Biodiversité et gestion forestière

Programme de Gap-Chaudun

Coordination assurée par Jean-Claude RAMEAU

Equipe Ecosystèmes forestiers et dynamique des paysages
ENGREF – Centre de Nancy

Gestion forestière et Biodiversité
Programme : bassin de Gap Chaudun
(Hautes Alpes)*

Coordination assurée par J.C. RAMEAU ENGREF Nancy

Avant propos :
Nous analyserons successivement le contexte particulier de la zone d'étude, les travaux menés dans le cadre d'ECOFOR par les différentes équipes, depuis le lancement du programme, les travaux menés ou programmés en dehors du programme ECOFOR et quelques premiers résultats.

D'un tel programme de recherche devraient sortir des méthodes, des outils, des idées nouvelles, des préconisations à l'intention des gestionnaires ..., en partant des expériences propres à chaque programme, après mise en commun des résultats. La forme de ce présent séminaire ne permet pas d'approfondir ensemble quelques axes particuliers. Peut-être...(?) serait-il intéressant de monter un séminaire ayant pour objectif d'approfondir quelques sujets... en l'an 2000 ?
Pour essayer d'amorcer les discussions... nous fournissons les embryons de deux projets d'articles, embryons parfois un peu provocateurs, destinés à "provoquer" des réactions... et des réflexions communes.

Gap Chaudun

Situation géographique :
- Alpes du **Sud**, Hautes Alpes, **piémont du Dévoluy** ; région forestière du Gapençais – Laragnais ;
- partie **occidentale** des Alpes **intermédiaires** ;
- bassin drainé par le Petit Buech et ses affluents.

Cadre écologique :
- altitudes oscillant entre 1100m et 2062m pour le bassin versant , entre 1100 et 1900 m pour les forêts ;
- calcaires, calcaires marneux, marnes, colluvions, alluvions, éboulis, marnes nues ;
- climat montagnard, avec enneigement prolongé; influences méridionales en été.

Ecocomplexe :
- **complexe sylvatique** avec des réserves intégrales (sapinières hêtraies), des sapinières hêtraies gérées diversement, des hêtraies anciennement gérées, des plantations (mélèzes, pins), des accrus ;
- **complexe pastoral** : pelouses, prairies, garrigues, landes, fruticées, bosquets, accrus ; *
- **complexe riverain** (ripisylves, bancs de galets...); **milieux humides** (sources, marais) ;
- **complexe rupicole** (éboulis, rochers, dalles rocheuses, marnes ravinées à nu).

Originalité du programme :

- des acquis importants sur la réserve intégrale du **bois du Chapitre** ;
- des données sur la **dynamique des accrus** (modalités), donc sur la "genèse" de la diversité forestière ;
- **identification des habitats** sur l'ensemble du bassin (travaux préliminaires pour Natura 2000).

- une étude **historique** de l'ensemble du bassin versant et des activités forestières ;
- **la spatialisation**, avec cartographie et mise en relation des données sur **S.I.G.**; possibilité de travailler avec les principes de **l'écologie du paysage** (analyse et fonctionnement du bassin versant) ;
- étude de certains éléments de la biodiversité (cortèges dendrologiques et floristiques, plantes rares, fourmis, oiseaux) , **à travers les cycles sylviculturaux et sylvigénétiques ;**
- comparaison : **réserve intégrale**; **hêtraies sapinières diversement gérées** et **hêtraies anciennement gérées en taillis ;**
- approches **d'écologie fonctionnelle** par l'étude du rôle de la diversité des groupes fonctionnels d'essences dans les processus de dynamique forestière , par l'étude de la diversité fonctionnelle des humus, par l'étude de la résilience des peuplements face aux perturbations.
- possibilité d'appréhender la diversité dendrologique et floristique à **diverses échelles spatiales** (station, massif, écocomplexe, région naturelle, territoire : Alpes du sud).

* Ceci est un résumé d'un rapport intermédiaire plus complet, disponible au siège d'ECOFOR.

Etat d'avancement :

Travaux "préliminaires"

1- Etude historique (Université de Grenoble, ONF,CEMAGREF) :
Objectifs :
- retracer l'histoire anthropique dans le bassin versant et les différentes pratiques qui s'y sont développées ;
- retracer l'historique de la gestion des différents peuplements et appréhender l'ancienneté des états boisés: → bois seigneuriaux (Chapitre et du Devés) préservés; bois communaux ou particuliers (Tavanet, Ufernet, Loubet) exploitation effrénée de bois de feu.

Hêtraies anciennement traitées en taillis (Donnes et sommet de l'Escout), actuellement en futaie sur souche.

Gestion récente et gestion actuelle : ONF
Forêts sans exploitation depuis plus de 40ans (Chapitre, Loubet, Ufernet, Donnes, Devés)
Futaie irrégulière pied à pied avec fortes coupes espacées (Lescout)
Futaie irrégulière par placeaux ou parquets de surface plus ou moins importante avec fortes coupes rapprochées (Tavanet).

→ massifs retenus :
- **Chapitre** : hêtraie sapinière en réserve intégrale
- **Lescout** : hêtraie sapinière en futaie irrégulière pied à pied; sommet en futaie sur souche de hêtre
- **Tavanet** : hêtraie sapinière en futaie irrégulière par parquets plus ou moins étendus
- **L'Avalanche** : hêtraie sapinière en futaie irrégulière avec petits parquets
- **Donnes** : futaie sur souche de hêtre issue d'un taillis exploité pour le bois de feu ; parcours pastoraux
- Loubet et Ufernet, Devés : hêtraie sapinière sans exploitation depuis plus de 40 ans.

2-Typologie stationnelle (ENGREF) et cartographie stationnelle des forêts (ONF-ENGREF) stagiaires ENGREF
- définition phytoécologique des **types de stations forestières** ;
  - divers types de **sapinières -hêtraies** potentielles se classant selon un gradient de bilan hydrique (mésoxérophile, xérocline, mésophile inférieure et supérieure, hygrosciaphile, très hygrosciaphile) ;
  - divers types d'**érablaies** : sur blocs, en ravins très confinés et perturbées par des avalanches, de dépression à sol profond avec stagnatation de la neige;
  - **saulaies** arbustives, **aulnaie blanche, frênaie-érablaie** riveraine .
- **cartographie stationnelle des massifs** bénéficiant de divers échantillonnages.

3-Typologie et cartographie des peuplements : CEMAGREF (stagiaire ENGREF)
- première description par photographies aériennes;
- étude de terrain sur les 5 principales forêts : **essences dominantes,**
- **structure** (stratification),
- **stade dynamique** dans les cycles naturels ou anthropiques (phase initiale, optimale, optimale/terminale, de déclin, jardinée) ;
- cartographie des peuplements.

Travaux préliminaires et travaux qui porteront sur la durée du programme

4- Intégration sur SIG des données spatialisées : CEMAGREF (Ph. Delcros)
Objectifs :
- fournir aux partenaires **une base cartographique** la plus complète possible sur les sites communs d'étude → cohérence générale dans la stratification de l'échantillonnage ;
- **spatialiser les données** et les résultats issus des phases de terrain des diverses équipes ; analyser les différents paramètres et les diverses couches pour établir des relations avec la structure de la mosaique paysagère ;
- utilisation de la structure du paysage pour **appréhender le fonctionnement** au sein du bassin pour certains éléments de la biodiversité .

5- 6 Diversité floristique et gestion forestière :

- **diversité globale : ENGREF (Damien Marage, DEA ; J.C. Rameau)**

. herbacée (Damien Marage)

Evaluation et dynamique(dans la sylvigenése et les cycles sylvicoles) de la diversité du tapis herbacé.
Mesure quantitative du tapis herbacé; variable à expliquer : **l'indice de Simpson**(mesure de l'équitabilité), analyse de variance sur **la richesse spécifique** .
Les questions posées en préalable : existe t'il des espèces inféodées aux forêts subnaturelles ? Les forêts naturelles sont elles des référentiels en matière de diversité du tapis herbacé ? Les gestions forestières maintiennent, érodent ou augmentent - elles la diversité floristique ? Quelle est la dynamique de la diversité floristiques dans les divers cycles forestiers ?

. dendrologique (J.C. Rameau) :

Les résultats sont précisés dans l'embryon de publication fourni par ailleurs. Après avoir précisé **le stock dendrologique** général du bassin versant , les **niches écologiques** de ces essences et donc la possibilité de prédire la **diversité potentielle** en essences d'un site, nous définissons les **groupes fonctionnels** à partir des stratégies de reproduction, de compétition, du comportement juvénile, des particularités morphologiques ou physiologiques de chaque essence présente. Ensuite nous analysons les divers processus dynamiques observés dans le bassin versant (cycles sylvigénétiques, sylviculturaux, dynamique linéaire de reconquête forestière) en mettant en évidence **le rôle de la diversité des groupes fonctionnels présents et de leur composition.**

- **cas de populations de plantes rares : C.B.N. Gap Charance (Claire Crassous):**
  - à partir de quelques espèces forestières protégées ou rares à l'échelle régionale, l'objectif est l'étude de l'impact des divers modes de gestion sur leurs populations et leur dynamique ;
  - sélection de 9 espèces : ***Androsace chaixii, Asperula taurina,*** *Bupleurum longifolium, Doronicum pardalianches, Epipogium aphyllum,* ***Gagea lutea,*** *Pyrola chlorantha,* ***Trochiscanthes nodiflora,*** *Ulmus glabra ;* prospection par maille de 33 x 5Om, avec le nombre d'individus noté par classe ; prospections systématique de 4 espèces (en gras) et localisation des populations des autres ; description fine des conditions écologiques et des types de peuplements et d'interventions.
  -> **recommandations** pour la conservation de ces espèces.

7- Les fourmis (*Formica lugubris*) : Faculté des Sciences de Grenoble (G. Lempérière)

Etude entomologique consacrée aux Fourmis rouges ; espèces présentes; **recensement des colonies** sur des placettes sur les divers sites; mise en **corrélation avec les divers paramètres écologiques et sylvicoles.**
Analyse des conditions d'installation des colonies ,de leur organisation, de leur densité.
Analyse des captures sur quelques fourmilières: **impact sur les populations de ravageurs.**
Impact des fourmis sur les **litières de l'horizon A** des sols au niveau de quelques placettes.

8- Les oiseaux : association C.R.A.V.E. :

Actualisation d'un premier inventaire ornithologique effectué sur le bois du Chapitre, comparaison avec ceux qui seront réalisés sur les autres massifs ; recherche de relations avec les autres éléments de la biodiversité.
Mise au point d'un protocole (3 sites d'étude : Chapitre, Tavanet, Lescout), méthode des **indices ponctuels d'abondance** (10 points d'écoute par site, 2 prospections par point et par an, 2 années d'observation).

9- La diversité fonctionnelle des humus :CEMAGREF de Grenoble (JJ. Brun et G. Boudin) :

L'objectif est de décrire et d'expliquer le **fonctionnement écologique des humus** dans le contexte d'une perturbation anthropique liée à la gestion :

- modifications engendrées par les coupes forestières sur les caractéristiques structurales, biologiques , chimiques et fonctionnelles des humus; **capacité de résilience** ou **destabilisation du fonctionnement du compartiment humus.**
- **facteurs**, particulièrement au niveau de l'humus , qui peuvent être **limitants** pour l'implantation et le développement du Sapin, essence de la phase de maturité de ces forêts.

10- Approche de la résilience des peuplements face aux perturbations : CEMAGREF Grenoble (C. Chauvin avec un stagiaire ENGREF)

Lors de la typologie des peuplements observations et cartographie des traces de perturbations ,des causes de la mortalité des arbres ou de blessures, des atteintes portées aux régénérations par les Ongulés (Mouflon surtout).

→Tous ces travaux se poursuivront sur les années 2000 et 2001.

Travaux effectués hors programme financé par ECOFOR (venant compléter les connaissances sur le bassin de Gap Chaudun...) :

1- Rôle de l'entomofaune dans le fonctionnement de forêts non exploitées : CEMAGREF Grenoble
Cette étude consiste en l'inventaire de **groupes d'espèces caractéristiques de forêts anciennes et de milieux particuliers** (Cérambycidés, Buprestidés, Elatéridés, **agents de la saproxylation**; Carabiques indicateurs de **diversité locale**; Rhopalocères associés aux **lisières forestières**).
Les travaux porteront sur un ensemble de parcelles de hêtraies-sapinières ayant subi divers degrés d'anthropisation.

2- Relations forêts-gibier : impact du Mouflon dans la dynamique de la hêtraie-sapinière : CEMAGREF Grenoble :
L'étude se propose d'évaluer l'impact du Mouflon dans le fonctionnement de la hêtraie sapinière au niveau de parcelles de niveau d'anthropisation variés.

3- Programme LIFE : Héritage bioculturel des forêts à Gap Chaudun : ONF,CEMAGREF,ENGREF
Ce programme financé par l'Europe comprend 3 volets :
- études **bioculturelles et historiques** à conduire sur le site (ancienneté des différents massifs, utilisations anthropiques; historique des types de gestion au sein de l'espace, évolution des accrus...) ;
- actions de sauvegarde de la biodiversité et des vestiges culturels ou des traces des anciennes pratiques;
- actions de démonstration et de valorisation auprès du public.

4- Etude approfondie des érablaies sur le Bassin de Gap Chaudun; profils écologiques des espèces présentes ; importance de la présence d'érablaies dans un massif sur la diversité des hêtraies sapinières : ENGREF
L'objectif était d'avoir une **typologie fine des érablaies** et un grand nombre de relevés pour chaque type. Les **niches écologiques** des espèces ont été étudiées.
L'examen de la diversité floristique des hêtraies sapinières de chaque massif retenu montre que la présence d'érablaies dans le massif entraîne le passage de certaines espèces ayant leur "centre de gravité" en érablaies, dans les sapinières mésophiles et hygrosciaphiles → **effet "massif" sur la diversité floristique.**

5- Etude de la dynamique forestière au niveau des lisières : CEMAGREF ENGREF
Nous disposons de deux études : une dans le voisinage du bois du Chapitre avec des **accrus** développés à partir des essences autochtones, et une sur le bois de Lescout avec des processus dynamiques induits par des espèces introduites (pin à crochets et mélèze) ->les résultats permettent de voir **comment s'installe progressivement la diversité floristique forestière.**

6- Diversité stationnelle et floristique des hêtraies -sapinières des Alpes du Sud : ENGREF, ONF Manosque
Il s'agit , à partir d'un très grand de relevés effectués à l'occasion de la réalisation de la typologie des sapinières des Alpes du sud, d'étudier **les variations de la diversité à différentes échelles**: région naturelle, Alpes externes, Alpes intermédiaires, Alpes internes, de préciser les niches écologiques des essences et des espèces herbacées afin d'étudier la faisabilité de la **prédiction d'une diversité potentielle** en un point de ce territoire.

7- Réalisation d'une thèse en coresponsabilité CEMAGREF (JJ Brun) et ENGREF(JC Rameau) cofinancée par les deux organismes : "dynamique de la biodiversité dans le Bassin de Gap Chaudun".

Publications envisagées rapidement :

Rôle de la diversité des groupes fonctionnels d'essences dans les divers processus de dynamique forestière. (J.C. Rameau)
Réflexions sur la diversité floristique. L'exemple des forêts du bassin versant de Gap Chaudun (J.C. Rameau)
Influence du type de gestion sur la diversité floristique forestière (D. Marage) ;
Article sur les premiers résultats obtenus concernant les études des Fourmis .
etc...

Une conclusion : le Bassin de Gap Chaudun devient un site pilote , avec l'accumulation importante de travaux sur :son histoire, l'analyse des habitats présents, de leur fonctionnement, de leurs potentialités, de leur dynamique, des éléments de la biodiversité en relation avec les activités anthropiques. Il faut souligner l'excellence des relations entretenues entre les divers partenaires très complémentaires qui contribuent efficacement à accumuler ces connaissances.

Biodiversité et gestion forestière

Programme de Gap-Chaudun

Coordination assurée par Jean-Claude RAMEAU

Equipe Ecosystèmes forestiers et dynamique des paysages
ENGREF – Centre de Nancy

Vue générale du bassin versant de Gap-Chaudun



EDPF, Engref Nancy

SOMMAIRE

Généralités

Problématique générale du programme lancé par ECOFOR

Problématiques du programme de Gap Chaudun

Les équipes participant au programme

Situation et caractères du site

Situation géographique

Le cadre physique au sein du bassin versant

- climat
- géomorphologie
- géologie

L'écocomplexe bassin versant :

- complexes forestiers
- complexes riverains et fontinaux
- complexes rupicoles : falaises, rochers, éboulis, dalles rocheuses, lapiaz, zones érodées sur marnes
- complexes pastoraux : actifs ou abandonnés (pelouses, prairies, landes, fruticées)
- complexes des lisières, clairières, trouées, lisières extérieures et intérieures
- complexes d'accrus constitués ou en voie de constitution

Histoire du bassin versant

Histoire de la gestion forestière

Enjeux : gestion forestières durable assurant la pérennité de la biodiversité
réserve intégrale forestière
bassin versant intégré dans le site Natura 2000 « Dévoluy »

Les forêts retenues

Travaux menés

- ***Dans le cadre d'ECOFOR*** :

1 Approche initiale cartographique

2 Etude historique du Bassin de Gap-Chaudun

3 Données stationnelles, cartographie des massifs

4 Typologie des peuplements forestiers

5 Diversité floristique
Groupes fonctionnels d'essences dans les processus dynamiques

6 Impact des modes de gestion sylvicole et de la dynamique forestière sur les populations de quelques espèces végétales de haute valeur patrimoniale

7 Etude entomologique consacrée aux fourmis rouges

8 Etude des groupes fonctionnels d'oiseaux

9 Diversité des fonctionnements du sol au niveau des écosystèmes forestiers gérés et non gérés

10 Approche de la résilience des peuplements face aux perturbations

- ***Hors programme ECOFOR***

A. Rôle de l'Entomofaune dans le fonctionnement de forêts non exploitées
opérateur : CEMAGREF de Grenoble (C. CHAUVIN)
financement : DNP

B. Relations forêts-gibier : impact du Mouflon dans la dynamique de la sapinière-hêtraie.
opérateur : CEMAGREF de Grenoble (C. CHAUVIN)
financement : DNP

C. Programme LIFE : « Héritage bioculturel des forêts » à Gap Chaudun
opérateurs : ONF – CEMAGREF – ENGREF
financements européens

D. Etude approfondie des érablaies sur le Bassin de Gap Chaudun
Profils écologiques des espèces présentes.
opérateur : ENGREF
autofinancement

E. Etude de la dynamique forestière au niveau des lisières (Bois du Loubet)
opérateurs : CEMAGREF – ENGREF

F. Diversité stationnelle et floristique des sapinières-hêtraies des Alpes du Sud
opérateurs : ENGREF – ONF Manosque
autofinancement

Publications déjà envisagées :

- Réflexions sur l'appréhension de la diversité floristique – J.C. Rameau
- Influence du type de gestion sur la diversité floristique – D. Marage
- La diversité floristique forestière à travers les processus dynamiques – J.C. Rameau
- Diversité floristique et échelles spatiales – J.C. Rameau et SAT-ONF de Manosque
- Diversité fonctionnelle des essences forestières et importance dans les divers processus de dynamique forestière.

Premières réflexions sur la structuration de la diversité floristique – J.C. Rameau

Bibliographie

GENERALITES

♦ Problématique générale du programme lancé par ECOFOR :

Nous rappellerons les éléments essentiels de l'appel d'offres ECOFOR

- Biodiversité et modes de gestion (effets des itinéraires sylvicoles)
- Rôle de la biodiversité dans le fonctionnement des écosystèmes
- Echelles d'appréhension :
    - populations
    - peuplements
    - écosystèmes
    - mosaïques forestières
- Eléments de la biodiversité : interspécifiques (populations, écosystèmes, mosaïques) posant le problème des échelles de la biodiversité et de leur appréhension ;
- Association pour le programme de scientifiques et de gestionnaires (forestiers, espaces protégés) ;
- Quelles sont les extrapolations possibles ?

◆ Problématiques du programme de Gap-Chaudun :

❑ *Un bassin versant à proximité de Gap avec :*

- une réserve intégrale forestière (sapinière-hêtraie) de 198 ha ;
- des massifs forestiers de sapinières-hêtraies et de hêtraies **qui ont été diversement gérées par le passé** et qui sont **diversement gérées actuellement** ;
- des **plantations** (pins noirs, pins sylvestres, pins à crochets, mélèze) ;
- des **accrus** (Cytise des Alpes – Erables – Frêne, pins, mélèzes), au sein d'un **complexe pastoral** plus ou moins **en déprise**.

❑ *Des acquis importants sur la réserve intégrale du bois du Chapitre* :

Nous disposons d'un « laboratoire » le Bois du Chapitre où nous avons déjà accumulé de nombreux résultats (ENGREF, CEMAGREF de Grenoble, Universités de Grenoble, Marseille, ONF...) :

- une typologie des compartiments stationnels (représentative des forêts des Alpes intermédiaires occidentales du Sud),
- une typologie des peuplements de la réserve,
- une reconstitution des cycles sylvigénétiques sur la réserve,
- des résultats sur les liaisons fonctionnelles humus-essences, humus-phases dynamiques,
- une première approche concernant les Oiseaux et certains groupes d'Insectes :

etc...

❑ *Trois originalités du programme* :

1) **Une étude historique du bassin versant** :

- quelles pratiques ont été développées dans le bassin versant ?
- est-il possible de reconstituer l'ancienneté de l'état boisé des massifs présents ?
- quels ont été les types de gestion forestière menés par le passé ?
- quelle est la gestion conduite depuis le début du siècle et surtout dans les 50 dernières années ?

2) **Spatialisation et cartographie des données sur Système d'Information Géographique** :

- modèle numérique de terrain,
- couches géologique, du rayonnement, physionomie de la végétation, peuplements, stations forestières, populations d'espèces rares...

3) **Etude de certains éléments de la biodiversité à travers les cycles sylviculturaux et sylvigénétiques**

❑ *Eléments de la biodiversité retenus* :

- cortèges dendrologiques, cortèges floristiques
- espèces végétales rares
- Oiseaux
- Insectes : . Fourmis
  . quelques groupes de Coléoptères

→ diversité biologique

- écosystème → diversité écologique

❑ *Echelles* :

- populations, peuplements, écosystèmes, mosaïques sylvigénétiques et sylviculturales, parcelles, massifs – bassin versant (avec possibilité de travailler à l'échelle Alpes intermédiaires, Alpes du Sud).

❑ *Biodiversité et fonctionnement* :

- rôle de la diversité des groupes fonctionnels d'essences dans les processus de dynamique forestière ;
- diversité fonctionnelle des humus ;
- résilience des peuplements vis-à-vis des perturbations (avalanches, chablis, glissements de terrains, éboulements, exploitations forestières...).

Résultats escomptés :

- impact des types de gestion ou de la non gestion sur les éléments de la biodiversité étudiés ;
- une réserve intégrale constitue t'elle un système de référence pour la biodiversité ?
- rôle de la biodiversité dans certains aspects du fonctionnement des ecosystèmes,
- aspect fonctionnel des éléments de la biodiversité appréhendés ;
- explication de la diversité de certains éléments : structuration de la biodiversité floristique ;
- rôle de l'amplitude « des niches écologiques » des espèces dans la biodiversité ;
- réflexions sur l'extrapolation de certains résultats ;
- comment le gestionnaire peut-il appréhender et suivre la biodiversité dans le temps ? (indicateurs « simples » pouvant être utilisés) ;
- part de la gestion, de l'écologie, de l'ancienneté de l'état boisé, des pratiques anciennes,
- variations de la diversité à travers les cycles sylvigénétiques et sylviculturaux.

Les équipes participant au programme :

Ecole Nationale du Génie Rural, des Eaux et des Forêts (ENGREF)
J.C. RAMEAU, J.C. GEGOUT, B. JABIOL
14, rue Girardet – CS 4216 – 54042 NANCY Cedex
Tél. : 03.83.39.68.00 – Fax. : 03.83.30.22.54

CEMAGREF Grenoble, Division Ecosystèmes et Paysages de Montagne
Domaine Universitaire – 2, rue de la Papeterie – B.P. 76
38402 SAINT MARTIN D'HERES Cedex

- *Equipe Ecologique spatiale et fonctionnelle*
  Ph. DELCROS, J.J. BRUN
  Tél. : 04.76.76.27.60 – Fax. : 04.76.51.38.03
- *Equipe Forêts de Montagne*
  Ch. CHAUVIN
  Tél. : 04.76.76.27.60 – Fax. : 04.92.53.41.48

Office National des Forêts – Service Départemental de Gap
A. CASTAN
5, rue des Silos – B.P. 96 – 05003 GAP Cedex
Tél. : 04.92.53.87.18 – Fax. : 04.92.53.41.48

Laboratoire d'Ecologie – Université J. Fourier – Grenoble
G. LEMPERIERE
22-33, rue de la Piscine – Domaine Universitaire
38402 SAINT MARTIN D'HERES-GIERES

Centre de Recherches alpin sur les Vertébrés (C.R.A.V.E.)
S. MICHEL – Président
Le Coin – 05350 MOLINES EN QUEYRAS
Tél. : 04.92.45.60.12

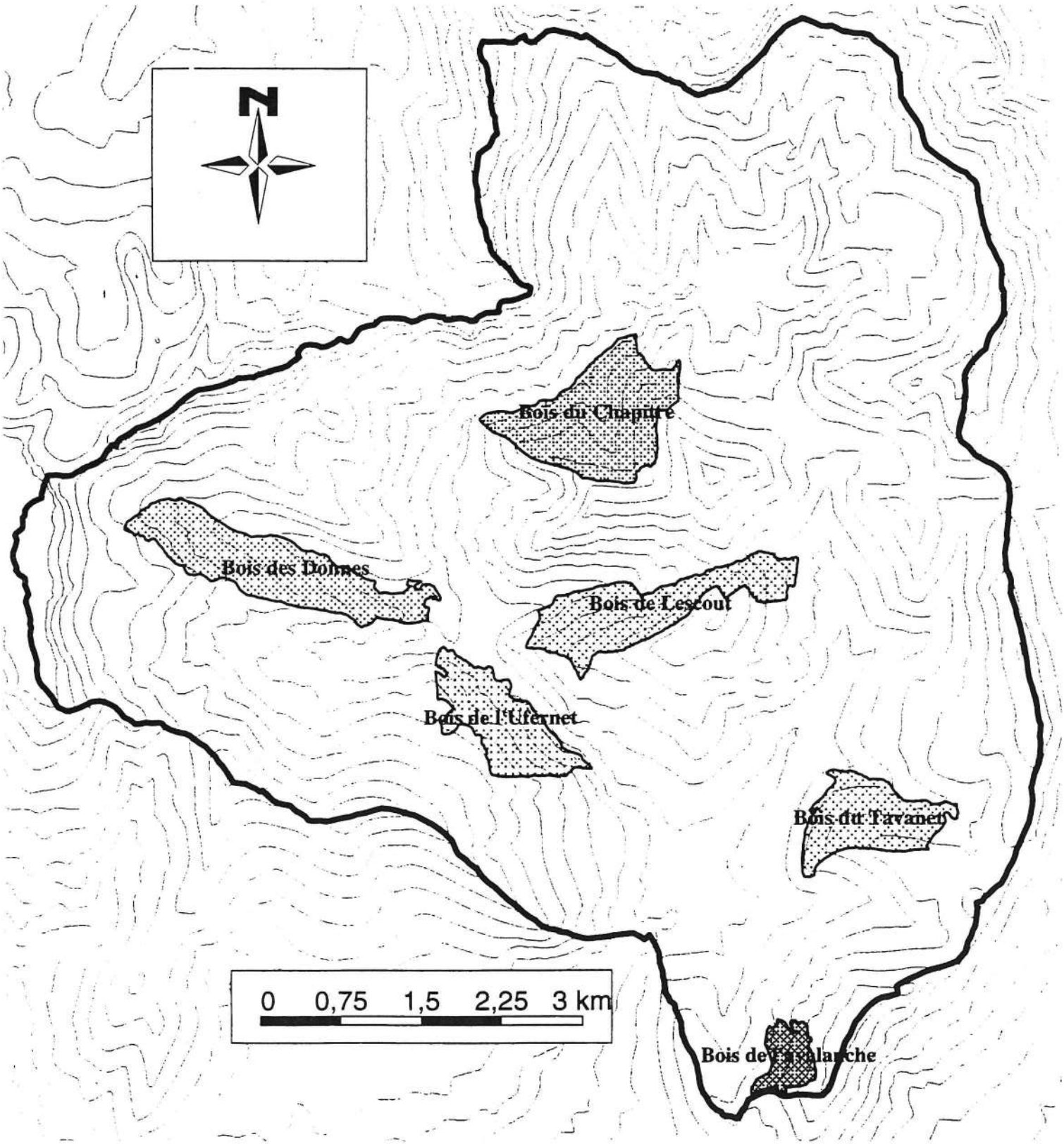
Situation géographique :



Le bassin versant étudié s'inscrit dans la région naturelle du Gapençais-Lauragnais (région IFN n° 05-7). Cette zone se situe au nord du bassin gapançais entre 900 et 2700 m, au piémont du Dévoluy.

Il fait partie des **Alpes du sud** et au sein de ce territoire appartient à la **partie occidentale** des **Alpes intermédiaires**.

Contour du bassin versant de Gap Chaudun, localisation des massifs foretiers étudiés



Le cadre physique au sein du bassin versant.

- **climat** :

La zone d'étude ne présente pas de stations météorologiques ; les plus rapprochées sont à 9 km :

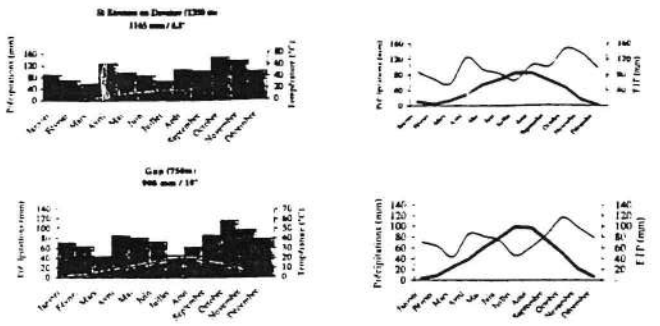


Diagramme ombrothermique de Gaussen (à gauche) et bilan hydrique (à droite) de St Etienne en Devoluy et Gap (Données Meteo-France, période 1985-1997).

Les précipitations sont apportées par les vents de secteur sud-ouest et nord-ouest. Le bilan hydrique présente un déficit estival pour Gap assez prononcé en Juillet (remontées des influences méditerranéennes par les vallées) : mais en zone montagnarde, ce déficit s'estompe.

La neige est abondante de décembre à mai : la saison de végétation est donc assez courte.

- **Aspects géologiques et géomorphologiques** :

Le territoire est situé à l'extrémité des chaînes subalpines méridionales. Les terrains sont constitués par des roches sédimentaires calcaires dont le caractère principal est **l'alternance de niveaux plus marneux et de niveaux plus calcaires** (terrains du Jurassique supérieur et du Crétacé). On notera la présence de calcaires s'altérant facilement sous l'action du gel et de calcaires compacts à l'origine de falaises et de corniches.

La morphologie est marquée par la présence de fortes pentes et de **barres rocheuses**, ce qui, avec le climat contrasté, favorise la **gélifraction**, la **solifluction** : on observe ainsi le grand développement de formations détritiques (éboulis de gravité, formations d'apport colluvial...) ; les altérites autochtones sur affleurement sont localisées car recouvertes par d'autres matériaux.

Les éboulis les plus anciens sont assez fins et de calibre régulier, épais ; les plus récents sont souvent encore actifs (alimentés par les falaises) ;

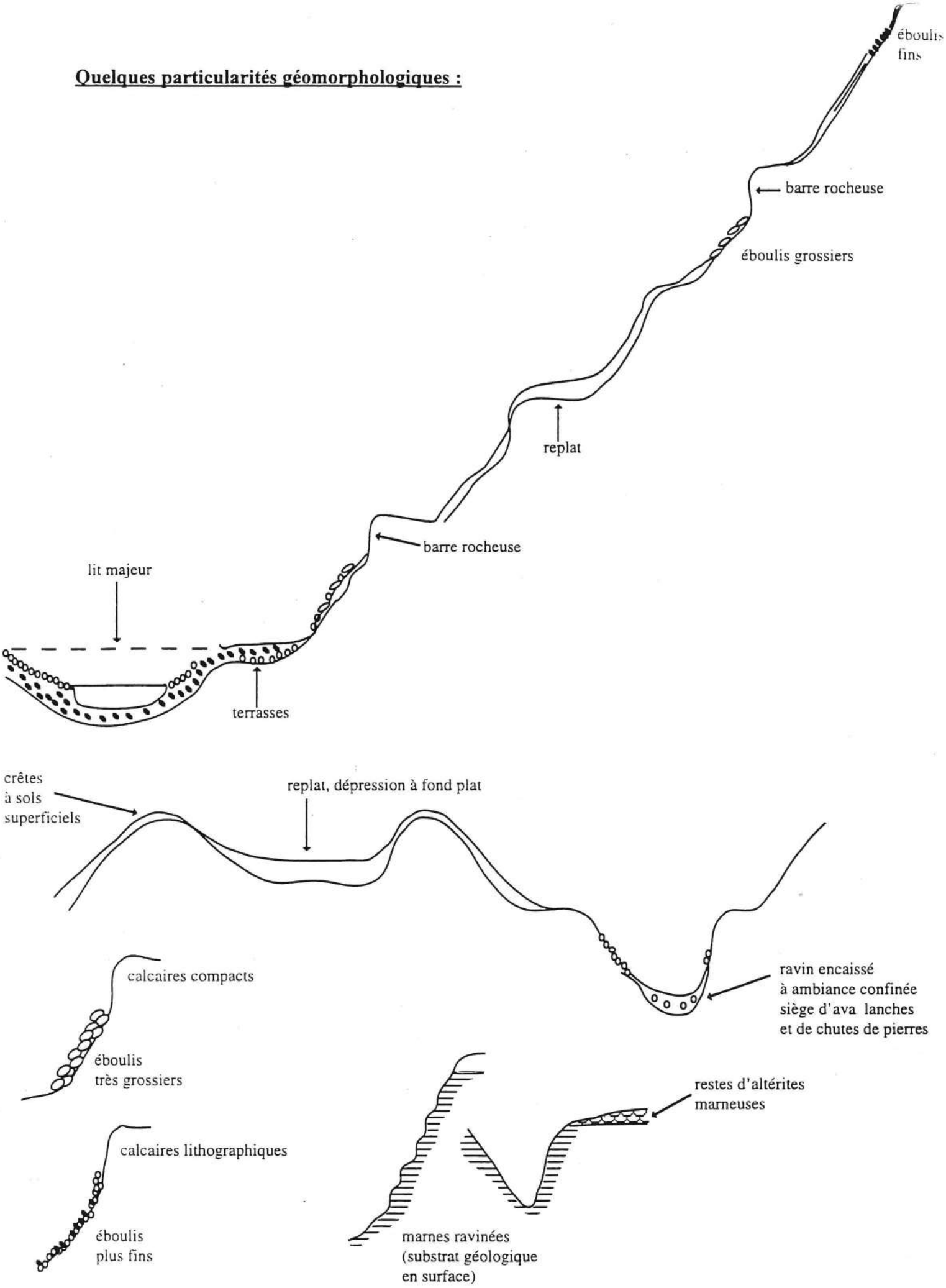
➔ blessures fréquentes à la base des troncs sur certains versants.

