

**PLATEAUX ET MONTS DE VAUCLUSE,
MONTAGNE DE LURE
ET VENTOUX (versant sud)**

PREETUDE

AVERTISSEMENT

Pour être conforme à l'original, certaines pages du document sont à imprimer sur du papier de couleur :

Couleur	Numéros des pages du PDF	Numéros des pages de l'original
bleu ciel	11-12 143-144 225-226	Non numérotées
vert d'eau	13-14 25-26 37-38 65-66 73-74 101-102 111-112 145-146 227-228 245-246	

La dernière page est à imprimer sous la forme de deux A4 sur du film transparent.

Typologie des stations forestières

**PLATEAUX ET MONTS DE VAUCLUSE,
MONTAGNE DE LURE
ET VENTOUX (versant sud)**

PREETUDE

Marielle JAPPIOT
Daniel NOUALS
Bénédicte BOISSEAU

- Avril 1992 -

AVANT PROPOS

Cette étude s'inscrit dans le programme de recherche sur la typologie des stations forestières, mené au groupement du CEMAGREF d'Aix-en-Provence.

Elle a débuté en janvier 1991 et est prévue pour une durée de 3 ans.

Elle bénéficie du financement des Programmes Intégrés Méditerranéens (CEE, Conseil Régional de Provence-Alpes-Côte d'Azur) et des crédits du Conservatoire de la Forêt Méditerranéenne.

La mise en forme des textes et graphiques de ce rapport intermédiaire de préétude a été assurée par D. BREIL.

SOMMAIRE

PREMIERE PARTIE : DESCRIPTION DE LA ZONE D'ETUDE

HISTOIRE GEOLOGIQUE	3
<u>1. Sédimentation marine du crétacé</u>	4
<u>2. Phase continentale : Crétacé supérieur à Miocène inférieur</u>	5
<u>3. Retour à la mer à la fin du tertiaire (Néogène)</u>	6
<u>4. Phase alpine majeure : chevauchement de l'Axe Ventoux-Lure - Fracturation</u>	7
<u>5. Quaternaire : mise en place du réseau hydrographique et des formations superficielles</u>	7
QUE RESTE-T-IL AUJOURD'HUI DE CE PASSE GEOLOGIQUE ?	9
<u>1. Les grands types de roches</u>	10
<u>2. Les différents faciès</u>	11
LES FORMATIONS SUPERFICIELLES ET LES SOLS	19
<u>1. Les processus d'altération des roches</u>	20
<u>1.1. Les calcaires compacts</u>	20
<u>1.2. Les calcaires friables</u>	21
<u>1.3. Les calcaires marneux</u>	21
<u>1.4. Les marnes et argiles</u>	21
<u>1.5. Les grès calcaires</u>	21
<u>2. Les formations superficielles</u>	21
<u>2.1. Les formations superficielles en place</u>	22
<u>2.1.1. Les plateaux calcaires</u>	22
<u>2.1.2. Les dépressions tertiaires</u>	24
<u>2.2. Les formations superficielles allochtones</u>	24
<u>2.2.1. Les formations de versant : éboulis et colluvions</u>	24
2.2.1.1. <i>L'origine des éboulis</i>	24
2.2.1.2. <i>Les différents types d'éboulis</i>	24
2.2.1.3. <i>Evolution des éboulis - Cas des versants marneux</i>	26
<u>2.2.2. Les formations de plateaux ou de plaines : colluvions et alluvions</u>	26
<u>3. Les sols</u>	26
<u>3.1. Les différents processus de la pédogénèse dans le contexte régional</u>	27
<u>3.2. Les différents types de sols de la zone d'étude</u>	28
<u>3.3. Un autre type de cartographie</u>	30

LE RELIEF ET LE RESEAU HYDROGRAPHIQUE	33
<u>1. Les grands reliefs</u>	34
<u>1.1. La Montagne de Lure</u>	34
<u>1.2. Les dépressions</u>	35
<u>1.3. Le Ventoux</u>	35
<u>1.4. La région d'Albion : région des plateaux</u>	36
<u>1.5. Les plateaux et Monts de Vaucluse</u>	36
<u>2. Le réseau hydrographique</u>	36
<u>2.1. Un faible réseau hydrographique de surface</u>	36
<u>2.2. Importance du réseau hydrographique souterrain : le système Vaucluse</u>	37
<u>2.3. Les citernes de la Montagne de Lure</u>	37
 LE CLIMAT	 39
<u>1. Position de la zone d'étude dans la région méditerranéenne</u>	40
<u>2. Pluviométrie</u>	41
<u>2.1. Etude des longues séries pluviométriques</u>	41
<u>2.2. Données complémentaires (séries courtes)</u>	44
<u>2.3. Conclusions sur la pluviométrie</u>	46
<u>3. Températures</u>	46
<u>4. Pluie et température : les postes pluviothermiques</u>	49
<u>5. Autres facteurs climatiques</u>	50
<u>5.1. Le vent</u>	50
<u>5.2. Insolation</u>	51
<u>5.3. Humidité relative - Brouillards</u>	52
<u>6. Conclusion : les zones climatiques</u>	53
<u>7. Climat et stations forestières</u>	53
<u>7.1. Etude des microclimats sur le Ventoux</u>	53
<u>7.2. Le bilan hydrique</u>	54
 LE FACTEUR HUMAIN	 58
<u>Pour la petite histoire</u>	59
<u>L'occupation de l'espace aujourd'hui</u>	60
 LA VEGETATION	 63
<u>1. Les étages et les séries de végétation</u>	65
<u>1.1. L'étage mésoméditerranéen</u>	65
<u>1.1.1. La série rupicole du Genévrier de Phoenicie</u>	65
<u>1.1.2. La série méditerranéenne du Chêne pubescent</u>	65

<u>1.2. L'étage supraméditerranéen</u>	66
<u>1.2.1. Les divers groupements - Leur dynamisme</u>	67
<u>1.2.2. Appartenance phytosociologique</u>	67
<u>1.2.3. Le cas du Chêne pubescent</u>	68
<u>1.3. L'étage montagnard</u>	68
<u>1.3.1. La série mésophile du Hêtre</u>	69
<u>1.3.1.1. La Hêtraie du Ventoux</u>	70
<u>1.3.1.2. La Hêtraie de Lure</u>	71
<u>1.3.2. La série mésophile du Pin sylvestre</u>	72
<u>1.3.3. Notion de dynamisme</u>	73
<u>1.4. L'étage subalpin</u>	73
<u>2. Quelques données chiffrées</u>	74
<u>2.1. Les résultats du deuxième cycle de l'inventaire</u>	74
<u>2.2. Comparaison des deux cycles d'inventaire</u>	74
<u>3. Le cas des reboisements</u>	75
<u>3.1. Les forêts de substitution</u>	75
<u>3.2. Les reboisements</u>	75
<u>3.2.1. Historique des reboisements</u>	75
<u>3.2.2. Les peuplements de reboisement</u>	76
<u>4. Les aménagements</u>	77
<u>4.1. La Montagne de Lure</u>	77
<u>4.1.1. Les différents objectifs assignés à la forêt</u>	77
<u>4.1.2. Les essences forestières - La sylviculture</u>	78
<u>4.2. Les Monts de Vaucluse - Le Ventoux</u>	80

DEUXIEME PARTIE : DECOUPAGE DE LA ZONE D'ETUDE

1 - LA MONTAGNE DE LURE	88
2 - LA MONTAGNE D'ALBION	95
3 - LE PLATEAU D'ALBION	99
4 - LA REGION DES KARSTS	103
5 - LE CHAMP DE FRACTURE DE BANON	108
6 - LES COLLINES DE ST CHRISTOL	112
7 - LE VERSANT SUD	117

8 - LES PLATEAUX DE VAUCLUSE	124
9 - LE VENTOUX	130
Sous-secteur 1	132
Sous-secteur 2	136
10 - LE VERSANT EST DU VENTOUX	140
11 - LE VENTOURET	144

TROISIEME PARTIE : DELIMITATION DE LA ZONE D'ETUDE, PLAN D'ECHANTILLONNAGE, PROTOCOLE DE RELEVÉ
--

<u>1. Délimitation de la zone d'étude</u>	152
<u>2. Plan d'échantillonnage</u>	153
<u>3. Protocole de relevé</u>	153

ANNEXE

INTRODUCTION GENERALE

La zone d'étude qui retient toute notre attention dans cette préétude s'étend d'Ouest en Est du Ventoux à la Montagne de Lure et descend au Sud jusqu'aux extrémités des Monts de Vaucluse. Elle couvre 110.000 ha dont la moitié environ est boisée.

Les limites de cette zone ont été établies à partir du découpage en petites régions naturelles de la région Provence-Alpes-Côte d'Azur.

En effet, le découpage climato-lithologique a permis d'individualiser des secteurs relativement homogènes au niveau régional en particulier en ce qui concerne les critères géologiques : notre zone regroupe un ensemble de terrains calcaires qu'il sera intéressant de comparer à la Sainte-Victoire ou au Lubéron situés plus bas par rapport au littoral, et où des études du même type sont en cours.

D'autre part, le paysage est dominé par une essence posant parfois des problèmes aux forestiers : le Chêne pubescent. Une étude des types de stations dans cette zone, suivie par une approche autécologique ou du type "relation station-production" devrait apporter de nombreux éléments de réponses quant aux choix de gestion ou d'essences à réaliser dans cette zone.

Une préétude d'un an a donc été engagée sur cette zone. Elle vise à mettre en place une méthodologie adaptée à une zone de superficie importante dominée par le calcaire et caractérisée par une occupation humaine qui, si elle n'est plus dominante aujourd'hui, a eu un impact important sur le paysage actuel et sur la végétation.

Or ce dernier facteur, qui peut être dans bien des cas synthétique pour caractériser le milieu, peut se révéler insuffisant dans le cas d'une région fortement anthropisée où la végétation ne traduit plus un état d'équilibre d'un peuplement par rapport aux caractéristiques stationnelles mais plutôt un stade particulier de la dynamique de la végétation.

C'est pourquoi nous nous sommes orientés vers une étude approfondie des relations pouvant exister entre le paysage observé et lu sur un fond topographique, les données géologiques fournies par les cartes géologiques et les données pédologiques issues de la description de profils pédologiques effectués sur le terrain.

La compréhension de la relation entre ces différents paramètres permet l'élaboration d'un modèle morpho-géo-pédologique et aboutit à un découpage de la zone d'étude en secteurs, sous-secteurs et unités nous permettant d'établir un plan d'échantillonnage cohérent.

Nous avons essayé dans ce rapport de retranscrire dans chaque chapitre les données bibliographiques puisées dans la littérature confrontées à l'expérience personnelle tirée de nos nombreux relevés de terrain.

Dans la première partie, le premier chapitre retrace l'histoire tectonique et la sédimentation marine et continentale qui ont affecté la région.

Le deuxième chapitre décrit la position des différents sédiments dans le paysage ainsi que l'ensemble des faciès d'après les notices des cartes géologiques et ce que l'on a pu noter sur le terrain.

Dans le troisième chapitre sont abordés les processus d'altération des roches, les formations superficielles qu'elles donnent ainsi que leur répartition dans les paysages et les sols que l'on peut y trouver.

Le quatrième chapitre décrit le relief et le réseau hydrographique et permet un premier grand découpage de la zone d'étude.

Le chapitre climat, permet une autre subdivision de la zone.

Les chapitres Facteur humain et végétation viennent compléter l'ensemble de ces données.

Une deuxième partie synthétise l'ensemble des résultats et permet de croiser toutes les informations obtenues sur la zone d'étude. Elle permet ainsi une subdivision plus fine du relief par rapport aux différents facteurs précités.

Les grands reliefs sont scindés en secteurs constitués eux-mêmes d'unités qui sont décrites en détail.

A partir de ces découpages, on peut redéfinir les limites de la zone d'étude, établir un plan d'échantillonnage stratifié et mettre au point une fiche de relevé. C'est ce qui est proposé dans la troisième partie.

1^{ère} PARTIE

HISTOIRE GEOLOGIQUE

HISTOIRE GEOLOGIQUE

L'histoire géologique de notre zone d'étude est relativement simple.

Les affleurements géologiques les plus anciens datent du crétacé inférieur, plus précisément du Barrémien (- 114 MA).

Durant tout le crétacé inférieur et jusqu'au Cénomaniens (- 91 MA), c'est-à-dire le début du crétacé supérieur, la sédimentation sera marine. Les calcaires qui se déposent alors, au Barrémien et au Bédoulien, donneront des faciès très variés. Des marnes (Gargasien) et des sables (Albien - Cénomaniens) se déposent ensuite avant le retrait de la mer à la fin du Cénomaniens.

Dès le début de la phase continentale, l'érosion attaque les terrains émergés et rajeunit les surfaces.

Deux phases tectoniques, de direction perpendiculaire, aboutissent à la formation de l'axe Ventoux-Lure et des Monts de Vaucluse.

Durant cette phase émergée, la sédimentation est palustre ou lacustre, donnant des calcaires plus ou moins marneux, des marnes, des sables, des grès ou des conglomérats.

Cette phase continentale durera jusqu'au Burdigalien (- 15 MA) où une rapide transgression marine permettra le dépôt de calcaire plus ou moins argileux ou gréseux et de molasse.

C'est à la fin du Miocène que se met définitivement en place le relief suite à une troisième phase tectonique qui provoque également la formation de nombreux fossés d'effondrement. C'est là seulement que les dépôts du tertiaire seront conservés, abrités de l'érosion intense qui élimine ces dépôts des versants et des plateaux pour remettre à jour le Bédoulien et le Barrémien.

1. Sédimentation marine du crétacé

On se trouve à cette époque dans le domaine marin entre les faciès provençaux peu profonds et ceux du domaine vocontien (schéma 1). Au Barrémien se développent des calcaires argileux à l'emplacement des Monts de Vaucluse et des calcaires à silex et marnocalcaires au Ventoux où ils peuvent atteindre 500 à 600 m de puissance. Le Barrémien de la Montagne de Lure est très variable en épaisseur.

Suite au Barrémien, une ample déformation fait apparaître une sorte d'archipel de terres émergées dont l'axe serait situé sur la Durance d'après le concept de l'isthme durancien (GIGNOUX, 1925). Ce concept est controversé par de nombreux auteurs qui préfèrent parler de "bombements provençaux" et situent l'axe de ces bombements entre la Durance et le littoral actuel.

Toujours est-il que la mer se cantonne de part et d'autre des terres émergées. Le Ventoux est situé un peu plus au nord de cette bande de terres. Il constitue donc une zone de hauts fonds recouverts par la mer urgonienne qui contribue à la formation des faciès récifaux (schéma 2).

Différents faciès se développent : faciès bioclastiques inférieurs (U1) et supérieurs (U3), faciès à rudistes (U2). C'est la "trilogie urgonienne" selon LEENHARDT (1883).

Durant cette période du crétacé inférieur, la sédimentation est continue et très rapide sur de très grandes épaisseurs donnant des calcaires à grain relativement grossier.

Au Bédoulien, la plate-forme carbonatée va se disloquer, isolant ainsi des zones hautes où continuent à se développer les faciès carbonatés urgoniens.

Des mouvements orogéniques se manifestent ensuite, provoquant un léger exhaussement qui va donner naissance à des bassins plus ou moins séparés où se déposent les marnes aptiennes (schéma 3).

L'ensemble du bassin du Sud-Est est morcelé suite à cette surrection. Le bassin pyrénéo-provençal (ouvert sur l'atlantique) devient indépendant du bassin alpino-rhodanien.

A la fin du crétacé inférieur, l'histoire géologique de la Provence qui était jusqu'ici liée à celle du bassin du Sud-Est, va devenir autonome.

Au Cénomaniens (crétacé supérieur), les sables glauconieux viennent combler l'ère de sédimentation et annoncent l'émergence de la Montagne de Lure et du Mont Ventoux (schéma 4).

En effet, des mouvements d'oscillation se manifestent. L'axe Ventoux-Lure commence à se bomber et forme une île ou une presqu'île laissant émerger les faciès récifaux. A la fin du Cénomaniens la mer se retire vers l'ouest, laissant des dunes derrière elle. Le Ventoux serait alors relié aux Cévennes.

Le crétacé supérieur, dans la région, est donc représenté uniquement par le Cénomaniens.

2. Phase continentale : Crétacé supérieur à Miocène inférieur

Durant toute la période d'émergence, l'érosion est importante et quasi-générale. Le décapage de la surface est intense et atteint l'urgonien.

Il subsiste cependant quelques aires de sédimentation envahies par la série fluvio-lacustre du Lutétien à l'origine de calcaires gréseux.

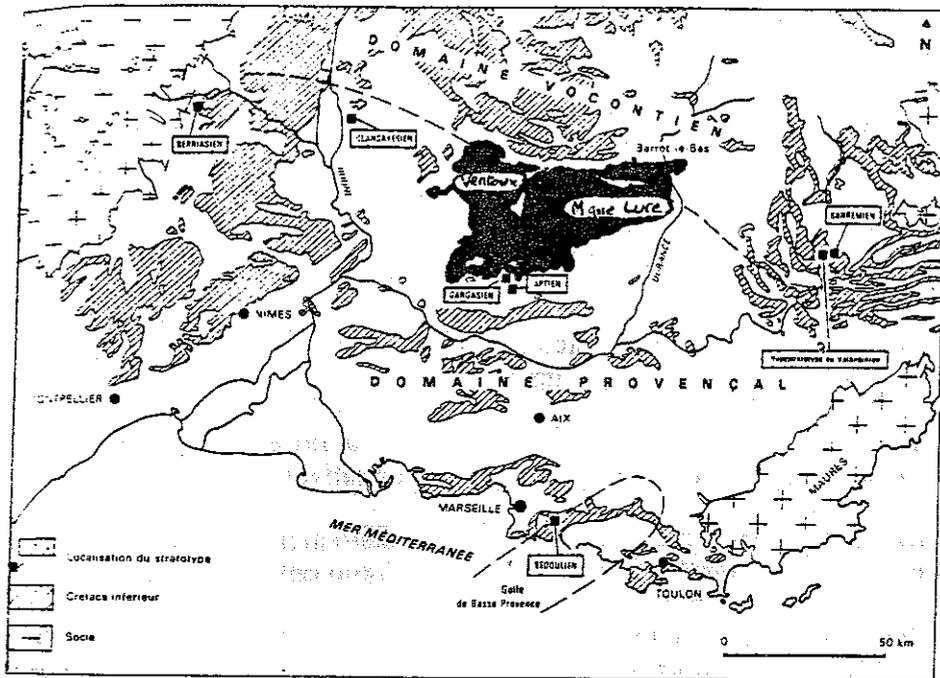
Durant l'Eocène se manifeste une première phase orogénique dite pyrénéo-provençale. Ce sont des ondulations relativement modestes qui induisent un mouvement de bascule de l'isthme durancien vers le Sud.

Cette surrection générale est combinée à une poussée Sud-Nord qui est à l'origine de l'orientation générale Est-Ouest des principaux massifs montagneux de Provence.

