignés, alors qu'elles peuvent être dominantes pour la (non) réalisation d'un projet.

le terrain est plus complexe que prévu

Le second effet ("contraintes temporelles") vient de la durée volontairement limitée du stage de terrain. Comment mettre en œuvre les schémas théoriques enseignés dans un laps de temps aussi bref ? Comment faire des choix, hiérarchiser les priorités, faire le deuil de ce qui demanderait trop de temps ? Il y a là un autre niveau de complexité, qui ne devient perceptible que par la pratique, et qui est porteur d'apprentissages nouveaux, individuels et collectifs (par exemple la division du travail entre les membres de chaque petit groupe responsable d'un projet).

l'exigence de résultats en temps limité introduit d'autres contraintes

Le troisième effet ("le quasi-contractuel") vient de la nature même des projets proposés aux étudiants. Il ne s'agit pas de

le projet à réaliser correspond au type de demande auquel tout ingénieur forestier est confronté

problèmes fictifs, mais de vrais problèmes de terrain à résoudre. Problèmes identifiés à l'avance par l'enseignant quand il a préparé son stage, en l'organisant avec l'aide de professionnels forestiers qui le co-encadreront, et qui sont porteurs de demandes sociales authentiques. Habitué à son statut d'apprenant lors des autres enseignements du tronc commun, l'élève ingénieur forestier devient, le temps d'un stage, un professionnel avec un quasi-contrat : quasi car il ne signe pas le contrat ; il n'est pas rémunéré pour son projet. Mais il sait que ce projet a une double finalité : son rapport sera noté par les enseignants de l'ENGREF, mais sera aussi utilisé par les acteurs de terrain qui sont à l'origine de la question à laquelle répond ce projet.

Ces trois effets, parce qu'ils n'étaient pas prévus, accaparent les préoccupations des élèves, et contribuent sans doute à expliquer ce qu'ils expriment dans leurs entretiens en fin de stage (classe 01). La complexité de leur situation professionnelle est une composante essentielle du modèle de pluridisciplinarité qu'ils sont en train d'intégrer : d'abord centré sur les problèmes de terrain, avec une exigence d'efficacité.

5. CONCLUSIONS : LES RÉFÉRENCES DANS LA FORMATION DES INGÉNIEURS FORESTIERS

le schéma classique de la transposition didactique doit être modifié pour toute formation professionnelle

En didactique de la biologie et de l'environnement, le schéma classique de la transposition didactique (*Savoir savant* → *Savoir à enseigner* → *Savoir enseigné* : Chevallard 1985, 1989 ; Astolfi *et al* 1997) a été remis en cause (Clément 1998, 1999c) pour souligner que les références de la transposition sont autrement plus complexes que le seul "savoir savant" : elles comprennent certes des *connaissances scientifiques*, mais aussi des *pratiques sociales*, et des *systèmes de valeurs*. Ceux-ci sont particulièrement importants à identifier dans l'Éducation à l'Environnement, pour que les enseignants eux-mêmes prennent conscience de leur propre système de valeurs et n'en soient pas prisonniers lors de leurs enseignements (Clément & Hovart 2000, Clément & Forissier 2001).

Dans la didactique professionnelle des sciences agronomiques et forestières, ce schéma modifié de la transposition didactique est un bon point de départ. Des choix de valeurs mériteraient d'être explicités (productivistes ou environnementales ? et pour quel type d'environnement ? (7)). Mais ce schéma doit être complété pour intégrer les niveaux de complexité que le présent travail a mis en évidence (figure 4).

(7) Nos premiers résultats n'ont pas permis de séparer ces différents systèmes de valeur, qui sont réunis dans la même classe de discours (03 : figure 3).