En talweg sont présentes des alluvions torentielles qui donnent naissance à des cônes de déjection et en aval des alluvions récentes sous forme de petites terrasses (réhaussées de quelques mètres et situées en aval de petites cluses).

Le bassin versant présente **des pentes raides** ; la **dénivellation est importante** : 1100 m en aval du Petit Buech et 2062 m au Pic Mélette.

Les sols sont fréquemment épais (influence du colluvionnement) ; il s'agit de sols bruns (brun calcaire sur marnes, brun calcique ou brun modal...). Les sols carbonatés apparaissent sur des substrats d'éboulis (rendzines, humo-carbonatés...). La texture est généralement limono-argileuse à argilo-limoneuse. Sur éboulis, les interstices présentent de la matière organique. Les fonds de thalweg, de ravins sont occupés par des colluvions enrichis en cailloux et graviers ; les petites terrasses sont riches en galet.

Quelques particularités géomorphologiques :



L'écocomplexe bassin-versant :

Le bassin-versant est une mosaïque de divers milieux naturels que nous présenterons par « complexes » c'est-à-dire ensemble d'habitats installés dans des conditions écologiques voisines et offrant souvent une même physionomie.

Complexes forestiers

Le bassin compte un certain nombre de massifs forestiers d'étendue et de composition variable (Chapitre, Lescaut, Donnes, Loubet, Ufernet, Tavanet, de l'Avanche...). Le plus souvent ils sont installés sur ubac ou sur des versants à exposition intermédiaire (W, E). Les bois sont devenus rares sur les adrets (petits massifs de hêtre autrefois exploités en taillis). Les forêts ont la constitution suivante :

- sapinière-hêtraie (Chapitre, Loubet, Ufernet, Tavanet, Lescout, l'Avalanche) ; érablaies de ravin ou d'éboulis ;
- hêtraies en futaie sur souche autrefois menées en taillis ou taillis-sous-futaie pour le bois de feu (partie haute et est de Lescaut, les Donnes) ;
- plantations de mélèzes, pins à crochets, pins noirs...

Complexes riverains et fontinaux

Le bassin versant est drainé par le Petit Buech et ses petits affluents. Le complexe riverain comprend :

- des bancs de galets avec une végétation herbacée à *Epilobium dodonaei*,
- des saulaies arbustives à *Salix purpurea* et *Salix elaeagnos*,
- une aulnaie blanche ou une frênaie-érablaie derrière la ceinture des Saules,
- les terrasses surélevées étaient autrefois en prairies de fauche ; on y observe des fragments de Sapinières hygroclines.

Les sources sont nombreuses compte-tenu des phénomènes karstiques ; elles engendrent souvent des dépôts de tuf avec la végétation bryophytique typique de ces milieux.

Complexes rupicoles

Il s'agit de toute une série de végétations pionnières, se rencontrant en forêt ou en milieu ouvert :

- falaises, rochers avec *Asplenium trichomanes, Asplenium viride*, en situation ombragée, avec *Potentilla caulescens* sur les rochers ensoleillés ;
- éboulis à *Centranthus angustifolius, Achnatheron calamagrostis, Laserpitium gallicum* ;
- dalles rocheuses, corniches rocheuses avec divers Sedum ;
- lapiaz recouverts de mousses ;
- zones érodées sur marnes avec affleurement direct du substrat géologique : végétation à *Scutellaria alpina*...

Complexes pastoraux

Il règne encore une certaine activité pastorale, à partir de Rabou ou du Col de Gleize, à l'origine de divers milieux de prairies et de pelouses.

- anciennes prairies de fauche à *Arrhenatherum elatius* ou *Trisetum flavescens*,
- pelouses mésophiles à *Bromus erectus*,
- pelouses plus ou moins xérophiles à *Ononis striata, Lavandula officinalis*...
- pelouses écorchées à *Helictotrichon sedenense, H.sempervirens*,
- pelouses alticoles à *Sesleria albicans*...

Ces complexes sont souvent abandonnés en de maints endroits, on observe alors le passage de ces habitats :

- à des végétations de lisières, clairières (mégaphorbiaies ou végétation à *Laserpitium siler*),
- à des landes à *Genista cinerea*,
- à des fruticées dominées par diverses espèces ligneuses selon la situation écologique.

Complexes des lisières, clairières, trouées, lisières extérieures et intérieures :

Il s'agit de végétations particulières, herbacées ou chaméphytiques installées :

- en écotone : forêt – pelouses ;
- en clairières, dans les trouées dues à des perturbations (avalanches, anciennes clairières pastorales en voie de fermeture) ;
- au niveau des bordures de chemins, de laies forestières...

Ces végétations peuvent être :

- des mégaphorbiaies là où les conditions sont les plus hygrosciaphiles,
- des pelouses préforestières en conditions plus sèches...

Complexes d'accrus constitués ou en cours de constitution

- bosquets constitués depuis longtemps en bordure de parcelles prairiales (sur zones en pente peu exploitables par les animaux),
- bosquets plus récents envahissant peu à peu des espaces délaissés,
- systèmes d'accrus se développant à partir des forêts constituées :
  - à *Laburnum alpinum, Fraxinus excelsior, Acer pseudoplatanus*
  - à Pins, Mélèze...

Histoire du Bassin versant

La vallées du Petit Buëch fut un lieu privilégié pour la colonisation humaine. Elle semble avoir été occupée dès l'époque romaine, par des bergers transhumants. Ils se seraient sédentarisés en se partageant les terres disponibles pour la culture et le pastoralisme.

Le Bassin de Gap Chaudun fut habité par une forte population humaine agricole et pastorale, qui culmina à 600 habitants en 1806. On note la trace du mot **Chaudun** dès le XIIe siècle (désigne une montagne dénudée). Le mot Buëch signifiant « bois » rappelle quant à lui la présence ancienne de la forêt dans la vallée.

→ **<u>défrichements</u>** → fermes, granges avec nombreux hameaux
→ cultures – élevage
→ périgrinations des troupeaux sur l'ensemble du bassin (dont en forêt).

Histoire de la gestion forestière

Une forêt un peu protégée : le Bois du Chapitre (et bois du Devès), propriété du Chapitre de Gap :
→ récolte de bois de feu mais préservation des sapins sur pied et des régénérations.

Les autres massifs, en fonction de leur accessibilité, de la proximité des hameaux ont fait l'objet d'intenses exploitations pour le bois de feu (anarchiques et non régulées).

Les fortes activités pastorales ont induit des phénomènes d'érosion contre lesquels on essaya de lutter à la fin du XIXe par des reboisements.

Enjeux

- l'enjeu général sur toutes les forêts d'une gestion durable satisfaisant aux différents critères de la Conférence d'Helsinki et assurant en particulier la pérennité de la biodiversité ;
- le bois du Chapitre a fait l'objet d'une réserve biologique domaniale intégrale.

Une réserve intégrale est un laboratoire qui permet d'étudier :

- la dynamique de la végétation forestière,
- le fonctionnement des sols dans des écosystèmes où aucun prélèvement de bois est effectué,
- la dynamique de la biodiversité à travers les cycles sylvigénétiques.

De nombreux travaux ont déjà été réalisés, d'autres sont en cours.

- le bassin versant du Buëch est intégré dans le site Natura 2000 du Dévoluy.

Plusieurs types d'habitats prioritaires sont présents :

- les divers types d'érablaies,
- les forêts riveraines.

D'autres habitats sont non prioritaires mais aussi concernés :

- les hêtraies-sapinières sèches de bas de versant et de crêtes à sols superficiels ;
- les végétations de lisières, les mégaphorbiaies ;
- les éboulis, les rochers avec leur végétation installée dans les fentes, les dalles rocheuses ;
- les pelouses mésophiles à Brome dressé, les prairies de fauche à Arrhenatherum et Trisète dorée, les pelouses à Seslérie...

Cette désignation entraîne l'obligation d'une bonne connaissance de ces écosystèmes, de leur diversité, de leur fonctionnement. Elle conduira également à des mesures de gestion particulières.

1 - Approche initiale cartographique

Proposition de recherches GIP-ECOFOR

« Biodiversité et gestion forestière »

Impact des modes de gestion forestière sur la biodiversité

au sein du bassin de Gap-Chaudun

Etat d'avancement des travaux du volet 1 : « Approche initiale cartographique et écologie du paysage »

Les objectifs de ce volet étaient :

- de fournir aux partenaires du projet une base cartographique la plus complète possible sur les sites étudiés, afin de permettre une stratification de l'échantillonnage et d'apporter des données complémentaires à celles récoltées sur le terrain ;
- d'intégrer, dans un deuxième temps, les données et les résultats issus des phases de terrain dans une dimension spatiale afin d'analyser les relations entre les différents paramètres et éléments de la biodiversité avec la structure de la mosaïque paysagère.

1° Détermination des sites d'étude

La première étape du travail a consisté en une réflexion sur le choix des massifs forestiers étudiés. De précédentes études réalisées sur le bois du Chapitre ont permis une meilleure compréhension de la diversité floristique et de sa dynamique. Il s'agissait alors de définir, sur le bassin de Gap-Chaudun, un certain nombre de complexes sylvatiques représentatifs présentant différents degrés de « naturalité » sur lesquels seront conduites les recherches de ce programme. Plus précisément, ces sites d'études devaient présenter :

- une homogénéité des conditions stationnelles, similaires à celles du bois du Chapitre. Ainsi, seules les hêtraies-sapinières et hêtraies d'ubac ont été retenues ;
- une diversité des historiques de ces sites, ainsi que des modes de gestion sylvicole, pouvant expliquer les variations de la biodiversité.

Finalement, quatre complexes sylvatiques ont été retenus :

- le bois des Donnes, hêtraie pure non exploitée depuis plus d'un siècle ;
- le bois de l'Ufernet, hêtraie et hêtraie-sapinière non exploitée depuis un demi-siècle ;
- le bois de Tavanet, dominé par la hêtraie, exploité actuellement ;
- le bois de Lescout, bien diversifié (hêtraie, sapinière et hêtraie-sapinière), exploité (dernière coupe en 1984) ;

Un cinquième site, le bois de l'Avalanche, a également été étudié, malgré son exposition ouest. Il a été retenu en raison de son type de sylviculture intermédiaire entre les larges trouées du bois de Tavanet, et les trouées « pied-à-pied » du bois de Lescout.

2° Elaboration des cartes des structures des peuplements

Sur chacun des cinq sites, des cartes des structures des peuplements ont été élaborées au 1/12.500e. Ce travail s'est accompli en trois étapes.

a) Cartographie préalable par photo-interprétation

Une première cartographie des peuplements a été réalisée au moyen de clichés aériens. Des photographies aériennes infra-rouges de 1993 ont été numérisées et redressées par le Conservatoire Botanique National Alpin de Gap-Charance. La comparaison de ces photographies avec les données issues des aménagements forestiers a permis la distinction entre feuillus et résineux, ainsi que l'appréhension du degré d'ouverture du couvert de ces peuplements.

Cette première typologie a donc conduit à la distinction des classes suivantes :

- Sapinières
- Hêtraies -Sapinières
- Hêtraies pures

- Mélézins
- Plantations de résineux
- Autres feuillus
- Autres.

Deux sorties sur le terrain ont permis d'étalonner cette cartographie, en particulier pour valider les contours des zones délimitées, pour identifier la réponse en infra-rouge de chaque type d'essence, et préparer la phase de terrain proprement dite.

b) Phase de terrain

Des parcours systématiques, en quadrillage sur les surfaces hétérogènes, et en transects sur les surfaces homogènes, ont permis d'affiner la typologie des structures de peuplements, en particulier, et suivant l'attente des partenaires du programme, les strates et les classes de diamètre, la surface terrière, et les principales essences rencontrées. Le seuil minimum de surface cartographiable a été fixé à 25 ares.

c) Numérisation sous Système d'Information Géographique

Les cartes ainsi obtenues (23 classes) ont été numérisées sous le Système d'Information Géographique Arc-Info, puis imprimées au 1/12.500e sur un fond topographique de l'I.G.N. (Top25).

3° Numérisation des cartes des stations

Suivant l'attente des partenaires du programme de recherche, quatre cartes des stations forestières, provenant de documents cartographiques élaborés par l'O.N.F(Bois du Chapitre),par l'ENGREF pour les autres forêts retenues, ont également été numérisées et restituées au 1/12.500e sur un fond topographique. La typologie a été réalisée par l'ENGREF. Ces quatre cartes correspondent aux complexes forestiers suivants :

- bois de Loubet, incluant également le bois de l'Ufernet dans sa partie Est ;
- bois du Chapitre ;
- bois de Tavanet ;
- bois de Lescout.

2 - Etude historique du Bassin de Gap Chaudun
Gestion actuelle des forêts

GIPECOFOR GAP - CHAUDUN

ETUDE HISTORIQUE

RAPPORT D'ETAPE AU 15 NOVEMBRE 1999

Objectifs : Retracer l'historique de la gestion des différents peuplements et appréhender l'ancienneté des états boisés.

Activités menées :

- Exploitation des sources historiques anciennes :

  - rapport d'arpenteur du 23 décembre 1695,

  - procès verbaux de réformation des eaux et forêts de 1699 à Gap et de 1724 pour le Dauphiné,

  - rapport d'arpenteur de la seconde réformation des eaux et forêts de 1730,

  - requête du Chapitre de l'église de Gap du 31 août 1734.

- Analyse des aménagements forestiers anciens :

  - forêt communale de Chaudun 1891,

  - forêt domaniale de Gap - Chaudun 1904,

  - forêt communale de La Roche des Arnauds 1889 ; 1902 ; 1923,

  - forêt communale de Rabou 1891 ; 1908.

- Analyse des calepins d'aménagement et sommiers de la forêt.

Résultats obtenus :

- Distinction, du point de vue de l'histoire ancienne, de deux groupes de forêts :

  - les bois seigneuriaux (Bois du Chapitre et Bois du Devès) où une belle futaie et une abondante régénération sont préservées grâce à des exploitations mesurées et espacées.

  - les bois particuliers ou communaux (Bois de Tavanet, de l'Ufernet et de Loubet) très dégradés, embroussaillés et quasiment sans futaie, par les exploitations effrénées et répétées de bois de chauffage pour les communautés villageoises.

➢ Distinction, du point de vue de l'histoire récente, de trois groupes de forêts :

- les forêts sans exploitation depuis plus de 40 ans (Bois du Chapitre 1951 ; Bois du Loubet 1959 ; Bois de l'Ufernet 1958 ; Bois des Donnes XIX ème siècle ; Bois du Deves),

- forêt traitée en futaie irrégulière pied à pied avec fortes coupes espacées (Bois de Lescout 1984),

- forêt traitée en futaie irrégulière par placeaux ou parquets avec fortes coupes assez rapprochés (Bois du Tavanet 1999).

➢ Un tableau synthétique récapitulatif de l'état passé et de la gestion actuelle de chaque massif a pu être établi (cf. tableau joint).

Résultats complémentaires attendus :

Sur chacun des six massifs de l'étude :

➢ Mise en forme cartographique des données historiques anciennes (rapports d'arpenteur, cartes anciennes, anciens cadastres ...).

➢ Mise en forme cartographique des données sylvicoles du 20 ème siècle.

➢ Etude de la dynamique des accrus forestiers par analyse comparative des photographies aériennes anciennes.

P.J. : Un tableau

Office National des Forêts
Gap, le 15 novembre 1999.

Données ONF

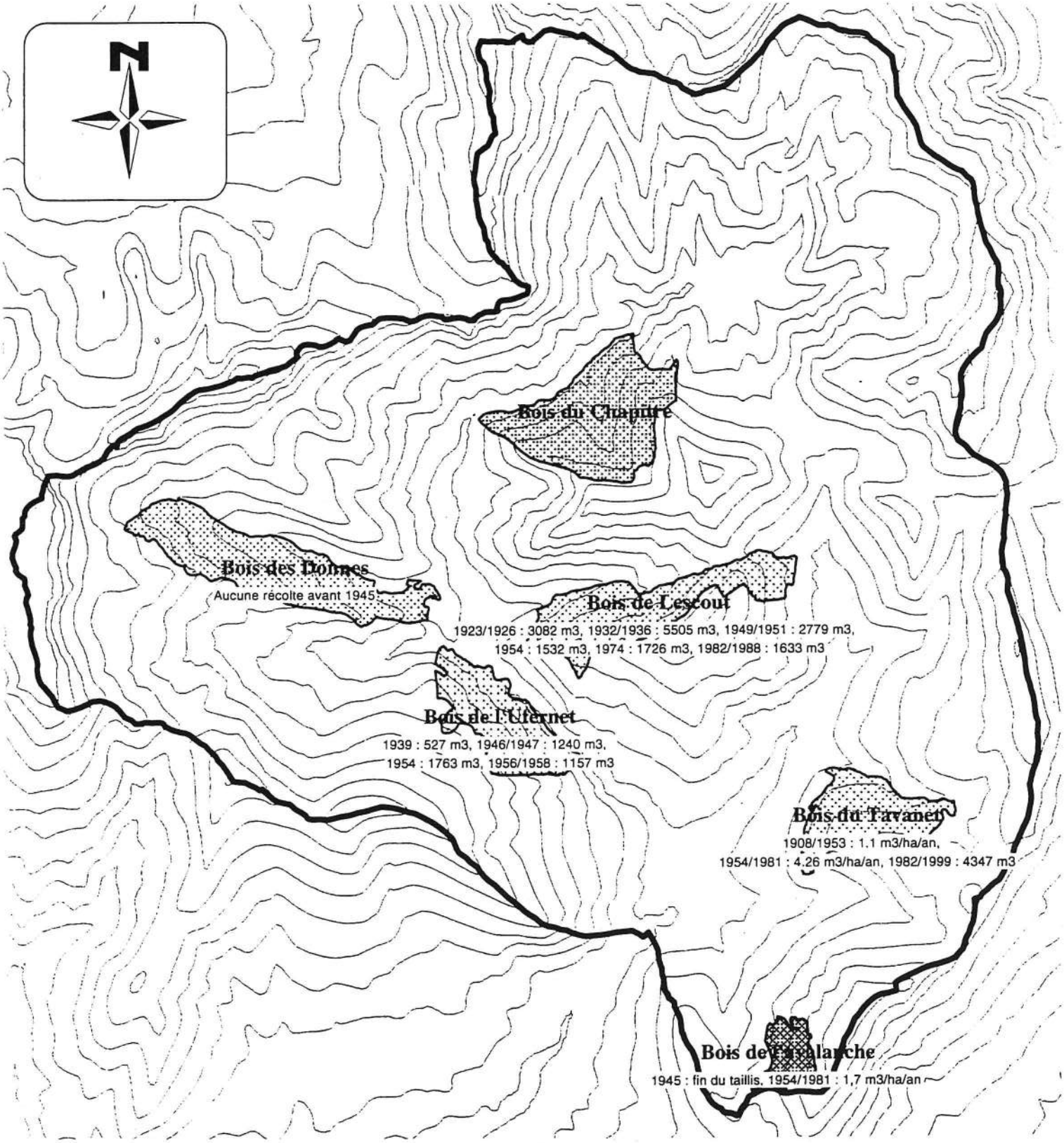
Massifs d'étude GIP-ECOFOR

GAP-CHAUDUN

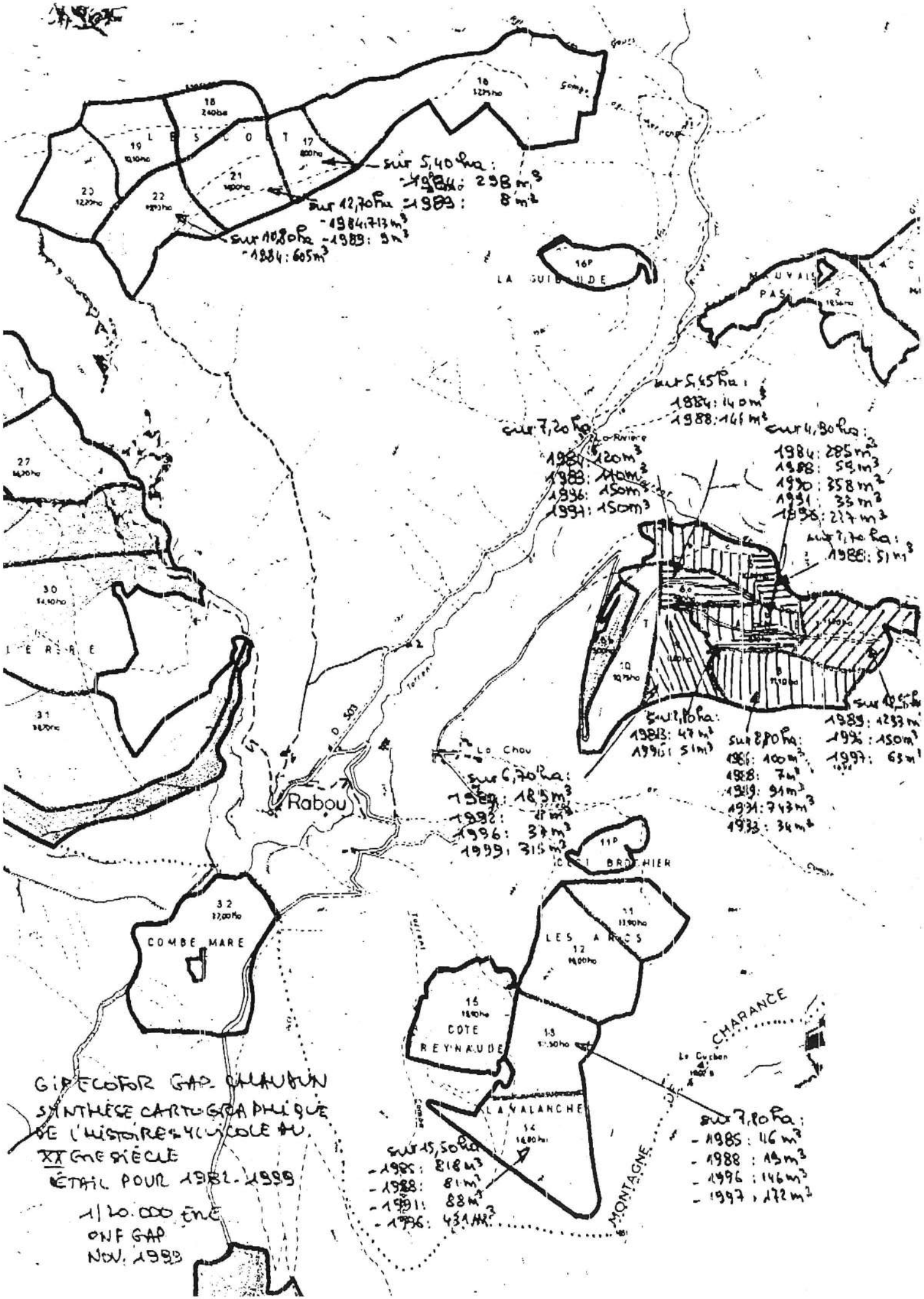
MASSIF	SUBDIVISION	DONNEES	1891-1906	1908-1953	1954-1981	1982-2005
LE CHAPITRE	97 ha	période		1906-1951	1952-1989	1990-2009
		traitement		Futaie jardinée	id°	Réserve (191 ha)
		exploitabilité		160 ans	id°	avec ne exploitation
		rotation		20 ans	id°	sans objet
		possibilité		3,81 m3/ha/an	id°	0 m3/ha/an
		réalisation		4,81 m3/ha/an	0 m3/ha/an	0 m3/ha/an
				1906 à 25 :8240 m3		
				1934 : 11228 m3		
				1951 : 2030 m3		
				1951 dernière coupe		
	130 ha	traitement		Hors cadre	id°1952-1989	
		exploitabilité		physique	id°	
		rotation		apériodique	id°	
		possibilité		non fixée	id°	
		réalisation		nulle?	0 m3/ha/an	
LES DONNES		période		1945-1964	1965-1982	1983-2002
		traitement		non aménagée	Futaie jardinée	Hors cadre
		exploitabilité		sans objet	150 ans	sans objet
		rotation		sans objet	15 ans	sans objet
		possibilité		sans objet	repos avant transformation	sans objet
		réalisation		0 m3/ha/an	0 m3/ha/an	
L'UFERNET	49 ha	traitement	Futaie jardinée	id°	id°	Futaie irrégulière
		exploitabilité	180 ans	id°	id°	150 ans
		rotation	18 ans	id°	id°	12 ans
		possibilité	1,89 m3/ha/an	2,91 m3/ha/an	1,41m3/ha/an	2,44 m3/ha/an
		réalisation		>=1,87 m3/ha/an	2,17 m3/ha/an	
				1939 : 527 m3	1954 : 1763 m3	
				1940/47 : 1240 m3	1956/58 : 1157 m3	
				1951à 62 : 2904 m3		
	24 ha	traitement	Taillis simple	id°	id°	
		exploitabilité	30 ans	id°	id°	
		rotation	30 ans	id°	id°	
		possibilité	non fixée	non fixée	non fixée	
	9 ha	traitement	Hors cadre	id°	id°	
		réalisation			0 m3/ha/an	
TAVANET	50 ha	traitement	Futaie jardinée	id°	id°	61 ha : Futaie irrégulière
		exploitabilité	150 ans	id°	id°	150 ans
		rotation	18 ans	id°	id°	12 ans
		possibilité	0,91 m3/ha/an	1,99 m3/ha/an	4,38 m3/ha/an	2,44 m3/ha/an
		réalisation		1,1m3/ha/an	4,26 m3/ha/an	
	8,5 ha	traitement	Taillis simple	id°	id°	11 ha : Hors cadre
		exploitabilité	30 ans	id°	id°	non fixée
		rotation	30 ans	id°	id°	apériodique
		possibilité	non fixée	non fixée	non fixée	0,17 m3/ha/an
		réalisation			1964 : fin coupes de taillis 1,20 m3/ha/an	
LESCOUT	57 ha	traitement	Futaie jardinée	id°	id°	57 ha : Futaie irrégulière
		exploitabilité	180 ans	id°	id°	150 ans
		rotation	18 ans	id°	id°	12 ans
		possibilité	1,89 m3/ha/an	2,91 m3/ha/an	1,41m3/ha/an	2,44 m3/ha/an
		réalisation		>=1,87 m3/ha/an	2,17 m3/ha/an	
				1923/26 : 3082 m3	1954 : 1532 m3	
				1932/36 : 6505 m3	1974 : 1726 m3	
				1949/51 : 2779 m3		
	20 ha	traitement	Taillis simple	id°	id°	37 ha : Hors cadre
		exploitabilité	30 ans	id°	id°	non fixée
		rotation	30 ans	id°	id°	apériodique
		possibilité	non fixée	non fixée	non fixée	0,17 m3/ha/an
	14 ha	traitement	Hors cadre	id°	id°	
		réalisation			0 m3/ha/an	
L'AVANCHE	27 ha	traitement	Taillis simple	id°	id°	Futaie irrégulière
		exploitabilité	30 ans	id°	id°	150 ans
		rotation	30 ans	id°	id°	12 ans
		possibilité	non fixée	non fixée	non fixée	2,44 m3/ha/an
				1941: fin coupes de taillis	1,70 m3/ha/an	

		période	1888-1901	1902-1922	1923-1953	1954-1981	1982-2005
LOUBET	119 ha	traitement	Futaie jardinée	id°	id°	id°	id°
		exploitabilité	150 ans	id°	id°	id°	id°
		rotation	14 ans	id°	id°	id°	12 ans
		possibilité	1,56 m3/ha/an	1,37 m3/ha/an	2,49m3/ha/an	2,49m3/ha/an	2,51m3/ha/an
		réalisation	2,7 m3/ha/an	2,92 m3/ha/an	2,92 m3/ha/an	0,89 m3/ha/an	0 m3/ha/an
					1929 :13932 m3	a/c de 1969 : chablis	
					sur 119+45 ha		
	45 ha	traitement	Taillis simple	id°	id°	id°	id°
		exploitabilité	30 ans	id°	id°	id°	id°
		rotation	30 ans	id°	id°	id°	12 ans
		possibilité	1,37 m3/ha/an	1,56 m3/ha/an	2,49 m3/ha/an	2,49 m3/ha/an	2,51m3/ha/an
		réalisation	2,7 m3/ha/an	2,92 m3/ha/an	2,92 m3/ha/an	0,89 m3/ha/an	0 m3/ha/an
					1929 :13932 m3	a/c de 1969 : chablis	
					sur 119+45 ha		
	146 ha	traitement	Hors cadre	id°	id°	id°	Futaie jardinée / combinée
			1895 :vente à l'Etat				et hors cadre
							0 m3/ha/an

Histoire sylvicole du bassin versant de Gap Chaudun



Engref, labo EFDP


sur 5,40 ha :
1984 : 298 m³
1989 : 8 m²
sur 12,70 ha
1984 : 713 m³
sur 10,80 ha
1989 : 9 m³
1984 : 605 m³
sur 5,45 ha :
1984 : 140 m³
1988 : 141 m³
sur 7,20 ha
1984 : 120 m³
1988 : 110 m³
1996 : 150 m³
1997 : 150 m³
sur 4,30 ha :
1984 : 285 m³
1988 : 58 m³
1990 : 358 m²
1991 : 33 m³
1996 : 217 m³
sur 7,70 ha :
1988 : 51 m³
sur 2,10 ha :
1988 : 47 m³
1991 : 51 m³
sur 8,80 ha :
1986 : 100 m³
1988 : 7 m³
1989 : 91 m³
1991 : 743 m³
1993 : 34 m³
1989 : 1293 m³
1996 : 150 m³
1997 : 65 m³
sur 6,70 ha :
1984 : 18,5 m³
1992 : 47 m³
1996 : 34 m³
1999 : 315 m³
sur 15,50 ha
- 1985 : 818 m³
- 1988 : 81 m³
- 1991 : 88 m³
- 1996 : 431 m³
sur 7,10 ha :
- 1985 : 116 m³
- 1988 : 19 m³
- 1996 : 146 m³
- 1997 : 172 m²
Rabou
COMBE MARE
COTE REYNAUDE
LES ARCS
LA VALANCHE
CHARANCE
MONTAGNE
GIP ECOFOR GAP CALAVON
SYNTHÈSE CARTOGRAPHIQUE
DE L'HISTOIRE SYLVICOLE DU
XX ème SIÈCLE
ÉTAT POUR 1982-1999
1/20.000 ème
ONF GAP
NOV. 1999

Communautés	Nombre de chefs de Familles		Dénominations de forêts	Propriétaires	Superficie En ha		Essences principales	Nature des peuplements	Usage
	1699	1728			1699	1728			
Chaudun	24	26	Le Petit Pleine (Chapitre)	Communauté	132	139	Sapin et hêtre	Futaie avec régénération de plus ou moins belle venue	Affouage
			Le Grand Pleine (Chapitre)	Seigneur du Chapitre de Gap	nc	83	Sapin et hêtre	Futaie bien venante	Vente de bois de construction
Rabou	50	54	L'Escout (Lescout)	Communauté	29	98	Sapin et hêtre	Jeune futaie avec régénération de médiocre venue et " broussailles "	Affouage
			L'Ufernet	Communauté	36	nc	Sapin et hêtre, un peu de Frêne	Futaie et " broussailles "	Pâturage et affouage
			Le Tayanet	Communauté	38	nc	Hêtre surtout et quelques sapins	Taillis mal venant et " broussailles "	Pâturage et affouage
			Le Deyès	Seigneur du Chapitre de Gap	nc	82	Sapin, quelques pins	Futaie avec régénération de belle venue et " broussailles "	Pâturage, affouage contrôlés et vente de bois d'oeuvre
La Roche des Arnauds	180	200	Le Toubet	Communauté	90	190	Sapin, hêtre, mélèze, orme	Futaie et " broussailles "	Bois d'oeuvre et places à charbon
nc	nc	nc	Bois des Donnes	Chartreuse de Durbon	nc	nc	Hêtre	Taillis	Affouage et quelques bois de construction

nc = non connu

Forêts et communautés d'habitants dans le bassin de Gap-Chaudun, d'après les résultats des réformations des Eaux et Forêts de 1699 et 1728.

Nom *peuplement*	Surface en 1728	Surface actuelle	Etat passé	Gestion actuelle	Dernière coupe
Chapitre *Hêtraie-sapinière*	**222 ha**	**195,7 ha**	Partie communale : riche en arbres de futaie malgré les prélèvements par les villageois. Partie seigneuriale : belle futaie à la régénération abondante.	**Forêt subnaturelle.**	**1951**
Donnes *Hêtraie pure*	**non connue**	**119,8 ha**	Gestion en taillis pour le bois de chauffage. Quelques récoltes de grumes pour la construction.	**Forêt non exploitée** mais dont la structure est très marquée par l'ancienne gestion en taillis.	Date non connue, très ancienne.
Loubet *Hêtraie-sapinière*	**190 ha**	**164,2 ha**	Taillis mêlé de broussailles complété par des arbres de futaie variés : sapins, mélèzes, hêtres, ormes. Récoltes de bois de feux.	**Forêt subnaturelle**	**1959**
l'Ufernet *Hêtraie et hêtraie-sapinière*	**36 ha**	**82 ha**	Taillis maigre de hêtre et de frêne, parsemé de quelques sapins de petites dimensions. Récoltes de bois de feu.	**Forêt subnaturelle**	**1958**
Lescout *Hêtraie-sapinière et hêtraie*	**98 ha**	**104 ha**	Futaie de sapins d'assez bonne venue, avec un sous-étage dense de feuillus divers et de « broussailles ».	**Coupes de jardinage espacées**, réalisées en une intervention sur toutes les parcelles de sapinières. Hêtraie non exploitée.	**1984**
Bois de Tayanet *Hêtraie-sapinière*	**38 ha**	**85 ha**	« Broussailles » de hêtres, ponctuées de petits sapins éparses. Facile d'accès il est très dégradé par les affouages.	**Coupes fréquentes.** Bois géré le plus intensivement sur les 20 dernières années.	**1999**

synthèse des connaissances sur la gestion

Les forêts retenues (cf. carte du bassin versant)

Bois du Chapitre

Bois du Lescout

Bois de l'Ufernet

Bois du Tavanet

Bois du Loubet

Bois des Donnes

(Bois de l'Avalanche, du Devès)

Les caractères de ces forêts sont donnés dans les tableaux ci-joints.

Vue générale du bassin versant de Gap-Chaudun

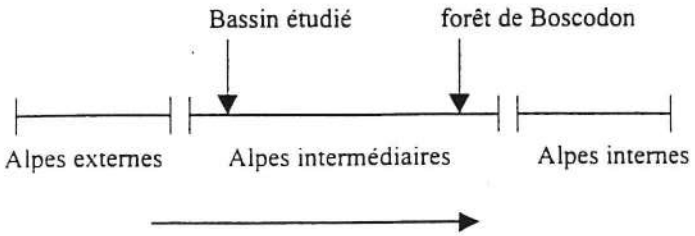


EDPF, Engref Nancy

3 - Données stationnelles, cartographie des massifs

Données stationnelles :

Le bassin du Petit Buëch est un territoire sis dans les **Alpes du Sud**. Les influences méridionales se poursuivent d'ailleurs un peu plus au nord, au-delà du Col de la Croix Haute et du Col Bayard (en Trièves). Au sein des Alpes du sud, le bassin est sis dans les Alpes intermédiaires. Nous rappelons la zonation W-E des Alpes.