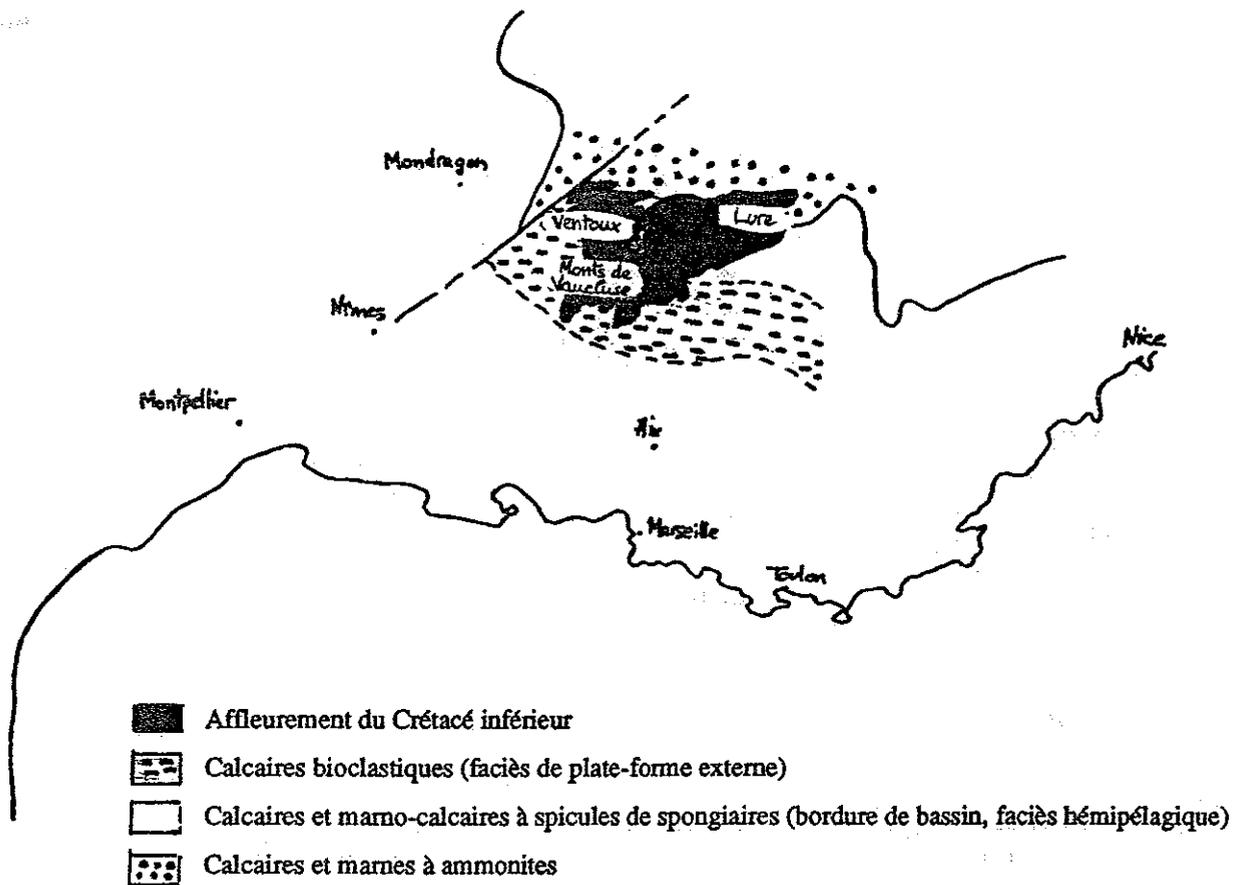
Les Monts de Vaucluse sont donc en place dès la fin de l'Eocène et les bassins d'Apt et de Carpentras qui les entourent ont déjà leur modelé Est-Ouest.

L'axe Ventoux-Lure de direction Est-Ouest également, est nettement ébauché.

1a



1b



Pignat

a - Le Crétacé inférieur dans le Sud-Est de la France (BRGM, 1984 p. 289)

b - Quelques faciès du Barrémien (BRGM, 1984 - d'après la carte Ci4)

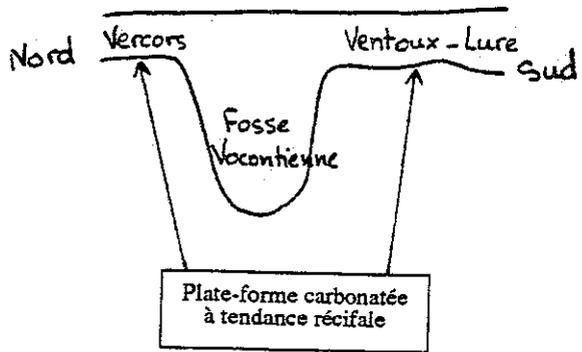
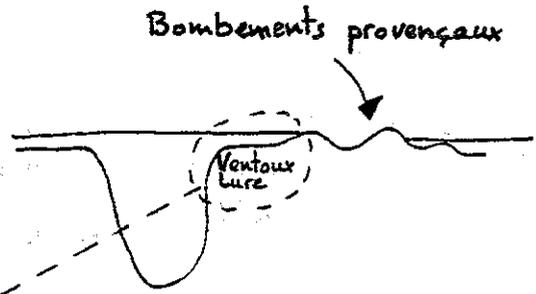


Schéma 1

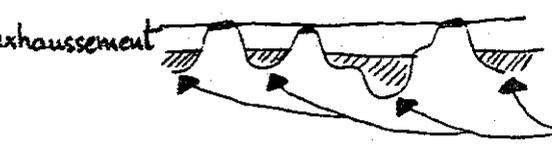
Schéma 2



Faciès urgonien : bioclastiques, récifaux puis bioclastiques selon la profondeur de la plate-forme.



Dans les zones de haut-fond, les faciès urgoniens continuent de se développer.



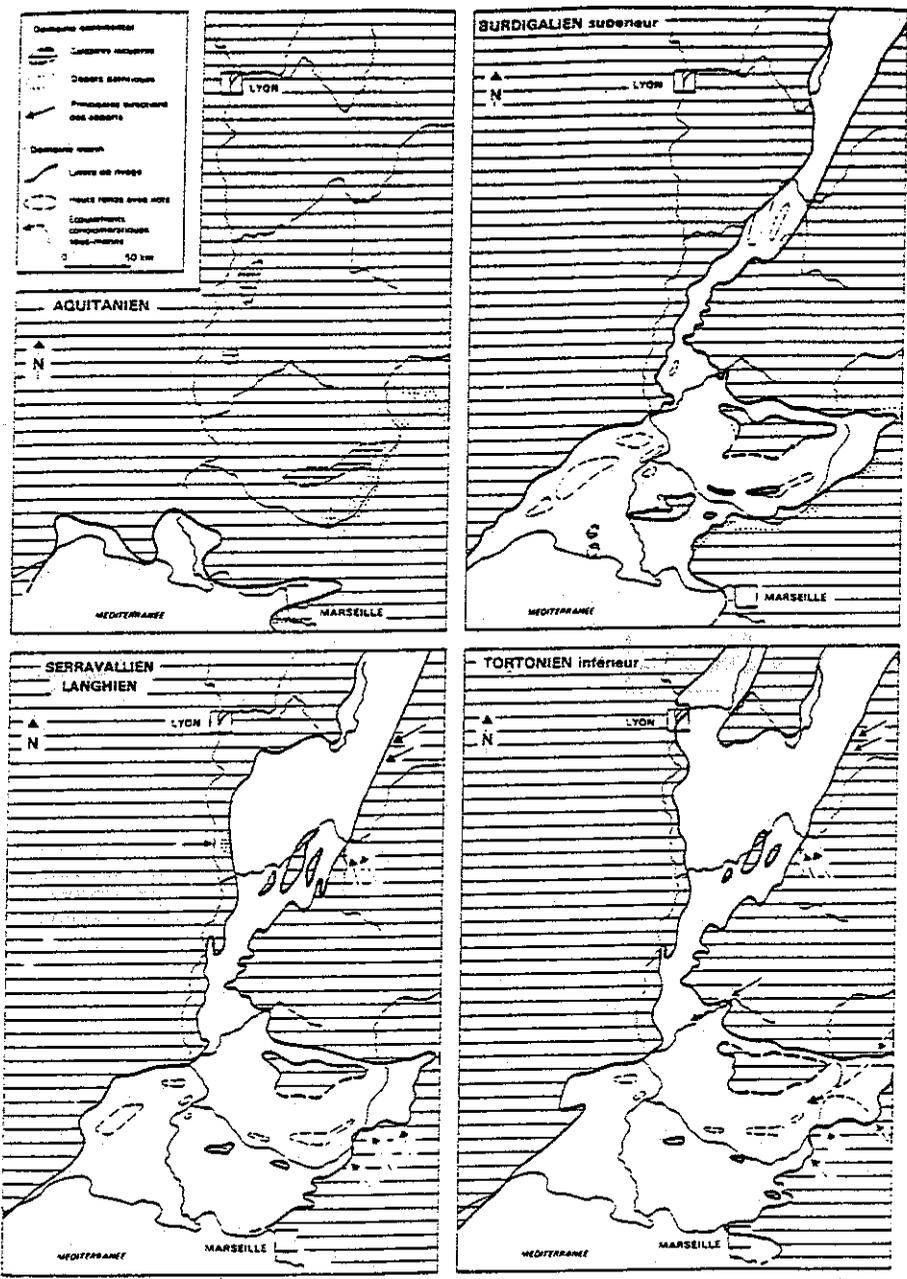
Bassins séparés : dépôt des marnes aptiennes (gargasien).

Schéma 3

Schéma 4

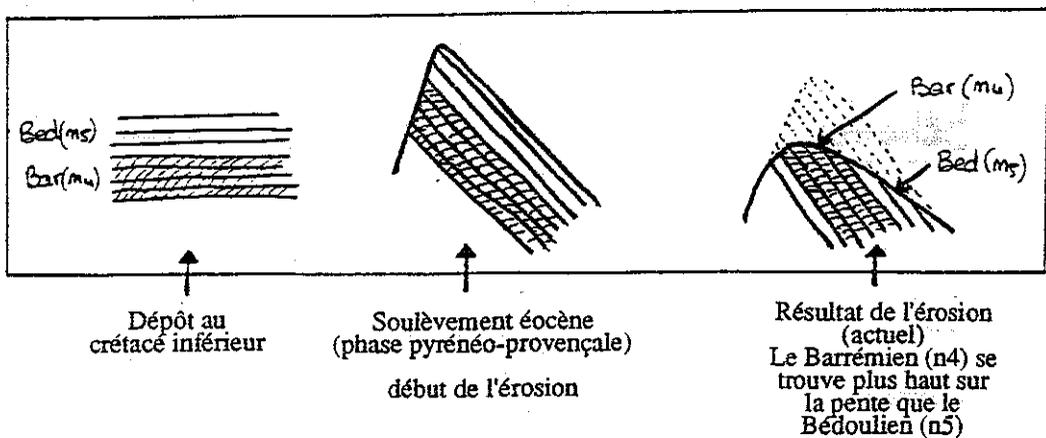


Albien - Cénomarien inférieur : les sables glauconieux combent l'ère de sédimentation.



Reconstitution de la paléogéographie du Sud-Est de la France, de l'Aquitainien au Tortonien (BRGM, 1984, p. 505)

Schéma 5



A l'Oligocène, se manifeste une deuxième phase orogénique, concernant l'axe Ventoux-Lure, de direction perpendiculaire à la première, induisant la formation de toute une série de cassures dont la principale direction est Nord-Sud.

Le Ventoux va se gauchir et se relever de l'ouest vers l'est.

La sédimentation est palustre ou lacustre avec un faciès à gypse que l'on retrouve dans les bassins d'Aurel et de Sault. Les couches de gypse sont entremêlées de bancs de marnes argileuses ou calcaires avec quelques couches de calcaires compacts avec silex noirs. Des argiles grises ou jaunâtres se déposent ensuite (Sannoisien).

Cependant, c'est également à l'Oligocène que la barrière Maure-Estérel commence à s'effondrer, laissant par endroits le passage aux eaux de la méditerranée vers le nord. Il y a donc possibilité d'incursions laguno-marine.

Remarque : d'après la carte géologique 1/250.000^e Valence, la mer recouvrait déjà l'axe Ventoux-Lure à l'oligocène.

Durant toute cette période où la zone reste émergée, l'ensemble de ces plis est soumis à l'érosion qui va conduire à un aplatissement général. Les flancs sud de Lure et du Ventoux sont entrecoupés de ravins. Les résidus de l'érosion s'accumulent au fond de ces combes et au niveau des cônes de déjection.

Mais l'érosion superficielle n'est pas seule en cause dans cet abaissement. En effet, dès l'Eocène apparaissent les phénomènes karstiques caractéristiques des régions calcaires.

Cette érosion souterraine va creuser dans le relief des dolines pouvant s'organiser en chapelets. Les gorges de la Nesque, qui entaillent le paysage de façon exceptionnelle, résultent de l'effondrement de ces formations.

Au niveau des crêtes, ce premier niveau de karst, a été ultérieurement pénéplané.

En certains endroits, le karst peut être comblé par des dépôts d'argile et former des karsts fossiles aveuglés.

3. Le retour de la mer à la fin du tertiaire (Néogène)

A l'Aquitanién, le seuil pyrénéo-varois laisse passer les eaux méditerranéennes.

Au Burdigalien, la transgression s'insinue rapidement vers le nord entre les principaux reliefs de part et d'autre du Lubéron (bassin d'Aix-Cadenet au sud, bassin d'Apt au nord) jusque dans le bassin de Manosque-Forcalquier. Il y a des dépôts dans la partie occidentale des Monts de Vaucluse.

La presque totalité de la zone reste émergée (seule une partie des Monts de Vaucluse est recouverte). Elle offre donc de grandes surfaces à l'érosion. C'est durant cette période que sont apportées sur le plateau de St Christol (feuille de Sault) les alluvions siliceuses (Cf w) provenant de l'altération des calcaires impurs, contenant de nombreux silex et mis à nu par l'érosion.

4. Phase alpine majeure : chevauchement de l'axe Ventoux-Lure et fracturation

C'est à la fin du miocène (Pontien), que débute la 3ème phase tectonique. Il s'agit de la phase alpine majeure qui est de loin la plus importante. Les bombements sont accentués, l'altitude de la zone est élevée et la disposition en arc de cercle du Ventoux est confirmée.

Ces mouvements alpins donnent une nouvelle vigueur à l'érosion.

En particulier, les calcaires du sommet du Ventoux et de Lure sont attaqués fortement ce qui provoque une inversion dans les successions des affleurements des couches géologiques : le Bédoulien (n5) se retrouve sous le Barrémien (n4) après érosion du sommet (schéma 5).

L'abaissement du niveau de la mer qui va suivre cette période va induire une phase importante de creusement. Les torrents ainsi que les cônes de déjection se mettent en place définitivement.

L'ensemble Ventoux-Lure constitue un mole résistant contre lequel vient s'écraser la partie méridionale des Baronnies : c'est le "chevauchement de l'axe Ventoux-Lure". Ces poussées alpines sont également responsables des accidents méridiens et subméridiens NE-SO ou NO-SE.

Remarque : d'après la carte de Sault : il y a déplacement du bloc provençal vers le Nord. Alors que d'après la carte géologique de Valence, ce sont les Baronnies qui se déplacent.

5. Quaternaire : mise en place du réseau hydrographique et des formations superficielles

Durant le quaternaire, quatre périodes glaciaires se sont succédées : Günz, Mindel, Riss et Würm alternant avec des périodes un peu plus chaudes.

Les sols étaient gelés profondément mais dans leur partie supérieure ils étaient soumis à l'alternance gel-dégel à l'origine de la gélifraction du calcaire, d'autant plus importante que celui-ci est poreux. Les cailloux ainsi libérés, mêlés à la terre fine d'anciens sols ont pu participer à des coulées qui se sont accumulées en bas de versant ou sur les zones de replat alors que les zones plus exposées étaient décapées.

Ainsi, sur les croupes et les versants, les sols élaborés au tertiaire et durant les interglaciaires sont érodés ou même totalement décapés, mettant ainsi le substrat à nu.

Sur les plateaux, ils ont pu être conservés (cas des sols acides du Plateau d'Albion) et éventuellement rechargés en calcaire lors de l'apport de matériel cryoclastique.

L'invasion fluviale qui marque le quaternaire va également permettre le remaniement de certains matériaux (alluvions siliceuses Cfw).

En outre, à la faveur de ces climats froids, les phénomènes de dissolution du calcaire sont intenses à cette période ce qui favorise le développement du réseau karstique.

C'est à l'interglaciaire Riss-Würm que le réseau hydrographique prendra sa configuration actuelle.

Après la dernière glaciation, le réchauffement du climat a permis une remontée biologique de la végétation sur les versants et la reprise de la pédogenèse.

La pression de l'homme sur le milieu naturel a modifié de façon sensible le déroulement de ces phénomènes.

Bibliographie citée et consultée

- BECKER M., LE TACON F., TIMBAL J., 1980 - Les plateaux calcaires de Lorraine. Types de stations et potentialités forestières - *ENGREF Nancy*, 216p. + annexes.
- BRGM, 1984 - Synthèse géologique du Sud-Est de la France. V1 : *Stratigraphie et paléologie. Mémoire n° 125*, V2 : *Atlas 64, pl. couleur. Mémoire n° 126*.
- CALLOT G., 1976 - Analyse d'un système géopédologique régional - Etude sédimentologique et cartographique des sols et formations superficielles sur plateforme calcaire peu déformée - Région nord quitaine. Tome 1 : Textes et tableaux, Tome 2 : Planches - *Thèse USTL*, 107 p.
- DEBELMAS J., 1983 - Guides géologiques régionaux, Alpes du Dauphiné - *Ed. MASSON*, 198 p.
- GEZE B., 1979 - Guides géologiques régionaux : Languedoc méditerranéen, Montagne noire - *Ed. MASSON*, 191 p.
- GOVERNET C., GUIEU G., ROUSSET C., 1979 - Guide géologiques régionaux, Provence - *Ed. MASSON*, 238 p.
- LEENHARDT F., 1883 - Etude géologique de la région du Mont Ventoux - *USTL*, 273 p. + planches.
- NICOD J., 1967 - Recherches morphologiques en Basse-Provence calcaire - *Faculté des Lettres et des Sciences Humaines d'Aix-en-Provence - Thèse*, 567 p. + 7 cartes.
- PHILIPPE M., 1987 - Le Mont Ventoux et son auréole de terrains miocènes. Les principaux faciès et leurs utilisations par l'homme - *Voyage autour du Mont Ventoux, Etudes vauclusiennes, n° spécial 3*, pp. 21-33.
- ROUSSET C., 1968 - Contribution à l'étude des karsts du Sud-Est de la France : altérations morphologiques et minérales - *Thèse Aix-Marseille 1*, 533 p.
- WEYDERT P., 1963 - Morphologie karstique du plateau de St Christol (Vaucluse) : ses rapports avec la tectonique et la stratigraphie - *DES Fac. des Sciences St Charles, Labo de géologie*, 227 p. 2 tomes.
- WEYDERT P., 1965 - Les relations entre les failles et les dolines sur le plateau de St Christol (Vaucluse) - *Bull. Mus. Antrop. Préhist. MONACO, fasc. 12*, pp 5-16.

Introduction

The purpose of this document is to provide a comprehensive overview of the project's objectives, scope, and the methodology used to achieve them. This document is intended for the project team and stakeholders, and it serves as a reference for the project's progress and outcomes.

The project is a multi-phase initiative that aims to improve the efficiency and effectiveness of the organization's operations. The project is divided into several key areas of focus, including process optimization, resource management, and data analysis. The methodology used in this project is a combination of qualitative and quantitative research methods, including interviews, surveys, and data analysis.

The project team consists of a diverse group of professionals with expertise in various fields, including project management, data analysis, and operations. The project is supported by a strong network of stakeholders, including senior management, department heads, and external consultants. The project's success is measured by the achievement of its key performance indicators (KPIs) and the satisfaction of the project team and stakeholders.

**QUE RESTE-T-IL AUJOURD'HUI
DE CE PASSE GEOLOGIQUE ?**

Introduction

The purpose of this study is to investigate the effects of various factors on the performance of a system. The study is divided into several sections, each focusing on a different aspect of the system's performance. The first section discusses the overall system architecture and the various components that make up the system. The second section focuses on the performance of the system under different conditions, and the third section discusses the results of the study and the implications for future research.

The study is organized as follows. Chapter 1 provides an overview of the system and the research objectives. Chapter 2 describes the system architecture and the various components. Chapter 3 discusses the performance of the system under different conditions, and Chapter 4 discusses the results of the study and the implications for future research.

The study is organized as follows. Chapter 1 provides an overview of the system and the research objectives. Chapter 2 describes the system architecture and the various components. Chapter 3 discusses the performance of the system under different conditions, and Chapter 4 discusses the results of the study and the implications for future research.

QUE RESTE-T-IL AUJOURD'HUI DE CE PASSE GEOLOGIQUE ?

1. Les grands types de roches

L'histoire géologique de la région a abouti à la mise en place du système géologique actuel.

- La majeure partie de la région est constituée de terrains du Barrémien-Bédoulien (-118 MA) datant du crétacé inférieur. Ils constituent pratiquement la totalité du Ventoux et de la Montagne de Lure en versant sud. Ce sont des calcaires d'origine marine présentant de nombreux faciès : calcaires massifs, calcaires en plaquettes, faciès bioclastique (urgonien), calcarénites, calcaires marneux ... Ces calcaires ont été mis à nu par une phase d'érosion intense.
- Ailleurs, les sédiments postérieurs ont pu être conservés à la faveur de failles, de fossés d'effondrement ou du relief karstique. Ce sont les marnes et les grès verts du champ de fracture de Banon datant du Gargasien, Clansayésien et Albien (-110 à -100 MA). On retrouve également ces formations au niveau du fossé de Lioux et du bassin de Sault.
- Les différents dépôts du tertiaire datent de l'Eocène, de l'Oligocène et du Miocène (-50 à -15 MA). Ils constituent l'essentiel des bassins d'effondrement : Murs, Bezaure, St Lambert, Lioux, Sault, Aurel ...
Ces dépôts sont très variés : marnes, sables, argiles, calcaires.
- Les formations du Quaternaire (-1,8 Ma -actuel) sont réparties sur l'ensemble de la zone : éboulis sur les zones de rupture de pente, cônes de déjection aux débouchés des vallées surtout dans la zone du champ de fracture de Banon et entre St Etienne et Cruis.
Différents alluvions et colluvions calcaires et siliceux se retrouvent dans les fonds de vallée et sur les plateaux.