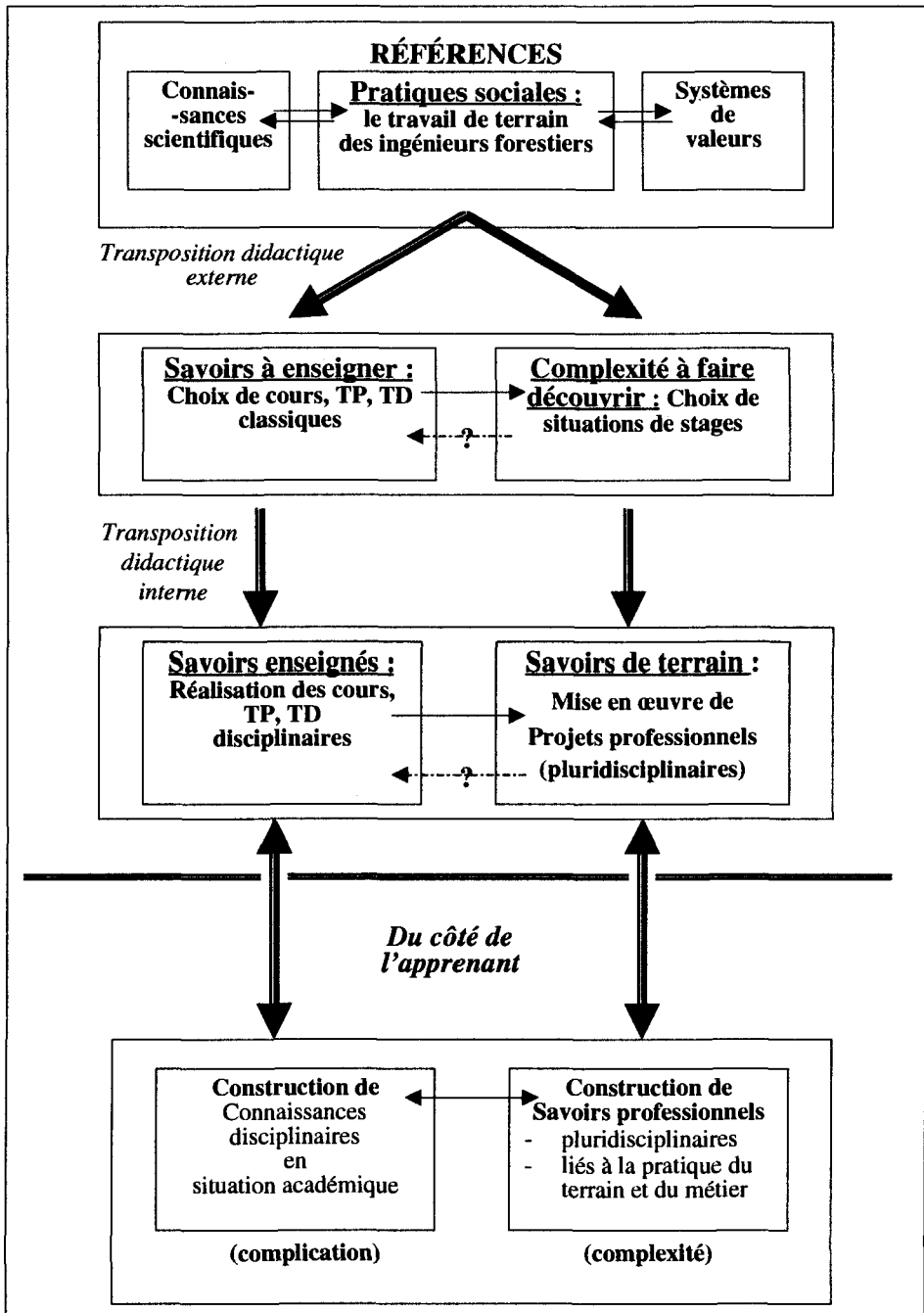


Figure 4. La transposition didactique en situation de formation professionnelle d'ingénieurs forestiers

La principale originalité de ce schéma (figure 4) est la juxtaposition, pour la formation professionnelle, de deux modèles d'enseignement.