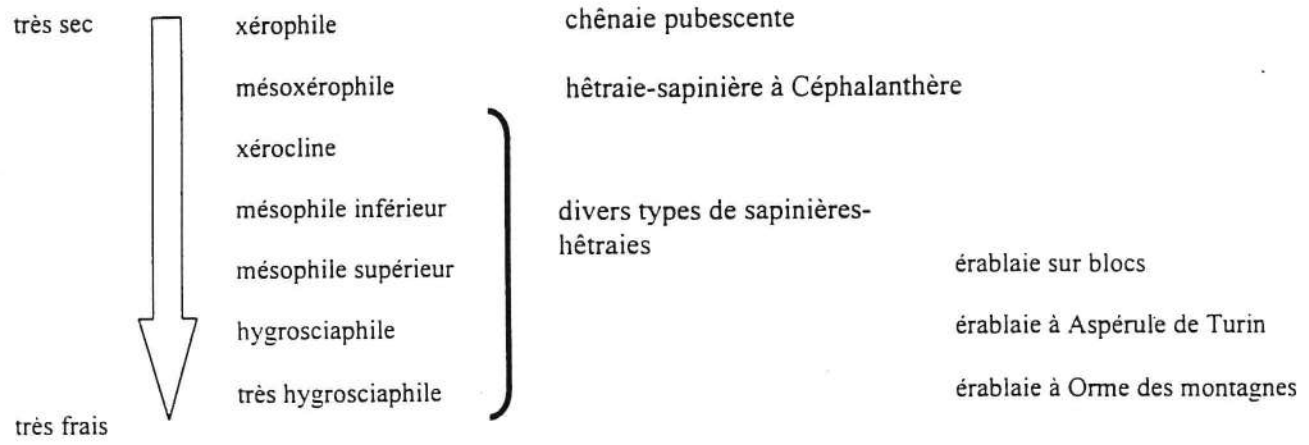


On peut parler également d'un gradient de méditerranéité qui s'exprime par exemple d'un manière évidente le long de la vallée de la Durance. Les influences méridionales se font sentir au sud de Rabou (Chênaies pubescentes supraméditerranéennes) ou sur le versant au sud de Charance. Ces influences méridionales sont marquées dans le bassin au niveau des pelouses et landes, moins au niveau des forêts, ceci à l'étage montagnard.

L'étude des stations sur le bassin versant a permis d'identifier les types suivants :

Type de stations		Equivalences en terme d'habitats
		** habitats prioritaires, * habitats non prioritaires (Natura 2000)
- saulaie arbustive à Saule pourpre - saulaie arbustive à Saule drapé - aulnaie blanche - frênaie-érablaie sur galets et rives abruptes	Complexe riverain	*Salicetum purpureae* * *Salicetum elaeagni* ** *Calamagrostio variae-Alnetum incanae* ** *Aceri-Fraxinetum*
- chênaie pubescente à buis		* *Buxo-Quercetum pubescentis*
- hêtraie (sapinière) mésoxérophile à Cephalanthères	Complexe des Sapinières hêtraies	* alliance du *Cephalanthero-Fagion*
- hêtraie-sapinière à *Trochiscanthes nodiflorus* . xérocline . mésophile — inférieure / supérieure . hygrosciaphile . très hygrosciaphile		*Trochiscantho nodiflori-Abietum albae* . sous-association *coronilletosum emeri* . sous-association *lathyretosum verni* . sous-association *aconitetosum vulpariae* . sous-association *adenostyletosum alliariae*
- sapinière à Rhododendron ferrugineux très rare sur éboulis en situation très froid		* . *Rhododendro-Abietetum*
- érablaies : . érablaies-ormaies des ravins les plus encaissés, sujet à avalanche . érablaies des ravins moins encaissés → des pentes → du fond / des replats . érablaie sur éboulis	Forêts de ravins	** . *Ulmo-Aceretum* ** . *Asperulo taurinae-Aceretum* ** . alliance *Lunario-Acerion*

Il ressort de cette analyse qu'en dehors du complexe riverain, les types de stations forestières sont ordonnés selon **un gradient de bilan hydrique** :



\+ mésohygrophile pour le complexe riverain.

Ce gradient de bilan hydrique est déterminé par plusieurs paramètres :

- l'altitude → beaucoup d'ubacs montre le gradient :
  hêtraie-sapinière sèche → hêtraie sapinière hygrosciaphile
  ceci en conditions de sols non limitantes

- l'exposition : la plupart des forêts retenues sont en position d'ubac ; mais des expositions est et ouest peuvent se présenter modifiant les altitudes optimales de ces types de station ;

- la topographie influant :

  - sur l'épaisseur du sol (réserve hydrique) ;
    - crêtes avec sol superficiel ou pentes fortes avec quelques blocs
      → remontées des hêtraies-sapinières mésoxérophiles ou xéroclines
    - replat avec sols épais, persistance de la neige
      → érablaie à Aspérule de Turin

  - sur le confinement, donc l'humidité atmosphérique et l'ETP
    - hêtraie-sapinière de petites combes pentues, très hygrosciaphile à Aconit tue loup
    - érablaie à Aspérule de Turin de ravins plus marqués
    - érablaie à Orme des ravins très profonds et pentus, soumis régulièrement à des avalanches et où la neige persiste très longtemps ;

  - sur l'évolution de l'humus : c'est le cas de petites taches d'éboulis en exposition très froide où se développe un individu de sapinière à Rhododendron (le froid bloque l'humification, ce qui permet l'installation d'espèces acidiphiles sur l'humus brut).

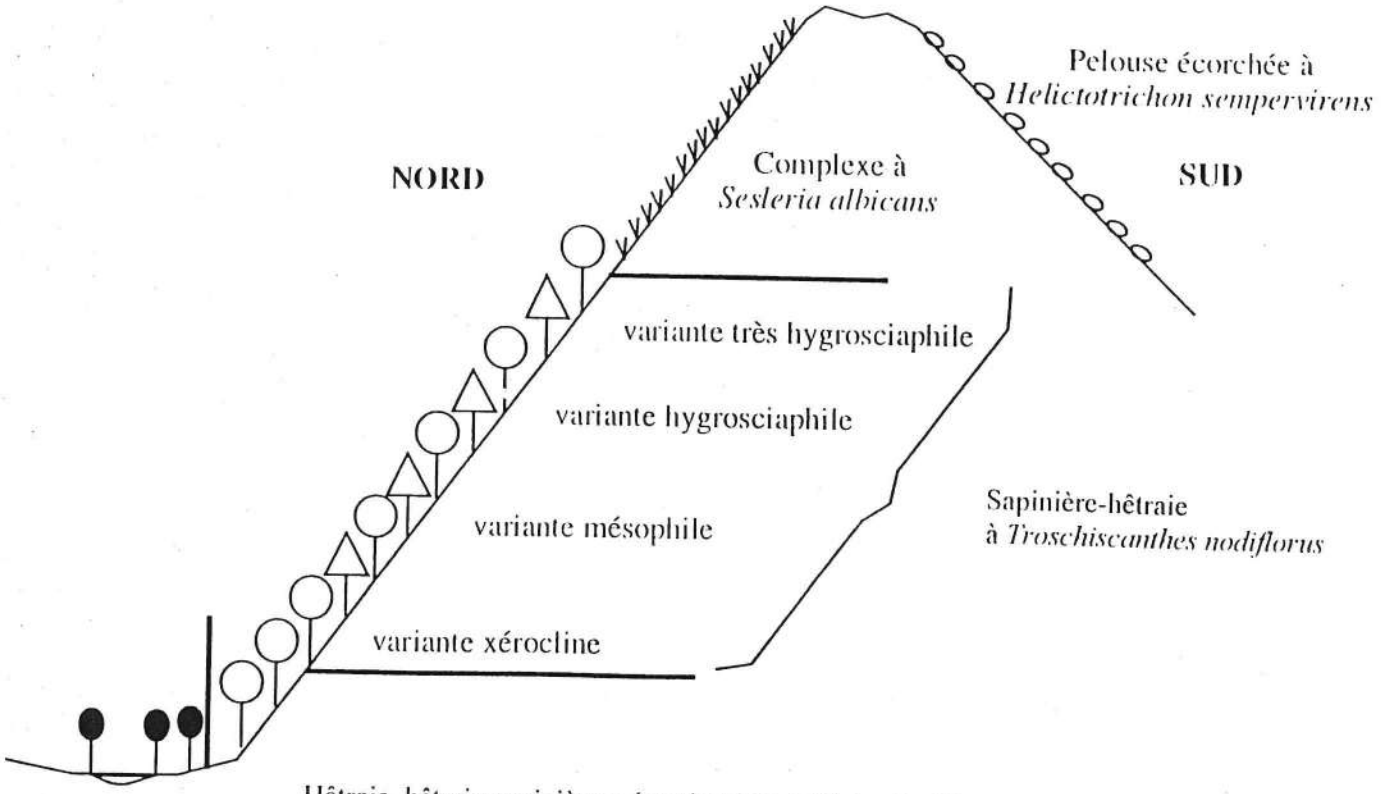
Des recherches ultérieures devraient permettre d'objectiver certains de ces paramètres.

Une clé a été élaborée et transmise à toutes les équipes intervenant sur le site. Par ailleurs une cartographie des stations a été menée sur l'ensemble des forêts retenues.

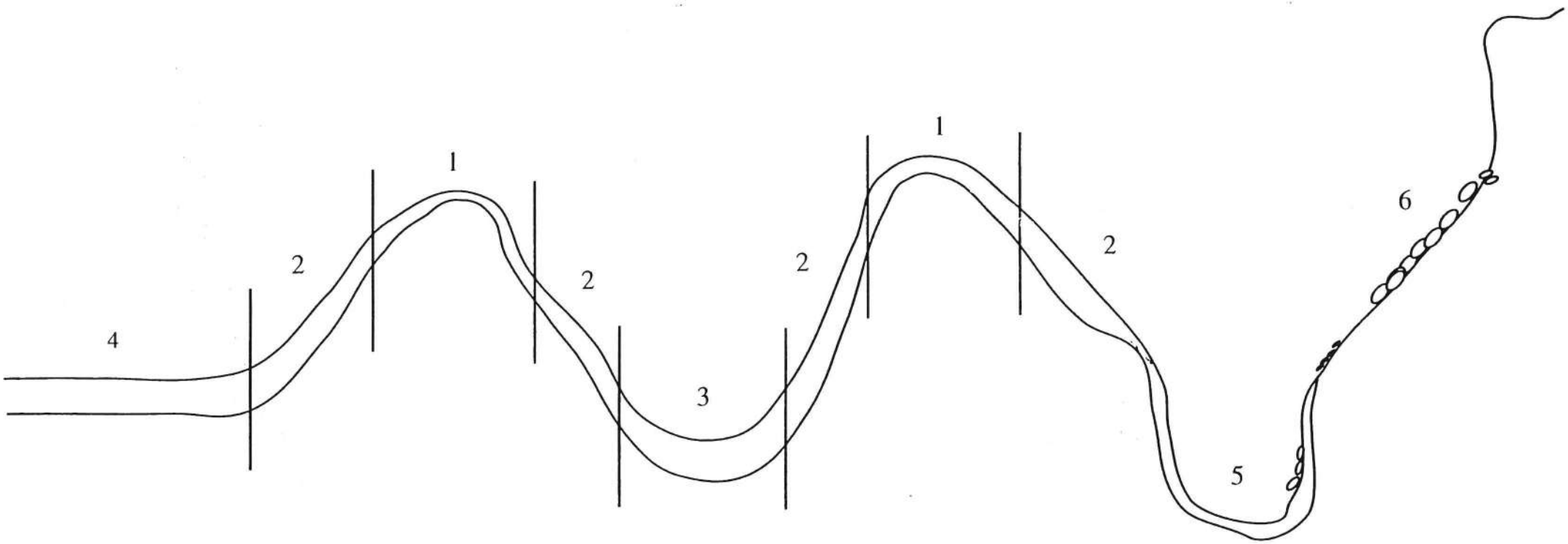
Le meilleur outil diagnostic pour la détermination de ces unités est la combinaison des groupes d'espèces indicatrices.
Nous avons initié une réflexion qui sera prolongée, sur la notion de niche écologique des espèces présentes qui permettrait de prédire dans une station donnée, la diversité floristique potentielle.

Logiques stationnelles

- le long d'un versant, de bas en haut :



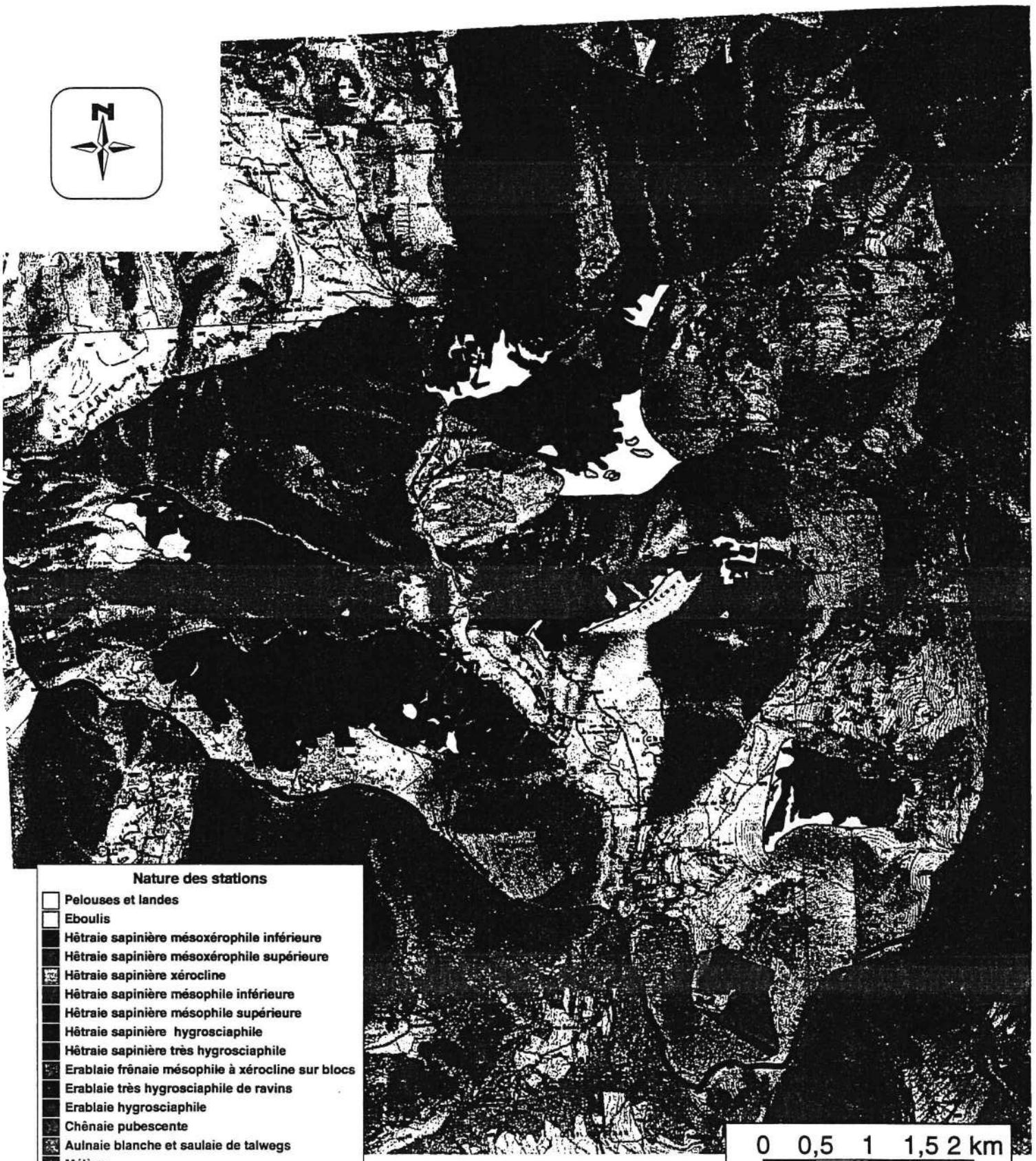
- Sur un versant : variations topographiques.



1 sapinière-hêtraie xérocline
2 sapinière-hêtraie mésophile
3 sapinière-hêtraie très hygrosciaphile

4 Erablaie à Aspérule de Turin
5 Erablaie à Orme
6 Erablaie sur bloc

Carte des stations - Bassin versant de Gap-Chaudun



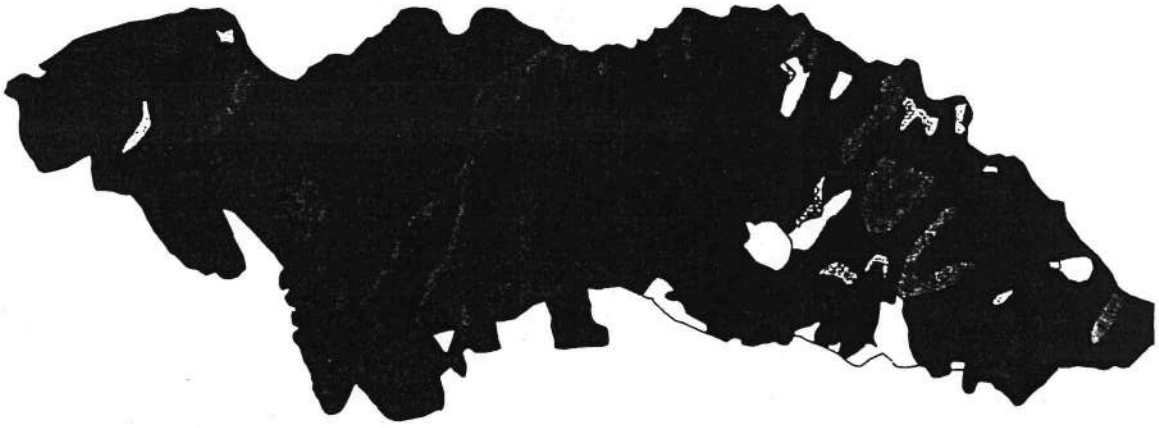
Nature des stations

- Pelouses et landes
- Eboulis
- Hêtraie sapinière mésoxérophile inférieure
- Hêtraie sapinière mésoxérophile supérieure
- Hêtraie sapinière xérocline
- Hêtraie sapinière mésophile inférieure
- Hêtraie sapinière mésophile supérieure
- Hêtraie sapinière hygrosciaphile
- Hêtraie sapinière très hygrosciaphile
- Erablaie frênaie mésophile à xérocline sur blocs
- Erablaie très hygrosciaphile de ravins
- Erablaie hygrosciaphile
- Chênaie pubescente
- Aulnaie blanche et saulaie de talwegs
- Mélèze
- Parcelles en régénération
- Autres résineux

EDPF, Engref Nancy

Cartes des stations

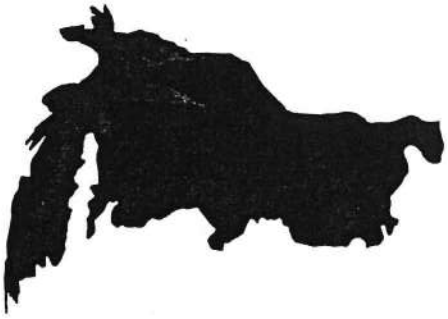
Echelle des cartes sur fond topographique IGN Top25 : 1/12.500e



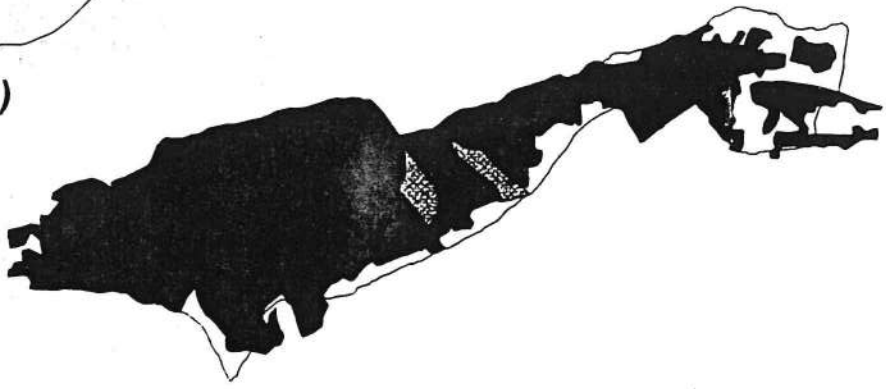
Bois de Loubet (889-3264)



Bois du Chapitre (891-3266)



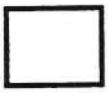
Bois de Tavanet (893-3262)



Bois de Lescout (891-3264)

Légende des cartes des stations


Eboulis


Pelouses, landes


Hêtraie-sapinière mésoxérophile inférieure


Hêtraie-sapinière mésoxérophile supérieure


Hêtraie-sapinière xérocline


Hêtraie-sapinière mésophile inférieure


Hêtraie-sapinière mésophile supérieure


Hêtraie-sapinière hygrosciaphile


Hêtraie-sapinière très hygrosciaphile


Erablière-frênaie mésophile à xérocline sur blocs


Erablière très hygrosciaphile de ravin


Erablière hygrosciaphile

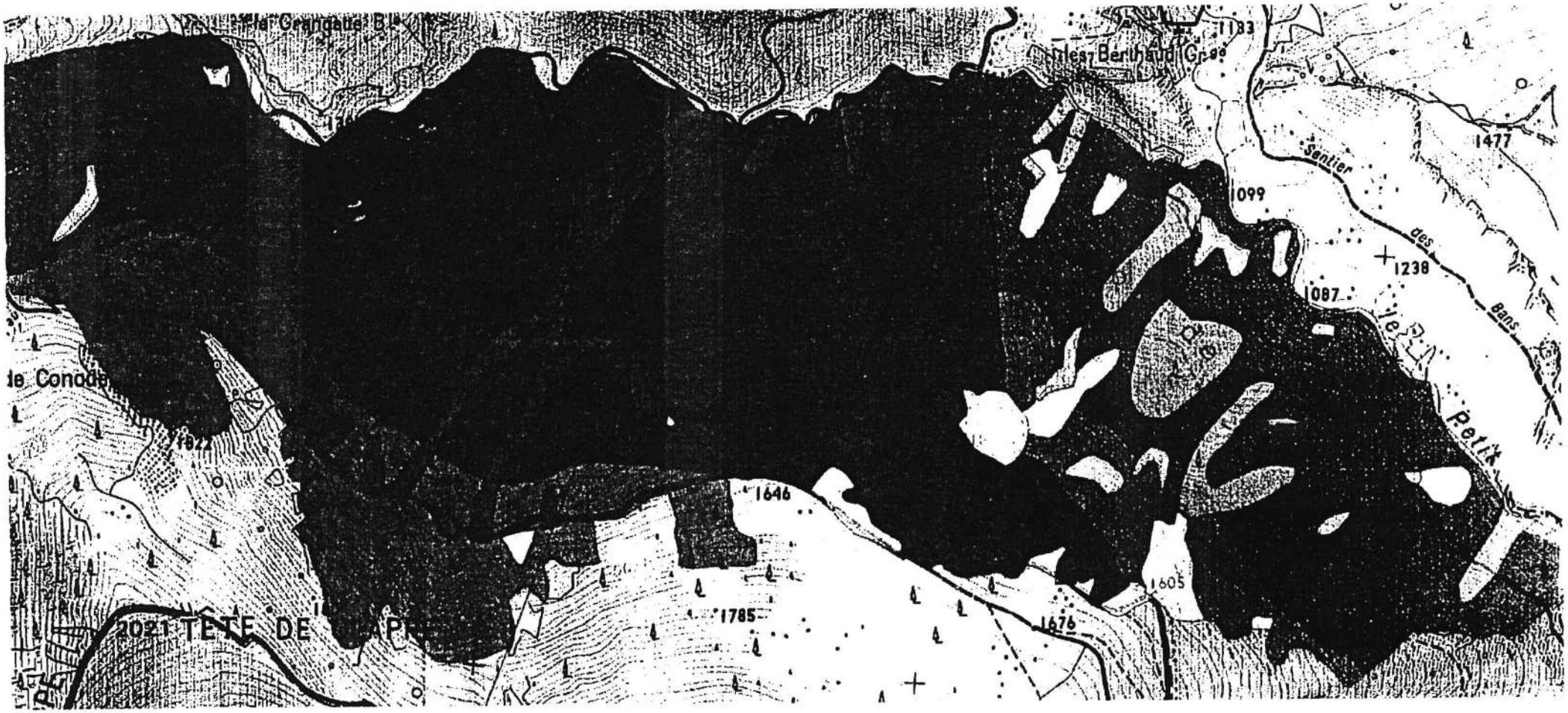

Chênaie pubescente


Aulnaie blanche, saulaie de thalweg

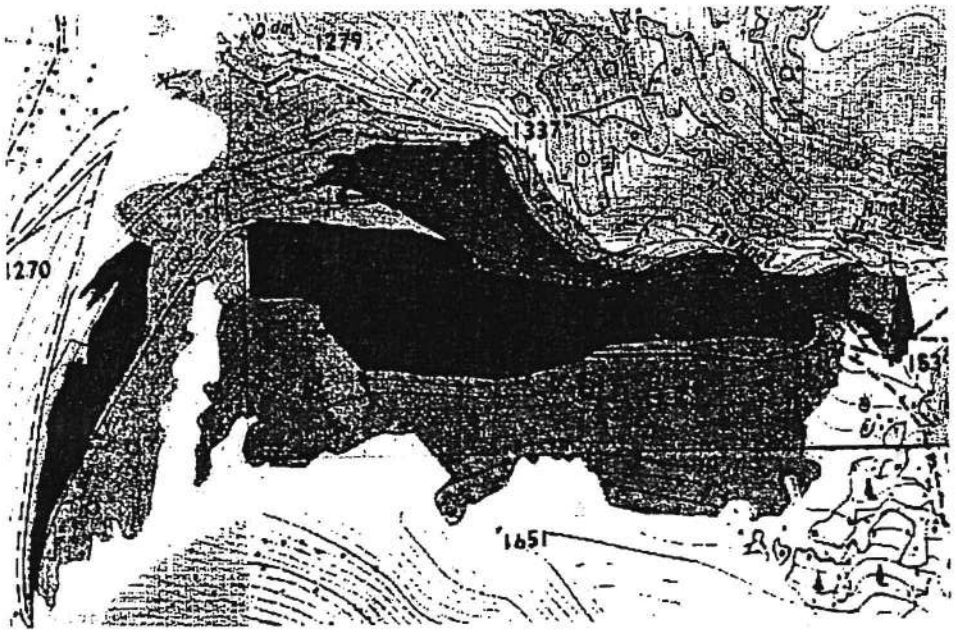

Mélèze

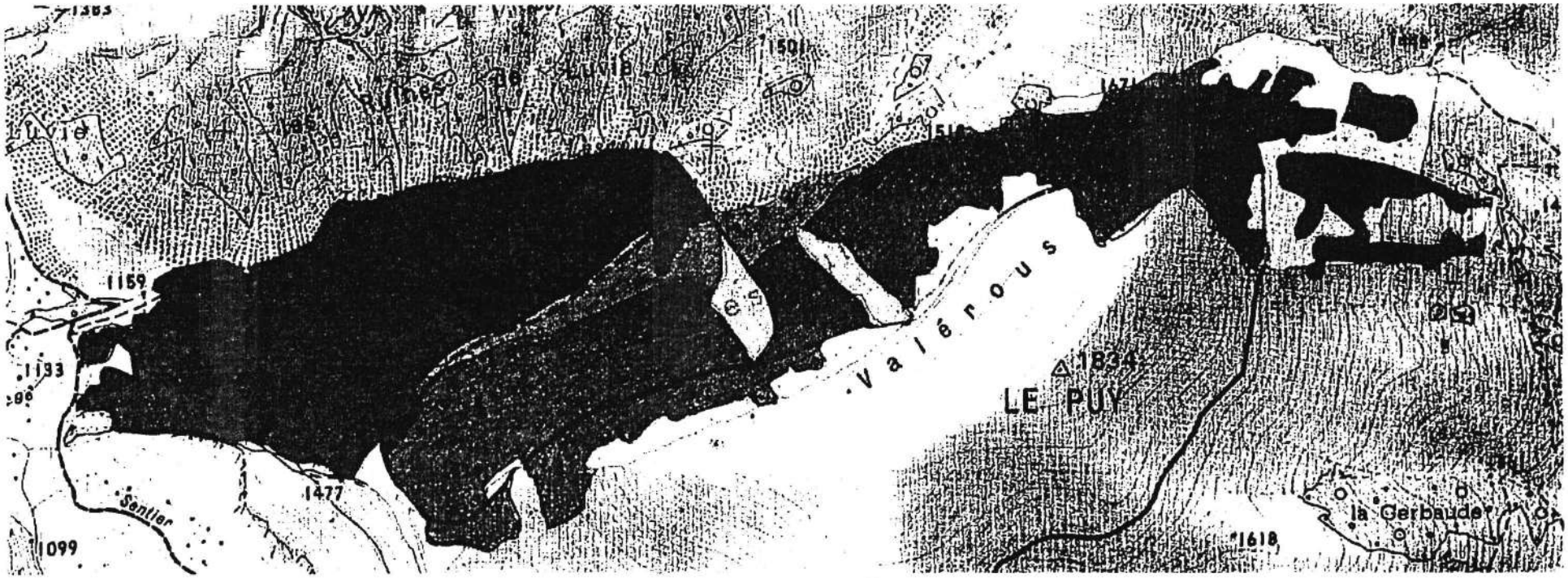

Parcelle en régénération


Autres résineux


1183
1477
Sentier
des
Bains
1099
1238
1087
1646
1605
1676
1785
2021
TETE DE


1251
1595
1543
ROC DE
PUREL ETTE


1279
1337
1270
1651


1159
1193
1099
1477
Sentier
Valéroux
1834
LE PUY
la Gerbaudet
1618

4 - Typologie des peuplements forestiers

Cemagref

Projet ECOFOR

Impact des modes gestion forestière sur la biodiversité au sein du bassin de Gap-Chaudun (Hautes-Alpes)

Compte rendu des travaux effectués en 1999 par le Cemagref (équipe forêt)

Cemagref

Point (4) : Typologie des peuplements forestier

Une première description rapide a été réalisée en début de saison à partir de photos aériennes et de parcours par transects, sur de l'ensemble des massifs susceptibles d'être étudiés (station hêtraie-sapinière), pour permettre d'arrêter définitivement le choix des sites. Elle avait été préparée par une étude historique devant permettre de mettre ne évidence les différences d'origine.

Au terme de cette phase de cadrage, on a conservé les forêts présentant une originalité forte par rapport au bois du Chapitre et aux autres massifs forestiers, soit : le bois des Donnes, le bois de l'Ufernet, le bois de Lescout et le bois du Tavanet, et le bois de l'Avalanche, qui ont pu faire l'objet de descriptions plus approfondies. Les bois de Lescout, du Tavanet et de l'Avalanche sont les 3 massifs encore gérés, représentatifs de modes sylviculturaux variés. Le bois des Donnes, fortement marqué par son exploitation passée en taillis de hêtre, constitue néanmoins le massif dont l'abandon de la gestion est le plus ancien (XIXème siècle). L'Ufernet présente un stade intermédiaire dans la chronologie d'abandon, sur un versant plus sec.

L'étude plus détaillée qui a suivi a permis d'identifier et de cartographier 22 types de peuplements sur ces 5 massifs. Chaque type de peuplement fait l'objet d'une fiche descriptive, indiquant notamment son origine probable par recoupement entre les données de terrain et les archives historiques. L'originalité de chaque massif, liée notamment à son historique, s'en trouve confirmée, de la sapinière pure intensivement gérée du Tavanet, à la hêtraie pure du bois des Donnes.

\Type	S1	S2	S3	S4	S5	S6	M	FR	HS1	HS2	HS3
Lescout	1,92	3,37	8,71	0	3,27	0	0	0,55	1,94	6,66	0
Tavanet	21,49	1,04	0,41	2,1	0	0	4,71	0	0	1,52	1,29
Donnes	0	0	0	0	0	0	1,55	0,32	0	0	0
Ufernet	4,14	0	0	0	9,33	4,05	0	0	26,24	0	0
Avalanche	15,96	0	0	0	0	0	0	0	2,79	0	1,12
Surface totale	43,51	4,41	1,12	2,1	12,6	4,05	6,26	0,87	30,97	8,18	2,41

Bois :	H1	H2	H3	H4	H5	F1	F2	PR	R	A	PB
Lescout	11,93	0,87	0	27,18	1,84	0	0	0	0	7,17	0
Tavanet	0,77	6,84	0	0	5,11	0	0	3,89	11,86	0	0
Donnes	87,92	0	0	6,92	0	6,44	0	0	0	2,34	3,04
Ufernet	25,18	0	7,2	0	0	0	0	0	0	8,69	0
Avalanche	0	1,99	0	0	0	0	9,18	0	0	2,59	0
Surface totale	125,8	9,7	7,2	34,1	6,95	6,44	9,18	3,89	11,86	20,79	3,04

Surfaces en hectares par massifs de chaque groupe typologique.