Résumé et conclusion

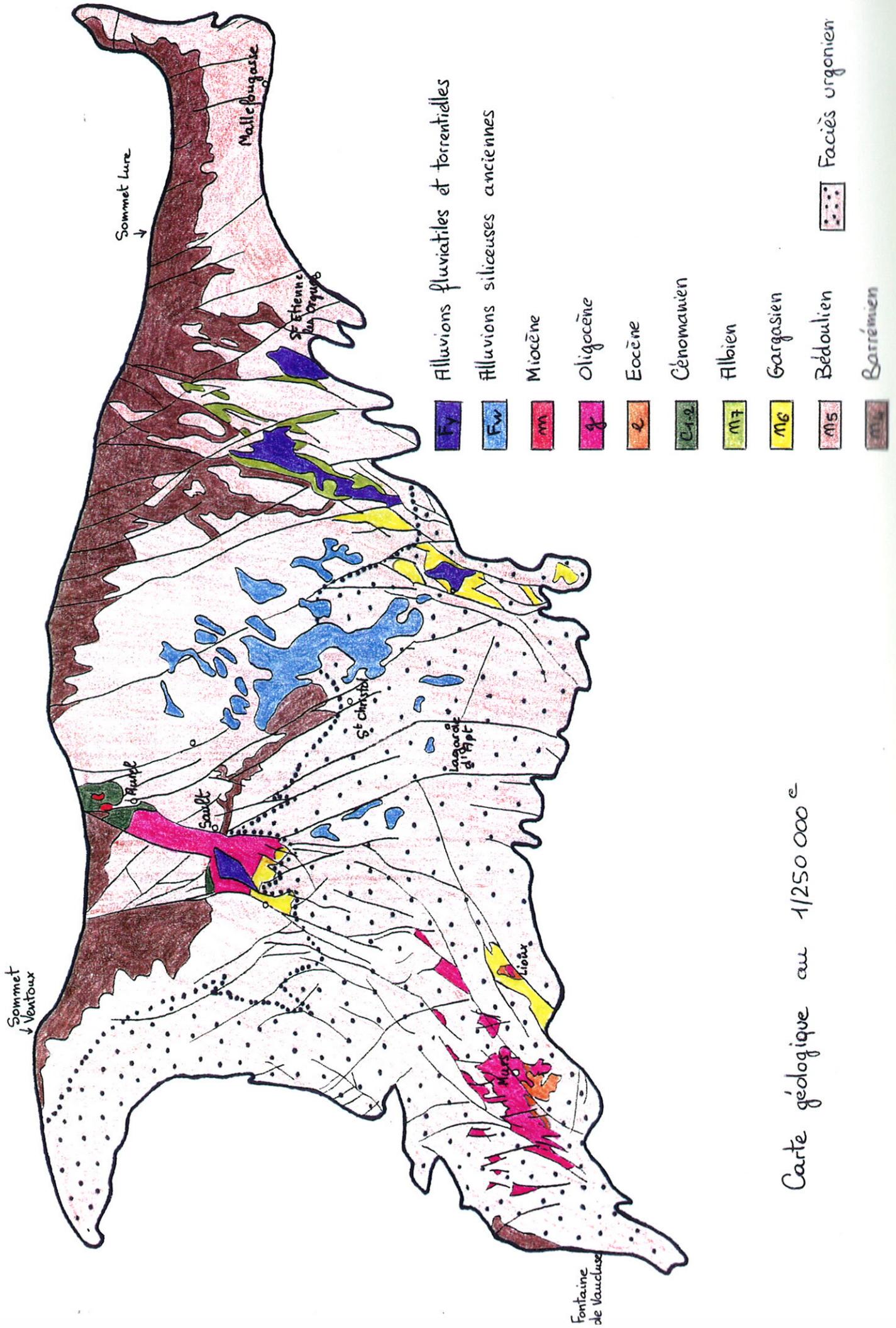
Les faciès du Barrémien et du Bédoulien sont dominants mais très variés.

Seuls les fossés d'effondrement nés des périodes de fracturation conserveront les dépôts du tertiaire.

Au quaternaire, différents types d'alluvions et de colluvions vont être répartis ou remaniés sur la surface en fonction du réseau hydrographique.

La zone d'étude apparaît donc comme un ensemble assez hétérogène bien que dominé en grande partie par les calcaires du crétacé inférieur.

Cette hétérogénéité se manifeste par la présence de différents faciès à l'intérieur des grands types de roches que nous avons cités.



Carte géologique au 1/250 000^e

2. Les différents faciès

Le tableau suivant regroupe les différents faciès décrits dans les notices des cartes géologiques au 1/50.000 de Forcalquier (FO), Sault (SA), Carpentras (CA), Séderon (SE), Vaison-la-Romaine (VA) et dans celle de la carte géologique au 1/80.000 du Buis (BU).

On donne le nom de l'étage ainsi que son code selon la carte géologique, la description du lithofaciès ainsi que leur localisation à l'intérieur de la zone d'étude.

Dans les colonnes "Paysages (observé)" et "Autres", sont notées les conclusions tirées de ces cartes et les observations de terrain.

Etage (code)	Dénomination (carte)	Lithofaciès	Région (carte)	Localisation	Autres
n4	Calcaires argileux (SA)	- calcaire argileux (biomicrites à spicules) avec des intercalations plus calcaires de silex roux de type cérébroïde (150 m)	Zone située au nord d'une ligne Rédortiers-Ongles		
Barrémien inférieur	Calcaires fins (CA)	- calcaires à silex - calcaires argileux - calcaires fins à silex devenant bioclastiques au sommet	Fontaine de Vaucluse		
	/	- calcaires clairs en gros bancs, à rares silex noirs (50 m)	Sommet de Lure	descente dans les fonds de vallon de la zone sommitale	
	/	- calcaires en plaquettes à débit sonore - calcaires en gros bancs avec minces lits marmo-calcaires avec plusieurs niveaux de silex calcaireux clairs à patine rose s'altérant et devenant poreux à l'air	Sommet du Ventouret	→ forme en festons	
n4	Calcaires fins (CA)	- calcaire argileux	Fontaine de Vaucluse		
Barrémien moyen	Couche de passage (SE) =niveau de Combe-petite(BU)	- marnes gris verdâtre ou jaunâtre avec intercalations marmo-calcaires (15 à 20 m)	Lure	sous forme de petites bandes festonnées bordant le Barrémien inférieur	
n4	Calcaires (FO)	- calcaires bleu jaunâtre à petits silex, surmontés par des calcaires argileux blancs où les silex deviennent rares (biocrimites à spicules)	Lure partie inférieure est		Ces calcaires sont riches en MO d'autant plus que l'on se déplace vers l'est
Barrémien supérieur	Calcaires argileux (SA)	- calcaires argileux gris à intercalations marnieuses - faciès plus calcaires	Au nord de Rédortiers-Ongles, Sault-St Christophe		
	Calcaires fins (CA)	- calcaires fins à silex	Fontaine de Vaucluse		
n4C CIIb	/	- calcaires clairs riches en silex calcaireux mammelonnés dits cérébroïdes devenant rosés et poreux par altération à l'air avec 2 horizons marnieux et marmo-calcaires	Lure partie moyenne Ventoux		→ zone sommitale à l'O zone moyenne à SO. Sommet au sud
Barrémien Bédoulien de faciès urgonien n4-5UI	Calcarénites fines (CA)	- calcaires bioclastiques fins	Gorges de la Nesque Extrémité Sud du Ventoux		

Etage (code)	Dénomination (carte)	Lithofaciès	Localisation		
			Région (carte)	Paysage (observé)	Autres
Bédoulien n5 CII	Calcaires et calcaires à silex (FO)	- calcaires blancs légèrement argileux avec des silex de petite taille. Localement riches en matière organique (aspect gris noirâtre à la cassure)	Lure (zone est)		
	/ (SE) (BU)	- calcaires blancs en gros bancs cristallins, graveleux ou à débris, très riches en gros nodules et lits de silex clairs (parfois présence de glauconie) - couche marneuse	Lure Ventoux Sault → la Rochegiron Triangle Sault, St Christol Revest du Bion		
n5U1	Calcaires bioclastiques inférieurs (CA)	- calcaires à caractère bioclastique variable (fin ou grossier)	Entre Fontaine du Vaucluse et Méthamis		
n5U1a	Calcarénites fines à silex (CA)	- calcaires finement bioclastiques	Entre Sault et St Christol		
n5R		- intercalations de bancs à madrépores	Sault		
couche c		- horizons marneux ou marno-calcaires	NE de la Gabelle		
n5U1b	Calcarénites (= biosparites à rudistes) (SA)	- calcaires blancs grossièrement bioclastiques, à stratification oblique	Sud de Sault → extrémité des Monts de Vaucluse	dans les zones basses du plateau	
Bédoulien de n5U2	Calcaires à rudistes (CA) (= urgomien s.s)	- calcaires subréficiaux franchement bioclastiques (grande variété de faciès selon la texture : micrites, biosparites...)	Est du fossé de Murs Partie moyenne du Ventoux. Plateaux de Vaucluse au sud de Sault		
faciès urgomien n5U2a n5U2b	(CA) (CA)	→ relativement compacts → faciès plus crayeux			
n5U3	Calc. bioclastiques supérieurs (CA) (SA)	- calcarénites fines à silex, souvent glauconieuses - faciès bioclastique à stratifications obliques	Base du secteur occidental du Ventoux jusqu'à 600-800 m ⊕ versant Sud-Est du Ventoux. Plateau, versant sud des Monts de Vaucluse Nord de Simiane la Rotonde	-plateau et mi-versant -mi-versant et bas de versant	
Bédoulien terminal n5M	(CA)	- calcaire marneux	Très localisé (Est Méthamis)		

Etage (code)		Dénomination (carte)	Lithofaciès	Région (carte)	Localisation	
					Paysage (observé)	Autres
Gargasien	n6a	Marnes noires pyriteuses (CA)	- marnes argileuses sableuses au sommet	Fossé de Lioux - Est de Monieux	Fréquemment altérés en talus jaune-vertâtres	cultivé lande à Spartium junceum ou Juniperus communis Forêt claire de Quercus ilex et Quercus pubescens
	n6	Marnes (SA)	- marnes gris-bleu pyriteuses ou gris sombre, localement sableuses ou micacées	Lentilles au niveau de Sault- versant sud des Monts de Vaucluse à l'est de Rustrel. Couloirs effondrés de Simiane, Montsalier, Banon		
Passage graduel / au Clansayésien		/ (CA)	- marnes et grès verts glauconieux sur les marnes noires pyriteuses du gargasien	Fossé de Lioux		
Clansayésien	n6b-7	Grès verts (SA)	- grès verts et sables glauconieux et micacés parfois intercalés de passées mameuses bleu-noir et de passées très dures à texture de quartzite. - grès vert-jaunâtre ou verdâtre	St Jean (Est de Monnieux). Champ de fracture de Banon	sous forme de lentilles en bordure de faille	
	Albien	CI		Fossé de Lioux St Jean (Est de Monnieux) Fossé des Girons		Cultivé ? ?
Cénomanién	c1	Sables glauconieux calcifiés à Orbitolines ? (CA)	- marnes sableuses	Fossé de Sault (les Hermas)	très peu développé	cultivé ?
	c2b	/ (SE)	- poudingue (quelques cm), sables glauconieux (1 m) marnes bleues très sableuses (40 cm), alternance de marnes sableuses et de calcaires argilo-gréseux jaunâtre	Fossé d'Aurel		
Lutétien	e5a	Marnes, sables fluviaux et conglomérats (CA)	- conglomérats en chenaux dans des limons de crue (5 à 8 m : rouge à la base, gris au sommet)	Fossé de Murs	très peu étendu	
	e5b	Calcaires oncholithiques (CA)	- sédiments carbonatés à faciès graveleux	Fossé de Murs		

Etage (code)	Dénomination (carte)	Lithofaciès	Localisation	
			Région (carte)	Paysage (observé)
Bartonnien inférieur	e6a Sables rouges à gravillons latéritiques(CA)	- sables fluviaux à limons de crues (15 m) - marnes rouges et vertes (quelques m) - faciès à conglomérats de galets urgonien	Fossé de Lioux Fossé de Murs Fossé de Lioux	très peu étendu
	e6ac			
Oligocène indifférencié	g Argiles et calcaires argileux en plaquettes (SA)	- argilites blanchâtres ou grises et calcaire argileux en plaquettes	Basin de Sault ⊕ lentille à St. Jean (Est de Monnieux)	
	g1 / (SE)	- marnes bleuâtre, sables et marnes sableuses avec petits niveaux de grès blancs, marnes argileuses versicolores, marnes salbeuses à petits lits de grès jaunâtres, calcaires en plaquettes à silex noirs.	Basin d'Aurel	
Ludien supérieur (= oligocène inférieur)	g1b Calcaires à Cyrènes(CA)	- craies lacustres, calcaires graveleux, brèche calcaire à silex	Fossé de Murs, de Bézaure, de Lioux ⊕ quelque lentilles à l'Est de Monnieux	
	g1c Marnes blanches à Oncholites de Murs(CA)	- marnes blanches ou beiges, quelquefois noduleuses - passées gypseuses - conglomérats à galets urgonien de grande taille	Fossé de Murs, de Bézaure, de St Lambert et de Javon + est de Monnieux. Partie Sud-Ouest du fossé de Lambert	
	g1c1 Marnes rouges à paléosols de Ferrière (CA)	- marnes rouges avec galets urgoniens altérés, souvent encroûtés de goéfuite	Fossé de Senanque	très peu développé
	g1c2 Sables blancs à quartz rose (CA)	- sables argileux remaniés du crétacé environnant mais dont la fraction argileuse à smectites paraît autochtone (0-20 m)	Fossé de Sénanque	
g1c3 Calcaires beiges à débris de silex	- marnes avec d'abondant éclats de silex provenant de l'urgonien	Fossé de Sénanque	très peu développé	
Sannoisien (= oligocène inférieur)	g2b Calcaire à Brotia laurae (CA)	- complexe carbonaté et argilo-sableux → faible épaisseur de calcaire massif à faciès palustre alternant avec des calcaires lacustres en plaquettes → formation amincie passe à un faciès de remaniement calcaire à débris de plaquettes roulées et brisées	Fossé de Murs Fossé de St Lambert	
	g2c Sables et grès verts (CA) de la Valette-de-Pennes	- marnes sableuses fluviales (qui correspondent à des limons de crue) chenalisés par des sables et grès verts grossiers - bancs plus calcaires ou calcaires argileux	Fossé de Sénanque Fossé de Murs	

Etage (code)	Dénomination (carte)	Lithofaciès	Localisation		
			Région (carte)	Paysage (observé)	Autres
Stampien (= oligocène moyen)	g2dP Murs Laminites à poissons de (CA)	- plaquettes calcaires assez épaisses et rigides (1 cm) - plaquettes laminées extrêmement fines (1 mm)	Fossé de Murs	?	
	g2e de Murs Marnes et grès verts (CA)	- grès verts en chenaux, marnes bleues avec niveaux calcaréo-argileux, calcaires en plaquettes (30-40 m)	Fossé de Murs		
	g2f Murs Calcaire massifs de (CA)	- calcaires massifs alternant avec des passées mameuses			
Burdigalien inférieur m1b1-4 (= Miocène)	/ (SE)	- calcaires grossiers à éléments détritiques, calcaréo-gréseux ou grès-calcaires avec de gros éléments mal roulés de calcaires et silex du Bédoulien	Fossé d'Aurel		
	Calcaires argileux et molasse (CA)	- calcaires argileux consolidés et molasse = calcirudite glaucomieuse donnant parfois une arène verdâtre. On observe parfois des passées caillouteuses à galets verts	A l'est de Sénanque		
Quaternaire E E, Ey Ez Eboulis	E (CA) Eboulis d'âge indéterminé Eboulis stabilisés (SE)	- pierriers de cailloutis de gélifraction - éboulis rocheux et terreux	Fossé de Sénanque, St Jean, Fossé des Girons, d'Aurel, plan de Barrouls la Bernade.	versants escarpés	Souvent encore nourris
	Ey (FO) (CA) Eboulis cryoclastiques (CA)	- éléments en plaquettes du Barrémien-Bédoulien	Couloirs effondrés de Banon, versants E et O	importants placages sur les versants nord	vifs ou fixés
	Ex (CA) Eboulis rissiens encroutés	- brèche à l'état de blocs résiduels			
	Ey (CA) Eboulis würmiens encroutés	- brèche litée cimentée par un encroutement rose			
	J (SA) (SE) (FO) Cônes de déjection Jy Jy-z	Cônes de déjection (SA) (SE) (FO)	- cônes de déjection actifs ou entretenus - cônes de déjection anciens ou fixés	St Christol-Simiane, la Roche, Giron, Lardières, Fossé d'Aurel entre St Etienne-les-Orgues et Cruis	

Etage (code)	Dénomination (carte)	Lithofaciés	Localisation		
			Région (carte)	Paysage (observé)	Autres
Alluvions calcaires	Fy Alluvions anciennes(SA)	- cailloutis	Vallée de la Cros et du la Haye dépressions de Banon, la Roche, Giron Lardiens		proviennent de remaniement des éboulis de pente et des cônes de déjection
	Fy Alluvions fluviales würmiennes (CA)	- cailloutis calcaires principalement à éléments faiblement émoussés, avec silex rouges et verts. Intercalations de lentilles sableuses ou graveleuses (10-12 m)	Bassin de Sault	La terrasse domine de 10 à 15 m le lit des cours d'eau actuels	L'altération donne un sol légèrement rubéfié avec un encroutement pulvérulent.
	F2 Alluvions fluviatiles(CA) post-würmiennes et (SE) actuelles	- graviers et galets non altérés	Bassin de Sault Bassin d'Aurel	Au fond des vallées	
Colluvions calcaires	Cy Remplissages colluviaux (SA) (CA)	- limons sableux et cailloutis.	Montsalier, Simiane extrémité des Montis de Vaucluse, fonds des affluents de la Croc. Entre la Rocheiron et Revest du Bion. Sur les plateaux. Tous les fossés	versants, fonds de vallée	ces colluvions se raccordent en général avec le lit actuel des cours d'eau
	Cz Colluvions post- (CA)	- limons et cailloutis	Bassin de Sault	très développés sur marnes oligocènes	
	CFx Colluvions et alluvions anciennes (SA)	- cailloutis calcaires, grèzes litées souvent indurées par une cimentation calcaire	Extrémité des Montis de Vaucluse au nord de Rustrel	très localisé	
Autres	CFw Colluvions et alluvions siliceuses (CA)	- éléments calcaires ± anguleux mêlés à des résidus de décalcification du Barrémien et du Bédoulien ou de l'Aptien à l'Albien (blocs et galets de grès verts)	Plateau d'Albion	plateaux, versants de faible pente, dolines non observé	résidus = argile et silex en général
	Rn Remplissage de poches karstiques (SA)	- cailloutis et argile de décalcification	Plateau d'Albion	dépression fermées	? à rattacher au CFw

Ce tableau regroupe l'ensemble des lithofaciès décrits dans les six notices géologiques.

Il est donc de ce fait très hétérogène, en particulier en ce qui concerne le calcaire qui est tantôt décrit suivant sa texture, tantôt suivant sa structure ou bien même en fonction des impuretés qu'il contient, de son débit ou même seulement de sa couleur.

On peut résumer l'ensemble du tableau de la manière suivante :

- Du Barrémien au Bédoulien : les cartes géologiques décrivent différents types de calcaires selon les critères pris en compte :

* selon le type d'impuretés (taux d'argile ou silex), on parlera de calcaires argileux (= calcaires marneux) et de calcaires à silex.

* selon l'altération ou le mode de sédimentation, on parlera de calcaires en gros bancs, calcaires en plaquettes, calcaires bioclastiques.

- Du Gargasien au Cénomanién : on trouve essentiellement des marnes, des argiles, des grès et des sables avec toutes les transitions possibles entre ces trois faciès.

- Les sédiments du Lutétien au Burdigalien ne sont conservés qu'à la faveur de failles dans des fossés d'effondrement pratiquement toujours occupés par l'agriculture. Nous les mettrons de côté pour l'instant et ne les traiterons que s'ils supportent un couvert forestier.