en même temps
que les
enseignements
disciplinaires
classiques,

- L'un (moitié gauche de la figure 4 : savoirs à enseigner/savoirs enseignés/connaissances disciplinaires) est classique. Il correspond à tout enseignement académique. Il a prouvé à la fois son efficacité (qui est à l'origine de son succès : tous les enseignements sont construits ainsi) et ses limites. Parmi celles-ci, les résultats des recherches en Didactique des Sciences ont montré que l'apprenant a souvent beaucoup de difficultés à mobiliser ses connaissances académiques en situation de vie quotidienne ou en situation professionnelle. C'est ce qui a amené les formateurs à introduire des stages de terrain pour compléter la formation professionnelle de leurs élèves.

doivent être mises
en œuvre des
modalités
spécifiques à la
formation
professionnelle,
héritières du
compagnonnage,
pour faire
découvrir une
double
complexité : du
terrain et du métier

- L'autre modèle d'enseignement (moitié droite de la figure 4 : complexité à faire découvrir/savoirs de terrain/savoirs professionnels) est donc actuellement prévu comme un complément de la formation académique, avec deux objectifs complémentaires : (1) aider les élèves à savoir mobiliser leurs connaissances théoriques quand ils sont en situation de terrain (et plus tard en situation professionnelle) ; et (2) leur permettre d'acquérir, par la pratique du terrain, des savoirs et compétences nouvelles, spécifiques de leur profession mais non enseignées dans le cursus académique. Le premier objectif relève de la *pluridisciplinarité* car toute question de terrain échappe au découpage disciplinaire académique et exige d'identifier les connaissances pertinentes parmi celles qui ont été enseignées. Le second objectif relève de la *complexité* du terrain et du métier. Dans le bref historique que nous avons tracé plus haut sur la formation des ingénieurs forestiers, il correspondait à 100 % de la formation quand celle-ci ne s'effectuait que par compagnonnage : elle était trop complexe pour être formalisée en enseignements disciplinaires. Ceux-ci sont apparus avec de premières "disciplines" de l'art forestier (qui nous apparaissent aujourd'hui comme des ante-disciplines : voir à ce propos Clément et Cheikho 2001 et Cheikho 2001). Mais la part de la formation par la pratique, l'initiation à la complexité de la forêt et du métier de forestier, se faisait encore largement par compagnonnage (8). Avec le développement des connaissances scientifiques, cette part s'est de plus en plus réduite, tout en restant irremplaçable ! Les trois stages de terrain que nous avons commencé à analyser en sont les héritiers directs.

(8) Ce que nous disons pour les métiers de la forêt est également vrai pour bien d'autres métiers, sinon tous. C'est en forgeant qu'on devient forgeron ! C'est en étant placé en situation de cadre responsable qu'on apprend à le devenir (Clément 1974). C'est en enseignant qu'on devient enseignant ! Et la professionnalisation croissante de la formation des maîtres ne suffit pas à remplacer des stages de pratique devant des élèves. L'objectif est qu'elle y prépare de mieux en mieux les futurs enseignants !

Pour conclure, nous soulignerons que toute formation professionnelle conjugue :

- complication ... • **des enseignements disciplinaires** qui se diversifient et tendent à devenir de plus en plus pertinents par rapport aux formations souhaitées : ils se compliquent donc en s'enrichissant, mais il s'agit bien de **complication** (I. Stengers 1987) car ces connaissances sont maîtrisées ; et elles assument de plus en plus des postures pluridisciplinaires.
- ... et complexité • **Des moments de formation par la pratique professionnelle**. Ils sont nécessaires tant que les savoirs et savoir-faire qu'ils permettent d'acquérir relèvent d'une **complexité non réductible en savoirs (pluri) disciplinaires** maîtrisés. Complexité du "terrain" (par exemple : chaque écosystème forêt est unique), et complexité du métier, de tous ces paramètres qu'on cerne encore mal et qui font qu'on devient (ou non) un bon professionnel.

la tendance est d'identifier des facettes de la complexité pour introduire de nouveaux enseignements disciplinaires :