Essences dominantes des types de peuplement :

S = Sapinière M=Mélèze FR = futaie résineuse
HS = Hêtraie-Sapinière H = Hêtraie F = Feuillus
PR=Plantation Résineuse R = Régénération AB = Accrus Feuillus

Cemagref

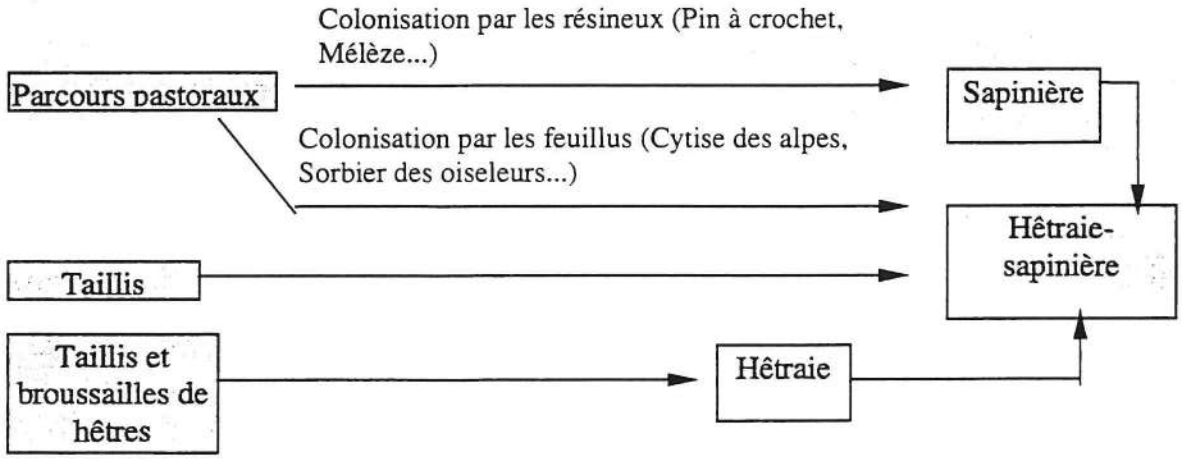
Structure : les strates sont numérotées de haut en bas (amplitude ¼ de la hauteur totale adulte)

Structure	Sapinières	Autres futaies résineuses	Hêtraies-sapinières	Hêtraies	Feuillus divers
Régularisée en strate 1	S1, S2, S3, S4	M1, FR	HS1	H1, H2	F1
Régularisée en strate 2	--	FR	--	--	--
Etagée à 3 strates	S5, S6	--	HS2	H3, H4	F2
Strates 2 et 3 majoritaires	--	--	HS3	H5	--

Stade dynamique

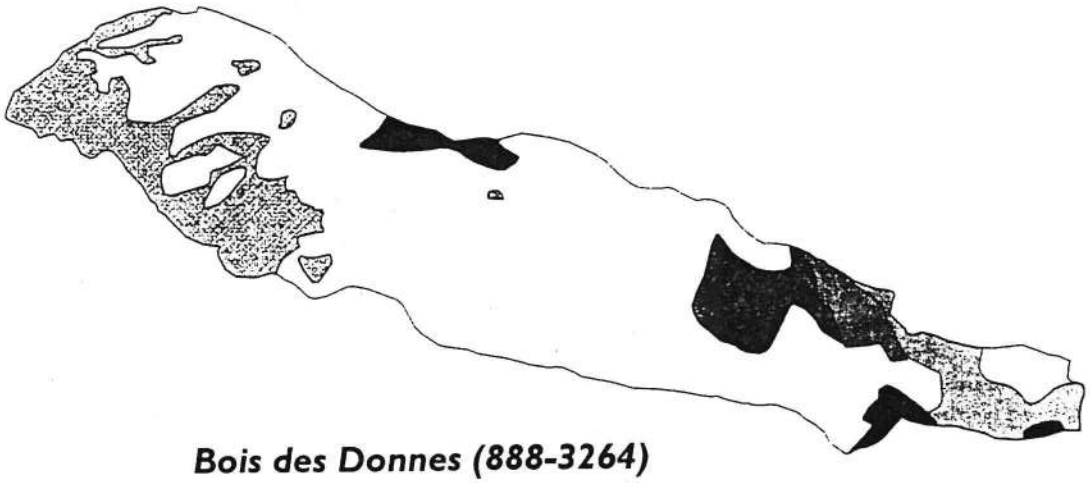
- **Phase initiale** : S4, H5
- **Phase optimale** : S2, H1, H2, F2, F1
- **Phase optimale/terminale** : S1, S6, M1, HS1
- **Phase de déclin** : S3
- **Phase Jardinée** : S5

Schéma dynamique général :

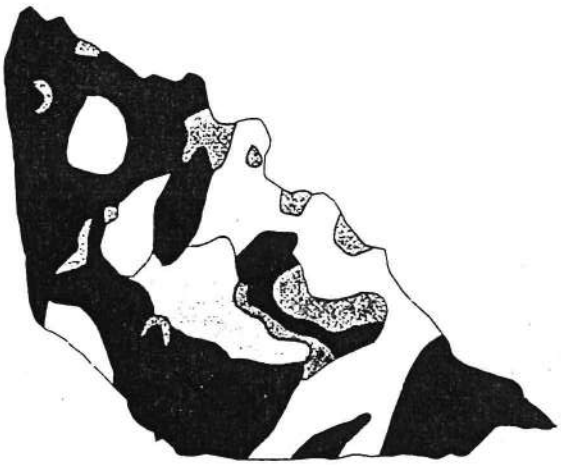


Cartes des peuplements

Echelle des cartes sur fond topographique IGN Top25 : 1/12.500e



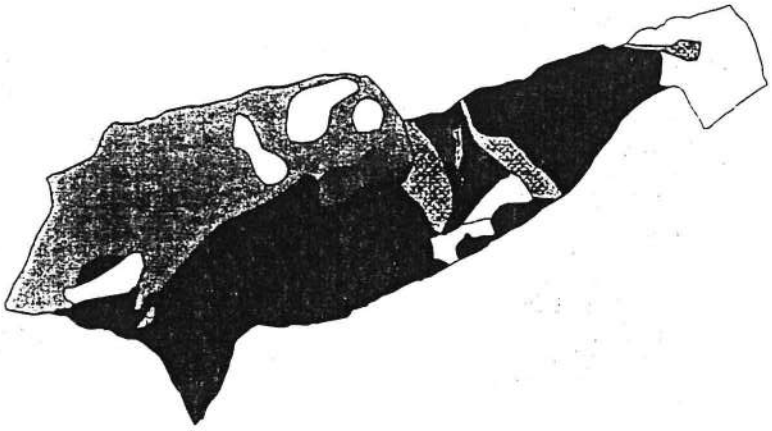
Bois des Donnes (888-3264)



Bois de l'Ufernet (890-3263)



Bois de Tavanet (893-3262)



Bois de Lescout (891-3264)



Bois de l'Avalanche (892-3260)

Hugues Merle & Philippe Delcros, Cemagref Grenoble, 1999

Légende des cartes des peuplements

Groupe des Sapinières

- Futaie fermée régularisée en strate 1, à moyens et petits bois
- Futaie dense régularisée à petits bois
- Futaie vieillie claire à moyens et petits bois
- Futaie très claire régularisée à petits bois
- Futaie étagée fermée à moyens et petits bois
- Futaie dense étagée mélangée de feuillus, à petits bois

Autres Futaies Résineuses

- Futaie de mélèze régularisée en strate 1, à bois moyens
- Futaies résineuses diverses

Hêtraies-Sapinières

- Hêtraie-sapinière régularisée en strate 1, à petits bois dominants
- Hêtraie-sapinière étagée claire
- Hêtraie-sapinière jeune, mélangée de mélèze

Groupe des Hêtraies

- Futaie sur souches régularisée en strate 1
- Taillis dense très riche en petits bois
- Hêtraie étagée claire
- Hêtraie dense irrégularisée par bouquets réguliers
- Hêtraie jeune mélangée

Peuplements Divers

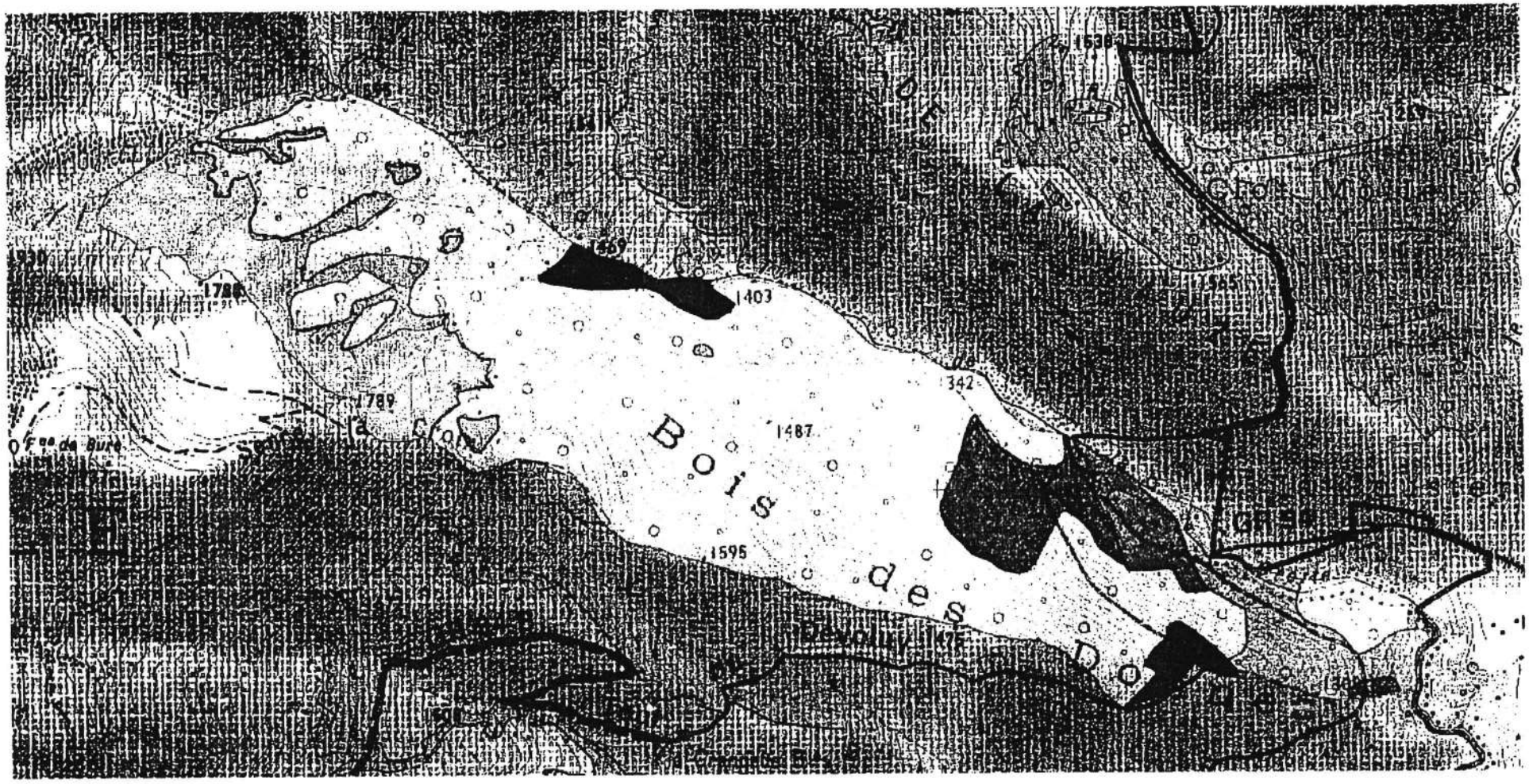
- Taillis clair de feuillus mélangés
- Erablaie-frênaie étagée

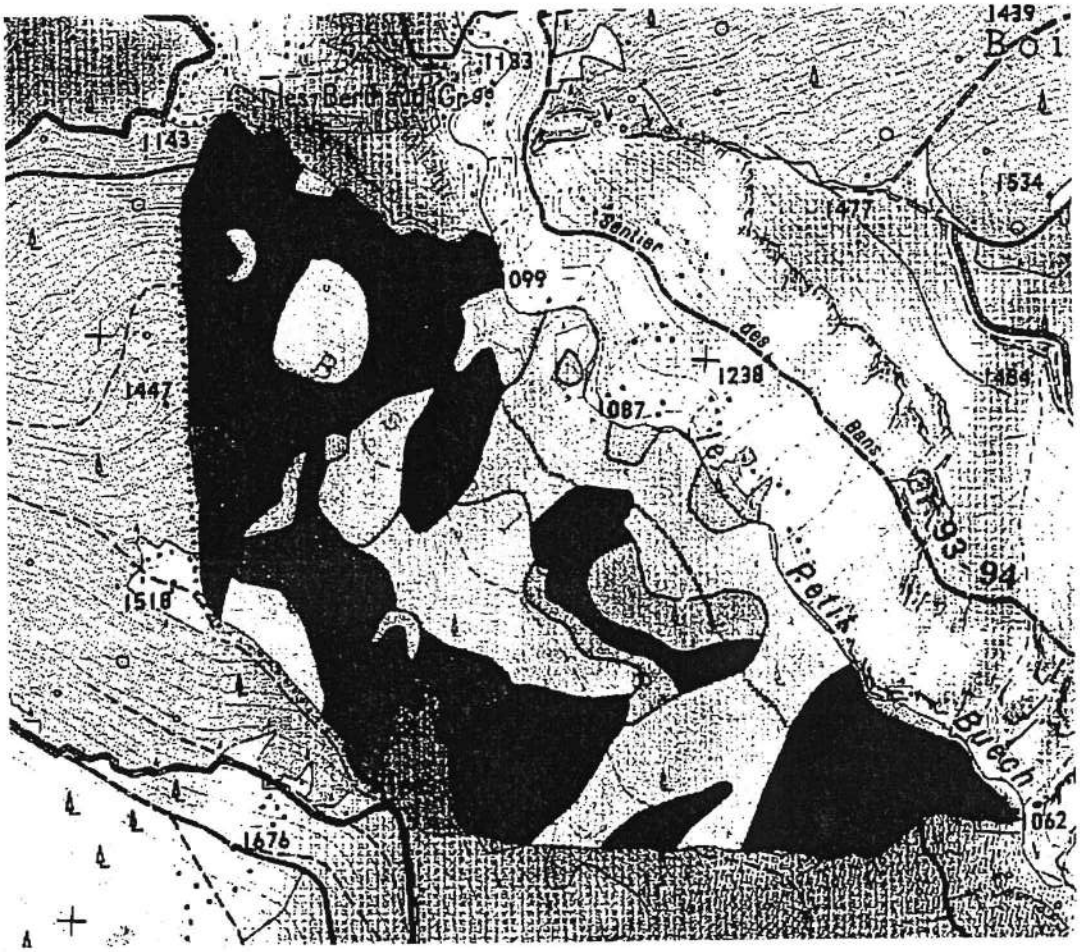
Plantations, Accrus et Zones en Régénération

- Plantation résineuse jeune
- Peuplements en régénération
- Peuplements d'accrus de feuillus
- Pré-bois
  Haies vieillies

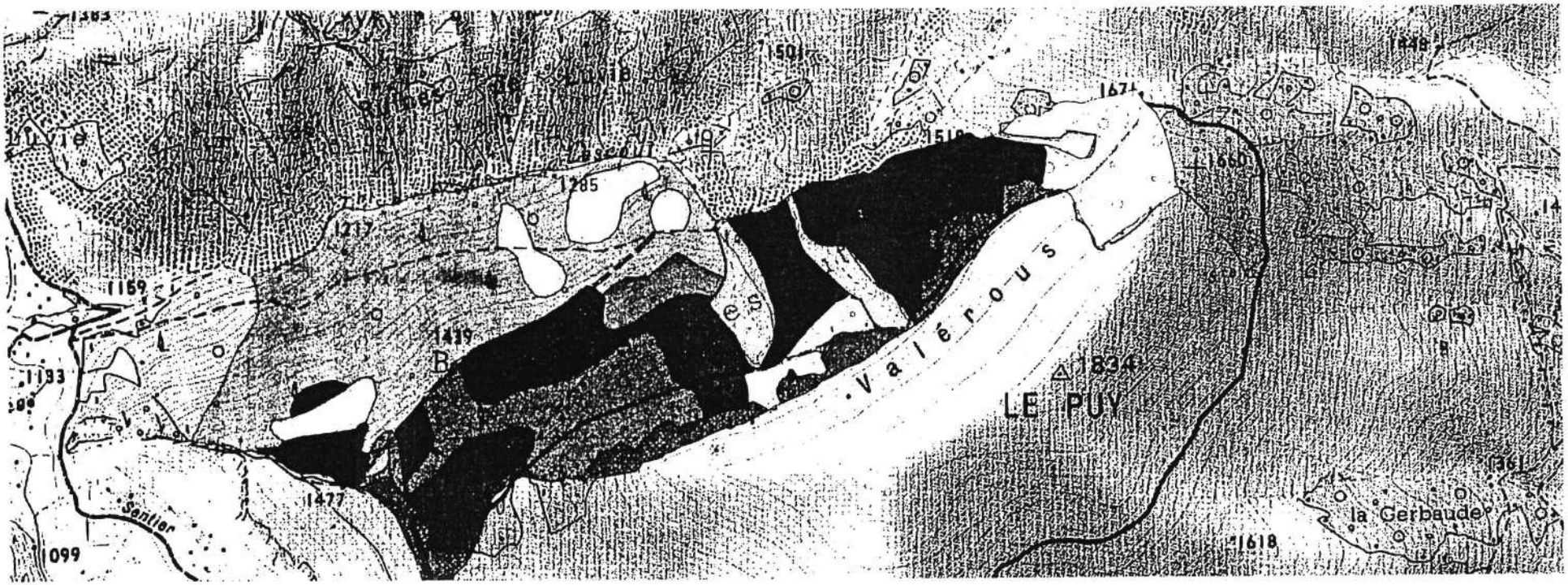
Autres

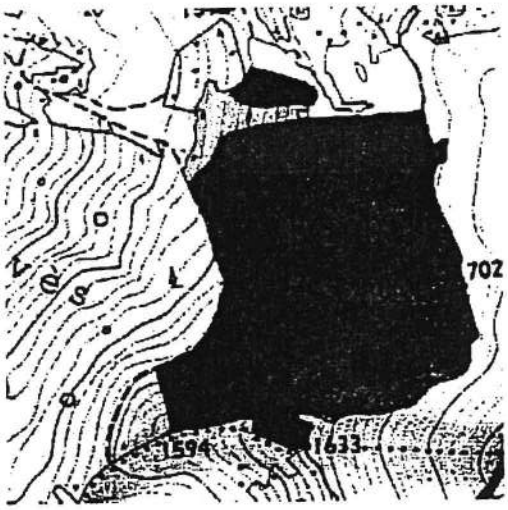
- Affleurements rocheux
- Pelouses


1536
1403
342
1487
1595
1475
Bois des
1939
1789


1439
B 0 1
1183
1143
1534
1477
099
1238
1484
087
1447
1518
1676
062
94


279
1337
1270
1651


1501
1671
1660
1285
1217
1169
1439
1193
1477
1099
Valeirous
1834
LE PUY
la Gerbaude
1618


702
1594
1633

5 - Diversité floristique

Rôle de la diversité des groupes fonctionnels d'essences dans les processus dynamiques.

Présentation des résultats

Evaluation et dynamique de la diversité du tapis herbacé
Sylvigénèse versus Sylviculture
Exemple des hêtraies-sapinières du bassin versant de Gap-Chaudun (Hautes-Alpes)

Le protocole expérimental est bâti afin de répondre au double objectif d'évaluation et de déterminisme de la diversité du tapis herbacé dans la sylvigénèse ou dans un cycle sylvicole. La mesure quantitative du tapis herbacé nous permettra de développer des modèles d'analyse de la variance. Les inférences porteront sur le tapis végétal (Ptéridophytes et Phanérogames). La variable à expliquer sera l'indice de Simpson (D), mesure de l'équitabilité au sein des communautés. Nous pratiquerons également l'analyse de la variance sur la richesse spécifique par m² (Sm). Nous pensons ainsi cerner les deux composantes de la diversité à l'échelle de la station (diversité α).

Les questions à la base des analyses :

- Existe-t-il des espèces inféodées aux forêts subnaturelles?
- Les forêts subnaturelles sont-elles des référentiels en matière de diversité du tapis herbacé?
- La gestion forestière maintient, érode ou augmente t-elle la diversité du tapis herbacé?
- Quelle est la dynamique de la diversité du tapis herbacé au sein du cycle sylvicole et dans la sylvigènèse?

Richesse et diversité spécifique globale.

160 espèces au niveau du tapis herbacé sur l'ensemble des placettes.
80 espèces ont une fréquence inférieure à 10%.
4 espèces ont une fréquence supérieure à 80% *(Prenanthes purpurea, Rosa pendulina,Galium aristatum et odoratum*).
134 espèces sont recensées dans les forêts subnaturelles contre **124** dans les forêts gérées.
3 espèces au m² ont été comptabilisées pour une richesse moyenne par placette de 25 espèces.
La diversité spécifique moyenne est globalement élevée (0,75). La valeur maximale est atteinte dans la phase d'innovation d'une forêt subnaturelle.

Des espèces localement inféodées aux forêts subnaturelles ?

36 espèces sont présentes uniquement dans les forêts subnaturelles contre 26 dans les forêts gérées.

Forte représentativité des *Orchidaceae (e.g. Epipogium aphyllum, Cephalanthera damasonium)* et des Ptéridophytes dans la liste des espèces inféodées aux forêts subnaturelles,

L'originalité-rareté (Lebreton, 1998) permet d'appréhender la diversité en terme rationnel à partir d'une notion subjective comme la rareté. Cet indice a été calculé pour les 86 placettes par espèce et par relevé:

(la signification de cet indice n'a de sens qu'au sein de l'association du *Trochiscantho-Abietetum)*

L'indice est maximal dans la phase d'innovation des forêts subnaturelles (**Ior = 875**), et minimal dans la phase d'aggradation des forêts gérées (**Ior = 171**).

Néanmoins un test "t" de Student montre que les forêts subnaturelles ne sont pas plus originales, au sens de l'indice, que les forêts gérées. (p= 0.79) .

Nous avons donc testé le massif du Chapitre contre l'ensemble des autres massifs. Le test de Wilcoxon est **non significatif** (p= 0.319). Ceci signifie que les hêtraies-sapinières du bois du Châpitre ne sont pas plus originales, au sens de l'indice, que les autres hêtraies-sapinières étudiées. Il n'est pas question ici des autres unités stationnelles.

Analyse de la variance avec le modèle complet à trois facteurs et un terme d'interaction

❑ Sur la richesse spécifique par m² (Sm):
L'effet PHASE est hautement significatif (p = 10E-5). Aucun effet des autres facteurs.

- Sur l'équitabilité (Indice de Simpson,D):

Test non-paramétrique : Effet du mode de gestion significatif ; L'indice est plus élévé dans les forêts gérées.

Effets des facteurs mésologiques sur la diversité du tapis herbacé.

- Les variances intra et inter stationnelles ne sont pas suffisamment importantes pour laisser s'exprimer des différences potentielles ; ceci en raison du plan d'échantillonnage. Le facteur STATION, considéré comme une variable synthétisant les variables descriptives du milieu physique, n'a pas d'effet sur la richesse spécifique au m² ni sur l'équitabilité.
- Corrélations entre les variables mésologiques et les variables à expliquer.

Les corrélations entre la pente, D et Sm sont significatifs (p= 0.0046 et p= 0.0136). Corrélée négativement à ces deux variables (r^2=-0.324 ; r^2=-0.283), elle semble jouer un rôle **d'érosion floristique**. Aucun autre paramètre mésologique n'est significatif.

Effets des facteurs structuraux du peuplement ligneux sur la diversité du tapis herbacé.

- L'équitabilité (Indice de Simpson):

  L'équitabilité est donc différente entre les forêts subnaturelles *versus* gérées.

- Analyse de la variance sur la richesse spécifique par m² (Sm).

  L'effet PHASE est hautement significatif

La richesse spécifique par m² dépend plus de la phase que du mode de gestion. Elle est minimale dans la phase d'aggradation (2.4 espèces /m² en moyenne) et maximale dans la phase d'innovation (4,7 espèces par m²). Elle augmente en moyenne de 1.5 fois dans la phase d'innovation.

- Corrélations entre les variables structurales et les variables à expliquer.

La diversité du tapis herbacé, à travers ces deux composantes, est tributaire de la surface terrière.

Elle semble agir en faveur d'une diminution de cette diversité.

La diversité du tapis herbacé paraît sensible au type d'essence considéré. Nous devons donc nous interroger sur la proportion relative de ces essences. L'augmentation de la surface terrière diminue la ressource lumineuse disponible pour les herbacées. L'équitabilité est affectée par la surface terrière en sapin alors que la richesse spécifique est sensible au la surface terrière en hêtre et toute essence confondue.

Dynamique de la diversité du tapis herbacé dans le Trochiscantho-Abietetum (hêtraie-sapinière) du bassin versant de Gap-Chaudun.

- Dans un cycle sylvigénétique

L'organisation numérique de cette phytocénose se modifie au cours de la sylvigénèse. Le rang et la composition sont très différentes d'une phase à l'autre Elle répond en cela aux variations du peuplement ligneux.

Dynamique de la régénérartion :

Globalement, ce sont les semis feuillus qui prédominent, avec 37% pour le frêne et 29% pour l'érable sycommore. Le sapin ne représente que 12% de la regénération totale et seulement 6% pour le hêtre. Les processus de régénération sont conformes à l'autécologie des essences et à la logique de la sylvigénèse.

Dans un cycle sylvicultural.

L'organisation numérique et taxinomique se modifie également dans le processus du cycle sylvicole. Cependant, les espèces qui la structurent numériquement sont très différentes de celles impliquées dans la sylvigénèse. Seul *Galium odoratum* et *Stellaria nemorum* figurent parmi les espèces structurantes dans les deux cas.

Dynamique de la régénération :

50% de la régénération est constituée par le sapin et 16% par le hêtre.

Les processus de régénération sont paradoxaux : les trouées de régénération (phase d'innovation) comportent le moins de semis. Dans la phase biostatique des surfaces terrières totales (inférieures à 20 m²/ha) permettent le maintien de conditions d'éclairement tamisé propices à la régénération des dryades (sapin et hêtre).

Notons également l'abondance de l'alisier blanc (*Sorbus aria*) et du cytise des Alpes (*Laburnum alpinum*) dans la phase biostatique alors que ces essences sont des pionnières. Nous pouvons invoquer les mêmes raisons que précédemment.

Rôle de la diversité fonctionnelle des essences dans les processus de dynamique forestière.
L'exemple de Gap Chaudun.
— Premières réflexions

J.C.RAMEAU ENGREF

Problématiques :

- observation dans le bassin versant de la plupart des processus de dynamique forestière susceptibles de se rencontrer (espace très représentatif dans ce domaine);
- **quelles est l'importance de la diversité des essences dans les diverses logiques dynamiques qui se développent?**
- **quelle méthode utiliser pour appréhender ce rôle de la diversité des essences?**

Nécessaire de travailler à différentes échelles : échelle du bassin versant , échelle du processus dynamique considéré, station.

- quelles sont les essences présentes dans le bassin versant ? -> notion de **stock dendrologique** ;
- **quelles sont les essences qui peuvent intervenir en un lieu donné , compte tenu des conditions stationnelles (échelle de la station) ?**

Peut-on définir une **diversité potentielle,** c'est à dire définir l'ensemble des espèces pouvant intervenir dans des conditions écologiques données.
Par exemple peut-on cerner les **niches écologiques** des essences, ce qui permettrait ensuite en tout point du territoire, après un diagnostic écologique, de prédire cette **diversité potentielle** ?
Ne peut-on, avec la même démarche, prédire une diversité potentielle pour l'ensemble des espèces végétales ? Avec quelle approche ?
On devine l'intérêt heuristique de cette notion de diversité potentielle : sur un site, on dispose de la diversité potentielle, on étudie la diversité présente... il reste à s'interroger sur l'écart...et ses causes...

Les processus dynamiques en se développant induisent des modifications de certains paramètres écologiques.
En fonction des **stratégies adaptatives** (de reproduction, de compétition, de comportement juvénile...) telle ou telle essence va intervenir à tel ou tel moment de la succession.
Il est possible d'individualiser des **groupes fonctionnels** d'essences (cf Rameau 1987, 1991).rassemblant des essences ayant des stratégies adaptatives assez proches, des caractères morphologiques et physiologiques particuliers... et **intervenant, de ce fait, à un moment précis de la succession** (pionnières, postpionnières, dryades, nomades).

Ne peut-on **analyser la diversité au niveau de ces groupes fonctionnels ?Quelle est l'importance de la diversité des groupes fonctionnels présents ? de la diversité en espèces de chacun de ces groupes ?**

Mais il y a le hasard et la nécessité....; à côté de la théorie, il y a la réalité du terrain... issue de multiples héritages.
Très grande importance des potentiels de semences de ces essences et de leur localisation dans l'espace.. par rapport au site concerné par les processus dynamiques.

→ intérêt des outils et méthodes de **l'écologie du paysage** (analyse des structures préexistantes présentant des potentiels de semences -> scénarios sur la fonctionnement à partir des potentiels de semences).

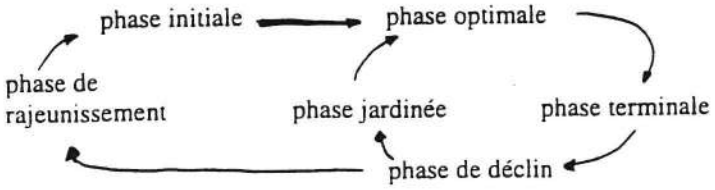
A notre avis, très grande importance du **concept de groupe fonctionnel** pour appréhender la diversité biologique et son rôle..

- utile pour étudier la diversité de certains groupes zoologiques très "riches" en espèces (Insectes...) ; il est sans doute plus aisé dans un premier temps de travailler à individualiser des groupes fonctionnels, de rechercher ces groupes sur un site... en commençant éventuellement à évaluer leur richesse en espèces ???
- beaucoup de travaux sont lancés sur les groupes fonctionnels d'espèces végétales... on exhume les types biologiques...Ne peut-on imaginer une approche semblable à celle développée ici sur les essences:
  - stock d'espèces sur un territoire:
  - différents compartiments stationnels présents... bien définis écologiquement,
  - définition des niches écologiques des espèces → diversité potentielle ;
  - étude des stratégies de reproduction, de compétition, type de croissance, dynamique des populations, particularités morphologiques et physiologiques...

→ groupes fonctionnels... avec les espèces de la diversité potentielle sur une station.... ?

I – Les divers processus de dynamique forestière observés dans le bassin versant :

= **les cycles sylvigénétiques** dans les forêts non gérées :



Les phases **de rajeunissement sont très variables** en fonction de la **taille des trouées** :
- arbres morts se décomposant sur pied ("chandelles") -> trouée avec effet "cheminée"
- arbres morts entraînant dans leur chute des arbres voisins ;
- perturbations plus sérieuses à l'origine de plus grandes trouées;
- impact des crues sur les forêts riveraines;
- impact des avalanches sur les forêts de ravins.

= les cycles sylviculturaux :
- anciens : traitement en taillis de peuplements de hêtre issus de la transformation de sapinières-hêtraies initiales;
- jardinages en sapinière - hêtraie,
- coupes de bouquets;
- coupes au niveau de parquets plus ou moins étendus.

= la dynamique "linéaire" :
- régénération et développement d'essences autochtones dans des plantations de pins, de mélèzes : -> restauration progressive de la diversité dendrologique ;
- développement d'**accrus** :
  - en lisière des forêts constituées , sur des espaces pastoraux à l'abandon ;
    - à partir du stock de semences de la forêt constituée;
    - à partir des semences issues des plantations (Pin, Mélèzes) ;
  - au sein d'espaces pastoraux encore fonctionnels, dans les situations marginales pour les troupeaux :
    - sur les fortes pentes, des bordures de certaines prairies ou pelouses -> bosquets;
    - en limite de parcelles, le long de chemins...

2- **Quelle est le rôle de la diversité fonctionnelle des essences dans ces divers processus dynamiques ?**
Dans les documents qui suivent nous donnons un certain nombre de résultats utiles pour répondre à la question posée:

- à l'échelle du bassin versant, **le stock dendrologique présent;**

- pour les espèces présentes, nous précisons **les niches écologiques** (ici vis à vis du **bilan hydrique stationnel, et vis à vis de l'altitude**).

Nota . Le bilan hydrique stationnel est parfaitement révélé par la combinaison des groupes d'espèces indicatrices herbacées (cf. typologie stationnelle établie). Des études écologiques ultérieures permettront d'objectiver ce bilan hydrique (carte de données climatiques, d'indices de rayonnement, de confinement...).

- à l'échelle stationnelle , il devient possible en un lieu donné, après un diagnostic écologique simple, de définir la **diversité potentielle** en essences.... d'évaluer et d'expliquer l'écart de la diversité actuelle par rapport à la diversité potentielle, en analysant les variations à travers les processus dynamiques.

- pour appréhender les processus dynamiques nous donnons ensuite les **groupes fonctionnels d'essences** , établis à partir des stratégies adaptatives de reproduction, de compétition, de comportement juvénile (comportement des régénérations et des semis vis à vis de la lumière), en précisant les phases dynamiques où, compte tenu de ces propriétés, interviennent ces divers groupes fonctionnels.

A partir de ces divers éléments , nous donnons quelques exemples de processus dynamiques analysés dans le bassin versant, exemples qui mettent en évidence **l'importance de la diversité dendrologique**, mais aussi :

- le poids important de la diversité stationnelle intra-massif ;
- l'influence de la gestion passée qui a réduit plus ou moins le cortège dendrologique initial local ;
- le rôle de l'écologie du paysage avec la spatialisation possible des potentiels de semences .

Ces travaux seront approfondis au cours des deux prochaines années.

3- Les données sur les essences présentes :

échelle bassin versant :

. le stock dendrologique présent :

essences autochtones

Abies alba
Acer campestre
Acer opalus
Acer platanoides
Acer pseudoplatanus
Alnus incana
Fagus sylvatica
Fraxinus excelsior
Laburnum alpinum
(Populus tremula)
(Prunus padus)
Quercus pubescens
Salix sp. pl.
Sorbus aria
Sorbus aucuparia
(Taxus baccata)

(espèce rare)
mis en évidence par la pédoanthracologie *de Pinus cembra* en subalpin, disparu après les défrichements !

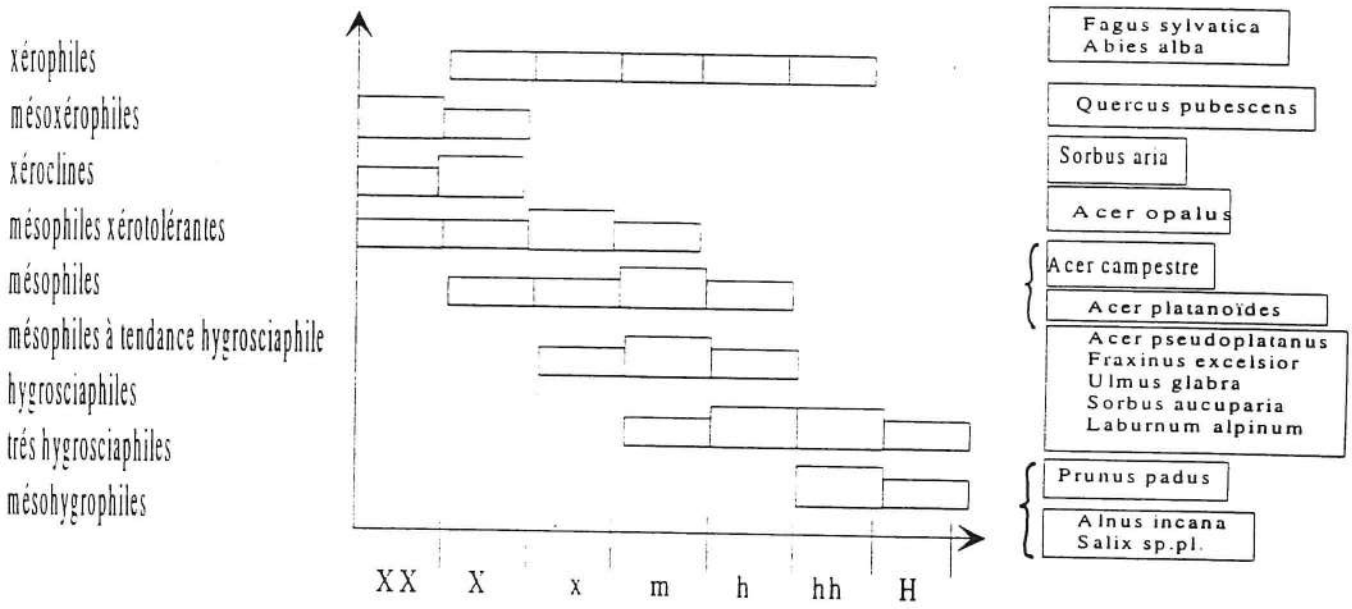
introduites

Pinus sylvestris
Pinus uncinata
Pinus nigra subsp. *nigricans* var. *austriaca*
Larix europaea (Picea abies)

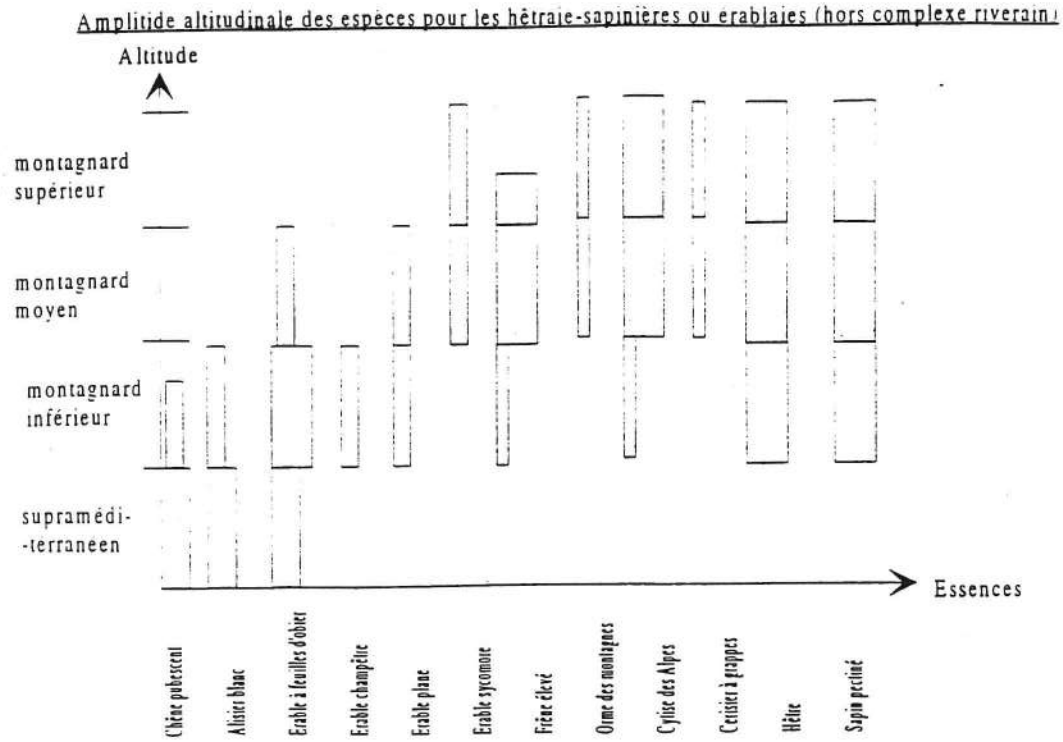
. définition des niches écologiques des essences :

Niche écologique conçue comme l'ensemble des conditions dans lesquelles vit et se perpétue la population d'une espèce.