Résumé et conclusion

L'ensemble de ces faciès est donc à dominante calcaire. D'après notre connaissance du terrain (ce qui reste à approfondir) et d'après la bibliographie, nous les avons regroupés en 5 faciès principaux :

- les calcaires compacts (calcaire en gros banc et calcaires bioclastiques),
- les calcaires friables (calcaires en plaquettes),
- les calcaires plus ou moins marneux,
- les marnes et argiles,
- les grès calcaires.

Bibliographie citée et consultée

Cartes géologiques de la France au 1/50 000è

- Feuille Forcalquier
- Feuille Sault
- Feuille Carpentras
- Feuille Séderon
- Feuille Vaison-la-Romaine

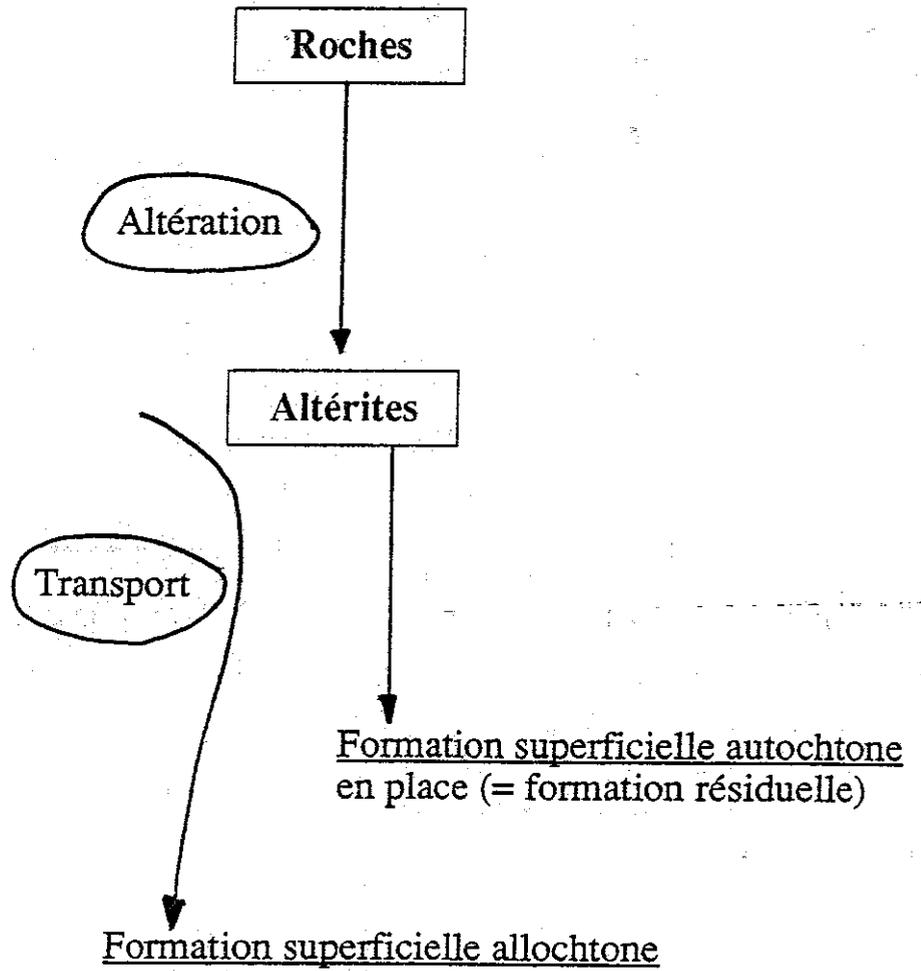
Carte géologique de la France au 1/80 000è

- Feuille Le Buis

Cartes géologiques de la France au 1/250 000è

- Feuille Valence
- Feuille Marseille

LES FORMATIONS SUPERFICIELLES ET LES SOLS



LES FORMATIONS SUPERFICIELLES ET LES SOLS

Bien que ces roches soient toutes calcaires, il suffit de parcourir le tableau des faciès lithologiques pour être convaincu de leur diversité de composition, de structure et de porosité.

Les processus d'altération vont donc jouer différemment suivant les types de roche.

Ils donneront ainsi naissance à divers types d'altérites qui pourront, selon les conditions locales, rester sur place (formations résiduelles) ou être remaniées (formations allochtones). Après avoir décrit les processus d'altération des roches sur notre zone d'étude ainsi que les transports auxquels sont soumises les altérites, nous passerons en revue toutes les formations superficielles présentes sur notre zone ainsi que les différents types de sols.

1. Les processus d'altération des roches

L'altération d'une roche, résulte de la combinaison de deux processus, physique dans un premier temps puis chimique.

La désagrégation mécanique : elle va exploiter les moindres fissures qui existent dans la roche aussi bien à l'échelle du minéral (clivages, joints) qu'au niveau des blocs (joints de stratification, diaclases).

Le principal agent destructeur est l'eau. Des variations de température et en particulier l'alternance gel-dégel vont faire éclater la roche et contribuer à l'élargissement des fissures.

L'altération chimique : ces fissures deviennent un lieu de passage préférentiel pour les racines (ce qui favorise l'altération physique) mais aussi et surtout pour l'eau. La roche est alors modifiée par dissolution : certains minéraux sont exportés (Ca^{++} en particulier) et certains ions hydratés (exemple : le fer).

Le résultat de ces deux phénomènes est la désagrégation de la roche en morceaux de plus en plus petits. Les blocs rocheux, les dalles ou les graviers sont le résultat de l'altération de la roche tout aussi bien que les sables, les limons ou les argiles.

Mais selon les roches, en fonction de leur "dureté" que l'on a pu apprécier en élaborant les 5 classes décrites au chapitre précédent, c'est l'un ou l'autre des processus qui deviendra prédominant et déterminera son mode d'altération.

1.1. Les calcaires compacts

La masse de calcaire ne peut pas s'imbiber d'eau. L'altération se fait essentiellement par "dissolution pelliculaire" de surface : durant la saison humide, les eaux chargées en gaz carbonique vont dissoudre les carbonates de calcium et libérer les impuretés silicatées contenues dans le calcaire. Celles-ci (argiles, silex, chailles, débris de fossiles) peuvent s'accumuler sur place mais comme elles sont en quantité relativement faibles, il faut un temps très long pour que la couche de résidus s'épaississe. On aboutit à la formation d'un lithosol.

Et ce d'autant plus que dès qu'il existe la moindre petite pente, cette couverture silicatée tend à être entraînée vers les zones basses d'accumulation. Le sol évolue dans ces zones basses vers un sol meuble silicaté décarbonaté.

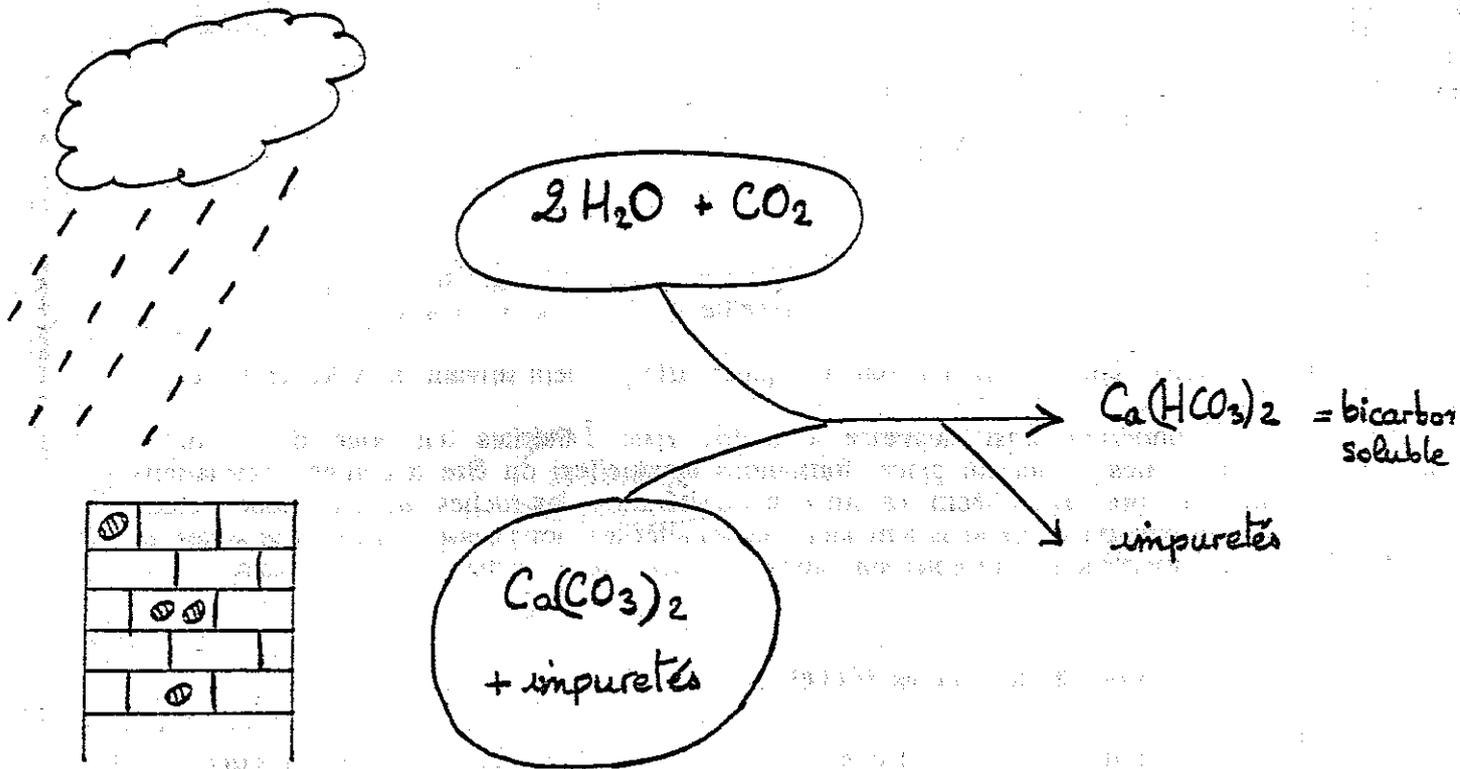


Schéma d'altération des calcaires compacts

	CALCAIRES			MARNES et ARGILES	GRES CALCAIRES
	Calcaires compacts	Calcaire à structure granulaire (friable)	Calcaires marneux		
Type d'altération	Fragmentation limitée Dissolution superficielle	Fragmentation plus poussée. Dissolution superficielle	Fragmentation poussée due à l'alternance de gel-dégel	Desquamation due à l'alternance d'humectations et de dessiccations	Fragmentation poussée car la porosité est très forte. Dissolution du ciment calcaire.
Altérite	Blocs anguleux Dalles irrégulières, ± arrondies Impuretés silicatées (argile de décarbonatation, silex, chailles)	Blocs Plaquettes Impuretés silicatées (?)	Plaquettes et écailles (délitage superficiel) sur de grandes épaisseurs	Pellicules de desquamation	Formes arrondies
Texture	Variable selon l'altitude et les impuretés			Matériau limono-argileux peu cohérent soumis aux ravine-ments	Sables

1.2. Les calcaires friables

L'altération est essentiellement mécanique.

L'alternance gel-dégel va provoquer la fracturation de la roche une fois qu'elle est imbibée d'eau jusqu'à la formation d'une masse pulvérulente blanche de carbonate de calcium (JAMAGNE, 1964 *in* DUCHAUFOR, 1968).

Cette formation sera très sensible à l'érosion.

1.3. Les calcaires marneux

L'altération mécanique est prédominante et rapide. Le processus mis en jeu ici est une hydratation qui provoque le gonflement des argiles. L'altérite ainsi formée est très riche en calcaire actif.

Si de la matière organique est incorporée, la structure est aérée et le profil peut être lessivé. Sinon, l'eau circule mal et le peu de bicarbonates libéré par dissolution n'est pas évacué et reprécipite en période sèche.

1.4. Les marnes et argiles

Le processus est semblable au précédent. Les roches sont soumises à des alternances de cycle d'humectations et de dessications. Le matériau ainsi formé peut s'accumuler sur de grandes épaisseurs sur terrain plat ou être emporté sur les pentes par érosion.

1.5. Les grès calcaires

La décarbonatation est rapide car le ciment calcaire est rapidement attaqué à la fois par dissolution et par fragmentation (d'autant plus poussée que le grès est très poreux).

Le résidu qui en résulte est sableux et très perméable.

Dans tous les cas, outre le type de roche-mère, la topographie joue un très grand rôle quant à la distribution et à l'évolution des formations superficielles.

La connaissance des formes d'altération ne permet pas à elle seule, la compréhension d'un paysage.

C'est pourquoi, il est nécessaire de s'attarder sur leur origine et sur leur position dans le paysage.

2. Les formations superficielles

La combinaison des phénomènes d'altération et de déplacement des éléments libérés aboutit à leur répartition dans le paysage en fonction de la nature de la roche dont elles sont issues et de la topographie locale.

Cette logique paysagère peut être perturbée par des apports externes venant se mêler aux résidus d'altération.

2.1. Les formations superficielles en place

Elles occupent de grandes surfaces sur la zone d'étude.

Ce sont des formations résiduelles qui résultent de l'altération *in situ* du substratum et qui ne sont pas déplacées. On va donc les trouver sur les plateaux, conservées dans les fissures et les cavités d'origine karstique, mais aussi dans les dépressions tertiaires.

2.1.1. Les plateaux calcaires (St Christol, Albion) : le modelé karstique

Les plateaux calcaires proprement dits apparaissent en fait dénudés ou bien supportent des formations très peu épaisses car ils sont soumis à de constantes exportations de matériel.

Cependant, sur la zone d'étude, on y trouve souvent différentes formes de relief typiques regroupées sous le terme de modelé karstique et où restent piégés les résidus d'altération.

Le mot "karst" vient du nom italien d'une région de l'Istrie en Italie. Le terme a été ensuite étendu à toutes les régions présentant de grands plateaux, sans vallées mais avec des dépressions fermées.

Ces reliefs s'expliquent par l'absence à peu près totale de tout écoulement superficiel. On ne voit pas de marques d'érosion fluviale.

En fait, les eaux pénètrent le calcaire et circulent à l'intérieur par dissolution de la roche. Tout se passe comme si la région se vidait mystérieusement de sa substance en fondant pour ainsi dire sur elle-même.

Le phénomène fondamental à l'origine des formes superficielles caractéristiques de notre région karstique est donc la dissolution du calcaire.

Ceci implique, pour qu'un relief karstique puisse se former

- la présence d'une série lithologique plus sensible à une attaque chimique (dissolution) qu'à une attaque physique : c'est le cas pour les épaisses assises de calcaire dur du Bédoulien et du Barrémien.
- des potentialités de drainage souterrain permettant la circulation interne de l'eau (MUDRY, 1987). Ces assises calcaires présentent en effet une structure à discontinuités (sous forme de bancs) et à fracturations (failles, diaclases). Les fractures étant relativement nombreuses dans le calcaire massif de la zone d'étude (champ de fractures de Banon entre autres), la perméabilité est assurée et les formes karstiques sont relativement développées. Les produits de la décarbonatation sont repris ou remaniés ou bien s'accumulent dans ces différents reliefs karstiques.

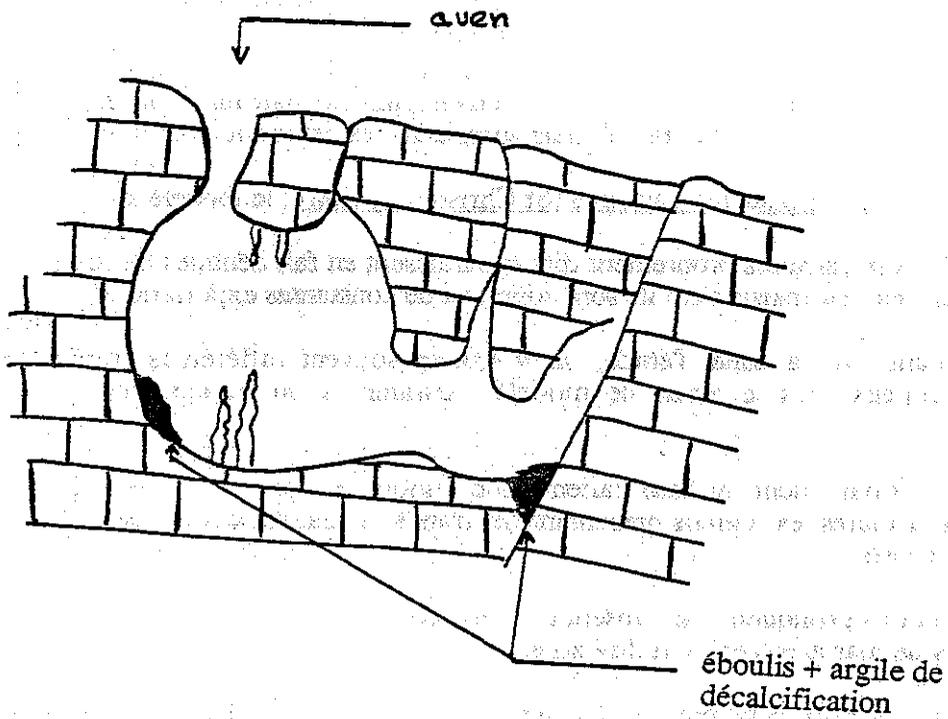
On trouvera sur notre zone d'étude :

Les dolines : ce sont les formes karstiques les plus intéressantes pour nous. Ce sont de petites dépressions fermées de forme ovale.

Les impuretés argileuses du calcaire se déposent après la dissolution de celui-ci au fond de la cuvette, protégeant ainsi le calcaire sous-jacent de la dissolution. Celle-ci s'exerce alors en bordure de la doline et l'élargit. Quand plusieurs dolines se rejoignent, on parle d'ouvala.

Le plus souvent, le bord de la doline est en pente raide et la roche y affleure à nu. Un très bel exemple est visible au lieu-dit "Cros Arnaud" (à l'est de la D18 qui relie Revest-du-Bion à Simiane-la-Rotonde) où l'argile de décarbonatation du fond de la doline est entourée par le calcaire urgonien.

AVEN

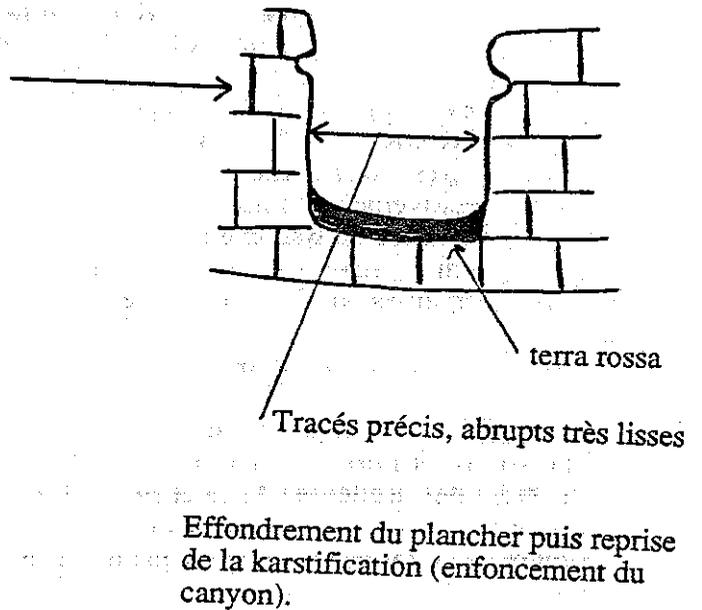
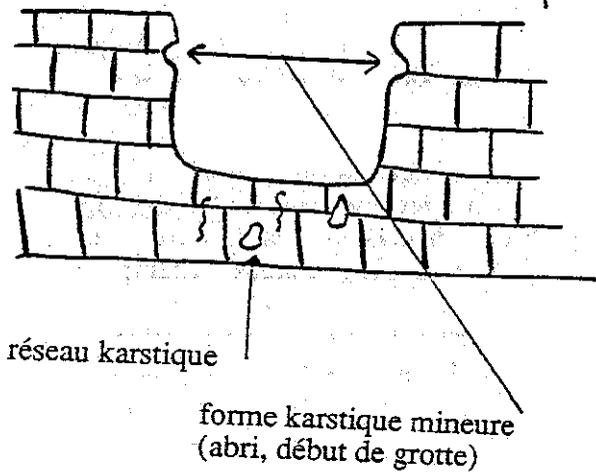


CANYON

Tertiaire

Quaternaire

plateau



Quelques exemples de formes karstiques

En fait, la plupart du temps, les pentes des dolines sont occupées par les colluvions et alluvions siliceuses (notées CFw) qui sont des résidus de l'altération des calcaires remaniés et déplacés à la surface de ces plateaux.