La tendance historique est de réduire le second aspect au profit du premier. C'est ce que, dans la figure 4, nous avons schématisé par des flèches en pointillé accompagnées d'un point d'interrogation. Par exemple, dans la formation FIF, nombre des enseignements qui relèvent des Sciences économiques et sociales, et de la formation humaine (tableau 2) ont été introduits récemment. Certaines des techniques enseignées ont pour fonction d'aider les élèves à savoir travailler en groupe quand ils seront sur le terrain, ou à savoir rédiger puis soutenir un rapport. Il y a peu, ces dimensions ne s'apprenaient que par la pratique. D'autres dimensions manquent toujours dans les enseignements disciplinaires du cursus. Par exemple ce qui concerne les systèmes de valeurs, les diverses philosophies de l'environnement : les futurs ingénieurs forestiers les découvrent encore au cours de leur pratique de terrain (et parfois de leurs pratiques militantes) ; ces dimensions font encore partie de cette complexité de leur objet (la forêt) et de leur métier (comment choisir entre les valeurs environnementales et les valeurs productivistes ?).

les disciplines et la pluridisciplinarité succèdent au compagnonnage dont un noyau irréductible demeure

Le progrès des recherches scientifiques (y compris en didactique) continuera à réduire la part de complexité dans les formations professionnelles, en les enrichissant de nouvelles complications (pluri) disciplinaires. Mais il est à parier qu'il demeurera toujours un noyau irréductible de complexité qui continuera d'apparenter ces formations professionnelles à l'ancestral compagnonnage. La formation à la recherche en demeure un excellent exemple !

Dernier point : notre travail suggère que toute formation professionnelle nécessite une multiplicité des références. Nous avons insisté sur la diversité des regards des pratiques forestières de référence, parce qu'elle induit des choix ou pondérations différentes des contenus à enseigner. Mais nous avons peu analysé les systèmes de valeurs qui participent à l'évolution des métiers sur la forêt. Par exemple, un forestier ne peut plus ignorer les questions environnementales, qu'elles soient

globales ou locales. Les enjeux économiques, sociaux et citoyens peuvent être présentés et discutés dans un enseignement, surtout quand ils induisent des discours différents, et parfois contradictoires, sur la façon de mettre en œuvre la profession préparée.

Mohamad CHEIKHO
Pierre CLEMENT
LIRDHIST, Université Claude Bernard – Lyon 1,
France

Remerciements

Nous tenons à remercier Michel Bariteau, Directeur de l'unité forestière à l'INRA d'Avignon, pour ses conseils permanents durant ce travail. Nous remercions également les responsables et enseignants de l'ENGREF de Nancy, pour la qualité de leur accueil et de leur soutien, ainsi que les élèves de la FIF. Par ailleurs, cette recherche n'a été possible que grâce à la bourse de thèse du gouvernement syrien et l'aide du CROUS à M.Cheikho, et grâce à notre insertion dans le LIRDHIST à l'Université Lyon 1.

BIBLIOGRAPHIE

ARSAC, G. et al. (1992). *La transposition didactique à l'épreuve*. Grenoble : La Pensée sauvage.

ASTOLFI, J.P., DAROT, E., GINSBURGER-VOGEL, Y., TOUSSAINT, J. (1997). *Mots clés de la Didactique des Sciences*. Bruxelles : De Boeck.

BLANDIN, P. (1992). De l'écosystème à l'éco-complexe. In M. Jollivet (ed.) : *Sciences de la Nature, Sciences de la Société*. Paris : CNRS, 267-280.

CHEIKHO, M. (2001). Pluridisciplinarité et pédagogie active dans la Formation au Métier d'Ingénieur forestier : approche historique. *La Didactique de la Biologie : recherches, innovations, formations*. Alger : ANEP, 429-450.

CHEIKHO, M. & CLÉMENT, P. (1999a). Multidisciplinary for the Environmental Education : the conceptions of researchers and other actors implied in a pluridisciplinary program research on the Mediterranean forest. *Acts of the Second International Conference of the European Science Education Research Association (E.S.E.R.A.) ; Research in Education Past, Present, and Future*, Kiel, Germany. 6-8.