- **vis à vis du bilan hydrique**



- **vis -à vis de l'altitude :**

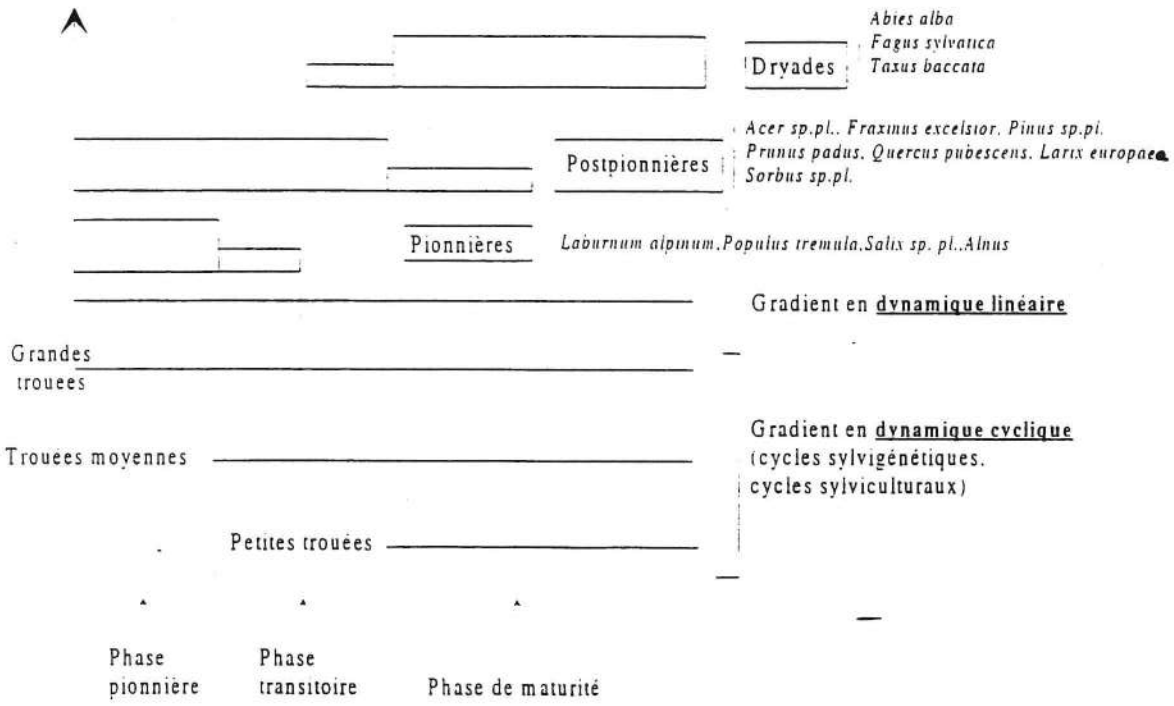


Les groupes fonctionnels d'essences :

selon les stratégies de reproduction, de compétition, le comportement juvénile...

➔ participation :

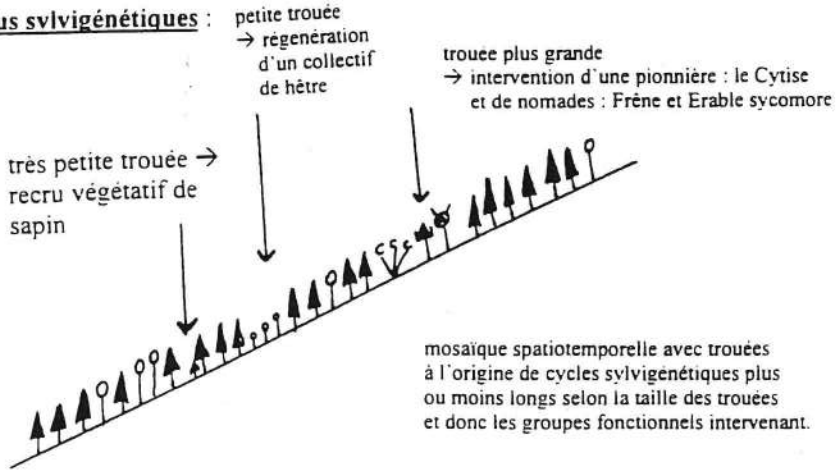
- à des phases pionnières, transitoires, de maturité de la dynamique linéaire de reconquête forestière ;
- à la cicatrisation de grandes, moyennes, petites trouées, dans la dynamique cyclique



Cas des massifs en réserve intégrale ou sans gestion depuis plus de 40 ans

- **diversité potentielle en sapinière-hêtraie mésophile ou hygrosciaphile** (bois du Chapitre, Loubet...)
  - tous les groupes fonctionnels représentés, avec toutes les espèces possibles

- **processus sylvigénétiques** :

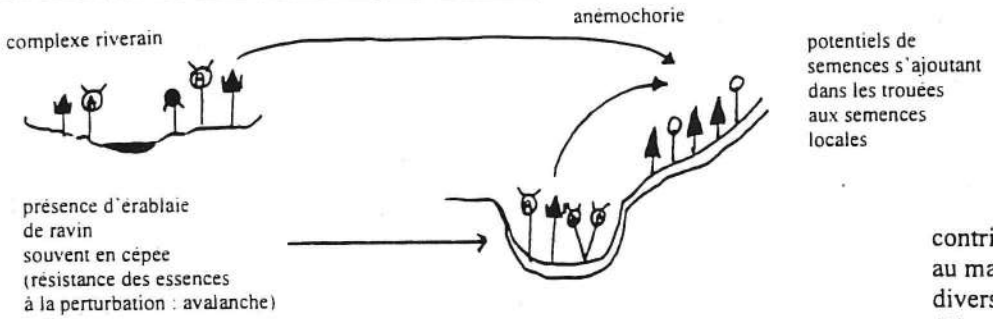


→ diversité des groupes fonctionnels et diversité spécifique de ces groupes assurant une **parfaite résilience** dans le fonctionnement dynamique quelle que soit la taille de la trouée

- petite trouée : recru végétatif de Sapin ou régénération de hêtre → dryades seules (cycle court)
  → autorégénération de la phase de maturité
- trouée moyenne : | une pionnière, le Cytise des Alpes
  | des nomades, Frêne, Erables
  – éventuellement quelques régénérations de dryades (Sapin, Hêtre) → cycle plus long
- grande trouée : | une pionnière, le Cytise des Alpes
  | des nomades : Frêne, Erables | → phase pionnière
  croissance des individus
  régénération en sous-bois, selon un modèle de facilitation du Hêtre et du Sapin
  → cycle long

- zones d'éboulements fréquents de blocs : blocage partiel en phase pionnière avec cépées d'Erables et de Frêne et quelques Sapins (et Hêtres) blessés à leur base.

- **influences de la diversité stationnelle intra-massif** :



contribuant (?)
au maintien d'une bonne
diversité génétique
(diverses populations
soumises à des pressions
de sélection différentes (?))

Processus sylviculturaux :

- **Hêtraie sapinière gérée :**
  - hêtraies-sapinières mésophiles et hygrosciaphiles ;
  - même diversité potentielle actuelle



- base du bois de Lescout
  futaie jardinée avec enlèvement de quelques sapins
  → régénération Cytise – Frêne – Erable sycomore – Hêtre – Sapin

→ mosaïque spatio-temporelle perpétuée, avec l'avantage sur la forêt non gérée, d'une mosaïque plus fine…
→ plus grande variation à l'hectare du nombre moyen d'essences :



- trouées plus grandes (Avalanche)
  première étape : développement de végétation de coupes
  Framboisier, Séneçon de Fuchs…
  le sapin apparaît en lisière seulement ainsi que le hêtre
  sinon la trouée est envahie peu à peu par pionnières et nomades
- même processus dans les grandes clairières (Tavanet) avec parfois des plantations de Mélèze ayant du mal à se sortir de la nappe dense de Framboisier…

Influence là encore de la diversité stationnelle intra massif (le bois de Lescout présente des érablaies et cotoye à sa base un complexe riverain).

Grand intérêt de la futaie jardinée avec prélèvement disséminé d'un ou plusieurs arbres → trouées où se retrouvent en régénération les représentants de tous les groupes fonctionnels ; plus grande diversité à l'hectare de la forêt ainsi gérée que la réserve intégrale… (?) et surtout totale résilience des peuplements qui peuvent faire face à tous les types de perturbations imaginables !
Attention ne pas en conclure trop vite que c'est le cas pour tous les types de peuplements…

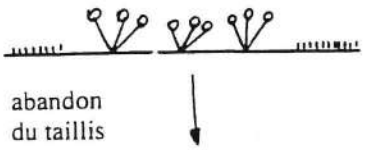
Blocage temporaire possible dans les trouées de grande taille avec développement d'un stade à Ronces (Framboisier)… qui ralentit l'implantation et le développement des régénérations ligneuses.

Intérêt d'avoir des pratiques sylvicoles permettant de maintenir dans l'espace forestier des potentiels de semences de pionnières et de nomades.

Resterait à étudier le rôle joué par le Cytise des Alpes (nodosités → facilitation ?).

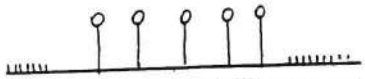
Futaies sur souche de Hêtre issues d'anciens taillis

- cas de la partie supérieure un peu isolée de Lescout et des petits massifs dispersés dans le bassin

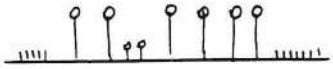


traitement en taillis pour le bois de feu
→ élimination de toutes les autres essences ; grande régularité des peuplements

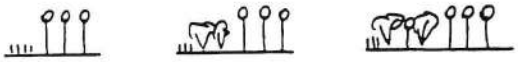
abandon du taillis



passage par vieillissement à une futaie sur souche



- régénération du hêtre dans les petites trouées
- mais incapacité de régénération dans les grandes trouées sinon en lisière de la clairière ;
- et surtout incapacité de recoloniser les espaces en déprise



ou simplement en lisière : installation de fruticées avec facilitation de la régénération du hêtre à l'ombre

. **diversité potentielle** :

- hêtraies-sapinières mésophiles ou hygrosciaphiles **potentielle** dont dérivent ces peuplements

. **diversité actuelle** :

- limitée à une dryade : le Hêtre

résultat de la gestion pour le bois de feu pendant de longues périodes

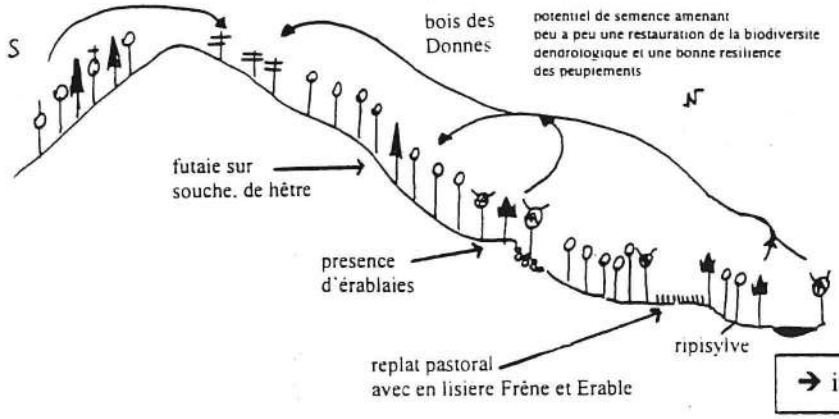
→ résilience très faible de ces peuplements incapables de se régénérer en cas de grandes trouées ;

très faible diversité de la strate herbacée...

- préconisations pour ce type de peuplement fréquent dans les Alpes du Sud :
  - ouvrir des trouées.
  - réintroduire par placeaux des représentants des divers groupes fonctionnels (Cytise, Frêne, Erable, Sapin) et passer peu à peu à l'irrégularisation (attention aux provenances utilisées !).

- **cas du bois des Donnes** : | même situation écologique, même héritage anthropique même diversité potentielle

mais présence à la base du massif d'érablaies, d'un complexe pastoral (prairies intraforestières) et d'un complexe riverain, et sur l'adret voisin d'une sapinière-hêtraie xérocline ; subsistence de quelques sapins.



- présence de nomades (et pionnières)
  . au niveau de la ripisylve,
  . au niveau des érablaies,
  . en écotone hêtraie-replat pastoral (potentiel issu des milieux précédents).

- bonne résilience avec intervention dans les diverses trouées des espèces des différents potentiels de semences (des groupes fonctionnels présents dans les types de station contigus).

→ importance de la diversité écologique intramassif

→ restauration de la diversité dendrologique peu à peu à l'occasion des trouées ; le Sapin dispersé pourra à long terme restructurer la phase de maturité.

- restauration de la diversité dendrologique des plantations de Mélèze avec installation du Cytise, du Frêne, de l'Erable sycomore, (semences venant du bas), de l'Erable à feuilles d'obier (semences venant de l'adret)

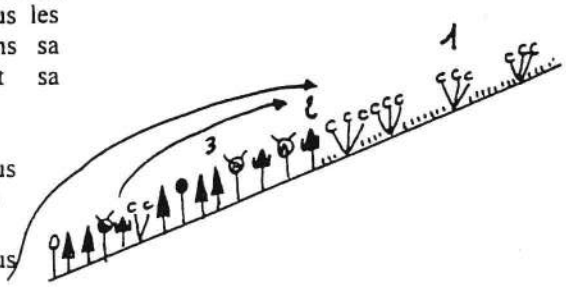
→ compte-tenu de l'impossibilité future d'exploitation (zone peu accessible) résilience des parcelles enrésinées qui repasseront à de la sapinière hêtraie.

Processus de dynamique linéaire :

- **à proximité du bois du Chapitre** qui contient tous les groupes fonctionnels dans sa dynamique cyclique et sa mosaïque stationnelle

potentiels de semences issus de la mosaïque dynamique

potentiels de semences issus des différentes stations



1 phase pionnière à Cytise des Alpes

2 phase transitoire avec Erable sycomore, Frêne

3 installation progressive du Hêtre et du Sapin en lisière du massif anciennement boisé

→ dynamique linéaire rapide

- importance de la diversité des groupes fonctionnels présents à proximité d'un espace en déprise, elle permet une reconstitution rapide d'une mosaïque dynamique dont le stade de maturité est la sapinière-hêtraie… ;
- en subalpin moyen (?) peut être installation du pin à crochets dans l'avenir à défaut du Pin cembro disparu… (mais pourquoi ne pas le réintroduire ? ? ?).

La diversité potentielle est définissable là encore… la diversité actuelle est liée aux potentiels de semences contigus.

▪ **cas des petits bois de hêtre isolés et du sommet de Lescout** :

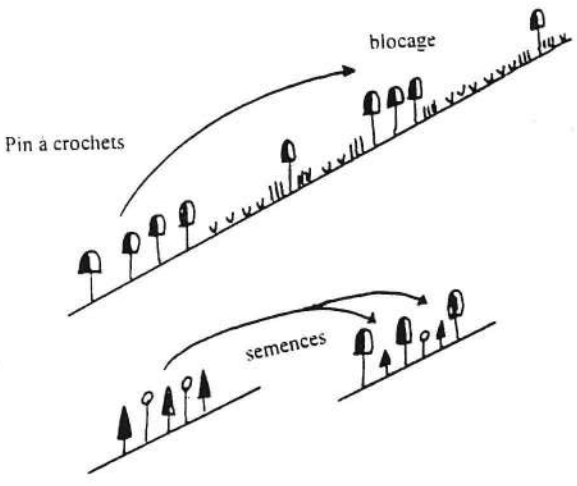


- dynamique bloquée le plus souvent sans évolution des pâturages abandonnés

→ incapacité du peuplement à la reconquête forestière du fait de la seule présence d'une dryade…

ou alors colonisation frontale très lente, les régénérations de hêtre profitant de la facilitation offerte par le développement de fruticées au niveau de l'écotone…

▪ **cas des espaces pastoraux abandonnés, se situant à proximité de plantations résineuses** :



influence de la structuration spatiale du paysage



pelouse à Brome dressé

↓

pelouse préforestière à Brachypode

↓

se piquetant de Pin à crochets

↓

noyaux de Pin à crochets stables si loin d'un potentiel de semences

on observe les mêmes processus avec une plantation de mélèzes

ou
si une sapinière est à proximité
- pénétration du sapin
→ reconstitution d'une sapinière

- diversité potentielle : celle de la sapinière-hêtraie hygrosciaphile ;
- diversité actuelle : nulle parfois en espèces autochtones

→ intervention des potentiels de semences issus des plantations

- si plantations isolées :
  → installation du Pin à crochets par nucléation ;
  confluence des noyaux et blocage à cet état

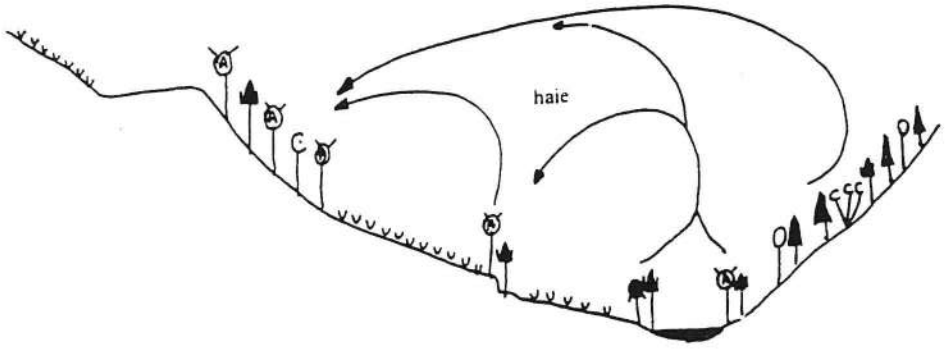
- si présence d'une sapinière à proximité de la plantation :

→ installation progressive du Sapin à l'ombre des Pins à crochets

→ sapinière avec une diversité en essences plus ou moins fortes selon la composition du peuplement « semencier »

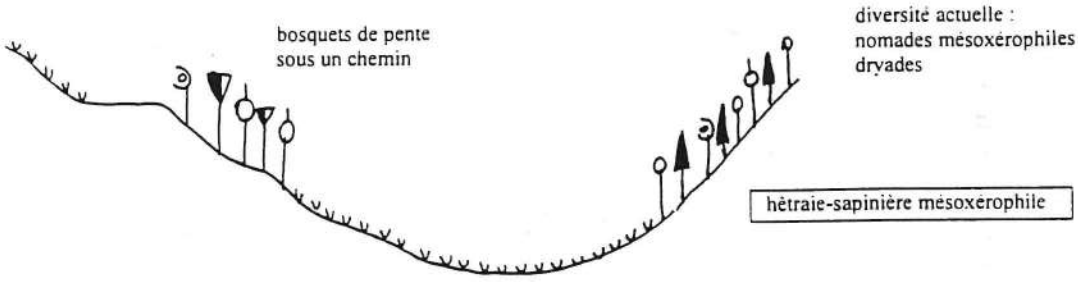
Dynamiques llinéaires plus ou moins contraintes au sein d'espaces pastoraux encore utilisés :

▪ **station potentielle d'une sapinière mésophile**



- structures linéaires ou de bosquets, constituées à partir des groupes fonctionnels évoluant dans les différents types de station
- constituant autant de structures nouvelles de potentiel de semences pour les divers processus dynamiques au sein du bassin versant
- le Cerisier à grappes, rare, présente des **stations primaires** en érablaie à Orme et, de là, disséminé par les oiseaux se retrouve dans les bocages (**stations secondaires**)

▪ **station potentielle d'une hêtraie sapinière mésoxérophile** :



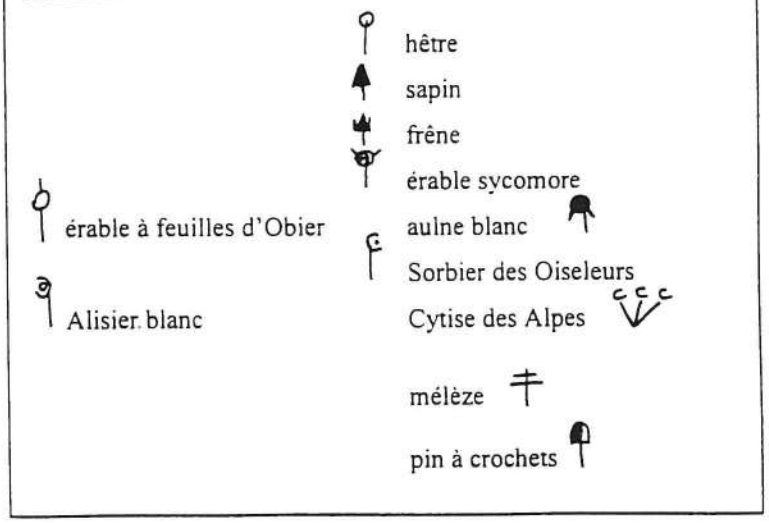
participation du
Chêne pubescent
apporté depuis le Devés
ou le bois de Charance
(chénaie pubescente supraméditerranéenne)
par les geais...
et des nomades de la hêtraie sapinière sécharde...

chêne pubescent pouvant participer à des phases pionnières de cette hêtraie-sapinière sécharde... dans de grandes trouées ou en lisière.

→ importance de la spatialisation des potentiels de semences pour comprendre et expliquer la diversité et sa dynamique au sein des différentes structures

→ écologie du paysage

essences représentées :



Des conclusions ?

L'analyse de ces divers cas observés dans le Bassin de Gap Charance montre de manière évidente le rôle de la diversité des groupes fonctionnels et de leur diversité en espèces dans les divers processus de dynamique forestière...

intérêt :

- de déterminer le **stock dendrologique** d'un territoire...
- d'analyser les niches de ces espèces en vue de déterminer la **diversité potentielle** en essence d'une station donnée

  → comparaison avec la **diversité actuelle** → ?
- des **groupes fonctionnels** établis à partir des stratégies adaptatives et des caractères morphologiques et physiologiques

  → possible de raisonner la diversité au niveau de ses groupes fonctionnels...

  importance de la diversité spécifique de ces groupes... Si on voit bien chez les dryades les niches différentes du Sapin et du Hêtre, il reste à préciser les comportements des nomades (Erables, Frêne, Sorbus, Ulmus...), ces espèces sont-elles redondantes à travers les processus dynamiques ou ont-elles un rôle particulier ?
- de la **spatialisation** des peuplements, structure, composition, quels qu'ils soient (forêts, bosquets, haies, arbres isolés) pour prédire, à partir des divers potentiels de semences ainsi mis en place et de leurs propriétés (distances, moyens de dissémination...), les scénarios envisageables de l'évolution des espaces, de la capacité de ces espaces d'évoluer...

Il ressort de ces premiers travaux que la résilience des peuplements dépend très étroitement de la diversité des groupes fonctionnels représentés, ainsi que leur capacité à s'étendre sur de nouveaux espaces...

Il reste encore des précisions à apporter, des problèmes à résoudre... ainsi, sur replats avec des sols profonds, pourquoi le stade de maturité est dominé par des nomades (Erable, Frêne), pourquoi la pénétration et la maturation par les dryades est-elle bloquée ? Stagnation de la neige ? Forte activité biologique révélée par la présence d'espèces nitrophiles, l'azote abondant exercerait-il un blocage de la régénération du Sapin et du Hêtre... dont les semenciers sont à proximité ? Ces replats ont-ils été utilisés pour des cultures ? avec fertilisation ?

Des processus du même type se retrouvent dans certaines accrues qui à la phase Frêne – Erable – Cytise semblent bloquées...

La diversité des essences forestières, c'est facile... on peut en faire le tour complétement... on dispose de nombreuses données sur leur trait de vie...

Et la diversité des autres espèces végétales ?

6 - Impact des modes de gestion sylvicole et de la dynamique forestière sur les populations de quelques espèces végétales de haute valeur patrimoniale.

(6) IMPACT DES MODES DE GESTION SYLVICOLE ET DE LA DYNAMIQUE FORESTIERE SUR LES POPULATIONS DE QUELQUES ESPECES VEGETALES DE HAUTE VALEUR PATRIMONIALE

OBJECTIFS

A partir de quelques espèces forestières protégées ou rares à l'échelle régionale, étudier l'impact de divers modes de gestion sur leurs populations et leur dynamique.

METHODE

1) Sélection de 9 espèces forestières mentionnées sur le site (à partir de la base de données du CBNA). Ces espèces ont un degré de rareté plus ou moins fort et appartiennent à des milieux forestiers différents (lisière, sous bois, zone plus humide...) afin d'aborder différentes problématiques de conservation d'espèces végétales. Ont été retenues : *Androsace chaixii*, *Asperula taurina*, *Bupleurum longifolium*, *Doronicum pardalianches*, *Epipogium aphyllum*, *Gagea lutea*, *Pyrola chlorantha*, *Trochiscanthes nodiflora* et *Ulmus glabra*.

ESPECES / STATUTS	PN	CW	LRN	LRR PACA	milieux	autécologie	période de floraison						
Androsace chaixii Gren. & Godron				I	hêtraie, hêtraie sapinière, pineraie, ch pub. hêtraie sèche,	sciaphile, mésophile, neutrocalcicole		avril	mai	juin	juillet		
Asperula taurina L.	I		II	I	hêtraie, hêtraie sapinière, phase pionnier à érables et tilleuls, Lunario Acerion	sciaphile, mesophile, légèrement hygrosciaphile, neutrocalcicole			mai	juin	juillet		
Bupleurum longifolium L.					fruticée, chênaie pubescente, hêtraie, hêtraie sapinière, pessière, mélèzin, mégaphorbiaie	neutrocline, hygrocline					juillet	août	
Doronicum pardalianches L.			II	I	hêtraie, hêtraie sapinière	ombre, demi ombre, hygrocline, neutronitrocline			mai	juin	juillet		
Epipogium aphyllum Swartz	I	O	II	I	hêtraie sèche, hêtraie, hêtraie sapinière, pineraie	ombre, mésophile, à très large amplitude, de litière					juillet	août	sept
Gagea lutea (L.) Ker-Gawler	I				hêtraie, Alno Padion, Lunario Acerion, haie, lisière forestière	demi ombre, ombre, sols profonds, neutronitrophile hygrocline		avril	mai				
Pyrola chlorantha Swartz				I	pineraie, pessière, mélèzin, pelouses subalpines	demi ombre, mésoxérophile, mésoxérophile de litière				juin	juillet	août	
Trochiscanthes nodiflora (All.) Koch				I	hêtraie, hêtraie sapinière, phases pionniers	ombre, mésophile, neutrocalcicole				juin	juillet	août	
Ulmus glabra Hudson				I	vallons, ravins, ubacs frais	hygrosciaphile, demi ombre, mésophile, hygrosciaphile	mars	avril					

2) Prospection sur le terrain et cartographie par maille d'un milligrade de côté (33 x 50 m). Pour chaque localisation, le nombre d'individus est noté (par classe). Quatre espèces ont finalement été recherchées (parce que suffisamment observées et visibles au moment des inventaires) : *Androsace chaixii*, *Asperula taurina*, *Gagea lutea* et *Trochischanthes nodiflora*. Les autres espèces étaient également relevées, mais elles n'ont pas été recherchées de manière systématique.

3) En utilisant les cartes des peuplements et des stations pour réaliser un plan d'échantillonnage, description plus détaillée des conditions écologiques et des types de peuplement dans les quels se trouvent ces espèces (cf. fiche de relevé ci-joint).

RESULTATS

1) A partir des flores du CBNA et de l'analyse des relevés, sur l'ensemble de l'arc alpin, de la base de données du CBNA, un état des connaissances a été fait sur les espèces retenues.

2) Une cartographie des 9 espèces présélectionnées a été réalisée (à partir des relevés de la base de données et des relevés réalisés au cours de l'été 1999). Cette carte pourra être croisée avec les cartes des peuplements, des stations, d'exposition, de pente, d'altitude.

3) Sur les 4362 mailles de la zone d'étude (Bois de Lescout, Tavanet, Ufernet, Loubet et Chapitre), 870 ont été prospectées. Les massifs ont été prospectés selon des transects permettant d'apprécier la diversité des milieux. Quand une des quatre espèces était trouvée, une prospection systématique était réalisée aux alentours de la station. D'autres mailles ont été prospectées à proximité de la zone d'étude, afin d'avoir un plus grand nombre de relevés (soit 1232 mailles au total). Le nombre d'individus par maille a été apprécié par maille. Le croisement de ces relevés avec les cartes des peuplements (H. MERLE) n'a pas apporté de renseignement intéressant pour les quatre espèces, notamment parce que les espèces recherchées étaient trop peu présentes dans la zone d'étude stricte. Un croisement similaire avec les cartes des peuplements, des stations, d'exposition, de pente, d'altitude n'apporterait a priori que peu d'information.

NOMBRE DE MAILLES	avec 1 à 10 individus	avec 11 à 100	avec 101 à 1000	avec 1001 à 10000	avec plus de 10000	total	total sur la zone cartograhiée par H MERLE
Androsace chaixii	23	87	97	44	1	252	4
Asperula taurina	6	17	15	16	17	71	0
Gagea lutea	4	9	5	7	1	26	8
Trochiscanthes nodiflora	109	201	9	0	0	319	216

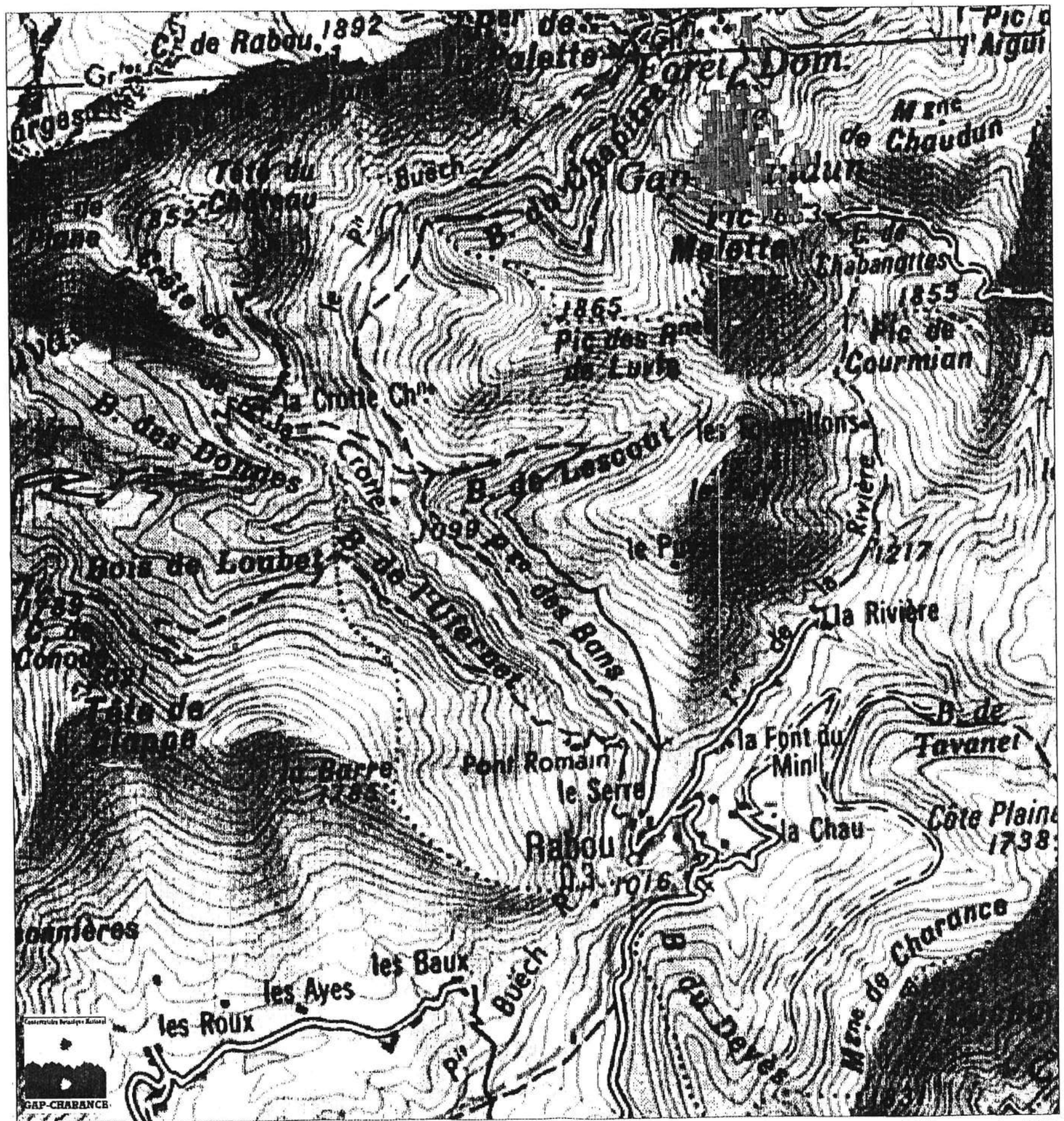
4) Des analyses statistiques ont été réalisées à partir des relevés écologiques et dendrométriques (l'emplacement des relevés ayant été choisi par rapport aux types de peuplement, aux stations forestières et à la topographie).