Ainsi, au fond de ces dolines (et en fait selon leur pente), on trouve souvent une épaisseur variable, parfois importante, de cailloutis siliceux directement sur un horizon très argileux.

Ces dolines sont très nombreuses dans la région de St Christol (Le Gand Bois, entre la D18, la D30 et la D34). On en trouve également par ci par là, à côté de Lagarde d'Apt ou de Revest-du-Bion.

Le sol de ces dolines est souvent mis en culture ; l'argile y joue le rôle de piège pour l'eau d'écoulement de son versant.

Les lapiaz : le lapié est une rigole ou une cannelure à la surface des roches calcaires. On appelle lapiaz la surface globale incisée par les lapiés. Les dimensions des creux et des reliefs du lapiaz sont fréquemment de l'ordre du décimètre ou du mètre. On peut les observer au niveau des gros blocs rocheux affleurant à la surface du sol (au niveau de la piste qui traverse le Ventoux depuis le Chalet Reynard jusqu'à Bédoin).

Les zones de lapiaz sont en général très hétérogènes quand l'affleurement n'est pas de 100 % et que les cannelures sont de l'ordre du mètre. Il peut y avoir des accumulations importantes de terre fine dans ces cannelures ou entre les lapiaz proprement dits mais si le calcaire est uniquement lapiazé (pas fissuré) la production forestière restera très limitée sur ce type de station.

Les canyons : il s'agit de vallées à flancs raides découpant de façon très nette les plateaux. Ces canyons ne peuvent exister que si les calcaires dans lesquels ils se creusent sont assez épais pour affleurer aussi bien au fond du thalweg que sur les flancs (voir schéma). Plusieurs canyons découpent les Plateaux de Vaucluse. On en voit un exemple au sud-est de Vénasque, sur la D177 qui se dirige vers Sénanque (carte de Carpentras, 3141-ouest, 1/25.000). C'est une profonde vallée sèche, creusée dans l'épaisseur du calcaire.

L'eau a suivi les cassures du calcaire. Le plancher karstique qui était fortement dissous, troué comme du gruyère, s'est ensuite effondré, d'où le tracé très précis et les abrupts très lisses sur lesquels on peut observer d'anciennes cavités de dissolution, aujourd'hui perchées et mortes.

Les canyons ne sont pas faciles d'accès et présentent beaucoup trop d'affleurement rocheux avec des pentes très importantes pour y être pris en compte dans une typologie.

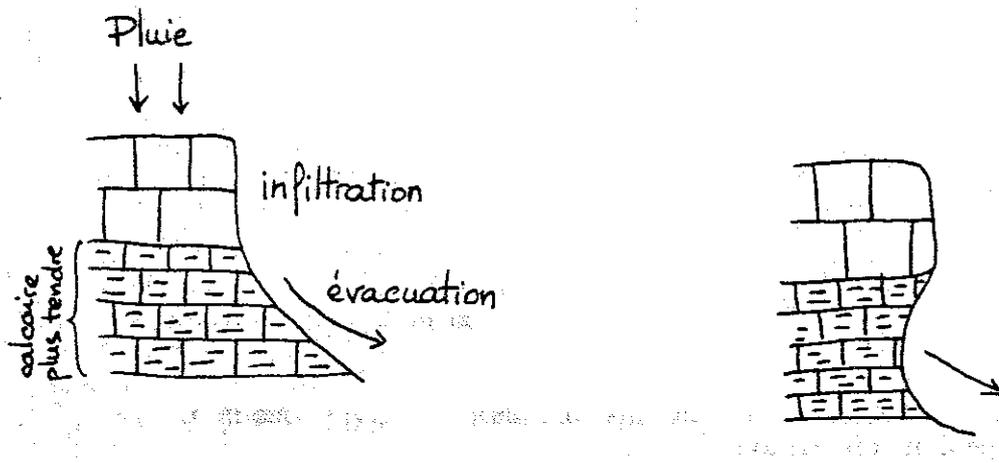
Les avens : ce sont des abîmes s'ouvrant à la surface du plateau à la faveur d'une fissure que la dissolution élargit et que des décollements ou des éboulements peuvent agrandir encore. Le plus souvent, l'aven conduit à une grotte (voir schéma).

Une quantité incroyable d'avens se développe sur la zone d'étude et en particulier sur le plateau. On citera, parmi tant d'autres, l'aven de l'Azé près de St Christol, l'aven de la Resclave entre St Christol et Lagarde d'Apt, l'aven des Cougnoux en allant vers Sault ou l'aven de Bouffard à côté de Sault.

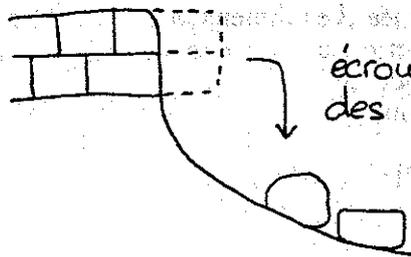
Les avens sont si nombreux dans le paysage des plateaux qu'ils ont été reportés sur la carte géologique de Sault.

Au niveau forestier, il n'est évidemment pas question d'y faire un aménagement ; la présence d'un aven donne cependant des indications utiles sur la fissuration et la dissolution du calcaire localement.

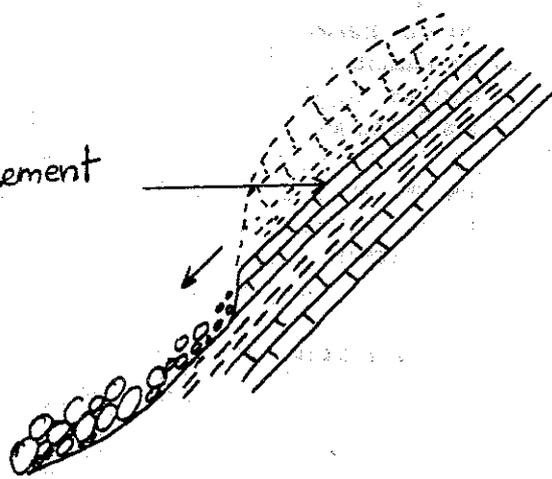
L'ensemble de ces formes karstiques que nous venons de décrire sont autant de pièges pour les résidus de l'altération du calcaire (argiles, terra rossa).



19



Plan de glissement



10

Quelques exemples d'écroulement. a : rupture d'un pan de falaise - b : glissement sur couches hétérogènes en disposition d'aval pendage (d'après GAUBERT, 1986 et CAMPY et MACAIRE, 1987).

Les calcaires durs contenant très peu d'impuretés et la dissolution étant un phénomène relativement lent, ces terra rossa sont très anciennes et ont donc connu plusieurs cycles climatiques.

Dans les zones de faciès urgonien, à sédimentation biologique intense, la karstification disparaît. Il en est de même pour les calcaires marneux. En effet, d'après CAMPY et MACAIRE (1989), dès que la roche contient plus de 20 % de matériaux insolubles, elle n'a plus un comportement de type karstique.

2.1.2. Les dépressions tertiaires

Les sédiments déposés lors du tertiaire ont été conservés uniquement dans les fossés d'effondrement. Les dépressions ainsi formées abritent les calcaires plus ou moins marneux, les argiles, les marnes et les grès.

Ces roches libèrent par altération une épaisseur importante de matériaux meubles mais qui sont constamment soumis aux agents de l'érosion. Ils sont donc de ce fait souvent remaniés, par endroits peu épais, mais aussi "pollués" par du matériel allochtone, transporté jusque dans ces dépressions.

2.2. Les formations superficielles allochtones

Il s'agit de dépôts qui ont été déplacés le long des versants en rapport avec le système d'érosion périglaciaire ou par alluvionnement. Ce sont les plus courants et on les trouve en grande quantité sur l'ensemble de la zone d'étude.

2.2.1. Les formations de versant : éboulis et colluvions

Les éboulis occupent des surfaces importantes sur la zone d'étude depuis le sommet jusqu'à la base des versants. Plusieurs phénomènes entrent en jeu dans leur formation dont le principal est le système d'érosion périglaciaire.

2.2.1.1. L'origine des éboulis

Les écroulements (voir schéma)

On trouve souvent des éboulis au pied des falaises. Ce sont en général de gros blocs qui se sont détachés de la paroi et qui ont roulé sur la pente. "L'activité de fragmentation et de destruction d'une paroi est liée à l'importance de sa fracturation initiale et à l'intensité des agents climatiques" CAMPY et MACAIRE (1989).

Les phénomènes de gel-dégel interviennent donc dans la fragmentation de la roche mais le détachement des fragments est ici brutal.

Le système d'érosion périglaciaire

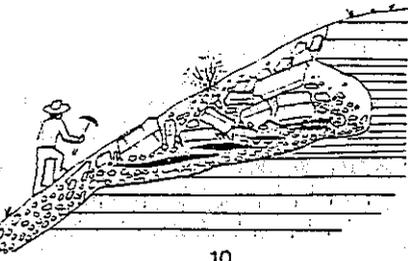
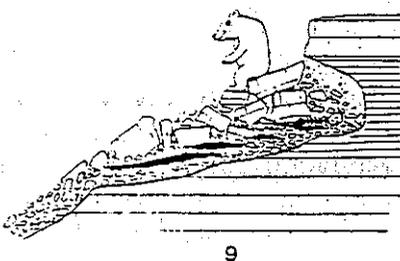
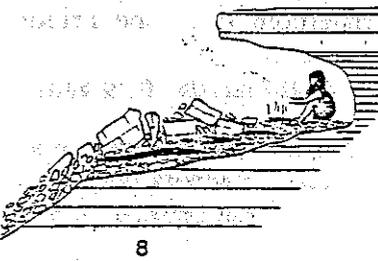
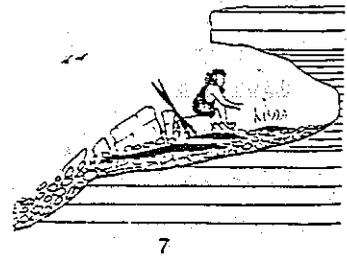
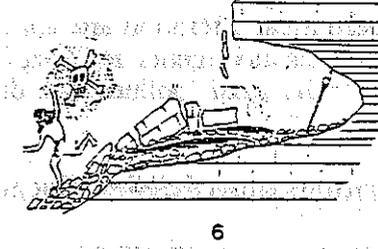
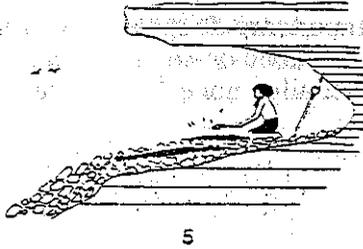
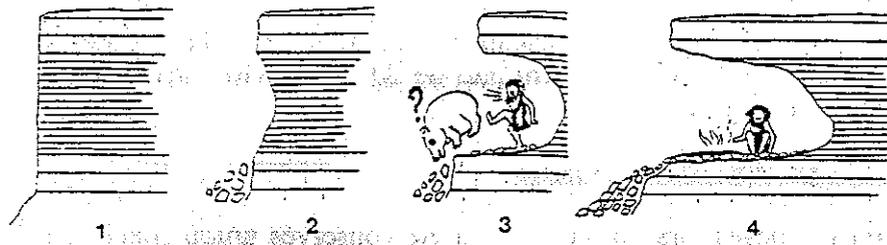
C'est un système où l'alternance gel-dégel joue un rôle important mais en restant subordonné au ruissellement ainsi qu'à l'érosion éolienne (DERRUAU, 1988).

Le résultat de ce type d'altération est la production d'éléments de toutes tailles allant des gros blocs aux cailloux.

Sur le versant, en fonction de la pente, ces fragments sont ensuite mobilisés.

2.2.1.2. Les différents types d'éboulis

En fonction de leur position dans le paysage et de leur origine, on distingue plusieurs types d'éboulis.



 *Calcaire pégalif*
 *Calcaire gélif*
 *Petits éboulis*
 *Couches archéologiques*

Genèse et évolution d'un abri sous roche (d'après BORDES, 1984 in CAMPY et MACAIRE, 1984).

Les éboulis d'altitude

Le système d'érosion périglaciaire et les formations superficielles qui en découlent se sont mis en place au quaternaire mais actuellement, il existe encore des zones soumises à ce type d'érosion. Il s'agit de l'étage de la prairie subalpine et des crêtes, où la température moyenne reste inférieure à zéro pendant plusieurs mois. Ensuite, lors des phases de redoux, de nombreuses périodes de gel-dégel se succèdent, entraînant l'éclatement du calcaire. En général, les zones forestières, même si elles se développent à des altitudes élevées, ne sont pas soumises à ce type d'érosion car la litière constitue un matelas isolant pour le sol et atténue les contrastes thermiques. D'autre part, les mouvements de sol sont entravés par les racines des arbres.

On trouve ces éboulis dans la zone sommitale de la Montagne de Lure et du Ventoux. Ce sont des accumulations locales de plaquettes ou de gros cailloux entre lesquels s'accumule de la terre fine de texture limoneuse à limono-argileuse.

Ces formations semblent être limitées à la zone sommitale dans les départs de thalweg. Il ne semble pas y avoir de relation directe avec les phénomènes se déroulant en aval.

Les éboulis de gravité

Ce sont des amas de fragments anguleux issus de la fracturation du calcaire par gel-dégel et qui ont roulé sur les pentes sous l'effet de la gravité ou qui se sont accumulés aux pieds des falaises ou des corniches.

La plupart de ces éboulis sont actuellement stabilisés et colonisés par la végétation. Sur les pentes très fortes cependant et à altitude élevée, ils peuvent être encore actifs et alimentés.

Il semblerait que ces éboulis soient fréquents sur les versants ouest (cela reste à vérifier de façon plus systématique).

Les cônes de déjection

Ils sont en relation directe avec les éboulis de gravité. On les trouve aux débouchés des vallons, en relation avec le réseau hydrographique qui les a mis en place. Actuellement, la plupart se sont stabilisés à la suite du réchauffement et de la diminution de l'humidité depuis la dernière glaciation (DUBAR, 1978).

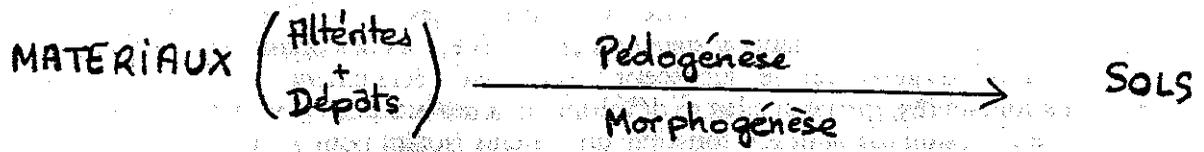
Ce sont des accumulations d'éléments calcaires peu émoussés (car le transport ne se fait jamais sur de longues distances).

Dans les éboulis comme dans les cônes de déjection, de la terre fine peut venir se mêler aux fragments rocheux. La texture est plutôt limoneuse ou limono-argileuse (d'après les relevés effectués lors de la prospection de terrain).

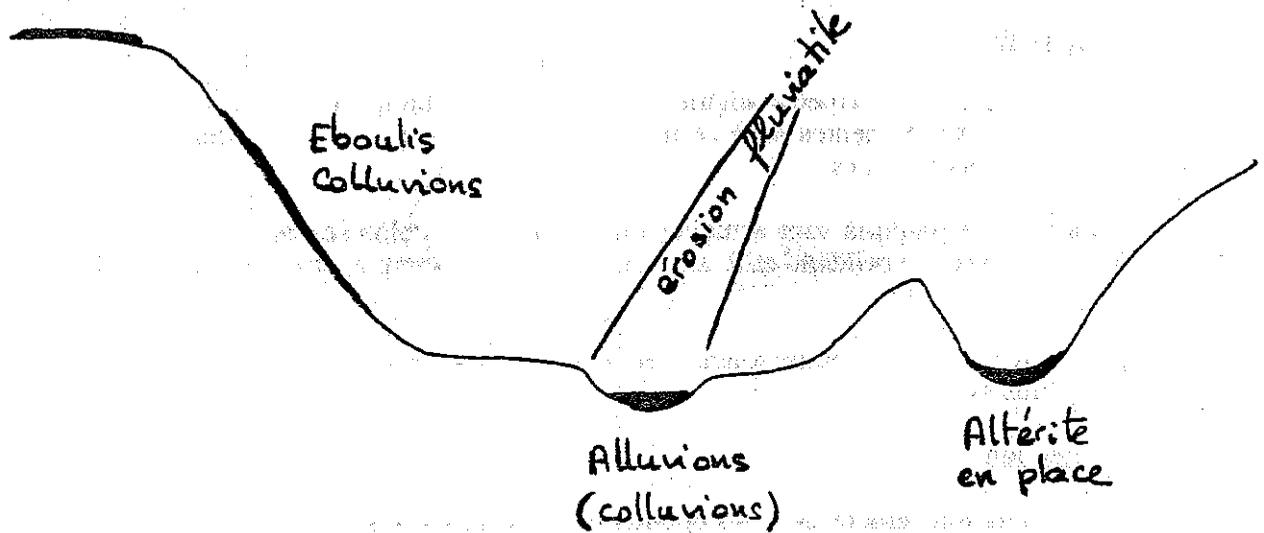
Il existe par endroits (exemple : au pied du Ventoux) des amas épais de galets. Ces éléments semblent avoir été transportés sur de longues distances. Ces dépôts n'occupent pas une place importante dans le paysage.

Les grèzes litées

Il s'agit d'une variété particulière d'éboulis qui n'a pas une extension spatiale importante mais constitue un cas particulier qu'il est intéressant de citer à titre de curiosité dans la région.



Altérite en place



PLATEAUX

VERSANTS

VALLEES

DEPRESSIONS, MODELE KARSTIQUE

Ce sont des dépôts de pente se présentant sous la forme d'une succession assez régulière de "lits gras" formés de graviers mêlés à de la terre fine et de "lits maigres" où la fraction inférieure à 0,5 mm est en très faible proportion.

Leur processus de formation (congélifluxion d'après JOURNAUX, 1976) implique une localisation de ces grèzes sur les versants d'exposition NE à O.

Ces grèzes sont souvent très compactes et parfois même comme cimentées.

2.2.1.3. Evolution des éboulis - Cas des versants marneux

Les différents fragments rocheux libérés peuvent être repris sur les versants par divers phénomènes qui se développent en particulier sur les surfaces marneuses ou argileuses.

Il s'agit de glissement en masse ou de solifluxion.

En fait, ces deux types de formations superficielles sont peu courants dans la zone d'étude car les amnes n'occupent pas des surfaces importantes et se situent de plus dans les dépressions occupées par l'agriculture.

2.2.2. Les formations de plateaux ou de plaines : colluvions et alluvions

Ce que nous regroupons sous le terme de "colluvions" diffère des éboulis dans le sens où ces formations ne sont pas mises en mouvement par la gravité seule mais essentiellement par l'eau, d'imbibition ou de ruissellement.

Les colluvions se trouvent sur les plateaux ou sur les versants de faible pente, à divers niveaux, sans règle vraiment précise de distribution.

A la partie inférieure des versants, ils peuvent rejoindre les alluvions fluviales.

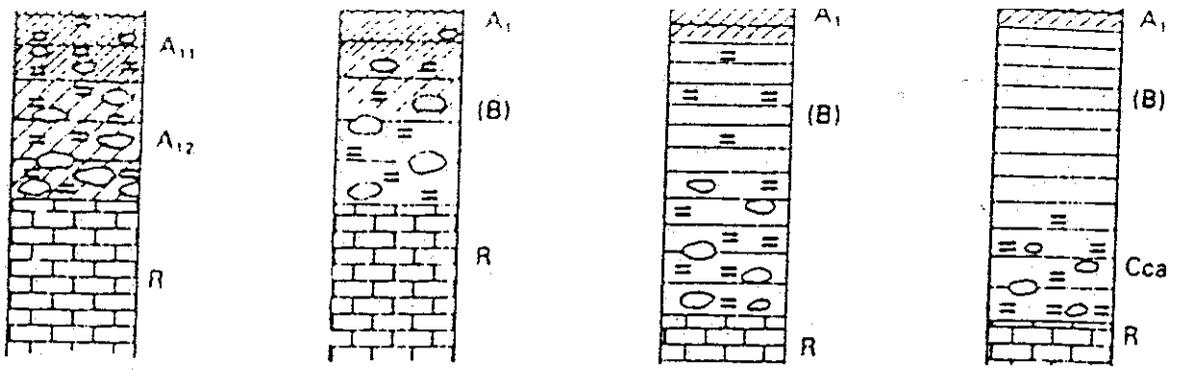
Tous deux sont d'origine et de composition très variable en fonction des terrains qui ont été érodés.