CHEIKHO, M. & CLÉMENT, P. (1999b). Comparaison des techniques d'analyse de discours sur la connaissance et la gestion d'une forêt méditerranéenne. in A. Giordan, J.L.Martinand, D. Raichvarg, *Technologies, technologie, Actes JIES*, 21, 165-170.

CHEIKHO, M., CLÉMENT, P. & BARITEAU, M. (1999). Education à l'Environnement : Conceptions de chercheurs et d'autres acteurs impliqués dans des programmes pluridisciplinaires sur la forêt méditerranéenne. In *L'actualité de la recherche en didactique des sciences et des techniques. Actes des Premières Rencontres scientifiques de l'ARDIST*, ENS Cachan, 51-57.

CHEVALLARD, Y. (1985). *La transposition didactique : du savoir savant au savoir enseigné*. La Pensée sauvage, Grenoble. (re-édition augmentée 1989).

CLARY, M. et GIOLITTO, P. (1994) *Profession enseignant – éduquer à l'environnement*. Paris : Hachette.

CLÉMENT, P. (1974). Remarques sur la formation. *Les Temps Modernes*, 340, 384-407.

CLÉMENT, P. (1988). Le concept de cellule : de la recherche à l'enseignement. *Actes du troisième séminaire francophone de didactique de la biologie*, Louvain la Neuve, AEDB, nov.1988.

CLÉMENT, P. (1994). Représentations, conceptions, connaissances. In Giordan A., Girault Y., Clément P., *Conceptions et connaissances*. Berne : Peter Lang, 15-45.

CLÉMENT, P. (1998). La Biologie et sa Didactique. Dix ans de recherches. *Aster*, 27, 57-93.

CLÉMENT, P. (1999a). Les sciences naturelles et l'éducation à quel environnement ? *L'éducateur, Revue scientifique et pédagogique* (E.N.S. Tétouan, Maroc), 9, 3-15.

- CLÉMENT, P. (1999b). Des mondes animaux. *Sciences et Avenir hors série*, juillet 1999, 20-25.
- CLÉMENT, P. (1999c). Les spécificités de la Biologie et de son enseignement. *Biologie-Géologie, bulletin APBG*, 3, 479-502.
- CLÉMENT, P. (1999d). Situated conceptions. Theory and methodology. in M. Méheut & G. Rebmann, *Fourth European Science Education Summerschool : Theory, Methodology and Results of Research in Science Education*, ed. ESERA, SOCRATES, U. Paris 7, 298-315.
- CLÉMENT, P. (2001). La recherche en Didactique de la Biologie. In *Didactique de la Biologie. Recherches, Innovations, Formations*. Alger : ANEP, 11-28.
- CLÉMENT, P. & CHEIKHO, M. (2001). Quelques remarques sur les notions de disciplines, ante-disciplines, pluridisciplinarité, interdisciplinarité et transdisciplinarité. *La Didactique de la Biologie : recherches, innovations, formations*, Alger : ANEP, 64-79.
- CLÉMENT, P. & FORISSIER T. (2001). L'Éducation à l'Environnement : I – Les systèmes de valeurs dans les conceptions sur l'Environnement. *Actes 2^e Assises du CIFFERSE*, ENS Dakar : 343-347.
- CLÉMENT, P. & HOVART, S. (2000). Environmental Education : analysis of the didactic transposition and of the conceptions of teachers. In H. Bayerhuber & J. Mayer (Eds.), *State of the art of empirical research on environmental education*, Münster : Waxmann Verlag, 77-90.
- CLÉMENT, P., SCHEPS, R. & STEWART, J. (1997). Une interprétation biologique de l'interprétation. I – Umwelt et interprétation. in J.M.Salanskis et al. (éds.), *Herméneutique : textes, sciences*. Paris : PUF, coll. Philosophie d'aujourd'hui, Cerisy, 209-232.
- DEMARD J. C., (1980). L'utilisation du bois dans la tradition paysanne et artisanale comtoise. *Revue Forestière Française*, numéro spécial, Nancy.
- DU MERLE, P. et al. (1978). Le massif du Ventoux, Vaucluse, éléments d'une synthèse écologique. Paris : *La terre et la vie, revue d'écologie appliquée* (Société nationale de protection de la nature et d'acclimatation de France).
- ENGREF (1999). Formation des ingénieurs forestiers – programme d'études. Nancy : ENGREF.
- Études Vauclusiennes (1987). *Voyage autour du Ventoux*, Colloque de restitution des travaux scientifiques sur le Mont Ventoux organisé à Savoillants (Vaucluse) les 8, 9, 10 et 11 octobre 1986, numéro spécial 3.
- GIORDAN, A. & SOUCHON, C. (1991). *Une éducation pour l'environnement*. Nice : Z' édition.
- GUINIER, Ph. (1913). L'école nationale des eaux et forêts. In *La Vie Agricole et Rurale, numéro spécial Eaux et Forêts*, Paris.
- GUYOT, Ch. (1898). *L'enseignement forestier en France, l'école de Nancy*. Nancy : Crépin-Leblond.