	NOMBRE DE RELEVES
Androsace chaixii	27
Asperula taurina	26
Gagea lutea	14
Trochiscanthes nodiflora	55
TOTAL	132

Cela a permis de préciser les conditions écologiques et les types de peuplement plus ou moins favorables à ces 4 espèces. Ces résultats sont toutefois à nuancer : ils ne sont pas représentatifs de la diversité des conditions de milieu dans les quelles ces espèces peuvent être rencontrées. Cela est du au choix de la zone d'étude qui présente des conditions de milieu et des types de peuplement très homogènes.

5) A partir de ces différents résultats, des recommandations pour la conservation de ces 4 espèces ont été proposées.

FORET DE GAP-CHAUDUN : REPARTITION DE ANDROSACE CHAIXII



N
W E
S

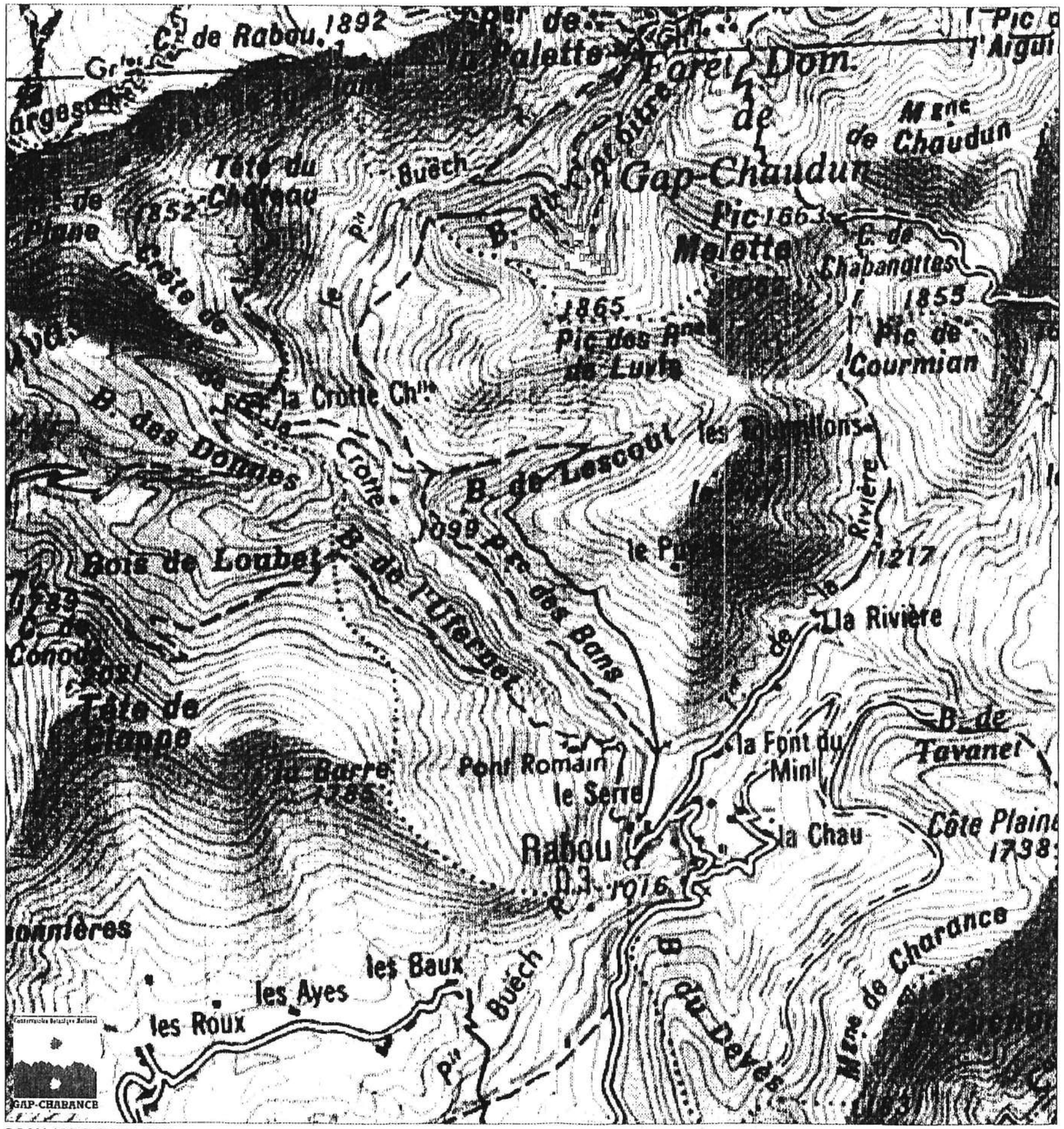
ECHELLE : 1 / 30 000

- de 1 à 10 individus
- de 11 à 100 individus
- de 101 à 1000 individus
- de 1001 à 10000 individus
- plus de 10000 individus

SCAN 100 ® © IGN 1998

CBNA - novembre 1999

FORET DE GAP-CHAUDUN : REPARTITION DE ASPERULA TAURINA



N
W E
S

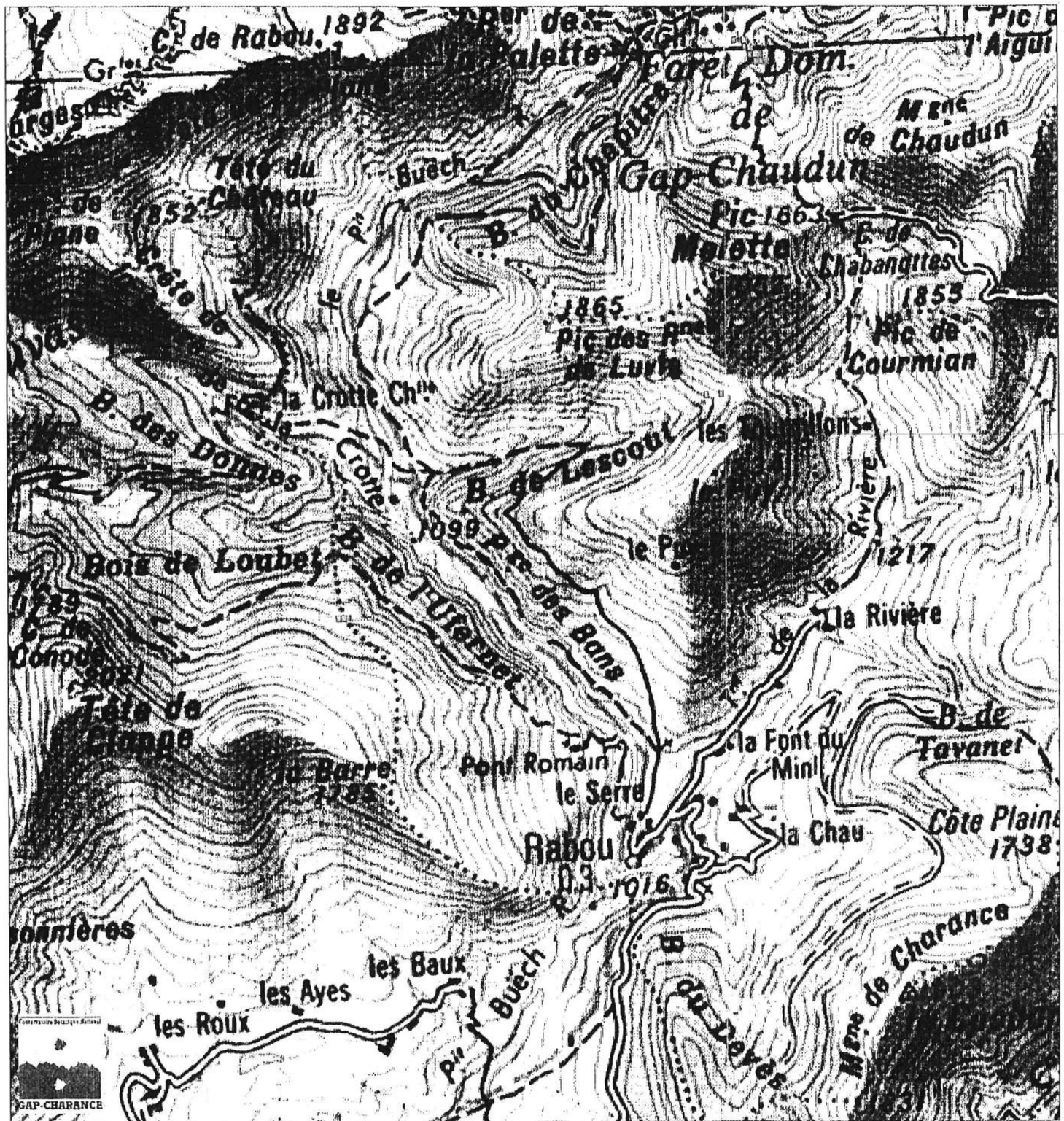
ECHELLE : 1 / 30 000

- de 1 à 10 individus
- de 11 à 100 individus
- de 101 à 1000 individus
- de 1001 à 10000 individus
- plus de 10000 individus

SCAN 100 ® © IGN 1998

CBNA - novembre 1999

FORET DE GAP-CHAUDUN : REPARTITION DE GAGEA LUTEA



N
W E
S

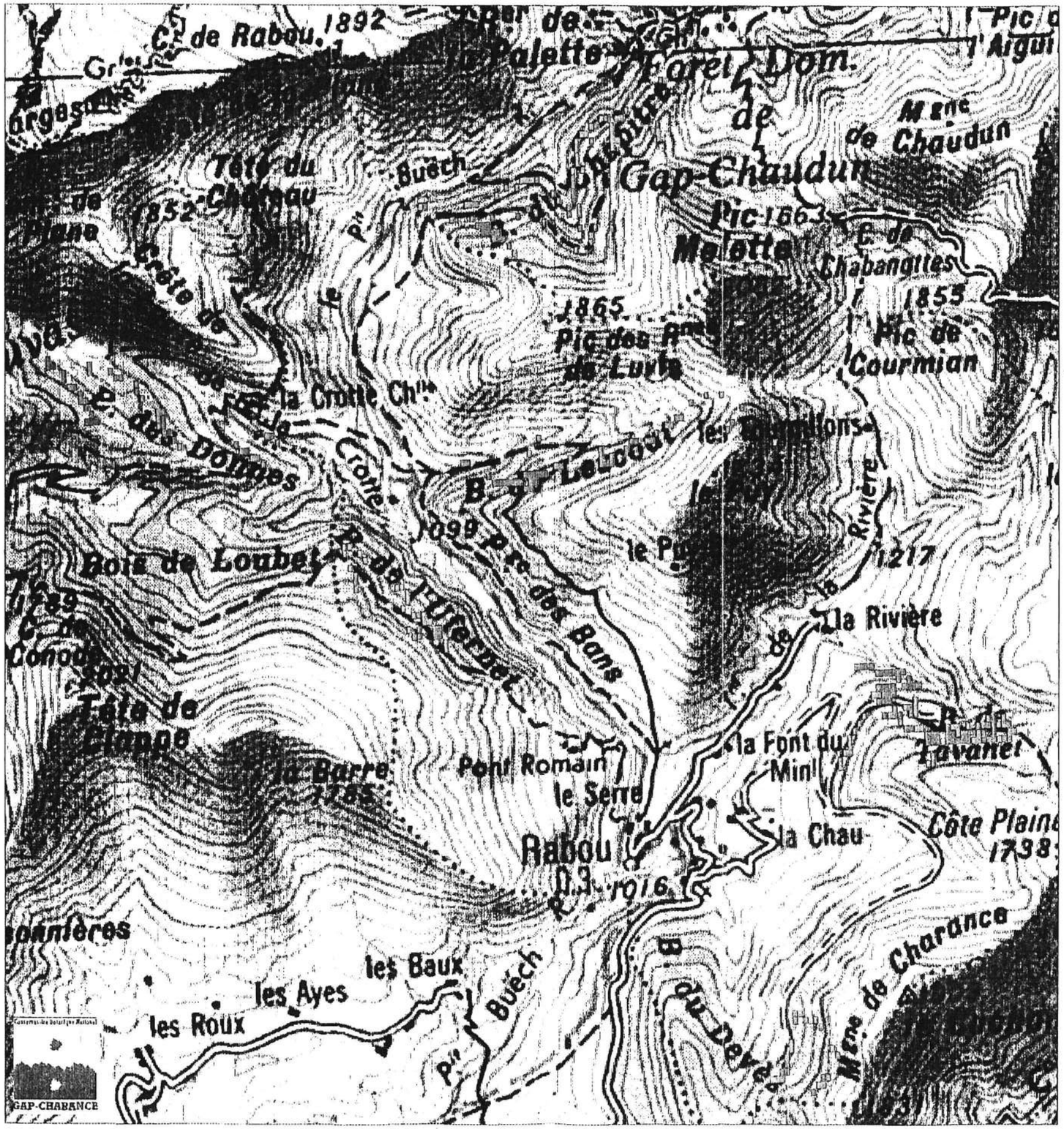
ECHELLE : 1 / 30 000

- de 1 à 10 individus
- de 11 à 100 individus
- de 101 à 1000 individus
- de 1001 à 10000 individus
- plus de 10000 individus

SCAN 100 ® © IGN 1998

CBNA - novembre 1999

FORET DE GAP-CHAUDUN : REPARTITION DE TROCHISCANTHES NODIFLORA



N
W E
S

ECHELLE : 1 / 30 000

- de 1 à 10 individus
- de 11 à 100 individus
- de 101 à 1000 individus

SCAN 100 ® © IGN 1998

CBNA - novembre 1999

7 - Etude entomologique consacrée aux fourmis rouges

Etude quantitative sur l'activité sylvicole de *Formica lugubris* dans le bassin de Gap-Chaudun

Lempérière G, Bourbon G, Burey A.

INTRODUCTION

Dans le cadre du projet GIP ECOFOR "Biodiversité et Gestion Forestière", une étude entomologique consacrée aux fourmis du groupe *Formica rufa*(Hymenoptera, Formicidae)a été entamée dans le bassin de Gap-Chaudun(Hautes-Alpes)

Les hêtraies-sapinières, très abondantes dans la région, ont été peu étudiées du point de vue entomologique alors qu'elles représentent un domaine écologique majeur. L'étude a porté sur les populations myrmécologiques de diverses hêtraies-sapinières aux qualités intrinsèques différentes en comparaison avec une étude sur un peuplement de mélèzes. Une proposition de cette étude était de déterminer les relations existant entre les populations de fourmis du groupe *Formica rufa* et les peuplements forestiers à l'aide de méthodes cartographiques et des relevés qualitatifs et quantitatifs sur chaque dôme(TOROSSIAN et al. 1979a).

L'évolution rapide des populations renseigne également sur l'impact des pratiques sylvicoles sur ces populations(LEMPERIERE *et al.* à paraître).

MATERIEL ET METHODES

Matériel animal

Parmi les huit espèces du groupe *Formica rufa*(BETREM 1960, KUTTER 1977), *Formica lugubris* Zett., de par sa forte représentation dans ces biotopes forestiers d'altitude, a, seule, retenu notre attention.

Présentation des sites d'études

L'étude a été menée sur trois sites forestiers du bassin de GAP-CHAUDUN dans les Hautes Alpes. Il s'agit de la forêt domaniale de LOUBET, des bois de TAVANET et du CHAPITRE.

Des parcelles d'observations d'un hectare ont été installées dans la forêt domaniale de Loubet qui se trouve à proximité du col de Conode (1789 m). L'une(notée Loubet 1) est un mélèzin orienté nord-est, de pente moyenne à faible avec un couvert végétal assez pauvre ; l'autre(Loubet 2) est une hêtraie-sapinière, de même orientation mais avec une forte pente et un couvert végétal très dense. Ces deux stations ne sont pas exploitées. Une autre parcelle a été installée dans le bois de Tavanet. Il s'agit d'une hêtraie-sapinière en pente douce(0-5%) d'orientation nord. Ce bois a subi une exploitation forestière en 1991. Depuis, aucun aménagement, ni aucune nouvelle coupe n'ont été réalisés.

Deux autres sites d'étude se trouvent dans le bois du Chapitre, à proximité du col de Chabanotte (1663 m). Il s'agit de hêtraies-sapinières. La première station(Chapitre 1) a été installée le long du chemin sur une distance d'un kilomètre sur dix mètres de large. Ce site avait été prospecté par TOROSSIAN en 1978. Le bois est orienté nord-nord ouest, les pentes y sont importantes (60% de moyenne) et le couvert forestier riche avec un sous-bois envahissant composé de cytises, sorbiers, frênes...

La seconde station(chapitre 2) est exposée nord-nord est, avec des pentes plus faibles(5 à 7%)où ne sont présentes que fougères et Angiospermes. Ce bois est subnaturel et

extrêmement abondant en gros gibier (mouflons, sangliers, chevreuils...), en oiseaux (aigles et pics noirs) et en espèces végétales protégées (*Lilium martagon*, *Cyprepedium calceolus*).

Cette hêtraie-sapinière présente l'aspect typique de ce genre de forêt, et est décrite comme l'une des plus belles formations du sud-est de la France.

Techniques de terrain et méthodes de calcul

Sur chaque site, à l'exception du Chapitre 1, un quadrillage méthodique des parcelles a été réalisé avec un topofil et une boussole. Il s'agit d'une méthode classique des entomologistes de terrain, adaptée aux exigences des études sur les fourmis (CAGNANT 1973 LEVIEUX 1976), à savoir la mise en place de carrés de 100 m de coté, subdivisés en carrés unitaires de 10 m permettant une localisation précise des nids (TOROSSIAN 1978).
Cette cartographie des parcelles, à partir d'un quadrillage en mailles serrées permet de décrire la situation stationnelle de chaque fourmilière. L'activité des insectes est, en effet, plus ou moins déterminée par la position des dômes selon l'ensoleillement.

Pour chaque nid, une description du niveau d'activité sera déterminée par de nombreuses ouvrières sur le nid (N), une activité moyenne (M), quelques rares ouvrières sur le dôme (R), des nids abandonnés par leurs occupants (A).
En plus de l'activité , les paramètres du milieu ont été pris en compte. La pente et l'orientation des fourmilières ainsi que la situation du nid ont été relevées. Des analyses sur le matériau de composition des dômes, et la colonisation végétale , la proximité d'arbres morts permettent également d'appréhender la dynamique des populations.

Plusieurs indices, regroupés sous le terme de paramètres fondamentaux de peuplements ont été définis par TOROSSIAN *et al.* (1979a).

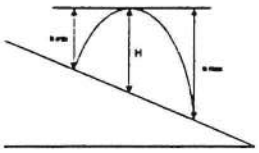
Le paramètre principal est la pseudobiomasse que nous avons remplacé par le pseudovolume ou l'ensemble des matériaux des nids (aiguilles de conifères, branchettes, fragments divers) et des fourmis formant un dôme épigé.
Ce volume total des constructions épigées est exprimé en m^3 par rapport à la surface étudiée (en hectare) et permet une étude quantitative.
Le pseudovolume ou poids à l'hectare donne une idée de la couverture myrmécologique à l'hectare dans un écosystème forestier montagnard.

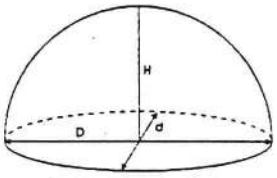
Le second paramètre étudié est le nécrovolume(la nécrmasse selon TOROSSIAN) ou le volume des nids abandonnés ou en cours d'abandon en m^3 par rapport à la surface étudiée en hectare.

Sont également pris en compte :
- la densité des nids qui n'est pas une valeur significative car elle ne traduit pas à elle seule l'état réel d'une population.
- la biomasse ou biovolume des nids vivants en m^3 par rapport à la surface étudiée en hectare obtenue par soustraction du nécrovolume au pseudovolume.
- le volume moyen correspondant au volume total des nids actifs/ nombre de nids.
- l'indice nécrotique c'est à dire le rapport nécrovolume / biovolume (en m^3/ha).

l'étude se fait donc de façon quantitative grâce aux relevés des données fondamentales de biovolume et du nombre de nids en activité, égénérescence ou abandon.

Pour effectuer ces mesures, les fourmilières ont été assimilées à des dômes de base ellipsoïdale ; trois mesures ont permis d'évaluer approximativement le volume superficiel du nid : le grand diamètre D, le petit diamètre d, et la hauteur H. Cette dernière valeur est obtenue en faisant la moyenne de la hauteur (h max.), et la hauteur minimale (h min.). (Cf. schémas ci-dessous).
On remarquera l'existence de deux méthodes de calculs pour obtenir le pseudovolume. Le volume deux(V_2)semble mathématiquement plus juste et sera préférentiellement utilisé pour les autres calculs.





1ère formule : $V_1 = 1/6 . \Pi^3 + S . \Pi/2$

2ème formule : $V_2 = 2/3 . \pi . D/2 . d/2 . H$

Les fourmilières ont été classées dans l'une des quatorze classes (regroupées en quatre catégories) définies par TOROSSIAN *et al.* (1979b). Les classes sont établies selon une progression géométrique qui permet de répartir sur un plus grand nombre de classes les petits nids, et au contraire de regrouper les gros nids :

classes	Volume en cm^3	Types de nids
1	1 à 1000	Petit nid
2	1001 à 2000	,,
3	2001 à 4000	,,
4	4001 à 8000	,,
5	8001 à 16000	,,
6	16001 à 32000	,,
7	32001 à 64000	Nid moyen
8	64001 à 128000	,,
9	128001 à 256000	,,
10	256001 à 520000	Gros nid
11	520001 à 1024000	,,
12	1024001 à 2048000	,,
13	2048001 à 4096000	Très gros nid
14	4096001 et plus	,,

RESULTATS ET DISCUSSION

Critique générale des résultats

Les données brutes de chaque station pour les deux années sont rassemblées dans les tableaux ci-dessous et sous forme de graphiques. Les méthodes de terrain étant critiquables, celles-ci variant d'un observateur à l'autre, les résultats prennent en compte une marge d'erreur de plus ou moins 5 cm.

	1998		%			
	Nombre de nids	Nids morts	PN	NM	GN	TGN
TAVANET	24	10	29	46	25	0
CHAPITRE 1	10	3	0	10	70	20
CHAPITRE 2	3	1	0	0	0	100
LOUBET 1	19	1	0	5	37	58
LOUBET 2	8	3	0	38	62	0

1999		%			
Nombre de nids	Nids morts	PN	NM	GN	TGN
30	19	53	30	17	0
15	6	0	13	74	13
3	1	0	0	67	33
21	3	10	10	42	38
9	5	0	33	67	0

Tableau I: répartition et taille des nids des différents sites d'études

	1998			
	biovolume	Densité globale/Ha	Volume moyen	Indice nécrotique
TAVANET	3499661 ± 599086	3.49 m^3/ha ±0.59 m^3/ha	290086 ± 49245	0.98 ± 0.002
CHAPITRE 1	13290403 ± 1859443	13.29 m^3/ha ±1.85 m^3/ha	1329040 ± 185944	0.11 ± 0.014
CHAPITRE 2	5812140 ± 597320	5.81 m^3/ha ±0.59 m^3/ha	1937380 ± 199106	0.37 ± 0.004
LOUBET 1	50541995 ± 4735942	50.54 m^3/ha ±4.73 m^3/ha	2660105 ± 294260	0.04 ± 0.0005
LOUBET 2	2067428 ± 348867	2.06 m^3/ha ±0.34 m^3/ha	258228 ± 43608	1.15 ± 0.0009

1999			
biovolume	Densité globale/Ha	Volume moyen	Indice nécrotique
2575323 ± 380529	2.57 m^3/ha) ±0.38 m^3/ha	85844 ± 12684	1.40 ± 0.0924
14842257 ± 1668975	14.84 m^3/ha ±1.66 m^3/ha	989483 ± 111266	0.34 ± 0.01
4934510 ± 516988	4.93 m^3/ha ±0.51 m^3/ha	1644836 ± 172330	0.19 ± 0.0093
33327175 ± 3573974	33.32 m^3/ha ±3.57 m^3/ha	1587008 ± 170189	0.14 ± 0.0019
1448587 ± 285805	1.44 m^3/ha ±0.28 m^3/ha	160954 ± 31756	1.93 ± 0.0448

Tableau II: principaux résultats pour les différents sites(± 5 cm)

Figure 1: Volume moyen en cm^3 pour chaque site en 1998 et 1999

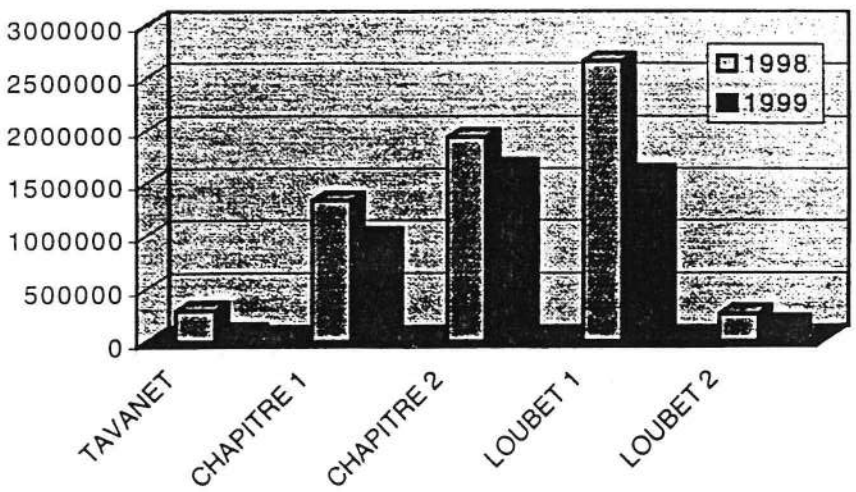
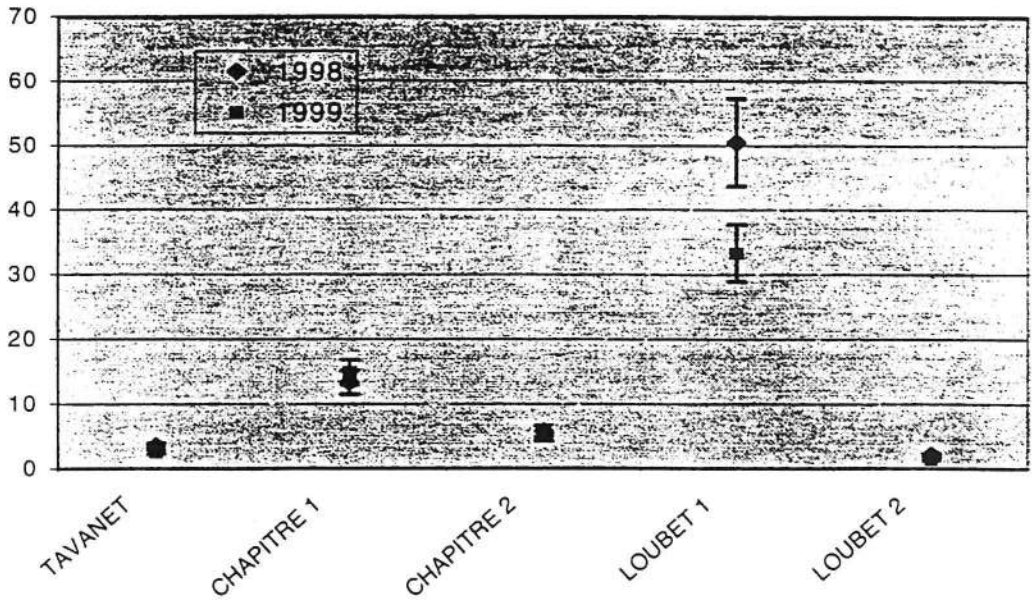


Figure 2: Densité en m^3/ha pour chaque site en 1998 et 1999(±5 cm)



BOIS DE TAVANET

Dans le bois de Tavanet, hêtraie-sapinière exploitée depuis 10 ans en parquets de régénération de 25 ares, les dômes se repartissent principalement le long des chemins et autour du parc de régénération inclus dans la parcelle. Sur ce site la majorité des dômes est constituée de nids de petites et moyennes tailles(environ 75%).

En 1998, on observait 50% de nids inactifs ou en cours d'abandon dans la zone d'étude et un indice nécrotique de 0.98. En 1999, on a pu remarquer une évolution notable du nombre de dômes actifs de petite taille en même temps qu'une augmentation du nombre de dômes morts et un indice nécrotique élevé(1.40).

La population peut être définie comme vestigiale au sens de TOROSSIAN(1984). Les petits et moyens dômes étant instables chez les espèces polycaliques, ils seront vraisemblablement détruits ou endommagées par la rigueur de l'hiver, l'équilibre thermique étant trop imparfait dans les dômes de faibles dimensions(KNEITZ 1964; CHERIX 1978). Il semble exister une relation entre le traitement sylvicole et la multiplication des dômes de petite taille(TOROSSIAN, 1984).

BOIS DU CHAPITRE

Les forêts subnaturelles comme le bois du Chapitre ne présente pas de petits dômes. Les dômes de la parcelle du Chapitre 1 se retrouvent le long du chemin dans un état sanitaire excellent. Cette hêtraie-sapinière relique, protégée de toute présence anthropique grâce au chemin laissé volontairement à l'abandon, présente une forte activité des populations myrmécologiques, un volume moyen et un biovolume remarquables. La situation pour cette parcelle se maintient dans les mêmes ordres de grandeur durant ces deux années(13.29 m^3/ha et 14.84 m^3/ha de densité globale) alors que l'indice nécrotique passe de 0.11 à 0.34.

FORET DE LOUBET

La parcelle de Loubet 1, mélézin subnaturel, présente une densité très forte avec une moyenne de 41.93m^3/ha et une activité forte des fourmis sur les dômes. Les très gros nids représentent 58% du total des dômes, chiffre considérable. Les indices nécrotiques sont très faibles, variant de 0.04 à 0.14 suivant les années.

La situation pourrait pourtant paraître critique si l'on compare les deux années d'observation sur la forêt de Loubet. Mais le passage de 50.54 m^3/ha à seulement 33.32 m^3/ha s'explique par une augmentation du pâturage, qui a entraîné la destruction partielle ou totale de plusieurs dômes.

Dans cette même forêt de Loubet, la parcelle 2 a été installée dans une hêtraie-sapinière. Les dômes y sont peu nombreux et dispersés. Le nécrovolume est supérieure au biovolume. De plus, celui-ci dépasse de justesse le seuil critique des 2 m^3/ha pour 1998 et passe en dessous en 1999. Pour cette même année, on trouve 5 nids morts sur les 9 présents.

Dans cette forêt, le manque de lumière et la forte pente limitent le développement de colonies de fourmis rousses. La densité globale de 2.06 m^3/ha n'est donc pas significative de la mauvaise santé de la forêt mais plutôt de la difficulté d'adaptation de *Formica rufa* à un milieu peu propice à son installation. En 1999, on passe à un volume de 1.44 avec un indice nécrotique de 1.93. NAGELEISEN(1998) affirme que la fermeture des peuplements forestiers, en particulier les hêtraies-sapinières, entraîne un manque évident de lumière et de chaleur pour les populations myrmécologiques. Ce manque d'éclairement serait le facteur limitant, expliquant la répartition et l'état des nids.

D'après TOROSSIAN(1978), les hêtraies-sapinières au stade climacique sont considérées comme des milieux peu favorables à l'établissement de nids de *Formica rufa*. Nos résultats vont dans ce sens. Les hêtraies-sapinières sont, en effet, peuplées par des dômes d'un volume moyen et d'une densité globale très inférieurs par rapport au mélézin de Loubet 1, par exemple. La nature de l'essence forestière est donc primordiale à l'installation des fourmis du groupe *Formica rufa*.

Néanmoins, on constate qu'il ne s'agit pas de la seule hypothèse, la localisation des nids donc l'éclairement semblent être des facteurs tout aussi primordiaux.

L'exploitation sylvicole est le second élément agissant dans l'interaction entre la forêt et les populations myrmécologiques(LEMPERIERE *et al.* à paraître). Les hêtraies-sapinières , comme celle du Chapitre 1 est une forêt en bonne santé car non exploitée. Les fourmis rousses y contribuent activement. Ces stations hébergent des populations qui permettent de maintenir d'équilibre biocénotique. D'autres forêts, comme Tavanet, du fait de la sensibilité des fourmis, voient leurs populations régresser pour atteindre très vite des niveaux vestigiaux. La reconstitution des peuplements sera un phénomène aussi rapide, pour peu qu'aucune perturbation ne vienne l'entraver (TOROSSIAN, ROQUES, COLOMBEL, 1984).

Pour toutes ces raisons, la surveillance des populations mymécologiques constitue certainement l'un des bioindicateurs de la santé des forêts face aux risques encourus du fait de la multiplication des coupes. Il serait bon en matière de gestion forestière et de protection des espèces que les professionnels informent et protègent le groupe des *Formica rufa* comme le font de nombreux pays circalpins. Il semble aussi primordial de continuer la politique de l'ONF sur le domaine du Chapitre, politique visant à limiter aux périodes de chasse, l'accès aux touristes.

Le rôle de *Formica lugubris* et la taille du groupe *Formica rufa* comme bioindicateur de perturbation du milieu forestier est un élément à considérer dans l'orientation de certaines pratiques sylvicoles. L'étude de leur organisation spatiale et de la densité des populations sur l'ensemble des sites décrits renseignent d'ores et déjà sur des proposition de gestion forestière prenant en compte la présence de ces insectes , comme cela est déjà le cas pour certains groupes fonctionnels d'insectes comme les saproxyliques.

Une première analyse de l'organisation spatiale des colonies, des captures et de l'impact éventuel sur les populations de ravageurs potentiels en hêtraies-sapinieres et en mélèzins ainsi que l'impact dès la présence de dômes sur l'organisation de l'humus seront examinés dans une seconde partie.

Une proposition d'intégration des espèces du groupe *Formica rufa* dans la liste des espèces protégées est envisagée.

BIBLIOGRAPHIE

BETREM J.G., 1960. Ueber die Systematik der *Formica rufa* Gruppe. Tydschr.v.Ent., 104 (1-2) : 51-81.

CAGNIANT H., 1973. Le peuplement des fourmis des forêt algérienne. Ecologie, biocénotique, essai biologique. Thèse Doctorat d'Etat , n° 524, Toulouse.

KUTTER H., 1977. Hymenoptera, Formicidae. Fauna Bd 6 Insecta Helvetica. Zürick, p 298.

LEMPERIERE G., DESCHAMPS-COTTIN M, GEORGE-MOLLAND D. The impact of silvicultural practices on the colony structure of the mound-building ant *Formica lugubris* (Hymenoptera, Formicidae) in the southern french Alps forestry(à paraître)

LEVIEUX J., 1976. Densité et biomasse de *Camponotus acvapimensis* (Hym. Formicidae) dans une savane de Côte d'Ivoire. Terre et vie, 30 (2) : 264-275.

NAGELEISEN L.M., 1998. IV conférence internationale francophone d'entomologie. St Malo, 5-9 juillet 1998.

TOROSSIAN C., 1978. Etude mymécologique sur le bois du Chapitre. Correspondance personnelle avec l'ONF de Gap

TOROSSIAN C., ROQUET L.,1979(a). Etude des fourmis du groupe *Formica rufa* des Pyrénées catalanes françaises. Bulletin SROP, II-3, pp 243-262.

TOROSSIAN C., ROQUET L., ALAUZET C., 1979(b). Rôle des espèces du groupe *Formica rufa* comme indicateur biologique de dégradation du milieu forestier montagnard sous l'action humaine. Bulletin SROP, II-3, pp 265-283

TOROSSIAN C., ROQUES L., COLOMBEL P., 1984. Dynamique des populations de la fourmis rousses *Formica lugubris* dans différents biotopes forestiers montagnards. Acta biol. Mont., IV,pp 127-148.