Ces formations sont très importantes sur le Plateau d'Albion et le Plateau de St Christol, notamment les colluvions siliceuses (CFw) qui contiennent beaucoup de silex libérés après altération du calcaire Barrémien de la région.

3. Les sols

Le climat, la nature de la roche et des formations superficielles qu'elle produit par altération participent à un contexte régional dans lequel s'inscrivent les différents processus de la pédogénèse.

Les caractéristiques physicochimiques des formations superficielles ainsi que la topographie locale vont déterminer une deuxième échelle d'approche, au niveau stationnel, dans laquelle s'inscrivent ici les différents stades d'évolution des sols que l'on peut replacer dans les classifications des sols classiquement basées sur la génétique.

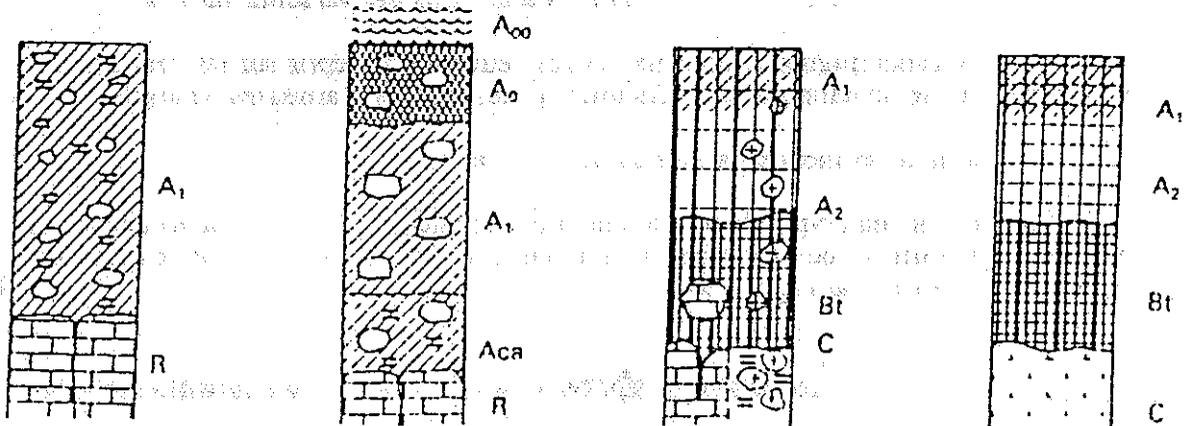


Rendzine type

Rendzine brunifiée

Sol brun calcaire

Sol brun calcique



Sol humno-calcaire

Sol humno calcique

terra rossa
ferrasse alluviale
Sol rouge fersialitique

Sol brun fersialitique

LÉGENDE DES SYMBOLES UTILISÉS DANS LES FIGURES

- | | | | |
|--|--|--|---|
| | Couche organique peu décomposée (A ₀) | | Précipitation localisée de fer ferrique |
| | Horizon humifère particulaire peu actif | | Concrétions ferro-manganiques |
| | Horizon humifère grumeleux actif | | Gley : fer ferreux dominant (gris verdâtre) |
| | Carbonate de chaux | | Alumine libre |
| | Argile | | Roche mère en cours d'altération |
| | Horizon cendreux ou blanchi | | Roche mère siliceuse non altérée |
| | Accumulation de fer ferrique hydraté (ocre vit ou rouille) | | Roche mère calcaire non altérée |
| | Accumulation de fer ferrique déshydraté (rouge) | | |

Rem. L'abondance des différents éléments est indiquée par l'espace-ment plus ou moins grand des lignes ou la densité des symboles utilisés.

Profils des principaux types de sols présents dans la région
(D'après DUCHAUFOR, 1984 et DELPECH et al., 1985 in VARESE, 1990)

3.1. Les différents processus de la pédogénèse dans le contexte régional

La décarbonatation : c'est la disparition du calcaire dans le profil.

Elle peut se faire par 3 voies parmi lesquelles l'entraînement par les eaux de pluie après dissolution. Les eaux de pluie plus ou moins chargées en gaz carbonique vont dissoudre le calcaire et entraîner par drainage le bicarbonate de calcium qui est soluble.

La décarbonatation peut également se faire par les nitrates : l'azote organique est minéralisé en azote nitrique (H_2NO_2) qui va réagir avec le carbonate de calcium :
 $CaCO_3 + H_2NO_3 \longrightarrow H_2CO_3 + CaNO_3$ Le nitrate de calcium ainsi formé est également exporté par drainage.

Les acides organiques de la litière peuvent également se combiner aux ions Ca^{++} et l'éliminer ainsi du profil : $RCOOH + CaCO_3 \longrightarrow (RCOO)_2Ca + H_2CO_3$

La désaturation

Les carbonates disparaissent donc progressivement du profil par décarbonatation en commençant par les horizons supérieurs. Le "front de décarbonatation" a donc tendance à descendre au fur et à mesure de l'évolution du sol laissant au-dessus de nombreux ions bivalents dont le Ca^{++} . Ces ions sont à leur tour éliminés du profil en général sous forme de complexes organo-minéraux solubles. On dit que le Complexe Argilo-Humique (CAH) se désature. Cela entraîne une diminution de pH.

Le lessivage : il s'agit de l'entraînement mécanique de l'argile en profondeur.

Ce phénomène n'est possible que sur un profil désaturé car il n'y a plus d'ions Ca^{++} pour retenir l'argile à l'état floculé.

La migration de l'argile entraîne une distinction entre un horizon (A2) lessivé, appauvri en argile et un horizon Bt d'accumulation.

La migration du fer ferrique est similaire car les deux éléments sont très liés.

"Lorsque l'indice d'entraînement du fer et de l'argile est inférieur à 2, le sol est de type brun lessivé". Dans le cas contraire, le sol est de type lessivé ...

$$\text{indice d'entraînement : } \frac{\text{teneur Ar Fer dans l'horizon Bt}}{\text{teneur Ar Fer dans l'horizon A2}}$$

L'ensemble de ces processus de pédogénèse est donc dépendant pour la plus grande partie de la présence et de la quantité de carbonates dans le profil. Les facteurs jouant un rôle sur ce taux de carbonates vont donc être à l'origine de la présence de tel ou tel type de sol.

La brunification

Le facteur bioclimatique intervient dans les processus de la pédogénèse à la fois par les températures, accélérant ou ralentissant la décomposition de la matière organique mais aussi par les précipitations qui vont jouer sur l'intensité des phénomènes de décarbonatation et de lessivage.

Type de roche	Age	modèle associé	Nature du matériau	Type de sol	Caractéristiques occupation
Calcaire	Crétacé	Versants peu inclinés très karstifiés. Lapiès.	calcaire dur en gros bancs	Sol minéral brut d'érosion (poche de sol fersiallitique saturé dans les fentes du karst).	Forêts
		Versants abrupts. Vallons tapissés d'éboulis	idém + éclats calcaires	Sol brun calcaire ou rendzine.	> 1 m. Très caillouteux. Forêts lâches. Présence d'arbustes et de buissons
		Sommets et versants convexes (< 1100 m)	idém	Sol fersiallitique alternant avec sol minéral brut d'érosion.	Forêts ou friches sur anciennes cultures.
	Oligocène	Sommets et versants convexes (> 1100 m)		Sol humique carbonaté (minéral brut d'érosion, fersiallitique saturé).	Plus humifère que le précédent. Sous pelouse, sur roche en place.
		Versants érodés	calcaire en plaquettes passées mameuses	Régosol (rendzine)	30 cm. Texture = LA peu cultivables. Forêts
		Croupes arrondies		Sol brun calcaire peu épais	Céréales, lavandes
Burdigalien	Plateau		molasse grossière	Rendzine de matériau faiblement fersiallitique	30 cm. Texture = AL avec cailloux. Céréales, lavandes.
	Pentes. Versants érodés souvent à l'Ubac à la périphérie des plateaux		" "	Régosol (rendzine, sol brun calcaire peu épais)	Forêts lâches
Marnes	Gargasien	Bad-lands : versants courts	marnes argileuses	Régosol (rendzine)	Marnes érodées, très sensibles à l'érosion.
		Versants faiblement ou moyennement inclinés, hauts de glacis.	Marnes argileuses à limono-argileuses	Sol brun calcaire	Reboisement ou friche et sol mi.
	Versants ou replats		" "	" "	LA à AL. Sol très lourd, très battant. Céréales, vignes, cerisiers.

Type de roche	Age	modèle associé	Nature du matériau	Type de sol	Caractéristiques occupation
Calcaires gréseux, marnes sableuses, grès, sables	Cénomannien	Versants érodés (bad-lands). Versants, surfaces inclinées concaves ou replats	Calcaire gréseux vert à jaunâtre Calcaire gréseux verdâtre	Régosol (rendzine, sol brun calcique) Sol brun calcaire	Forêts Arbustif, sol nu. Cultivé (céréales, prés).
Matériaux d'altération remaniés		Plateaux faiblement ondulés Versants aplanis ou peu inclinés. Très rarement fortement inclinés.	Argile à silice (ou à chailles argile rouge fersiallitique de calcaire crétacé).	Sol fersiallitique très lessivé	> 2 m. Carence en oligo-éléments. Sol à amender. Arbustif, châtaigniers, fougères ou cultivé (céréales, lavandes).
Matériau d'apport à dominance argileuse		petites dépressions dans le calcaire crétacé Thalwegs dans calcaire crétacé	matériau noir à brun rouge issu des marnes sannoisiennes colluvions brun-rouge argileuses, avec quelques éclats calcaires, issues de sols fersiallitiques saturés.	Sol brun hydromorphe Sol brun (calcaire) de matériau fersiallitique d'apport	50 à 100 cm - Cailloutis en profondeur. hydromorphie de profondeur. Prés (céréales). Céréales, lavandes, prés.
Dominance sableuse		Versants moyennement inclinés (surfaces concaves), murettes	épandage beige, limono-argileux, avec plaquettes de calcaire oligocène.	Sol brun calcaire très calcaire	Prairies, céréales.
Dominance limono-caillouteuse		Thalweg ou surfaces inclinées concaves (très faible extension) Thalweg (dolines)	colluvions cénomanniennes brun-verdâtre, sablo-argileuses. colluvions grises limono-caillouteuses (silice), issues de sols fersiallitiques très lessivés.	Sol brun calcaire Sol brun acide de sol fersiallitique très lessivé d'apport colluvial	Prés, céréales. Amendement calcaire et phospho-potassique. Céréales, lavandes, prés.
Domin. caillouteuse (éclats calcaires)		Eboulis, glaciais d'épandage	colluvions d'éclats calcaires à matrice terreuse	Sol brun calcaire (sol brun calcique, rendzine)	Sols secs. Vignes, céréales, arbres fruitiers, lavandes.

Les différents types de sol en fonction des matériaux (d'après la notice de la carte pédologique du Pays du Calavon, des Monts de Vauchuse et du Plateau d'Albion - DDAF Vauchuse)

L'échelle de temps intervient également. On peut en effet considérer la formation des sols sous notre climat actuel tempéré (phénomène de brunification) mais aussi sous des paléoclimats chauds (formation des sols fersiallitiques par rubéfaction) ou peut-être encore actuellement dans la région méditerranéenne (voir DUCHAUFOR, 1968).

D'après DUCHAUFOR (1968), les sols brunifiés naissent sous climat atlantique tempéré (8 à 13 °C), humide (500 à 1200 mm/an), à saisons peu contrastées alors que les sols fersiallitiques se développent sous climat méditerranéen chaud (13 à 20 °C), assez humide (500 à 1000 mm/an), à saisons contrastées.

La brunification caractérise les milieux biologiquement actifs. L'humidité est à l'origine de la décarbonatation totale, la roche-mère est altérée modérément et libère un complexe insoluble où l'argile et le fer sont intimement liés et qui s'associe aux composés humiques. Les sols bruns sont donc caractérisés par un complexe argile - fer ferrique - acides humiques bruns qui donne naissance à une structure grumeleuse.

La rubéfaction consiste en une déshydratation des oxy-hydroxydes de fer libérés par l'altération fersiallitique (par dessiccation ± brutale) et liée aux argiles.

3.2. Les différents types de sols de la zone d'étude

Dans la zone définie, les différents processus de la pédogénèse s'inscrivent dans divers contextes selon :

- la nature du matériau parental qui va influencer la texture, la structure, la présence de carbonates de calcium dans le profil ...
- la topographie qui contribuera selon les cas à l'érosion du profil ou au contraire à des apports par colluvionnement.

Dans la notice de la carte pédologique du Pays du Calavon, des Monts de Vaucluse et du Plateau d'Albion, l'ensemble des sols est inventorié en fonction des matériaux (voir tableau).

Cette cartographie est disponible pour la partie vauclusienne de zone d'étude. Etant donné le caractère homogène concernant les grandes lignes géologiques (ce qui a d'ailleurs été à l'origine de la délimitation de la surface à étudier), ces caractères peuvent s'étendre théoriquement aux surfaces situées dans les Alpes de Haute-Provence.

Le tableau suivant donne en fonction des matériaux et des modelés les types de sols que l'on peut observer sur la zone d'étude et qui se regroupent dans les classes suivantes (voir tableau récapitulatif).

Sols peu évolués : lithosols sur roches dures et régosols sur roches tendres (ces derniers sont-ils présents sur la zone ? : peut-être sur certains affleurements marneux).

sols colluviaux le long des versants ou sous les parois rocheuses ; ce sont des éboulis d'éclats calcaires.

Sols calcimagnésiques plus ou moins humifères : profil de type AC ou AR. Il s'agit de rendzines. L'ensemble du profil est caractérisé par de nombreux cailloux et graviers calcaires.

En fonction de l'horizon A1, on distingue :

- * les rendzines typiques : l'horizon A1 est très humifère, épais, et de structure grumeleuse grossière,
- * les rendzines brunifiées : l'horizon A1 est moins épais et dépourvu de CaCO₃ dans la terre fine.

Ces sols ne sont pas rubéfiés.

Sols calcimagnésiques très humifères : ces sols se développent quand la végétation peut s'installer. La matière organique s'accumule alors entre les éléments grossiers. On distingue :

- * les sols humo-calcaires sous les forêts feuillues avec un humus de type mull et du CaCO_3 dans la terre fine,
- * les sols humo-calciques sous les forêts de résineux avec un humus de type mor et sans CaCO_3 dans la terre fine.

Sols calcimagnésiques brunifiés : profil de type A1(B)C.

La terre fine dans l'horizon A1, ne fait pas réaction à l'acide chlorhydrique.

Si elle contient encore du CaCO_3 au dessous, ce sont alors des sols bruns calcaires.

Si elle n'en contient pas jusqu'à 50 cm de profondeur, on a des sols bruns calciques.

Sols fersiallitiques : il s'agit des sols rouges fersiallitiques.

Ces sols sont rattachés à la classe des sols lessivés : sous l'horizon humifère A1 à structure grumeleuse, on trouve un horizon A2 lessivé surmontant un horizon Bt argilique de structure finement polyédrique. Les oxydes de fer cristallisés (hématite) donnent une couleur rouge caractéristique. On appelle ces sols les "terra rossa". L'ensemble du profil ne fait pas réaction à HCl. Ces sols se situent sur les plateaux essentiellement, dans les dolines du système karstique, sur roche-mère plus ou moins fissurée.

Si ces sols ont été mis en culture, ils ont pu être recarbonatés par la remontée en surface de nombreux éclats calcaires. Le profil est alors plus homogène.

L'ensemble de ces types de sol se répartit en fonction des matériaux de la façon suivante :

- sur calcaire

* dalle rocheuse → lithosol - rendzine

* éboulis de gros éléments → sol humo-calcaire, humo-calcique

* éboulis sur pente ± forte

◆ forte quantité d'argile → rendzine, rendzine brunifiée, sol brun calcaire colluvial

◆ faible quantité d'argile → sol humo-calcaire, humo-calcique

- roche marneuse ou calcaréo-marneuse → rendzine, rendzine brunifiée, sol brun calcaire

- argile de décarbonatation → rendzine brunifiée, sol brun calcique

- altérites siliceuses → sol brun acide

Cette subdivision est à moduler en fonction de la topographie et de l'altitude qui constituent des facteurs stationnels de variation très importants en particulier dans les régions montagneuses. Les sols varient alors très rapidement le long d'une pente mais restent liés génétiquement par les mouvements d'eau et de résidus d'altération.

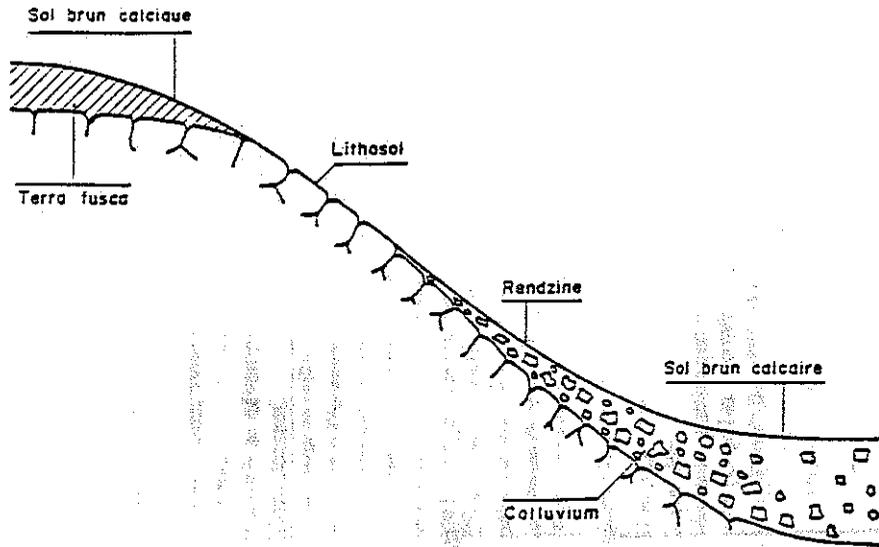
Ces successions de sol sont dénommées "chaînes de sol" ; DUCHAUFOR (1977) et BOTTNER (1971) en donnent deux exemples.

Suivant la nature du matériau et essentiellement la topographie ainsi que le climat, un ensemble de processus entrent en jeu dans la constitution de ces chaînes : érosion, lessivage latéral ou oblique, modification locale du régime hydrique.