- HARRIS, Z. (1953/1969). Discourse analysis. Traduction français dans *Langages*, 13 (1969).
- HAGUENAUER, C. (1991) *Le concept de cycle, indicateur de la connaissance des sciences de la nature à l'écologie forestière*. Thèse de doctorat, Université Nancy 1.
- JACOBI, D. (1987). *Images et discours de la vulgarisation scientifique*. Berne : Peter Lang.
- LARRÈRE, C. & LARRÈRE, R. (1997). *Du bon usage de la nature. Pour une philosophie de l'environnement*. Paris : Aubier.
- LARRÈRE, C. (1997). *Philosophie de l'environnement*. Paris : PUF.
- LEBEAUME, J. & MARTINAND, J.L. (resp.) (1998). *Enseigner la technologie au collège*. Paris : Hachette.
- MAINGUENEAU, D. (1991). *L'analyse du discours*. Paris : Hachette Supérieur.
- MARTINAND, J.L. (1981). Pratiques sociales de référence et compétences techniques. A propos d'un projet d'initiation aux techniques de fabrication mécanique en classe de quatrième. In A. Giordan et al., *Actes J.I.E.S.* (Univ. Paris Sud), 149-154.
- MARTINAND, J.L. (1994). La didactique des sciences et de la technologie et la formation des enseignants. *Aster*, 19, 61-75.
- MARTINAND, J.L. (2001). Pratiques de référence et problématique de la référence curriculaire. In A. Terrisse (éd.) : *Didactique des disciplines, Les références au savoir*. Bruxelles : de Boeck Université, p. 17-24.
- REINERT, M. (1992). *Le logiciel ALCESTE : Manuel d'utilisation*. Toulouse : CNRS/Images.
- ROGER, A. & GUÉRY, F. (éds.) (1991). *Maîtres & Protecteurs de la Nature*. Seyssel : Champ Vallon (coll. Milieux) : notamment p. 7-19 (A. ROGER) et p. 20-30 (F. GUÉRY).
- SAUVÉ, L. (1994/1997). *Pour une éducation relative à l'environnement – Éléments de design pédagogique*. (1^{re} édition 1994) 2^e édition : Montréal : Guérin – Eska, 1997.
- STENGERS, I. (1987). Complexité. In I. Stengers (éd.), *D'une Science à l'autre. Des concepts nomades*. Paris : Le Seuil, 331-351.
- TERRISSE, A. (éd.) (2001). *Didactique des disciplines – les références au savoir*. Bruxelles : De Boeck Université.
- UEXKÜLL J. von, (1934/1965). *Mondes animaux et monde humain*. (1934 en allemand). Traduction française : Paris : Denoël, 1965.
- VERRET M., (1975) *Le temps des études*. Paris : Honoré Champion.