8 - Etude des groupes fonctionnels d'oiseaux

GIPECOFOR GAP - CHAUDUN

ETUDE DES GROUPES FONCTIONNELS D'OISEAUX

RAPPORT D'ETAPE AU 15 NOVEMBRE 1999

Objectifs : A partir d'un premier inventaire ornithologique partiel (espèces diurnes) réalisé" en 1992 au Bois du Chapitre, vérifier et actualiser cet inventaire et le comparer à ceux des autres massifs en recherchant les relations avec les autres composantes de la biodiversité.

Activités menées :

- Mise au point avec le Centre de Recherches Alpin sur les Vertébrés (C.R.A.V.E) d'un protocole et d'une convention d'études.
- Marquage des points d'écoute (30) sur les trois sites d'étude.

Description du protocole :

- Trois sites d'étude (Bois du Chapitre, Bois de Tavanet et Bois de Lescout).
- Méthode des indices ponctuels d'abondance (Blondel, Ferry et Frochot) :
  - 10 points d'écoute par site,
  - 2 prospections par point et par an (avril / juin),
  - 2 années d'observation (2000 et 2001).

Résultats complémentaires attendus :

- 15 décembre 1999 : - compte-rendu de marquage des points d'écoute.
- 15 octobre 2000 : - compte-rendu des observations 2000.
- 15 septembre 2001 : - rapport final de l'étude comparative de la biodiversité ornithologique,
  - compte- rendu des observations 2001.

Office National des Forêts
Gap, le 15 novembre 1999.

9 - Diversité fonctionnelle des humus

FICHE D'INFORMATION GIP ECOFOR - VOLET HUMUS

synthétisant les éléments du rapport intermédiaire n°1 :
« Ouvertures forestières et diversité fonctionnelle des humus - Problématique et objectifs scientifiques, protocole d'étude »

Guillaume BOUDIN et Jean-Jacques BRUN
CEMAGREF Grenoble - Division Ecologie et Paysages Montagnards
2 rue de la Papeterie - BP 76 - 38402 Saint Martin d'Hères Cedex
Tél. 04 76 76 27 88 et 04 76 76 27 79 - Fax 04 76 51 38 03
E-mail : guillaume.boudin@grenoble.cemagref.fr et jean-jacques.brun@cemagref.fr

Le volet pédologique du programme GIP ECOFOR « Biodiversité et gestion forestière » s'attache à décrire et à comprendre le fonctionnement écologique des humus dans le contexte d'une perturbation anthropique liée à la gestion forestière.
Cette première année a été marquée par un travail de terrain qui a permis la récolte d'un grand nombre d'échantillons . Compte tenu de la durée des protocoles analytiques utilisés en écologie du sol, une grande partie des données est actuellement en cours d'acquisition. Il n'est donc pas fait mention des premiers résultats dans cette fiche.

PROBLEMATIQUE - CHOIX DU SITE D'ETUDE

Dans le contexte du bassin de Gap-Chaudun, la dynamique des systèmes pédologiques étant fortement limitée par l'abondance des cations basiques en provenance des substrats géologiques argilo-calcaires, il a été nécessaire de choisir un mode de gestion forestière suffisamment perturbant pour l'écosystème forestier, afin de pouvoir mettre en évidence des variations significatives au sein des humus.

Le massif forestier retenu est celui du bois de Tavanet, situé au contrefort sud-est du bassin de Gap-Chaudun. Régularisé en altitude par le Sapin (*Abies alba*, Mill.), c'est le bois qui a la gestion la plus soutenue depuis les vingt dernières années. Les futaies de sapins presque pures sont fortement attaquées par le Gui (*Viscum album*, L.) et des exploitations très fortes ont été réalisées pour renouveler les peuplements de sapins âgés et guités (MERLE, 1999). Les parcelles 4 et 8 (respectivement 11,20 et 11,10 ha) régularisées en sapin ont fait l'objet, sur l'ensemble du parcellaire, de grandes ouvertures de forme globalement carrée (de 20 à 25 m de côté, soit 400 à 625 m^2) en 1989 (parcelle 4) et en 1991 (parcelle 8), afin de répartir spatialement les prélèvements et d'éviter de laisser vieillir les sapins situés plus au coeur des parcelles. A la suite des prélèvements, un nettoyage chimique des parcelles a été réalisé et des mélèzes ont été plantés.
Les gestionnaires du bois sont aujourd'hui très circonspects quant à la réussite de ce mode de gestion : en effet, dès la première année après la réalisation des trouées, les ouvertures ont été envahies par l'Epilobe (*Epilobium angustifolium*, L.) majoritairement, et accompagnée par le Framboisier (*Rubus idaeus*, L.). Cette formation végétale invasive a concurrencé le Mélèze et l'a éliminé. Neuf ans après, l'Epilobe et le Framboisier monopolisent toujours les trouées et empêchent visiblement la régénération naturelle du Sapin qui ne s'implante pas.

OBJECTIFS SCIENTIFIQUES DE L'ETUDE

Dans le cadre de cette étude, le mode de gestion appliqué au bois de Tavanet peut être regardé comme une expérimentation écologique à partir de laquelle s'affichent plusieurs hypothèses et objectifs scientifiques.

- Sur un plan cognitif, il s'agit de déterminer les modifications engendrées par les coupes forestières sur les caractéristiques structurales, biologiques, chimiques et fonctionnelles des humus afin d'évaluer les capacités de résilience ou au contraire la destabilisation du fonctionnement du compartiment humus.
  En outre, il est intéressant de replacer le développement de l'Epilobe dans une dynamique végétale appréhendée en terme de compétition / facilitation. Les modifications induites au niveau des humus pourraient être la clef de cet équilibre dynamique entre inhibition et facilitation.

- Sur un plan plus appliqué, les gestionnaires ont posé un acte de gestion forestière bien particulier, auquel fait suite des difficultés quant à la production des essences favorisées (développement des mélèzes plantés) ou à la régénération naturelle de la forêt (régénération du Sapin). Cette étude cherchera à comprendre quels sont les facteurs, particulièrement au niveau de l'humus, qui peuvent être limitants pour l'implantation et le développement du Sapin.

PROTOCOLE D'ETUDE

Les organismes ingénieurs au centre d'un modèle de fonctionnement du sol vivant : application au bois de Tavanet

Le modèle de fonctionnement du sol retenu dans le cadre de cette étude peut être rattaché à celui présenté par LAVELLE *et al.* (1997). Celui-ci place les organismes ingénieurs pédofaunistiques au centre des interactions sol-plante (cf figure 1).

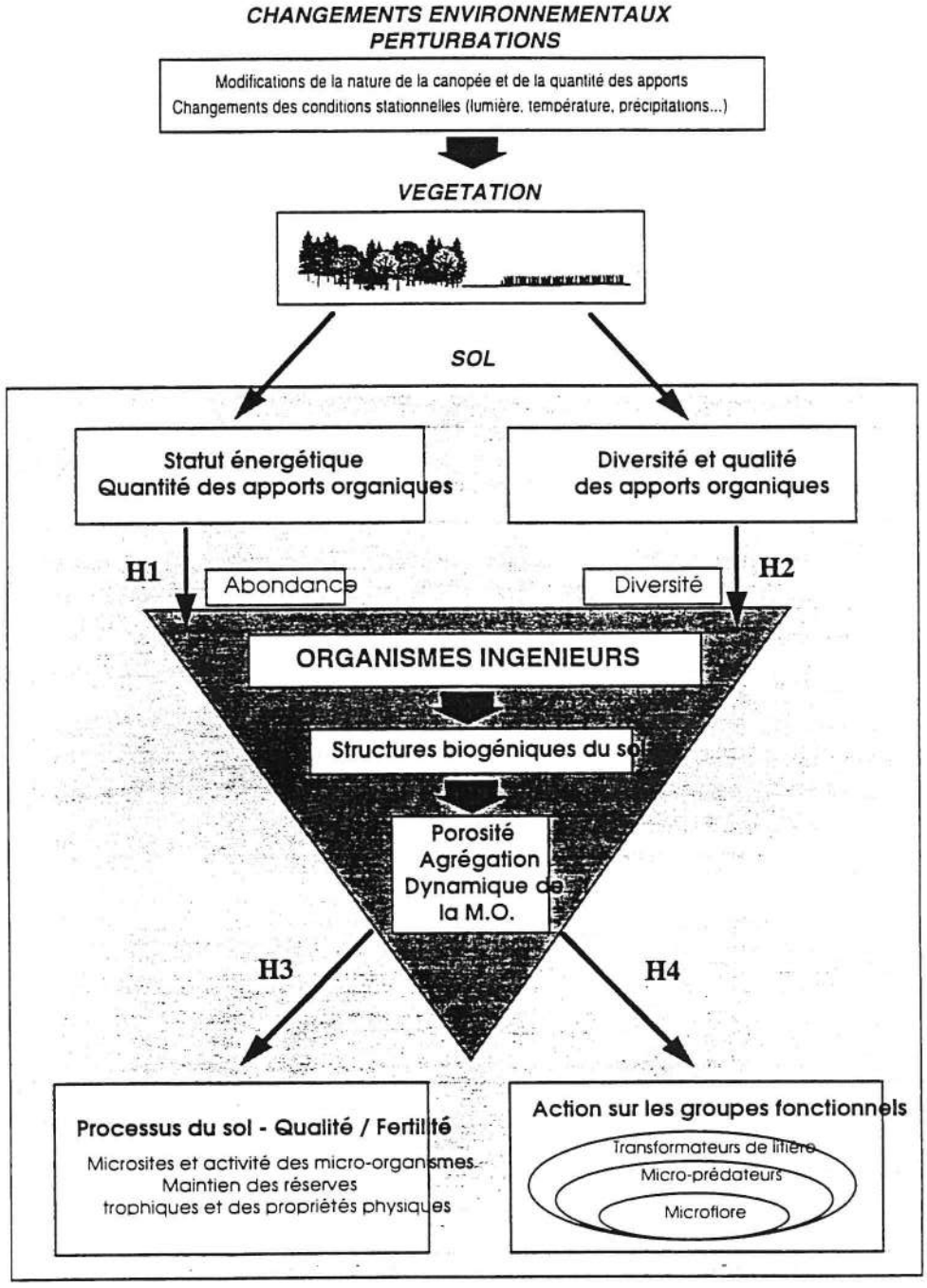


Figure 1 - Relations entre les organismes ingénieurs et les processus fonctionnels du sol, dans le contexte de modifications environnementales (figure adaptée d'après LAVELLE et al., *1997).*

Les informations présentées au centre du triangle sont approuvées de façon générale. Il n'est pas mis en doute que les organismes ingénieurs (en particulier les invertébrés et les systèmes racinaires) sont à l'origine de la création des structures biogéniques du sol, qui influencent alors l'aération et la porosité du sol, le niveau d'agrégation et la dynamique de la matière organique (LAVELLE *et al.* 1997).
En dehors du triangle, sont affichées les informations à caractère hypothétique. A l'entrée du modèle, il est question de déterminer si l'abondance (hypothèse H1) et la diversité (hypothèse H2) des organismes ingénieurs sont influencées par la quantité et la composition des apports organiques de la végétation.
Pour exemple, dans les sols où les ressources organiques sont faibles, les réseaux trophiques tendent à être réduits. A l'échelle de l'écosystème, il semble possible de déterminer un seuil critique de ressources énergétiques (matière organique d'une qualité donnée) pour la macrofaune lombricienne, seuil au-dessous duquel ces organismes ingénieurs et les structures et processus pédologiques qui découlent de leur activité seraient limités.
On suppose également que la qualité des litières (comme le rapport C/N par exemple), reflet de la composition végétale, influe sur la distribution, la diversité et les niveau d'activité des organismes ingénieurs.
A la sortie du modèle, il est proposé dans l'hypothèse H3, que la diversité des organismes ingénieurs et l'hétérogénéité structurale qui y est rattachée, résultent de la production de structures dont l'abondance et la variété permettent la conservation et régulent le turnover de la matière organique (LAVELLE *et al.* 1997). On suppose ainsi que les structures biogéniques délimitent des microsites disponibles pour les activités des micro-organismes et qu'elles sont par conséquence, déterminantes dans le maintien des nutriments et des propriétés physiques du sol, essentiel pour une production primaire durable.
Enfin, l'hypothèse H4 permet de considérer les organismes ingénieurs comme des espèces-clé qui influencent l'activité et la diversité des communautés d'ingénieurs de plus bas niveau : les transformateurs de litière, les microprédateurs (microfaune) et la microflore. On suppose ici que chaque variété d'ingénieurs donne naissance, dans le domaine de structures créees, à un échantillon plus ou moins spécifique de transformateurs de litière. Ces derniers influençent la microfaune qui détermine à son tour la composition des assemblages de micro-organismes, agissant dans les transformations fondamentales du sol (LAVELLE *et al.* 1997).
Ainsi, avec la prise en compte des groupes fonctionnels et des organismes ingénieurs, l'hypothèse que la pluralité et la diversité des modes de fonctionnement des humus, au sein d'un même espace, renforce la résilience de l'écosystème forestier (structure et fonctionnement), apparaît alors de plus en plus affirmative.

Choix des points d'étude

En conformité avec les hypothèses présentées en figure 1, l'évaluation de l'impact du mode de gestion retenu au bois de Tavanet consiste à comparer les caractéristiques structurales, biologiques, chimiques et fonctionnelles des humus ainsi que les relations édaphiques, en milieu perturbé et en forêt témoin non ouverte. Cette comparaison est effectuée le long d'un gradient prenant également en compte l'espace limite entre la forêt et la trouée. On s'attache ainsi à étudier trois configurations tranchées de l'écosystème forestier (cf. figure 2).

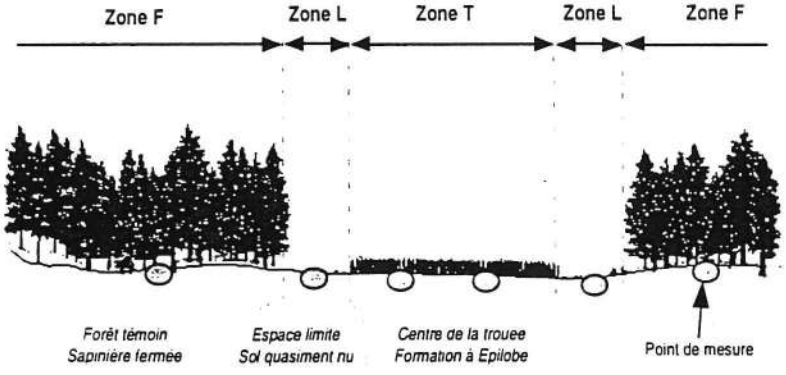


Figure 2 - Disposition des points d'étude selon le gradient des 3 niveaux de configuration.

Dans chaque trouée, on retient 2 points de mesure pour chaque type de zone (F, L et T). Ce schéma est répété pour 3 trouées semblables. Ainsi, chaque zone fait l'objet de 6 répétitions. Le nombre total de points de mesure atteint alors 18.

En correspondance avec les hypothèses du modèle de fonctionnement pédologique retenu (cf. figure 1), les méthodes et les indicateurs utilisés dans cette étude sont présentés synthétiquement dans le tableau 1.

MERLE H. 1999 - *Etude de la structure et de la dynamique des forêts du bassin de Gap-Chaudun*. Mémoire de fin d'étude FIF-ENGREF. Ecole Nat. du Génie Rural des Eaux et Forêts, Nancy, 114 p.

LAVELLE P., BIGNELL D., LEPAGE M., WOLTERS V., ROGER P., INESON Ph. HEAL O.W. and S. DHILLION 1997 - Soil function in a changing world : the role of invertebrates ecosystem engineers. *Eur. J. Soil B.*, 33 (4), pp. 159-193.

Tableau 1 - Fiche synthétique du protocole d'étude et des méthodes employées.

Identification de la végétation caractéristique des zones F, L, T	Caractérisation de la quantité des apports organiques au sol (Entrée du modèle - Hypothèse H1)	Caractérisation de la qualité des apports organiques au sol pour les zones F et T (Entrée du modèle - Hypothèse H2)	Caractérisation des organismes ingénieurs et des groupes fonctionnels (triangle central et hypothèse H4 du modèle de fonctionnement)			Caractérisation des structures biogéniques des humus	Mise en évidence des relations entre organismes ingénieurs et processus du sol (hypothèse H3 du modèle de fonctionnement)
Détermination des espèces majoritaires structurant les zones étudiées Détermination plus précise de l'abondance des espèces végétales (recouvrement)	Détermination de la biomasse (par unité surfacique) des éléments végétaux retournés au sol chaque automne	Estimation du rapport C / N des éléments constituant les apports organiques majoritaires (aiguilles de sapins en zone F, appareils aériens et racinaires des épilobes en zone T)	Etude de la macrofaune lombricienne	Etude de la mésofaune et de la microfaune (vers enchytraéides exclus)	Estimation de l'abondance des vers enchytraéides	Détermination de la nature et de l'origine biologique des structures et quantification de leur abondance Quantification de la porosité	Observation des microsites fonctionnels pouvant notamment favoriser l'action des micro-organismes Estimation de la qualité / fertilité du sol (analyse saisonnière automne / printemps) Analyse des ultrastructures et des relations matière organique - matière minérale
Utilisation des coefficients de Braun-Blanquet pour la détermination précise de l'abondance	Extrapolation de données issues de la littérature scientifique	Extrapolation de données issues de la littérature scientifique Mesure du rapport C / N pour les tiges et racines d'Epilobe	Prélèvement des vers selon la méthode au formol (Bouché-Grossi) Comptage, détermination et mesure de biomasse	Prélèvement d'un volume de sol défini Extraction selon la méthode de Berlèse (en phase sèche) Détermination des animaux jusqu'à la	Estimation indirecte par l'observation des structures construites par les enchytraéides au niveau des lames minces d'humus	Prélèvement de volumes de sol non perturbés (litière + horizon A1) Réalisation de lames minces d'humus et analyse d'image assistée par ordinateur	Analyse de lames minces d'humus Prélèvements de sol (horizon A1), extraction des jus par centrifugation, dosage anions (NO_3^-, PO_4^{3-}) et cations (Na^+, K^+, Ca^{2+}, Mg^{2+}, Al^{3+}, Mn^{2+}, Fer) sur la phase aqueuse

10 - Approche de la résilience des peuplements face aux perturbations

Cemagref

Point (10) Approches de la résilience des peuplements face aux perturbations.

Cette étude a été abordée sous trois angles :

- Dynamique interne des peuplements.

Lors du parcours des peuplements pour leur description, ont été notées des observations sur les traces de perturbations, en pratique les causes de mortalité des arbres, et les atteintes à la régénération par les ongulés. Ces informations, jointes aux données d'archives, ont permis de compléter la fiche d'identité des types de peuplements par une liste des principales perturbations, de leur intensité et leur impact. Le gui semble la cause première de mortalité des sapins, en liaison avec des stress hydriques. Les peuplements semblent en revanche assez résistants au vent. La principale agression aux forêts vient des ongulés, en surdensité manifeste dans les parties non exploitées, qui sont aussi les moins accessibles depuis le village : bois du Chapitre, bois des Donnes et bois du Loubet. Ce point essentiel devra être pris en ompte dans la comparaison des biodiversités résultantes au niveau de la flore. La neige enfin façonne les lisières supérieure (cf paragraphe suivant), traverse le bois de l'Avalanche et celui du Chapitre, et peut par son poids provoquer des dégâts aux semis de sapin.

- Dynamique linéaire des lisières :

Une étude détaillée des dynamiques de lisières a fait apparaître divers types de fonctionnement, le plus souvent par colonisation par nucléations autour de précurseurs tels que le pin à crochets, le mélèze, ou par avancée frontale dans le cas de la hêtraie.

- Etude de l'impact du gibier

Un approfondissement de l'étude des abroutissements est en cours grâce à un financement complémentaire de la DNP.

Le Bois du Chapitre, lieu de refuge hivernal, est sensiblement le plus touché (sapin et hêtre significativement abroutis sur respectivement 80 et 90% des placettes), ainsi que le Loubet. L'impact est plus modéré au canton Ufernet, qui a été choisi pour une étude plus détaillée, à deux échelles emboîtées : transects avec relevé tous les 50 m, permettant une statistique générale, et cartographie détaillée d'une placeau de 50m sur 50m pour essayer de mieux caractériser la forte irrégularité des abroutissements constatés. Cette irrégularité s'est confirmée au niveau le plus fin, sans avoir pu être reliée à des facteurs évidents tels que le couvert. Des études complémentaires seraient nécessaire pour mieux comprendre les mécanismes d'une certaine structuration du milieu par rapport à la perturbation "ongulés" (cheminements des animaux, formation d'îlots résistants).

18/11/99 C.CHAUVIN

Hors programme ECOFOR

et venant compléter les connaissances sur le Bassin de Gap Chaudun.

A. Rôle de l'Entomofaune dans le fonctionnement de forêts non exploitées

opérateur : CEMAGREF de Grenoble (C. CHAUVIN)
financement : DNP

B. Relations forêts-gibier : impact du Mouflon dans la dynamique de la sapinière-hêtraie.

opérateur : CEMAGREF de Grenoble (C. CHAUVIN)
financement : DNP

C. Programme LIFE : « Héritage bioculturel des forêts » à Gap Chaudun

opérateurs : ONF – CEMAGREF – ENGREF
financements européens

D. Etude approfondie des érablaies sur le Bassin de Gap Chaudun
Profils écologiques des espèces présentes.

opérateur : ENGREF
autofinancement

E. Etude de la dynamique forestière au niveau des lisières (Bois du Loubet)

opérateurs : CEMAGREF – ENGREF

F. Diversité stationnelle et floristique des sapinières-hêtraies des Alpes du Sud

opérateurs : ENGREF – ONF Manosque
autofinancement

G. Dynamique, déterminisme et modélisation de la phytodiversité dans un contexte de déprise pastorale en zone montagnarde.

thèse CEMAGREF-ENGREF

A – Rôle de l'entomofaune dans le fonctionnement de forêts non exploitées

Convention-cadre GESTION DES TERRITOIRES
Convention particulière 1999

Action II - Forêts : Dynamique naturelle et relation avec la faune

Opération II2 - Rôle de l'entomofaune dans le fonctionnement de forêts non exploitées

On se propose d'étudier le rôle de l'entomofaune dans le fonctionnement de la hêtraie-sapinière montagnarde méridionale, dans des parcelles de niveaux d'anthropisation variés, de la forêt subnaturelle à la forêt régulièrement exploitée.

Cette opération permet de rajouter un volet entomofaune sur une étude générale menée sur la biodiversité dans le cadre du GIP-ECOFOR.

CADRAGE DU SUJET

L'entomofaune forestière représente à la fois une richesse du point de vue patrimonial, et une menace en matière de gestion, par les risques de pullulation de parasites. Dans un objectif de gestion patrimoniale de la diversité et de limitation des risques, on cherche à mieux connaître les relations entre anthropisation des forêts, diversité entomofaunistique, et stabilité des écosystèmes. Ces relations sont étudiées sur un ensemble de parcelles de hêtraie-sapinière ayant subi divers degrés d'anthropisation, de l'abandon ancien à l'exploitation régulière.
Le cadre géographique est celui du Sud-Dévoluy : Communes de Gap-Chaudun et Rabou, Alpes de haute-Provence.

NATURE DES TRAVAUX

Dans les diverses parcelles sélectionnées, ayant fait l'objet de pratiques différenciées par le passé, on réalisera l'inventaire de divers groupes d'espèces caractéristiques de forêts anciennes, et de milieux particuliers :
- Cérambycidés, Buprestidés, Elateridés : agents de la saproxylation
- Carabiques : indicateurs de diversité locale (hôtes des litières, majoritairement carnivores)
- Rhopalocères : associés aux lisières forestières

Ces inventaires seront mis en rapport avec la structure des forêts et leur passé anthropique. Les espèces caractéristiques de forêts anciennes, généralement de haute valeur patrimoniale, seront mis en évidence.

On étudiera d'autre part les populations de Tordeuse du sapin, en lien avec le degré d'anthropisation et la structure des peuplements, et avec les populations de fourmis (prédatrices de la tordeuse) étudiées par ailleurs dans le projet ECOFOR.

DELAI

Cette étude devra être rendue avant le 2000.

CONTENU DU RAPPORT

Le rapport sera remis en 3 exemplaires à la fin de l'étude.

Il comprendra les résultats suivants :

- Résultats des observations et des piégeages faits sur les groupes cités
- Mise en relation avec les types de peuplements et leur passé anthropique
- Lien entre les populations de tordeuses, la structure et l'ancienneté des peuplements, et les populations de fourmis.
- Conclusions pour les gestionnaires : espèces rares ou indicatrices à connaître et préserver. Recommandations de gestion pour la conservation de leurs habitats, et plus généralement pour la gestion de structures favorables à la biodiversité et à la stabilité de l'écosystème forestier.

Inventaire entomologique du bois du chapitre

Le bois du Chapitre fait l'objet d'un inventaire entomologique depuis juin 1999. Le choix des groupes s'est porté sur la faune des coléoptères liée à la décomposition du bois. En effet, la structure de cette biocénoses particulière est un bon indicateur de l'état de conservation des écosystèmes forestiers. Les familles retenues sont principalement les suivantes : Cerambycidae, Elateridae, Buprestidae et Cetoniidae. De plus, un inventaire des Coléoptères Carabidae a été réalisé afin d'avoir des données sur la faune du sol.

Un grand nombre de spécimens récoltés aux cours de nos campagnes d'été et d'automne sont en cours de détermination et envoyés pour confirmation à des spécialistes. Certaines espèces de Cerambycidae, d'Elatéridae et de Cetoniidae sont actuellement déterminées. La structure de la biocénose peut être caractérisé par :

- une faune typique des forêts de conifères que l'on trouve aussi bien en plaine qu'en montagne (*Obrium bruneum* notamment)
- une faune typique des forêts de conifères de montagnes (*Oxymirus cursor*, *Gnathacmaeops pratensis*). Certaines espèces rares ou à répartition très localisée en France sont présentes (*Evodinus clathratus*, *Clytus lama*). Nous avons observé aussi *Pidonia lurida* qui est une espèce caractéristique des forêts de conifères froides. Elle atteint ici la limite sud de son aire de répartition. Cette espèce a été déjà observée dans le département des Hautes-Alpes.
- une faune typique de la hêtraie caractérisée par la Rosalie alpine (*Rosalia alpina*), espèce protégée en France et présente sur l'annexe II de la directive Habitats-Faune-Flore.
- Une faune caractéristique de feuillus (*Stenocorus meridianus*, *Leptura maculicornis*, *Gnorimus nobilis*). Une espèce rare en France est présente *Ropalopus insubricus* dont les larves se développent sur Erable. Cette faune est très diversifiée dans le bois du chapitre. Ceci doit être mis en relation avec la présence de nombreux couloirs d'avalanche où des formations pionnières de feuillus sont installées.

Cette première pré-analyse nous permet de penser que le bois du Chapitre renferme une faune saproxylophage remarquable et nous poursuivrons les inventaires dans les années qui suivent.

Deux compléments peuvent être ajoutés :

- Des Lépidoptères protégés en France ont été observé :
  - dans le bois du chapitre au niveau d'une petite prairie (*Driopa mnemosyne*, *Euphydryas aurinia* (espèce de l'annexe II de la Directive Habitats-Faune-Flore)
  - dans l'éboulis situé au-dessus du bois (*Parnassius apollo*)
  - Dans les prairies d'altitude situées sur le chemin menant au bois (*Maculinea arion*, *Maculinea rebeli*).
- Un inventaire des Coléoptères saproxylophage a été réalisé de manière moins soutenu dans les bois d'Hufernet, de Loubet de le Bois des Donnes. Plusieurs espèces intéressantes ont été trouvées :
  - *Rosalia alpina* dans les bois d'Hufernet et de Loubet
  - *Glaphyra umbellatarum* dans le Bois des Donnes (espèce de Cerambycidae assez rare en France)
  - *Ampedus melanurus*, Elatéride typique des forêts de Conifères de montagnes, rare en France et *Hypoganus cinctus* Elatéride polyphage rare et localisé en France dans le bois d'Hufernet

B – Relations forêts-gibier : impact du mouflon dans la dynamique de la sapinière-hêtraie.

Convention-cadre GESTION DES TERRITOIRES
Convention particulière 1999

Action II - Forêts : Dynamique naturelle et relation avec la faune

Opération II3 - Relations forêts - gibier : impact du mouflon sur la dynamique de la sapinière - hêtraie.

On se propose d'étudier l'impact du mouflon dans le fonctionnement de la hêtraie-sapinière montagnarde méridionale, dans des parcelles de niveaux d'anthropisation variés, de la forêt subnaturelle à la forêt régulièrement exploitée.

Cette opération permet d'ajouter un volet grande faune à une étude générale menée sur la biodiversité dans le cadre du GIP-ECOFOR.

CADRAGE DU SUJET

Le développement de la grande faune et notamment du Mouflon est susceptible de représenter, après le départ des troupeaux domestiques, une nouvelle forme d'exploitation sinon d'entretien du milieu et une réelle ressource pour les économies locales dans l'ensemble des régions désertifiées des Alpes du Sud.

Utile pour le maintien des espaces ouverts, le mouflon est aussi susceptible de les étendre, en rompant le cycle de régénération de certaines forêts fragiles. Il convient de savoir à partir de quelles densités animales la pérennité de la forêt est menacée, et avant cela sa biodiversité ; et inversement d'étudier les structures forestières au sens large (du peuplement au paysage) offrant les meilleures capacité d'accueil.

NATURE DES TRAVAUX

Les travaux comporteront :
- un inventaire statistique de l'impact sur le milieu (inventaire de gagnage), croisée avec les types de peuplements et leur degré d'anthropisation.
- une étude plus détaillée des dégâts à la régénération de sapin.
- une étude du comportement des populations : lieux de séjour selon les saisons, analyse des donnés biométriques issues des tableaux de chasse.

DELAI

Cette étude devra être rendue avant le 2000.

CONTENU DU RAPPORT
Le rapport sera remis en 3 exemplaires à la fin de l'étude.

Il comprendra les résultats suivants :
- Analyse de l'impact du mouflon sur les milieux et sur les semis en fonction des divers facteurs.
- Evolution quantitative et qualitative du cheptel à partir des comptages et des données biométriques : mise en relation avec l'impact sur les peuplements forestiers.
- Propositions d'indicateurs simplifiés pour le suivi ultérieur de l'impact du mouflon (type indice de pression floristique).

- Propositions pour une de gestion conjointe optimisée du cheptel mouflon et des écosystèmes notamment forestiers, à l'échelle du paysage.

C – Programme LIFE « Héritage bioculturel des forêts » à Gap Chaudun

PROGRAMME LIFE FRANCO-SUÉDOIS
"Patrimoine bioculturel des forêts"

SITE DE DEMONSTRATION

Forêt domaniale de Gap - Chaudun

PRESENTATION DU SITE

Le site est situé à 10km au nord, nord-ouest de Gap (Hautes-Alpes), dans le massif des Alpes. Il est constitué par un ensemble domanial de 2 122 ha, dont 552 hectares sont boisés, et qui s'étagent de 1 050 m à 2 380 m d'altitude.

Cet ensemble est issu :
- de la forêt domaniale du Chapitre (65 ha) appartenant depuis le Moyen-Âge aux seigneurs du chapitre de Saint-Arnoul.
- de l'ancienne forêt communale de Chaudun (168 ha, achetée en 1897),
- des terrains cédés par les habitants de l'ancienne commune de Chaudun en 1897,
- des terrains du périmètre de restauration des terrains en montagne, acquis en 1898 et 1902 sur Gap.

La physionomie actuelle des formations végétales et leur richesse écologique sont très diverses et très dépendantes du contexte historico-culturel :
- La sapinière-hêtraie du bois du Chapitre, très riche en vieux bois, 300 ans et plus, a de longue date bénéficié d'un régime de protection, lié à son statut de forêt seigneuriale puis ecclésiale, et abrite une flore et une faune exceptionnelles (environ 112 ha).
- Les vacants et autres boisements naturels ont des faciès déterminés par la surexploitation pastorale du XIX^{e} siècle et l'exode rural qui a suivi (environ 1 650 ha).
- Les plantations forestières, effectuées entre 1889 et 1913 pour la restauration des terrains en montagne, sont à l'origine de peuplements réguliers monospécifiques de mélèzes d'Europe ou de pins (à crochets noirs ou sylvestres), en cours d'irrégularisation et de mélange (environ 350 ha).

Le site contient de nombreux vestiges de l'intervention humaine :
- ancien chemin muletier et canaux d'adduction d'eau,
- cabanes de bûcheron, tirés de lançage, barrage de flottage,
- village de Chaudun (maisons, église, cimetière),
- sentiers pastoraux et ruines de chalets d'alpage,
- sentiers, pépinières et ouvrages de restauration des terrains en montagne.

Quelques vestiges bénéficient encore d'un entretien régulier (une maison et les ouvrages de restauration des terrains en montagne) et peuvent faire l'objet de présentations, qui intéressent vivement le public, dans le cadre :
- d'un produit touristique de randonnée accompagnée (« Retrouvance »),
- de la tournée annuelle du patrimoine (visites guidées),
- de tournées diverses d'écoles.

La plupart des autres vestiges sont menacés par le boisement naturel consécutif à la déprise pastorale en forestière.

ÉTUDES BIOCULTURELLES ET HISTORIQUES ENVISAGEES

Les études bioculturelles et historiques à conduire sur ce site ont pour objectif de :

- remettre en évidence l'impact des activités humaines sur la physionomie des formations végétales et la biodiversité actuelles,
- préciser les actions prioritaires à mettre en oeuvre pour sauvegarder les vestiges les plus représentatifs des activités les plus déterminantes sur la biodiversité.

A cette fin, ces études devront :

- appréhender l'ancienneté des différents massifs et leurs utilisations de l'origine jusqu'à nos jours ;
- retracer l'historique des modes de gestion mis en oeuvre, en faisant le bilan des interventions actuelles ;
- tenter d'interpréter les relations entre l'état actuel des formations végétales et de la biodiversité d'une part et l'historique des modes de gestion qui y ont été appliqués ;
- évaluer l'évolution dans le temps des accrus forestiers actuels ;
- mettre en évidence les activités humaines les plus déterminantes et préciser les actions à mettre en oeuvre pour en sauvegarder les vestiges les plus représentatifs.

Ces études comprendront :

- l'exploitation des archives historiques, notamment ecclésiastiques,
- l'analyse des documents de gestion de l'ancienne administration des Eaux et Forêts et de l'actuel Office national des forêts,
- la comparaison des documents cadastraux anciens et actuels,
- la compilation des études biologiques permettant d'évaluer la physionomie des formations végétales et la biodiversité des écosystèmes.

ACTIONS DE SAUVEGARDE DE LA BIODIVERSITÉ ET DES VESTIGES HISTORIQUES

Parmi les actions de sauvegarde de la biodiversité et des vestiges de la zone, on peut prévoir a priori :

- l'étude et la mise en oeuvre d'un plan de gestion pastoral, visant à favoriser l'entretien des pelouses avec un cheptel adapté ;
- le renouvellement, par régénération naturelle ou artificielle, des boisements anciens de restauration des terrains en montagne ;
- la définition et le suivi d'indicateurs de stabilité et de biodiversité de la sapinière-hêtraie du bois du Chapitre ;
- le débroussaillement, la stabilisation et la mise en valeur pédagogique des fondations des constructions du village de Chaudun ;
- la reconstitution et la restauration des équipements d'un ancien chantier d'exploitation forestière (tire de lançage, sentier muletier, cabane de bûcheron, barrage de flottage...) ;
- la reconstitution et la restauration d'un chalet d'alpage et d'un parc à bétail.