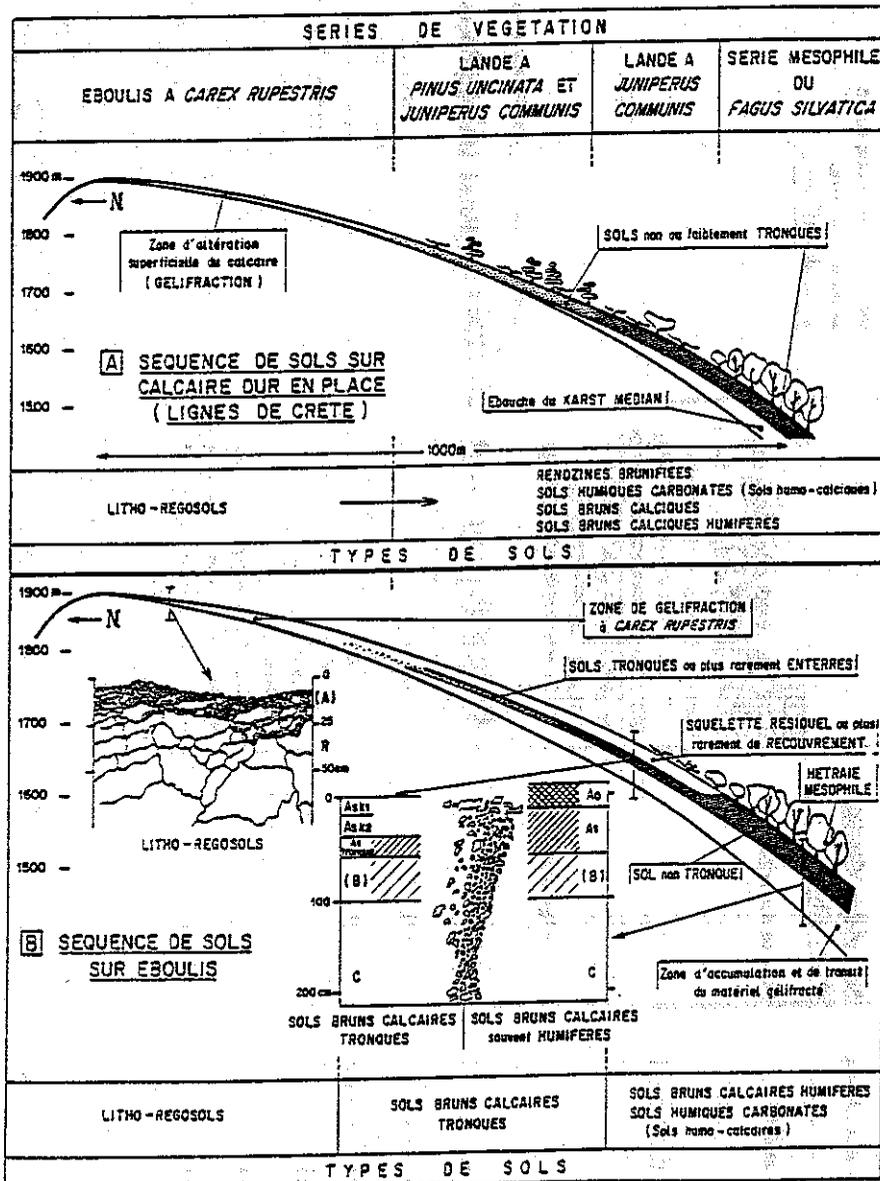
Classification française	Types de sol	Caractéristique	Facteurs de variation	Occupation	Position
Sols peu évolués	Lithosols (lapiaz) Sols colluviaux (éboulis, déblais, remblais)	Sur calcaire compact dans les fissures	- largeur, densité, orientation et profondeur des fissures, - absence ou présence de terre fine dans les fissures - absence ou présence de mull dans A1 ou d'humus brut en surface - épaisseur, - proportion de terre fine et d'éléments grossiers, - taille des éléments grossiers et texture de la terre fine, - présence ou absence de terre fine dans l'horizon supérieur, - présence ou absence de mull dans A1 ou d'humus brut en surface (types de transition avec les rendzines).	Impropres aux cultures → forêt ou pelouses	Surface d'ablation
Sols à profil peu différencié sur substrat siliceux	Rankers à silex	Cf. sols colluviaux sauf - nature des éléments grossiers - absence de Ca dans la terre fine pH. acide à très acide, capacité d'échange faible, complexe absorbant désaturé	Cf. Sols colluviaux	Les cultures sont aléatoires à cause des problèmes de ravinement. Végétation acidiphile oligotrophe Faible productivité pour les cultures. La forêt se développe difficilement.	Zone de rupture de pente (bas de versant - versant) Plateaux ou croupes (pas d'apports d'éléments fins calcaires).
Sols calcimagnésiques plus ou moins humifères	Rendzines → R. s.s. → R. brunifiées	Cailloux ou graviers calcaires dans tout le profil. . cf. sols colluviaux mais accumulation d'humus de type mull calcique. . A1 moins épais dépourvu de CaCO ₃ . pH moins élevé . B brun à terre fine calcaire Substrats caillouteux pauvre en terre fine. A1 toujours+ humifère Absence de litière (faible production de MO et ablation par le vent) mais renouvellement partiel des appareil végétatifs souterrains).	- épaisseur du substrat 'éléments grossiers-éléments fins' - proportion de terre fine et d'éléments grossiers, - taille des éléments grossiers et texture de la terre fine, - teneur en calcaire total et en calcaire actif de la terre fine, - présence ou absence de terre fine dans l'horizon supérieur, - présence ou absence d'un humus brut en surface,	Si la charge en cailloux est moyenne et l'épaisseur suffisante → cultures qui peuvent être ensuite occupées par des fruitières et des taillis. De tels milieux sont intéressants pour le reboisement. Dans le cas des rendzines brunifiées, l'absence de CaCO ₃ et le pH moins élevé sont des critères favorables pour la végétation.	?
Sols calcimagnésiques très humifères	Sols humo-calcaires Sols humo-calciques Sols lithocalciques humifères à moder ou à mor	. CaCO ₃ dans terre fine. MO évolue vers un mull . Pas de CO ₃ dans la terre fine . Humus de moins en moins évolué du bas vers le haut . litière épaisse (accumulation de MO) dont la partie inférieure évolue vers un moder ou un mor		Ces sols sont souvent occupés par des pelouses car ce sont des substrats de faible productivité.	Position culminale

Classification française	Types de sol	Caractéristique	Facteurs de variation	Occupation	Position
Sols calcimagnésiques brunifiés	Sols bruns <ul style="list-style-type: none"> ↑ Calcaires ↑ Calciques 	La terre fine n'est pas mélangée aux cailloux dans tout le profil <ul style="list-style-type: none"> • avec CaCO₃ • sans CaCO₃, mais Ca⁺⁺ en grande quantité, complexe absorbant saturé. 	- étendue, épaisseur et texture de la terre fine - fissuration de la roche mère (si elle est peu profonde).	Ces sols présentent de bonnes potentialités agrosylvopastorales. On y trouve souvent des pelouses, des taillis ou des futaies.	?
Sols fersiallitiques	Sols rouges fersiallitiques acides		- profondeur de la roche mère → recalcification → recalcification	?	Plateau d'Albion
Sols brunifiés	Sols bruns acides	A (B) C Terre fine résiduelle décalcifiée → pH abaissé 4,5		Ce sont des sols pauvres, améliorés par chaulage mais qui sont réservés au pâturage.	Pelouse du Mont Serein Plateau d'Abion → surfaces restreintes ? Blanches plus grandes avant la déforestation et la mise en culture

Les sols sur substrat calcaire compact (d'après AUBERT, 1982)



— Chaîne des sols sur pente de calcaire dur.
(d'après DUCHAUFOUR, 1977)



- Deux mésoséquences de sols de montagne, sur la face sud du Mont Ventoux. Géomorphologie - Sols - Végétation.
(d'après BOTTNER, 1971)

Pour le Ventoux, BOTTNER (1971) explique la succession des sols dans la chaîne de la manière suivante :

Au sommet, l'altération physique et l'érosion l'emportent sur la pédogénèse en raison de l'absence de végétation (sécheresse estivale et vent violent). La terre fine a une structure particulière et reste plus ou moins calcaire.

Plus bas, sur la pente, deux types d'évolution peuvent se présenter :

- sur substratum calcaire en place, l'horizon organique est de plus en plus important et la terre fine décarbonatée. On trouve des rendzines brunifiées, des sols humiques carbonatés, des sols bruns calciques parfois humifères. "La répartition de ces sols est hétérogène suivant l'importance du matériel décarbonaté et la répartition des fissures du karst".
- sur les éboulis, la terre fine est moins abondante et la décarbonatation moins importante à cause des apports constamment renouvelés. L'évolution s'arrête aux sols bruns calcaires et aux sols humo-calcaires.

3.3. Un autre type de cartographie

Cet exemple simple met bien en évidence la nécessité d'aborder l'étude des sols par une étude de paysage comme LEGROS (1987) dans la cartographie des paysages pédologiques. En effet, le même type de sols peut être présent dans des paysages totalement différents et il est nécessaire de comprendre les rapports de ces paysages avec les divers facteurs géomorphologiques, climatiques, géologiques, pédologiques et phytoécologiques.

"Les sols de zones de montagne comme le Ventoux répondent à des facteurs pédogénétiques nombreux qui interfèrent entre eux de façon complexe et qui varient considérablement d'un point à un autre" (VERGES, 1982).

La station de Science du sol de l'INRA à Montpellier a ainsi été amenée à la conception de Profil des Ensembles Structuraux (PES) dans le but d'une cartographie pédologique du Ventoux.

Il s'agit ici d'un autre type d'approche de la pédologie de la région complémentaire de la précédente.

La première cartographie repose sur les types de roche et la nature des matériaux (voir le premier tableau établi à partir des données de la DDAF Vaucluse) alors que celle-ci est basée sur les caractéristiques physiques de la roche (fragmentation, fissuration) en rapport avec le paysage.

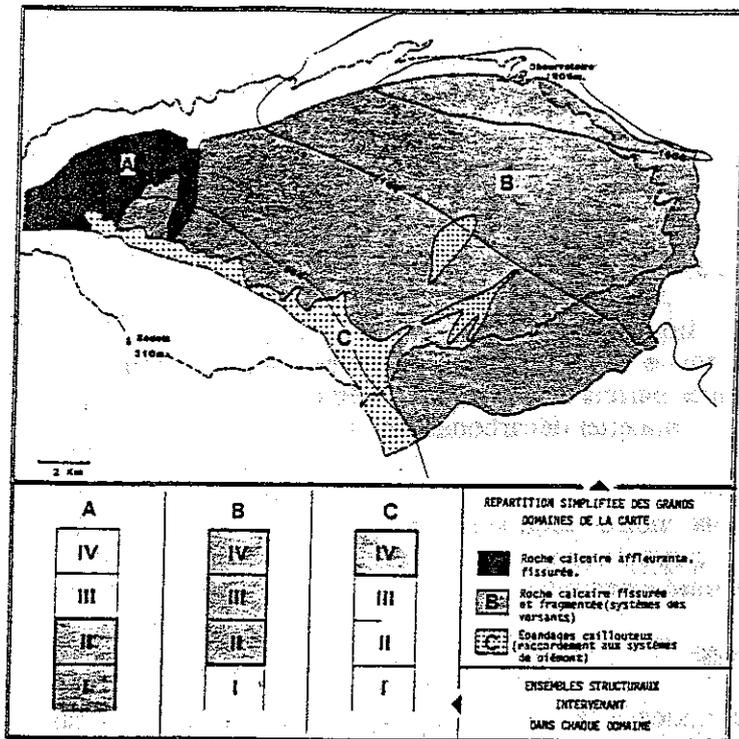
Le tableau suivant donne une clé basée sur ces deux critères : épaisseur des ensembles structuraux, position topographique (versant ou fond de vallon), pente ...

Nous avons vu, dans le paragraphe des formations superficielles, que celles-ci sont très liées au degré d'altération du calcaire. Or l'intérêt de ce système d'approche est justement la distinction d'Ensembles Structuraux plus ou moins épais et caractérisés par une roche plus ou moins fragmentée et fissurée.

Ce peut être un des moyens d'estimer les potentialités forestières de la plus grande partie de la zone d'étude.

Trois domaines ont ainsi été distingués sur le versant sud du Ventoux (voir figure). Il sera intéressant de les prendre en compte pour un échantillonnage ultérieur.

Domaine A : "Roche calcaire affleurante fissurée, non fragmentée". Il s'agit des falaises et des pentes très fortes (> 50 %), des zones d'affleurement et des lapiaz.



Ensemble meuble superficiel riche en éléments grossiers remaniés		IV
Ensemble fragmenté où les éléments grossiers de roche sont en place mais disjointes		III
Ensemble fissuré où la roche est en place et cohérente		II
Roche calcaire peu ou pas fissurée		I

Profil des Ensembles Structuraux (P.E.S.) servant de base à la cartographie

Carte des sols (versant sud Ventoux)

Schéma des grands domaines et ensembles structuraux associés (d'après VERGES, 1982).

1	2	3	4	5	
Caractéristiques de l'ensemble fragmenté	Sous-domaines	Caractéristiques de l'ensemble meuble	Degré de recouvrement des ensembles inférieurs par la couverture meuble	Structure et constitution du substratum Incidence sur la dynamique de l'eau et des carbonates dans le (les) couverture(s) meuble(s) et dans l'ensemble fragmenté	Sous-unités
III	Be	Une couverture meuble peu épaisse (décimétrique) en système lié à des mobilisations	100% de recouvrement	Calcaire impur poreux, gélif, fragmenté en blocs, drainage vertical de l'eau favorisant l'entraînement des carbonates en profondeur	a 2 c d
				Calcaire pur poreux, gélif, très fragmenté en graviers, drainage vertical de l'eau déformé, tendance à la réprécipitation des carbonates	3
Peu épais (décimétrique) et discontinu	Bb	Une couverture meuble peu épaisse (décimétrique) en système lié à des mobilisations	moins de 50% de recouvrement	Calcaire pur, non poreux, peu gélif, fissuré horizontalement, fragmenté en grosses plaques, drainage latéral de l'eau et des carbonates favorisés	4 a b
				Calcaire pur, non poreux, peu gélif, fissuré verticalement, peu fragmenté, drainage vertical de l'eau favorisant l'entraînement des carbonates en profondeur	5
			de 50 à 80% de recouvrement	Calcaire pur, non poreux, peu gélif, fissuré verticalement, peu fragmenté, drainage vertical de l'eau et entrainement des carbonates en profondeur favorisés	6 a b
				Calcaire pur, non poreux, peu gélif, fissuré verticalement, très fragmenté par plaques, en blocs et cailloux, drainage vertical de l'eau et des carbonates déformés lorsque la fragmentation est accentuée et favorisés ailleurs	7
				Calcaire pur, non poreux, peu gélif, fissuré horizontalement fragmenté en plaques, drainage latéral de l'eau et des carbonates favorisés	8
Plus de 80% de recouvrement	Calcaire pur, non poreux, peu gélif, fissuré verticalement peu fragmenté, drainage vertical de l'eau et entrainement des carbonates en profondeur favorisés	9 a b c			
	Calcaire pur, non poreux, peu gélif, fissuré verticalement peu fragmenté, drainage vertical de l'eau et entrainement des carbonates en profondeur favorisés	10 a b c d			
		Plusieurs couvertures meubles forment un ensemble épais (métrique) en système lié à des accumulations		Calcaire pur, non poreux, peu gélif, fissuré verticalement peu fragmenté, drainage vertical de l'eau et entrainement des carbonates en profondeur favorisés	11 a b c

Cas du domaine B : roche fissurée et fragmentée (d'après VERGES, 1982).

Domaine B : "Roche calcaire fissurée et fragmentée". C'est le plus important en superficie mais aussi le plus complexe. Il correspond au système des versants et a nécessité plusieurs subdivisions (voir tableau) dont les différentes clés sont : la dureté de la roche, la pente (liée à la topographie), le degré de recouvrement et la nature du calcaire ainsi que sa fissuration. Les variations de l'ensemble de ces facteurs sont très rapides.

Domaine C : "Epanchages caillouteux" en position de piémont ou de bas de pente. Ils peuvent être continus ou discontinus sans rapport avec la topographie actuelle.

Conclusion : notion de système géo-morpho-pédologique

Ce type d'approche est intéressant car il intègre de nombreux facteurs stationnels ainsi que les caractères généraux (lithologie, climat) de la région et doit permettre d'individualiser certaines unités occupées par un seul type de sol ou une seule association de sols. Elle est sans doute extrapolable à la Montagne de Lure. Dans le cas des plateaux, un système particulier doit être élaboré mais les interrelations entre les paramètres du milieu sont peut-être plus simples.

Les grands types de roches et de formations superficielles ainsi que les caractéristiques climatiques de l'ensemble de la zone d'étude doivent permettre l'individualisation d'un certain nombre de secteurs.

A plus grande échelle interviennent certains critères, tels que la nature du matériau ou la topographie locale (à l'échelle d'un versant par exemple), qui permettent la distinction de degrés d'évolution dans les différents types de sols rencontrés.

On aboutira ainsi, dans la deuxième partie, suite à la phase de terrain de la préétude, à une subdivision de la zone d'étude en plusieurs systèmes géo-morpho-pédologiques.

Bibliographie citée et consultée

- AUBERT G., 1982 - Les sols sur substratum géologique calcaire et compact en Provence continentale (exemple : secteur du Mont Ventoux, des Monts de Vaucluse, et du Plateau d'Albion) - 22 p.
- BARTHES J.P. et BORNAND M., 1987 - Cartographie des sols en moyenne montagne calcaire sèche. Une méthode d'approche possible - *Agrométéo des régions de moyenne montagne - Toulouse 16-17 avril 86. Ed. INRA, Les colloques de l'INRA, n° 39, pp. 95-106.*
- BONFILS P., 1988 - Les sols du Mont Ventoux, versant sud - *Forêt méditerranéenne, tome X, n° 1, juillet 1988.*
- BONNEAU M. et SOUCHIER B., 1979 - Pédologie. T2, Constituants et propriétés du sol - *Ed. MASSON, 459 p.*
- BOTTNER P., 1971 - La pédogénèse sur roches-mères calcaires dans une séquence bioclimatique méditerranéo-alpine du Sud de la France - *Thèse Doctorat d'Etat, Montpellier, 278 p.*
- BOTTNER P. et PAQUET H., 1972 - La pédogénèse sur roches-mères calcaires tendres dans les étages bioclimatiques montagnard, subalpin et alpin des Préalpes françaises du Sud - *Science du sol, pp. 63-78.*
- CALLOT G., 1976 - Analyse d'un système géopédologique régional. Etude sédimentologique et cartographique des sols et formations superficielles sur plateforme calcaire peu déformée. Région nord-aquitaine. *Tome 1 : Textes et tableaux, Tome 2 : planches - Thèse USTL, 107 p.*

- CALLOT G. et VERGES V., 1987 - Systèmes pédologiques en moyenne montagne calcaire. Exemple des sols du Mont Ventoux - *Voyage autour du Mont Ventoux. Etudes Vauclusiennes, n° spécial 3, pp. 35-45.*
- CAMPY M. et MACAIRE J.J., 1989 - Géologie des formations superficielles. Géodynamique. Faciès. Utilisation - *Ed. MASSON, Paris, 433 p.*
- DERRUAU M., 1988 - Précis de géomorphologie - *Masson 7è ed., 533 p.*
- DEWOLF Y., 1982 - Mémoires et documents de géographie. Contact Ile de France - Basse Normandie. Evolution géodynamique - *Ed. du CNRS. Paris.*
- DUBAR M., 1978 - Les dépôts quaternaires de la moyenne vallée de la Durance et des assises terminales du plateau de Valensole - *Livret-guide excursion A.F.E.Q., mai 1978.*
- DUCHAUFOR Ph., 1968 - L'évolution des sols. Essais sur la dynamique des profils - *91 p.*
- DUCHAUFOR Ph., 1977 - Pédologie. T1 : pédogénèse et classification - *Ed. MASSON, 477 p.*
- DUCLOS G., 1973 - Appréciation de l'aptitude à la mise en valeur (agricole) des sols de Provence - *Bull. Assoc. Française d'Etude de sols, n° 6, 1971. Revue de la SCP "l'irrigant", n° 60.*
- DUCLOS G., 1980 - Note méthodologique pour apprécier l'aptitude à la mise en valeur forestière et agricole des sols des zones accidentées de Provence - *Société du Canal de Provence et d'Aménagement de la Région Provençale, 31 p.*
- GAUBERT B., 1986 - Les plateaux de Vaucluse, leur contact avec le bassin de Carpentras - *Etude géomorphologique - Université d'Avignon, 140 p. Mémoire de maîtrise.*
- JOURNAUX A., 1976 - Les grèzes litées du Châtillonnais - *Bull. A.F.E.Q. 3-4, pp. 123-138.*
- LEGROS J.P., 1987 - Cartographie des paysages pédologiques dans les Alpes humides. Exemple du Chablais - *Les Colloques de l'INRA - Toulouse, 16-17 avril 1986 - Agrométéo. des régions de moyenne montagne, pp. 119-127.*
- LEPOUTRE B., 1988 - Journées pédologiques en Montagne de Lure, Plateaux et Monts de Vaucluse, Plateau de Valensole. Comptes-rendus, synthèse et enseignements - *29p.*
- LOZET J. et MATHIEU C., 1990 - Dictionnaire de science du sol - *Ed. LAVOISIER.*
- NERVI F., 1985 - Le pays des mille couleurs - *Maîtrise "systèmes spaciaux" Géomorphologie - Département de géographie - Université d'Avignon. Faculté de lettres, 72 p. + annexes.*
- SOUMET-DELAIGUE D., 1976 - Incidence du faciès pétrographique de quelques roches calcaires sur leur susceptibilité à la dissolution - Relation avec les types de sols associés des Charentes (17) et du Causse de Roquefort (12) - *Thèse USTL, 118 p.*
- VERGES V., 1982 - Contribution à l'analyse et à la représentation cartographique des formations pédologiques en moyenne montagne calcaire (Mont Ventoux, France) - *Thèse univ. Paris VIII, 225 p.*

**LE RELIEF ET
LE RESEAU HYDROGRAPHIQUE**

LE RELIEF ET LE RESEAU HYDROGRAPHIQUE

Quand on s'attache à la description générale du relief, on peut subdiviser notre zone d'étude en cinq zones : la Montagne de Lure, le Mont Ventoux, les Plateaux, les Dépressions, les Monts de Vaucluse.

Chacune de ces grandes zones sera décrite plus en détail dans le chapitre suivant.