ACTIONS DE DÉMONSTRATION ET VALORISATION AUPRÈS DU PUBLIC

Parmi les actions de démonstration et valorisation auprès du public des héritages bioculturels, susceptibles d'être mises en oeuvre sur ce site, on peut citer :

- la formation des accompagnateurs de montagne et des agents forestiers intervenant pour guider les randonnées du produit touristique "retrouvance" ;
- un circuit de découverte du village de Chaudun, axé sur les relations entre vestiges d'activité (bergerie, fours, cheminées, charpentes...) et impacts sur les paysages actuels (estives, taillis, feuillus, déboisements, futaies...) ;
- un sentier de découverte des actions de restauration des terrains en montagne (sentiers, ouvrages, pépinières, boisements...) ;
- un sentier de découverte de la biodiversité forestière et des anciens modes d'exploitation de la forêt (lançage, port muletier, flottage, cabane de bûcherons...) ;

- un sentier de découverte de l'exploitation pastorale actuelle et ancienne ;
- l'édition et la diffusion :
  - du recueil des recherches bioculturelles et historiques effectuées sur le site,
  - des guides des sentiers de découvertes.
- l'extension à la période touristique des visites guidées du village de Chaudun, qui suscitent déjà un vif intérêt des Hauts-Alpins à l'occasion de la tournée annuelle du patrimoine.

Office National des Forêts

EPM
↳ C. Chauvin

ARRIVÉE
26 OCT. 1999
C.E.M.A.G.R.E.F.
GRENOBLE

Monsieur le Chef de Division
"Forêt de montagne"
Unité "Ecosystème et paysages"
C.EM.A.G.R.E.F.
B.P. 76
38402 ST MARTIN D'HERES CEDEX

Région
Provence
Alpes Côte-d'Azur

Service
départemental
des Hautes-Alpes

5, rue des Silos
BP 96
05003 Gap cedex
Tél 04 92 53 87 17
Fax 04 92 53 19 60

Gap, le 18 octobre 1999

N Réf. : AC/CP/n°1127

Objet : - Programme life "Héritage bioculturel des forêts" à Gap-Chaudun -

Suite à notre rencontre récente au sujet du programme en objet, j'ai l'honneur de vous confirmer les points suivants.

Les études bioculturelles et historiques financées au C.E.M.A.G.R.E.F dans le cadre de ce programme doivent contribuer aux objectifs de ce site de démonstration (cf. description ci-jointe du site de la forêt domaniale de Gap-Chaudun).

Ces études, qui portent sur le périmètre de la forêt domaniale plus particulièrement entre le Col de Gleize et le village de Chaudun, comprendront :

1 ➲ <u>Une revue historique des usages forestiers</u>

A partir des données inventoriées par S. GIMBERT et résumées par H. MERLE, il conviendra de compléter avec :

- les données relatives aux 19ème et 20ème siècle, dont notamment les documents cadastraux ou géographiques et les travaux et reboisements RTM,
- les principales données relatives aux activités pastorales incidentes sur l'état des boisements, notamment leur situation et leur déclin depuis le 19ème siècle,
- une mise en forme cartographique des informations historiques permettant de localiser et de dater les principales interventions humaines,
- une description détaillée des méthodes d'abattage et de débardage forestiers utilisées aux 19ème et 20ème siècle.

Pour ce travail qui doit être effectué en complément de la récapitulation historique à réaliser pour les six massifs voisins du programme "Gip Ecofor", il est convenu de recourir à l'aide :

- d'un stagiaire (maîtrise en science) du laboratoire de paléobotanique de l'université d'Aix-Marseille (Professeur M. BARBERO), sous monitorat C.E.M.A.G.R.E.F avec assistance ONF (Division Gap-Est),
- sinon d'une prestation d'un ethnopastoraliste Haut-Alpin (M. Marc MALLEN 04.92.57.96.37), sous la conduite du C.E.M.A.G.R.E.F.

2 ➲ <u>Une description des habitats et une évaluation de leur biodiversité</u>

La carte au 1/25 000eme des habitats naturels (codification biotopes) de la forêt domaniale de Gap-Chaudun sera établie par l'Office National des Forêts Gap au 15 janvier 2000.

A partir de cette carte, il conviendra, pour le C.E.M.A.G.R.E.F :

- d'évaluer la biodiversité des habitats forestiers (en s'inspirant des méthodes utilisées dans les programmes "Gip Ecofor" sur les hêtraies sapinières de Gap-Chaudun ou "Leader 2" sur les méleizins de Monétier les Bains.
- d'estimer la phytodiversité des habitats non forestiers et de fournir une analyse bibliographique rapide de leur biodiversité faunistique.

3 ➲ <u>Une étude des relations entre activités humaines et biodiversité</u>

Cette étude s'attachera à :

- reconstituer l'évolution historique de chaque habitat forestier,
- évaluer la dynamique et l'évolution des accrus forestiers en forêt domaniale de Gap-Chadun depuis le 19ème siècle, en utilisant les résultats acquis (H. MERLE) ou encours d'acquisition (D. MARAGE)
- décrire les principales activités humaines qui ont influé les habitats et les espèces non forestières,

point 1 ←

Dans le cadre d'un programme "Gip Ecofor", l'Office National des Forêts dispose d'un crédit de 30 KF pour établir une analyse cartographique précise des éléments historiques de la gestion forestière propre à six sites de hêtraies sapinières du bassin du Petit Buëch, dont un (Bois du Chapitre) est inclus dans la forêt domaniale de Gap-Chaudun. Ces moyens peuvent être mobilisés si le partenaire retenu pour l'étude historique "Life Héritage Bioculturel" se charge aussi de cette analyse pour "Gip Ecofor".

4 ➲ <u>Programme de restauration des héritages bioculturels</u>

A partir des conclusions des études précédentes il s'agira pour le C.E.M.A.G.R.E.F, en concertation avec le Service Départemental de l'Office National des Forêts de Gap et d'éventuels autres partenaires associés à ce programme de définir les listes d'actions de sauvegarde et d'actions de démonstration à mettre en oeuvre pour conserver et faire connaître les vestiges des activités humaines les plus déterminantes dans l'élaboration du paysage et de la biodiversité actuelles du site de la forêt domaniale de Gap-Chadun.

Compte tenu de l'échéancier global du programme l'ensemble de ces études doivent être terminées avant le 31 décembre 2000, avec un rapport d'étapes au 30 juin 2000.

En fin pour compléter notre information et mieux situer les contributions de chacun, il nous serait utile d'avoir communication par vos services du programme d'études que le C.E.M.A.G.R.E.F a contractualisé dans le cadre de ce projet "Life"

Le Chef du Service Départemental,

A. CASTAN

P.J. : 1

D – Etude approfondie des érablaies sur le Bassin de Gap Chaudun
Profils écologiques des espèces présentes.

Une étude pilotée par l'ENGREF a été menée sur la diversité écologique des érablaies, types d'habitats rares et de très grand intérêt patrimonial.

Les objectifs étaient :

- de cerner la variabilité écologique et floristique de ces milieux,
- de préciser les cortèges floristiques propres à chacun de ces types,
- d'étudier l'amplitude écologique de ces espèces (présence dans les types de hêtraies-sapinières),
- de comparer leur composition floristique avec :
  - les phases pionnières à érable de la dynamique interne,
  - les accrus à érable

Les conclusions qui ont pu être dégagées sont très intéressantes :

- au niveau des massifs forestiers, certains seulement possèdent des érablaies, seul le Bois du Chapitre présente le type le plus hygrosciaphile à Orme

→ la diversité des conditions stationnelles intervient considérablement dans la diversité floristique d'un massif ;

→ quand une érablière existe dans une forêt, les espèces herbacées caractéristiques transgressent dans les sapinières hygrosciaphiles : la diversité de ces sapinières est donc en relation avec la diversité stationnelle des massifs considérés.

→ les essences présentes dans les érablaies participent à la sylvigenèse et à la constitution d'accrus :
dans le cas de 2 massifs en futaie de hêtre sur souche, anciennement traité en taillis (Donnes et sommet de Lescout) :

- pour le bois des Donnes les petites trouées sont envahies par l'Erable, le Frêne des érablaies proches... une certaine diversité dendrologique se restaure peu à peu ;
- pour le sommet de Lescout, très éloigné des érablaies de la base de ce massif, on n'observe aucun changement dans la composition monospécifique.

Nous avons élaboré les profils écologiques des espèces des érablaies pour mettre en évidence leur extension possible dans les sapinières voisines. L'objectif est d'avoir une meilleure compréhension de la structuration de la biodiversité, en particulier de bien distinguer les influences d'ordre écologique des influences d'ordre anthropique.

E – Etude de la dynamique forestière au niveau des lisières (Bois du Loubet).

Bilan des travaux personnels pour 1999
Programme GIP-ECOFOR

Ces travaux, réalisés au sein du **Cemagref Grenoble** et en collaboration avec le **Conservatoire Botanique National Alpin de Gap-Charance**, portent sur la dynamique de la végétation et l'évolution des structures forestières. Nous avons essayé d'une part d'appréhender les « facteurs clefs » qui guident l'évolution des forêts et d'autre part de comprendre le fonctionnement de certains processus de fermeture des milieux. Nous utilisons la notion d'**historique des peuplements** compris comme l'ensemble des événements passés, proches ou lointains, naturels ou anthropiques, qui ont par leurs actions façonné les boisements actuels. Les différents points abordés ont porté sur :

- l'élaboration d'une approche historique afin de saisir les particularités de chaque forêt,
- la réalisation de la cartographie et de la typologie des structures des peuplements forestiers,
- l'approche de la dynamique d'évolution des boisements soumis à l'impact des perturbations, qu'elles soient d'origine naturelles ou non. Nous nous sommes attardés plus particulièrement sur les zones de lisières externes où se mettent en place des processus spécifiques de colonisation des milieux de pelouses.

1- L'étude historique

Elle a concerné uniquement les forêts comparables au niveau de leurs conditions stationnelles : hêtraies-sapinières et hêtraies d'ubac des bois des Donnes, bois de Lescout, bois de Loubet, bois du Tavanet, bois de l'Ufernet, bois de l'Avalanche, bois du Devès. Deux principales approches ont été développées :

- analyse de l'**histoire ancienne** (antérieure au XIX^{ème} siècle) de ces forêts afin d'expliquer certains traits de la biodiversité actuelle observée, qui permet d'individualiser forêts seigneuriales et forêts communales,
- réalisation d'un panorama de l'évolution des **modes de gestion sylvicoles** au cours du XX^{ème} siècle principalement qui a débouché sur la distinction de forêts non gérées depuis maintenant près de 50 ans des bois encore gérés actuellement.

Cette synthèse des connaissances sur la gestion passée des forêts a mis en évidence le rôle essentiel des facteurs historiques anthropiques sur la structure actuelle des peuplements forestiers. La dynamique actuelle des forêts, en particulier dans les processus de reconquête forestière, peut être bloquée ou ralentie par des modes de gestion antérieurs.

2- La structure des peuplements

Une typologie fine des structures forestières présentes sur les massifs étudiés, retenus pour leur originalité vis à vis du type de gestion mené actuellement et dans le passé, a été effectuée et s'est concrétisée par l'élaboration d'une cartographie des peuplements. Une première phase a consisté en la photo-interprétation de clichés IRC datant de 1993. Ce travail a ensuite été comparé avec les données issues des aménagements forestiers. Ce recoupement à permis la distinction feuillus/résineux et l'appréhension du degré d'ouverture du couvert des peuplements.

Un parcours systématique des forêts selon un quadrillage, à mailles carrées, de 50 m * 50 m a alors été effectué. Sur chacune de ces placettes de 25 ares des données stationnelles et forestières (composition en essences, répartition par strates, structures des houppiers, recouvrement de la

régénération, surface terrière, phase sylvigénétique) ont été relevées. La perturbation principale affectant l'évolution du peuplement fut identifiée et répertoriée. Ce travail a permis de distinguer des types de peuplements se différenciant essentiellement par la répartition en termes de strates et de classes de diamètre des bois comptables (diamètre >= 7,5 cm) : 6 types de sapinières, 5 types de hêtraies, 3 types de hêtraies-sapinières, des futaies résineuses diverses (mélezins, pinèdes de Pin à crochets...) et des zones en régénération, en accrus. Nous avons choisi de présenter le résultat cartographique sous la forme d'une carte par massif. A l'issu de la description de l'ensemble des groupes typologiques un bilan sur la dynamique des peuplements, intégrant une hypothèse de travail sur leur origine probable, est présenté.

3- La dynamique interne des forêts: le rôle des perturbations

La dynamique actuelle des hêtraies-sapinières du bassin de Gap-Chaudun est soumise à un certain nombre de contraintes d'ordres abiotiques (notamment la neige, le vent ou les glissements de terrains) et biotiques (mouflons sur la régénération, gui). Cela se traduit dans la structure des forêts. Une synthèse de l'action et de la localisation des perturbations est avancé. Les peuplements anciennement constitués n'apparaissent que peu influencés par les événements perturbateurs de type abiotiques (avalanches, vents...), qui jouent un rôle secondaire dans leur évolution. Le rôle du Gui (*Viscum album*) est par contre essentiel dans l'évolution des sapinières. Pour certains massifs (Bois de l'Ufernet et bois de Donnes) l'abroutissement par les grands ongulés, préoccupant pour l'avenir de la régénération, nous a semblé nécessiter une étude plus approfondie.

4- Dynamique des lisières - évolution des marges

Nous avons étudié les processus spécifiques de conquête forestière sur les milieux ouverts qui s'élaborent progressivement en relation avec le ralentissement des pratiques pastorales. Notre travail a concerné principalement le bois de Lescout. Dans un premier temps une collaboration avec le Conservatoire Botanique de Gap-Charance a autorisé l'élaboration d'une carte de l'évolution du couvert forestier pour le bois de Lescout entre 1948 et 1993. Nous avons ainsi localisé les zones présentant des phénomènes originaux de dynamique de la végétation en lisière forestière. L'étude de terrain a ensuite précisé le mode de fonctionnement de ces lisières. Trois grands modèles dynamique de colonisation ont été mis en évidence dans ces systèmes supra-forestier d'ubac : reconquête forestière par Pinus uncinata, dynamique des lisières de hêtraies d'altitude et dynamique de Larix europaea. Des relevés floristiques ont été effectués selon des transects passant du milieu ouvert au milieu fermé afin de cerner le rôle de certaines espèces dans ces processus de colonisation. Le premier modèle met en exergue la capacité d'une essence introduite postpionnière (ici *Pinus uncinata*) de bouleverser la dynamique locale. L'étude de la dynamique de colonisation au niveau de lisières des hêtraies d'altitude est un exemple démonstratif de l'importance de la diversité des essences herbacées et arbustives d'un peuplement forestier dans sa dynamique d'extension : rôle primordial du potentiel de semences.

Au niveau des trouées intra-forestières du bois de Lescout, la régénération et la succession végétale qui lui est liée s'établit à partir du rôle pionnier de *Laburnum alpinum* et *Sorbus aucuparia* qui préparent la venue des essences postpionnières (Acer pseudoplatanus) et surtout dryades (*Fagus sylvatica*, *Abies alba*).

La gestion en futaie irrégulière par petites trouées du bois de Lescout imite la composition floristique (elle est même plus riche en espèces) des trouées naturelles liées à un chablis et permet la conservation au sein du massif d'un potentiel de semences qui disparaît si le couvert devient complet (sous les futaies subnaturelles de hêtre notamment). La diversité en nombre d'espèces est enrichie et surtout la diversité fonctionnelle du massif. C'est cette diversité fonctionnelle qui semble à la base du bon fonctionnement écologique des écosystèmes forestiers.

F – Diversité stationnelle et floristique des sapinières-hêtraies des Alpes du Sud

Diversité stationnelle et floristique des hêtraies-sapinières des Alpes du sud

Compte-tenu de la volonté **d'extrapoler les résultats** obtenus sur les régions voisines, il est nécessaire de cerner l'étendue du territoire qui possède des affinités certaines (écologiques et floristiques) avec les sapinières de Gap Chaudun.

Pour ce faire, nous travaillerons avec les travaux déjà effectués :

- typologie forestière du Buech, catalogue que nous avons piloté (nous disposons de tous les relevés réalisés),
- typologie forestière du Trièves et thèse d'Anne Petétin sur la même région

et les travaux qui sont en train de se terminer (typologie des sapinières des Alpes du Sud par Mr Nouals – SAT ONF de Manosque).

→ objectif : définition de l'aire d'extrapolation pertinente des résultats obtenus sur Gap Chaudun

Mais nous disposerons ainsi d'un très grand nombre de relevés de Sapinières (plus de mille) portant sur l'ensemble des Alpes du Sud (et le Triève).

Il sera possible d'appréhender la biodiversité et ses variations à d'autres **échelles spatiales** :

- pour les essences,
- pour les plantes herbacées.

- à l'échelle d'une **petite région naturelle** (aire d'extrapolation des résultats de Gap Chaudun, et de ses diverses régions naturelles
- à l'échelle d'un **grand territoire** et de ses diverses régions naturelles en analysant :
  - les variations de la diversité,
  - le déterminisme de ces variations.

Une étude des amplitudes de répartition des espèces sera effectuée afin de cerner les niches écologiques au sein des gradients de continentalité, de méditerranéité.

Un objectif déjà présenté est de voir dans quelle mesure il est possible de prédire une biodiversité potentielle au sein d'un territoire géographique donné.

G – Thèse sur la dynamique de la diversité floristique dans le Bassin versant de Gap Chaudun

Dynamique, déterminisme et modélisation de la phytodiversité dans un contexte de déprise pastorale en zone montagnarde.
L'exemple du bassin versant de Gap-Chaudun (05).

Introduction

Les politiques agricoles d'harmonisation européennes concourent à une redistribution, au niveau local, des espaces agricoles utiles. La part de l'activité agricole et en particulier pastorale dans l'occupation du territoire diminue inexorablement. Il n'est donc pas exclu de voir se développer une végétation forestière à l'étage montagnard et subalpin, dans des zones jusque là vouées au pastoralisme. Cette dynamique de recolonisation fait peser des incertitudes sur l'avenir d'activités économiques et sur la permanence de l'occupation d'une partie du territoire. Or, l'activité agro-sylvo-pastorale pluriséculaire, en façonnant l'espace naturel, fut très probablement source de diversité à l'échelle du paysage. Le maintien, par cette activité des espaces intra-forestiers ou pastoraux leur permet d'abriter aujourd'hui environ 40% de la flore menacée prioritaire française (Olivier et al., 1995). Les enjeux sont considérables et dépassent le cadre strict de la gestion durable de l'espace rural, pour s'ancrer dans celui de la biologie de la conservation.

Problématique et objectifs

Problématique :

Ce programme s'inscrit dans le cadre d'une recherche interdisciplinaire sur les dynamiques post-culturales et les risques encourus d'érosion floristique.

Le maintien d'un paysage attractif est devenu un enjeu économique majeur pour les communes touristiques de montagne où le pastoralisme diminue. Cette déprise agricole se manifeste par une dynamique de recolonisation ligneuse. La valorisation de ces accrus revêt, dans le contexte du changement climatique global, un enjeu socio-économique puisqu'il concoure à une réduction de l'effet de serre. D'autre part, les phytocénoses prairiales, souvent à caractère patrimonial marqué, sont menacées par des déséquilibres populationnels au profit d'espèces monopolistes. Il est donc nécessaire de connaître et d'évaluer la structuration de la diversité floristique et son évolution au sein des complexes sylvatiques et pastoraux soustraits aux impacts anthropiques.

Objectifs

1. Exixte t-il une érosion de la phytodiversité au cours du processus de recolonisation ligneuse? Quelles sont, à l'échelle des unités stationnelles ou de la parcelle, les déterminismes de cette érosion?
2. L'hétérogénéité paysagère actuelle est-elle garante de la pérennité de la diversité taxinomique locale ? Des milieux « refuges[1] » existent-ils ?
3. Modéliser spatialement les trajectoires dynamiques inhérentes au contexte de déprise post-culturale.

[1] Si la banque de semence du sol constitue une réserve latente de populations, encore faut-il qu'elle puisse s'exprimer par le maintien d'un régime de perturbations adéquate. Ces milieux sont donc des espaces de superficie variable où le régime de perturbations permet à l'ensemble des cortèges floristiques de s'exprimer.

Pour finaliser ces objectifs afin qu'ils deviennent des outils d'aide à la décision dans le soucis d'une gestion durable de ces écocomplexes, il nous faut :

- **Développer** :
  Une approche méthodologique pour cerner objectivement la diversité floristique tant dans ces composantes quantitatives que qualitatives.
- **Connaître** :
  La structuration de la diversité floristique à différentes échelles spatiales.
  Les déterminismes de cette diversité. (*e.g.* les paramètres structuraux du peuplement ligneux déterminant la diversité spécifique du tapis herbacé)
- **Identifier des processus** :
  Les stratégies adaptatives en réponse à différents régimes de perturbations.
  Des modèles de succession inhérents à la recolonisation ligneuse.
- **Evaluer** :
  La dynamique de la recolonisation ligneuse.
- **Proposer** :
  Par le biais de la modélisation spatiale, des scénarii évolutifs de la phytodiversité dans un contexte de déprise pastoral.

Contexte

Intérêts du site.

L'ancien complexe agro-sylvo-pastoral du bassin versant de Gap-Chaudun (Hautes-Alpes ; région naturelle du Gapençais-Laragnais) nous offre un site expérimental de choix. A la forte pression anthropique des siècles précédents se substitue un exode rural massif à la fin du XIX^{ème} siècle. Le XX^{ème} siècle est marqué par une baisse notoire des estives et l'arrêt des exploitations forestières dans les massifs difficiles d'accès. Ce site présente donc, dans un espace restreint (5000 ha), un panel de trajectoires dynamiques résultat des interactions entre les systèmes d'exploitation pastorales, forestiers et écologiques (bonne représentativité des types de végétation de l'étage montagnard et subalpin des Alpes intermédiaires).

Travaux scientifiques précédent.

Les travaux antérieurs se sont orientés sur le Bois du Châpitre, aujourd'hui Réserve Biologique Domaniale. Ces recherches ont balayé un vaste champ disciplinaire depuis l'étude structurale des peuplements forestiers (Mortier, 1990 ; Sandoz, 1993 ; Renaud et al., 1994) en relation avec un diagnostic phytoécologique (Varèse, 1993) et pédologie (Caner, 1994), à la reconstitution de la végétation actuelle (Blanchard, 1995) et ancienne (Thinon, 1995) en passant par un examen des entomocénoses (Abgrall, 1993 ; Soutrenon, 1994 ; Lamperière, 1998). Une étude historique portant sur l'ensemble du bassin versant s'achèvera cette année (Gimbert, 1999). Ces nombreux travaux sont le support indispensable pour cerner la phytodiversité dans une perspective dynamique dans le contexte de déprise. Il faut maintenant élargir ces recherches à l'ensemble des complexes sylvatiques (prise en compte des massifs gérés) et des complexes pastoraux.

CONCEPTS ET OUTILS

Le corpus théorique sera celui de l'écologie systémique.

Théorie de la hiérarchie.

Les phénomènes se déroulant dans les écosystèmes présentent une structure hiérarchique avec des niveaux dont les entités sont caractérisés par un rythme de déroulement du phénomène propre, d'autant plus lent qu'il est élevé dans la hiérarchie. La structure spatiale est la résultante des interactions espace-temps. Les activités humaines peuvent être décrites par une organisation hiérarchique différente de celle des processus écologiques qu'elles sont sensées piloter.

Théorie des perturbations.

Elles sont fondamentalement responsables de l'entretien de la diversité biologique. La théorie des perturbations intermédiaires (Connell, 1978) postule qu'un niveau de perturbation « moyen » entretient un niveau maximal de diversité. En deçà, les processus d'exclusion compétitive sont favorisés, entraînant la dominance de certaines espèces. Au delà, les espèces n'ont pas le temps de recoloniser l'espace laissé vacant par les perturbations.

Théorie des successions écologiques.

La transmission de l'information s'effectue sur la base de l'énergie interne à l'organisme. Au cours de la succession, la biomasse s'accroît. Cette accumulation se traduire en terme d'énergie (compte tenu des difficultés majeures qui résident dans la quantification *in situ* des flux énergétiques espèces par espèces, la biomasse en est l'estimation la moins biaisée). Or on peut assimiler l'énergie à la quantité d'information (car les écosystèmes sont des systèmes dissipatifs). La régularité (équitabilité) s'accroît avec la biomasse, à condition que le niveau de perturbations chute. Donc, il est possible de relier la diversité à l'accumulation de biomasse.

Géométrie fractale.

Son utilisation pourrait permettre un changement d'échelle (hétérogénéité paysagère versus diversité spécifique) sans changer de dimension (aire finie mais frontière infinie). En effet, le tapis herbacé est plus homogène dans les phases optimales (la biomasse est mieux répartie) que dans les phases pionnières. La régularité mesurée par l'intermédiaire de l'indice de Pielou (1977) est un rapport de deux logarithmes, à l'image de la dimension fractale. Peut-on mettre en évidence, dans ces conditions, une dimension fractale propre à chaque écocomplexe ?

Outils.

Méthodes	Outils	Processus à mettre en évidence	Echelle spatiale
Approche diachronique	Cartographique (Système d'information géographique)	· Hétérogénéité paysagère. - Dynamique paysagère (recoupement avec données historiques). - Dynamique de recolonisation.	Bassin versant Ecocomplexes Unités stationnelles
	Analytique (Dendrochronologie)	- Vitesse et dynamique de recolonisation.	Unités stationnelles Ecocomplexes
Approche synchronique	Analytique (Relévés phytoécologiques ; Banque de semence du sol)	- Diversité floristique. - Dynamique post-culturale. - Potentiel séminal local, advectif et végétatif. - Stratégies adaptatives. - Modèles de succession.	Bassin versant Ecocomplexes Unités stationnelles Parcelles
	Synthétique (Ecologie factorielle Modélisation)	- Prédiction de la diversité floristique par les paramètres environnementaux. - Prospective en matière paysagère.	

Collaborations envisagées

- Co-directeur de thèse : J.J. BRUN – CEMAGREF Grenoble - Equipe Ecosystèmes et Paysages Montagnard
- Conservatoire Botanique National de Gap-Charance (05) : espèces à haute valeur patrimoniale et banque de semence du sol.

BIBLIOGRAPHIE

SOMMAIRE

ABGRALL J.F., 1994. Observations entomologiques - Bois du Chapitre. Etude des forêts subnaturelles alpines. CEMAGREF.

ASH J.E., BARKHAM J.P., 1976 - Changes and variability in the field layer of a coppiced woodland in Norfolk, England. Journal of Ecology 64: 697-712.

AUCLAIR AX, GOFF G.F., 1971 - Diversity relations of upland forests in the western great lakes area. The American Naturalist 105: 499-527.

BECKER M., 1984 - Indices de climat lumineux selon la pente et l'exposition pour les latitudes de 40 à 50°. Bull. Ecol., t. 15 (4) : 239-252.

BLANCHARD E., 1995. - Analyse des modalités de la dynamique linéaire de la végétation du Bois du Chapitre (Hautes-Alpes).DEA Ecosystèmes Continentaux Arides Méditerranéen et Montagnard. Univ. Marseille, 44 p.

BOBIEC A., 1998 - The mosaic diversity of feid layer vegetation in the natural and exploited forests of Bialowieza. Plant Ecology 136: 175-187.

CANER L., 1994.- Caractérisation des humus de différentes phases du cycle sylvigénétique d'une hêtraie-sapinière non exploitée des Hautes-Alpes : Le Bois du Chapitre (05). Mémoire de 3e année E.N.S.A.I.A., 35 p.

CANER L., 1995. Caractérisation chimique de la matière organique des litières et des sols d'une hêtraie-sapinière des Alpes du Sud : le Bois du Chapitre. DEA Géosciences.

CATHALIFAUD R., 1966. Etude du régime alimentaire du mouflon dans une forêt naturelle (Bois du Chapitre, Hautes-Alpes). CEMAGREF Nogent-sur-Vernisson, ONF Gap.

CHRISTENSEN M., EMBORG J., 1996 - Biodiversity in natural versus managed forest in Denmark. In : Norton T W. (Ed.), Conservation of biological diversity in temperate and boreal forest ecosystems, Forest Ecology and Management 85: 47-51.

CONNELL J.H., 1978 - Diversity in tropical rainforests and coral reefs. Science 199 : 1302-1309.

DAGET Ph., GODRON M., 1982 - L'échantillonnage. In : Analyse de l'écologie des espèces dans les communautés. Collection d'écologie n'18. Masson, Paris, 12-22.

DAGNELIE P., 1975 - Théorie et méthodes statistiques, applications agronomiques, volume2. Presses agronomiques de Gembloux, Gembloux.

DECONCHAT M., 1999 - Exploitation forestière et biodiversité. Exemple dans les forêts fragmentées des coteaux de Gascogne. Thèse de doctorat. Univ. Toulouse, 179 p.

DELORE M., 1996. Etude de l'impact d'une population de mouflons sur une régénération de supins dans une forêt subnaturelle des Hautes-Alpes : le Bois du Chapitre. CEMAGREF Nogent-sur-Vernisson, ONF Gap.

DIANA I., 1995 - Biodiversité végétale à travers la diversité écosystémique d'un massif forestier. Cas de la forêt du Romersberg (57). Mastère spécialisé en Sciences Forestières, ENGREF, 87 p.

DUBOIS, J.J. - 1991 - Phytodynamique et biogéographie historique des forêts. - Bailleul : Colloques phytosociologiques. - 436 p.

DUPLAT P., PEROTTE G., 1982 - Inventaire et estimation de l'accroissement des peuplements forestiers. Office National des Forêts, Section technique Paris. 432 p.

FRONTIER S., 1983 - Stratégies d'échantillonnage en écologie. Masson, Paris.

GILLIAM F.S., TURRIL N.L. & ADAMS M.B., 1995 - Herbaceous-layer and overstory species in clearcut and mature central Appalachian hardwood forests. Ecological Applications 5 : 947-955.

GOUNOT M., 1969.- Méthodes d'étude quantitative de la végétation. Masson Cie, 314 p.

GRASHOF-BOKDAM C., 1997 - Forest species in an agricultural landscapes in the Netherlands : Effects of habitat fragmentation. Journal of Vegetation Science 8 : 21-28.

HONNAY D. et al., 1998 - Ancient forest plant species in western belgium, a species list and possible ecological mechanism. Journal of Botany 130 : 139-154.

KERGUELEN, M. - 1993 - Index synonymique de la flore de France. - Paris : M.N.H.N., Secrétariat de la faune et de la flore.

KOOP H., 1989 - Forest dynamics. Springer verlag, Heidelberg.

LANDE R., 1996 - Statistics and partionning of species diversity among multiple communities. O&os 76.-5-13.

LAVIGNE C., 1993. Inventaire ornithologique du Bois du Chapitre. ONF.

LEBRETON Ph., 1998 - Biodiversité et écologie : quelques réflexions théoriques et pratiques. Bull. mens. Soc. linn. Lyon 67: 86-94.

MARAGE D., 1999 - Evaluation de la diversité floristique et impacts de la gestion forestière. Applications en zone némorale. Rapport bibliographique, DEA Analyse et modélisation des svstènies biologiques. Univ. Lyon 1, 31 p.

MEIER AJ., BRATTON S.P. & DUFFY D.C., 1995 - Possible ecological mechanisms of loss of vernallierh diversity in logged eastern deciduous forests. Ecological Applications 5 : 935-946.

MERCIER P., 1988 - Approche méthodologique de l'étude des relations entre la structure spatiale du peuplement ligneux et la végétation du sous-bois. Annales des sciences forestières 45 : 275-290.

MERLE H., 1999 - Etude de la structure et de la dynamique des forêts du bassin versant de Gap Chaudun (Hautes-Alpes). Mémoire F.I.F., 3e année. ENGREF, Nancy.

MORTIER F., 1990.- Sylvigénèse et structures spatiales en forêts tempérées. Synthèses bibliographique et étude de cas. DEA, Université de NANCY I, E.N.G.R.E.F., 168p.

OFFICE NATIONAL DES FORÈTS Hautes-Alpes, 1990. Aménagement de la forêt domaniale de Gap Chaudun (2 121,81 ha).

OLDEMAN R.A.A., 1990.- Forest, elements of silvology. Heidelberg Springer verlag, 624 p.

OLIVERO A.M., HIX D.M., 1998 - Influence of aspect and stage age on ground flora of southeastern Ohio forest ecosystems. Plant Ecology 139 : 177-187.

PEROT Th., 1998 - Importance des facteurs écologiques sur la croissance de la Fougère aigle (*Pteridium aquilinum* L.Kuhn) dans la vallée de la Moselotte (Vosges). Rapport technique. DEA Analyse et modélisation des systèmes biologiques. Univ. Lyon 1. 31 p.

PETERKEN G.F., 1996 - Natural woodland. Ecology and conservation in Northen temperate regions. Cambridge University Press, Cambridge.

PITKÄNEN S., 1997 - Correlation between stand structure and ground vegetation : an analytical approach. Plant Ecology 131 .- 109-126.

RAMEAU J.C., 1992.- Dynamique de la végétation à l'étage montagnard dans les Alpes du sud. Première approche des hêtraie-sapinières. Les applications possibles au niveau de la gestion. R.F.F. 44. n°5 : 393-413.

RAMEAU. J.C., MANSION. D., DUME. G.- 1991 - Flore forestière française, guide écologique illustré. Tome II Montagnes. - Paris: I.D.F. - 1784 p.

REMMERT H., 1991 - The mosaïc-cycle concept of ecosystems. Springer Verlag. Heidelberg.

RENAUD J.P., MERMIN E. et LAGUET S., 1994. Installation de placettes permanentes dans deux forêts subnaturelles des Alpes françaises. CEMAGREF.

SANDOZ J.C., 1993. - Caractérisation et organisation spatiale des structures d'une hêtraie-sapinière non exploitée des Hautes-Alpes : Le Bois du Chapitre (05). Mémoire de 3e année. E.N.S.A.I.A., 30p.

SHUGART H., 1984 - A theory of forest dynamics. The ecological implications of forest succession models. Springer Verlag. New-York. 305 p.

SOUTRENON A., 1994. Observations pathologiques au bois du Chapitre. Etudes Forêts subnaturelles.

STANDOVAR T., 1996 - Aspects of diversity in forest vegetation. In : Bachmann P., Kullervo K. & Uuttera J. (Eds). Assesment of biodiversity for improved forest management. European Forest Institute Proceedings 6 : 17-28.

THINON M., 1995. Travaux d'analyses pédo-anthrocologiques. Etudes Forêts subinaturelles.

TOROSSIAN C., ROQUES L., 1984 - Les réponses de Formica lugubris zett. A la dégradation anthropique des forêts de l'étage subalpin français. Bulletin d'écologie 15 : 77-90.

VARESE P., 1993.- Les types de stations forestières et la dynamique de la végétation au Bois du Chapitre (F.D. de Gap-Chaudun - 05). Doc. E.N.G.R.E.F., 21 p.