1. Les grands reliefs

En lisant la carte au 1/100.000 de Cavaillon-Digne, on peut subdiviser la zone d'étude en cinq grands reliefs : la Montagne de Lure prolongée par la Montagne d'Albion jusqu'à la dépression de Sault, l'ensemble des dépressions, le Ventoux, en incluant le versant méridional, le versant oriental et le Ventouret, la Région d'Albion qui joue un rôle de charnière entre les deux chaînons Lure et Ventoux et enfin, au sud, les Plateaux et Monts de Vaucluse.

Il s'agit d'une subdivision "a priori" pour faciliter l'étude et la compréhension du relief.

1.1. La Montagne de Lure

Elle constitue l'extrémité orientale de la zone d'étude. Elle a une extension géographique assez importante depuis les Bons Enfants, au bord de la Durance, à quelques kilomètres de Sisteron, jusqu'au Col de l'Homme Mort où elle prend le nom de Montagne d'Albion, au nord de Ferrassières.

Ce que nous appelons "versant sud de la Montagne de Lure" se situe en fait dans la partie orientale de cette chaîne montagneuse, à l'est d'une ligne reliant le Sommet de l'Homme au village d'Ongles.

C'est une grande pente présentant toutes les orientations, du sud-est au sud, et entaillée de nombreux vallons alors qu'à l'ouest de cette ligne s'individualisent des reliefs indépendants.

Le sommet de Lure culmine à 1826m ; la ligne de crête se situe à 1041m à l'est.

La limite de la zone d'étude est matérialisée, au pied de la Montagne, par la départementale 951 qui suit la courbe des 700m entre Ongles et Mallefougasse, puis s'abaisse jusqu'à 500m à Peipin.

1.2. Les dépressions

Quelques dépressions viennent entailler ce grand relief calcaire que constitue la zone d'étude.

Au nord, entre la Montagne de Lure et le Ventouret s'intercale la vallée de Sault : c'est une longue dépression orientée N-NE - S-SO, assez étroite au nord, entre Aurel et Sault puis brusquement élargie à la hauteur de Sault.

A l'extrémité Sud, les Plateaux et Monts de Vaucluse sont également entrecoupés de nombreux fossés d'effondrement d'orientation générale NE-SO : fossé de Sénanque, de Murs, de Lioux.

Ces bassins ont conservé des sédiments d'âge éocène et oligocène à l'abri de l'érosion générale qui a affecté l'ensemble de ces massifs.

Par leur relief plat et protégé ainsi que par la nature de leurs sédiments, ces bassins ont permis l'installation de l'agriculture, la forêt y jouant un rôle plus que secondaire sous forme de bandes ou de petits bosquets. Nous ne les prendrons pas en compte lors du découpage.

1.3. Le Ventoux

Le versant sud du Ventoux décrit un magnifique arc de cercle depuis les Rochers de la Madeleine à l'ouest jusqu'à Méthamis au sud.

La base du Ventoux se situe vers 300m d'altitude aux extrémités et est un peu relevée au centre de l'arc (541m à St Estève).

Le sommet culmine à 1909m juste au-dessus du Col des Tempêtes. La crête s'abaisse rapidement vers l'ouest (531m au niveau du Rocher de la Madeleine) et plus doucement vers le sud jusqu'à Monieux à 700m d'altitude.

Au sud de la Combe de la Canaud, on note un net changement de pente : la pente est douce depuis la base jusqu'au sommet qui se présente sous la forme d'un vaste relief aplani (Fermes Les Garrigas, Les Abeilles, Les Isnards).

Le versant est est assez régulier : il forme un grand versant entaillé de petits vallons dans la partie la plus au nord (jusqu'au niveau de la ferme de Donomage) qui correspond sur la carte géologique à un faciès plus marneux.

Il est ensuite très régulier jusqu'au niveau de Verdolier puis présente une succession de vallons, plus profonds que les premiers, orientés NO-SE jusqu'à la sortie des Gorges de la Nesque.

Ce versant est séparé du Ventouret par la Combe de la Font de Margot prolongée par la Combe de Verdolier. Au-dessous de Verdolier il est directement en contact avec la dépression de Sault.

Le Ventouret forme un petit relief triangulaire assez régulier dont la crête culmine à 1388m à l'ouest et descend doucement à 1110m à l'est, au niveau du Collet de Laurence.

Le relief est relativement pentu depuis le sommet jusque vers 1000m d'altitude. On observe à ce niveau plusieurs replats se prolongeant vers le bas par un relief très peu incliné donnant l'impression d'un vaste plateau légèrement mamelonné.

1.4. La région d'Albion : région des plateaux

Le plateau d'Albion et le plateau de St Christol jouent un rôle de charnière entre la grande faille d'Aurel et le Ventoux à l'Ouest, et le champ de fractures de Banon et la Montagne de Lure à l'Est et au Nord.

C'est une vaste plaine légèrement relevée vers le Sud-Est.

Cette surface est ponctuée de nombreuses collines au relief très peu accusé, toutes pareilles. Elles sont recouvertes de dalles calcaires les faisant paraître enneigées de loin. C'est pour cela que l'on appelle ce pays Albion : le Pays Blanc.

1.5. Les Plateaux et Monts de Vaucluse

Ils constituent le prolongement du Plateau de St Christol.

Ils sont limités au nord-ouest par la terminaison méridionale du Mont Ventoux concrétisée par les Gorges de la Nesque. Au Sud-Ouest la grande faille de Fontaine de Vaucluse constitue la limite naturelle de cette région avec la plaine de l'Isle-sur-la Sorgue.

C'est un vaste ensemble calcaire, d'altitude relativement élevée (entre 500 et 1256 m).

La partie occidentale est constituée de plateaux entrecoupés localement de petits bassins ayant la même origine que les dépressions citées plus haut.

La zone s'élève ensuite en présentant de nombreux collets (Collet de Brégavou, Collet de Travignon) jusqu'au Signal St Pierre, le troisième point le plus haut de la zone d'étude.

2. Le réseau hydrographique

2.1. Un faible réseau hydrographique de surface

Dans les vallons des versants sud de la Montagne de Lure et du Ventoux, les écoulements sont intermittents. La plupart du temps, ils suivent le pendage et se perdent dans le réseau karstique.

Cependant, à la faveur de quelques bancs marneux ou au niveau de failles, quelques sources, peu nombreuses et de faible débit, peuvent alimenter des rivières en aval.

Pour la Montagne de Lure, la plupart des sources se situent au pied du versant, au contact des marnes albiennes. Les débits sont en général très faibles : la source de St Etienne-les-Orgues, captée par la commune, débite 1 à 5 litres par seconde.

Il existe des émergences temporaires (SE de Mallefougasse, sous la chapelle St Donat) issues de panneaux calcaires bédouliens isolés par des failles. Ces sources ne fonctionnent qu'au moment des hautes eaux quand le niveau s'élève suffisamment dans le réservoir karstique.

Ainsi, le bassin versant alimente quelques rivières, rares et modestes, prenant naissance à l'est d'une ligne de La Rochegiron-Reillanne, et qui vont alimenter la Durance dans la vallée de Sisteron.

Le Lauzon, le plus important, a un débit permanent même en juillet-août. La Laye, a un débit d'à peine 1 m³/s au niveau du barrage. Le Largue lui, est à sec en été en amont de Revest-des-Brousses.

Plus à l'ouest, près de Banon, prend naissance le Coulon (ou Calavon) qui se jette dans la Durance au niveau de Cavaillon.

C'est dans le fossé d'Aurel que se trouvent les sources de la Nesque (au Nord de la ferme des Fontaines). Elles apparaissent au niveau des calcaires en plaquettes du Sannoisien et sont en cours de captage pour Sault avec 7 l/s à l'étiage. Ces eaux se perdent ensuite dans le calcaire pour réapparaître au niveau de la Fontaine de Vacluse.

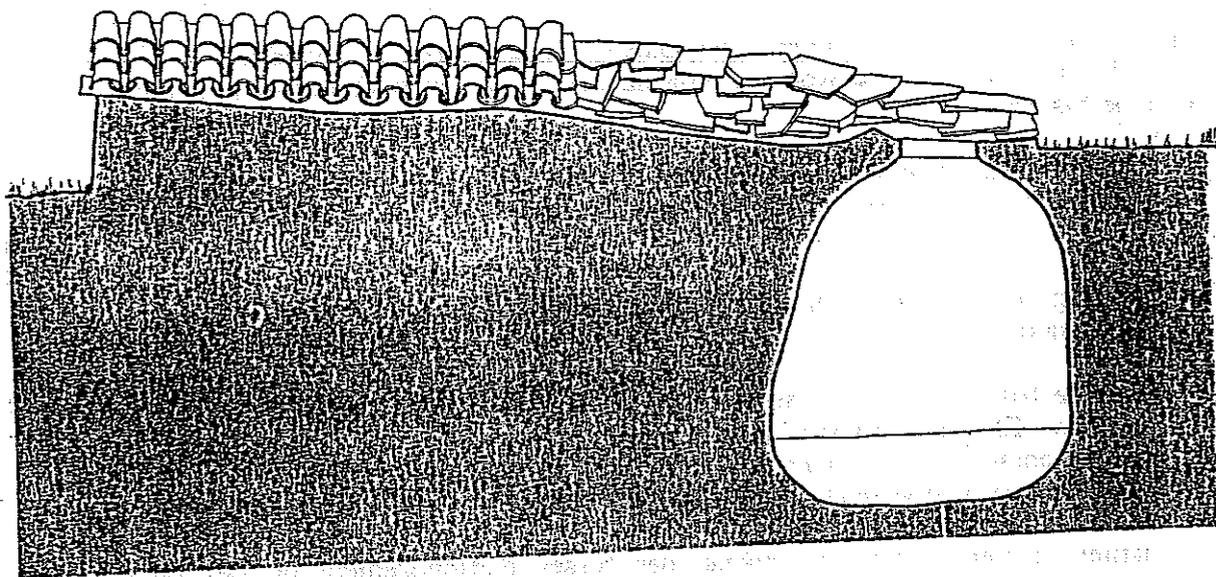
De manière générale, c'est au niveau des fossés d'effondrement ou des failles qu'apparaissent les quelques sources de la zone. En effet, c'est là qu'ont été conservés des terrains plus récents souvent plus marneux.

Partout ailleurs, et en particulier sur les plateaux, les eaux de pluie, même par orage, s'infiltrant en quasi-totalité dans les diaclases, dolines et avens qui constituent le relief karstique.

Les eaux fluviales ainsi absorbées contribuent à l'aridité des plateaux et vont alimenter des sources vaclusiennes plus au sud dont la célèbre Fontaine de Vacluse.



Jas de NARRETEAU - Commune de l'Hospitalet



Impluvium des FRACHES - Commune de Rédortiers - Le Contadour.

Quelques exemples de citernes sur la Montagne de Lure
(d'après ORLOFF et ALEXANDRE, 1985)

2.2. Importance du réseau hydrographique souterrain : le système Vaucluse

Les terrains crétacés des Plateaux de Vaucluse, des versants sud du Mont Ventoux et de la Montagne de Lure constituent un système aquifère très étendu : "le système Vaucluse", dont l'exutoire principal est la Fontaine de Vaucluse (également alimentée par le flanc nord du Lubéron), l'une des premières sources du monde par son débit.

Le débit moyen de la Fontaine de Vaucluse est de 24 m³/s.

Au total, le bassin d'alimentation a été évalué à 1230 km² et s'étend au-delà du champ de fractures de Banon (expérience de coloration à la fluorescéine depuis l'aven de la Belette à 46 km).

2.3. Les citernes de la Montagne de Lure

L'ensemble de la région étudiée est donc caractérisée par un réseau hydrographique de surface très faible dû à la présence d'un vaste réseau karstique dont l'exutoire principal est la Fontaine de Vaucluse. Les rares sources observées sont en général associées aux niveaux marneux dans les calcaires.

Cette absence d'eau est une caractéristique de tous les temps puisque le hameau de Villesèche portait déjà son nom, "villa seca" à l'époque gallo-romaine. On sait également que Ferrassières, déjà en 1536, était "un lieu fort sec et fort stérile".

Ces problèmes d'alimentation en eau ont constitué un lourd handicap pour l'ensemble de la zone, accentués de plus par le développement des distilleries de lavandes d'une part et l'accroissement du nombre de troupeaux d'autre part.

La rareté des points d'eau a ainsi amené les habitants à la récupération de l'eau par tous les moyens.

Ainsi, les bergeries étaient presque toutes équipées d'une citerne attenante. Une étude de l'APARE (1985) sur l'architecture de ces bergeries sur la Montagne de Lure a permis dans le même temps un recensement de ces points d'eau, nécessaires pour les bêtes.

La citerne était souvent enterrée ou creusée dans le roc et faisait la liaison entre la cabane du berger et la bergerie. Elle était couverte d'une coupole de façon à utiliser son toit comme impluvium. De par sa position, elle permettait également de récupérer l'eau par les gouttières du toit de la cabane et de la bergerie.

Parfois même, une deuxième citerne était reliée à la première par une canalisation permettant le déversement du trop plein d'eau.

Dans ces pays calcaires secs, tous les moyens sont mis en oeuvre pour récupérer l'eau avant qu'elle ne se perde en profondeur dans le système karstique. Malheureusement, l'abandon des campagnes ne permet pas toujours une mise en valeur intéressante de l'ensemble de ces travaux.

Bibliographie citée et consultée

- DU MERLE P. et GUENDE G., 1978 - Présentation du Mont Ventoux - *La Terre et la Vie. Eléments d'une revue d'écologie appliquée*, pp. 11-20. Synthèse écologique.
- GARNIER P., GUICHARD G., SAGET S., 1987 - Voyage autour du Mont Ventoux. Evaluation d'un colloque de restitution - *Mars 87*, 121 p.
- GONTARD P., 1952 - Introduction à l'étude phytogéographique du Mont Ventoux en Provence - *Recueil des travaux des laboratoires de botanique géologie et zoologie. Faculté des Sciences Montpellier. Série botanique, fascicule 5*, pp. 15-44.

- MUDRY J., 1987 - Apport du traçage physico-chimique naturel à la compréhension du fonctionnement des aquifères de la région du Mont Ventoux (Vaucluse) - *Voyage autour du Mont Ventoux. Etudes Vauclusiennes, n° spécial 3, pp. 69-75.*
- WEYDERT P., 1965 - Etude des lithofaciès du Plateau de St Christol (Vaucluse). Relations et influences sur le modelé karstique - *Annales de la Faculté des Sciences de Marseille, T37, pp. 81-102.*

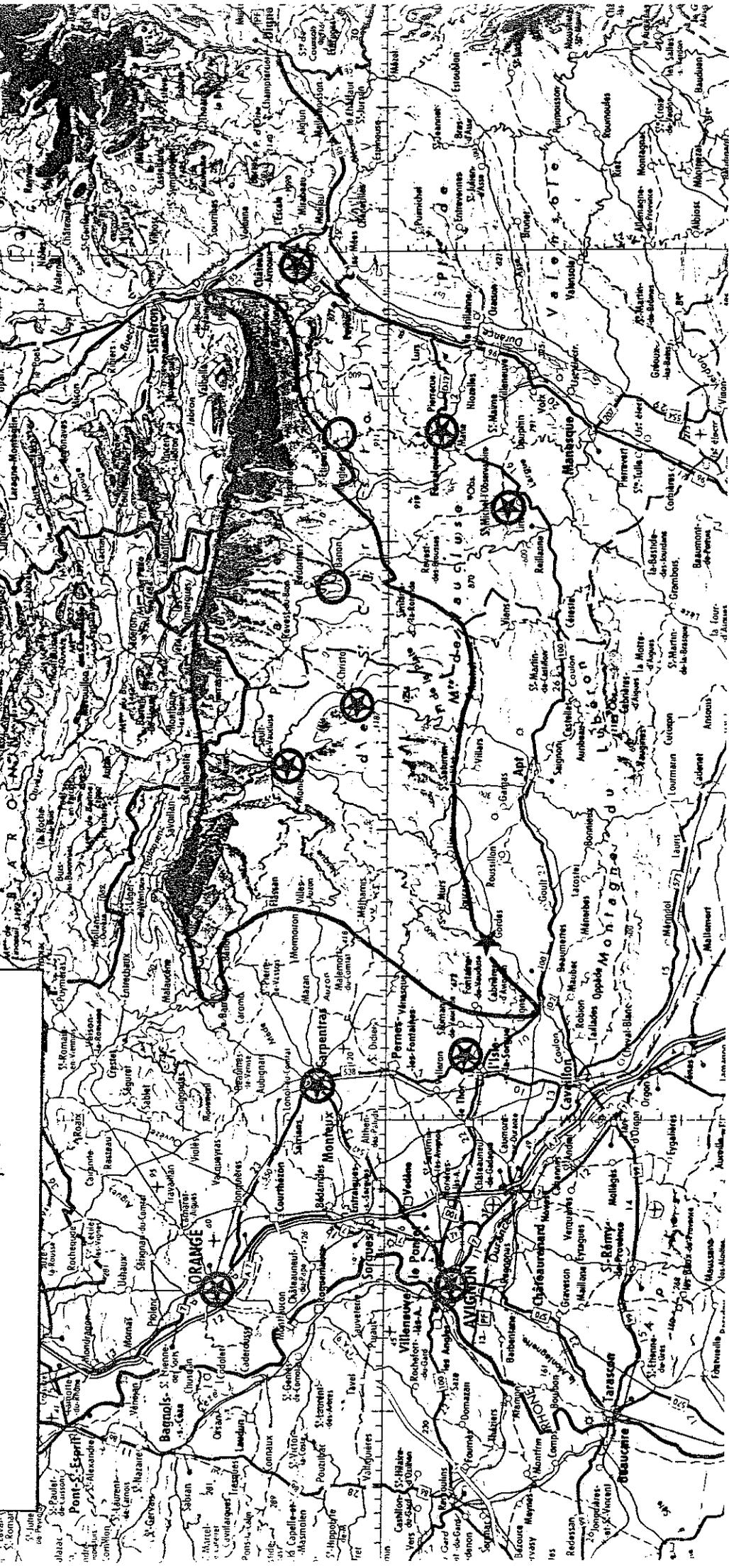
LE CLIMAT

POSTES METEOROLOGIQUES PRINCIPAUX

— : Zone d'étude

○ : Données pluviométriques

★ : Données thermiques



LE CLIMAT

La difficulté dans toute étude climatique est de trouver un nombre suffisant de postes météo couvrant l'ensemble de la zone et qui soient comparables sur une période représentative, c'est-à-dire environ 30 ans pour les précipitations et 10 ans pour les températures. Or, on ne trouve pas souvent les deux types de mesure. D'autre part, les stations météorologiques sont la plupart du temps situées en plaine et leurs données difficilement extrapolables aux zones de montagne.

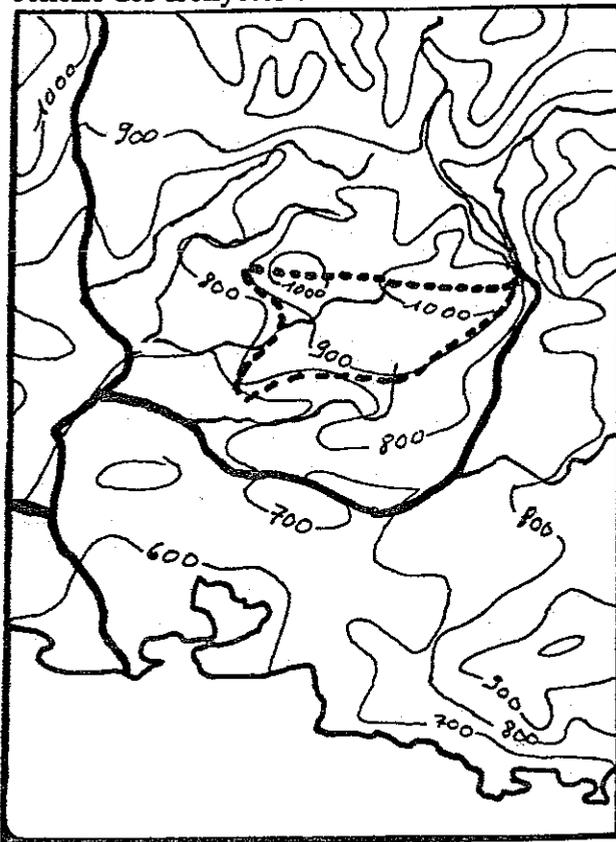
Pour cette étude, nous nous baserons sur les données de postes météo à l'intérieur de la zone en y ajoutant certains postes à l'extérieur (voir carte de localisation) de manière à dégager les grandes tendances climatiques.

Bien entendu, l'examen des données météorologiques vient en complément des différents travaux déjà réalisés sur tout ou partie de la zone d'étude, l'ensemble devant nous éclairer sur les caractères macroclimatiques dont la prise en compte est importante pour la typologie forestière.

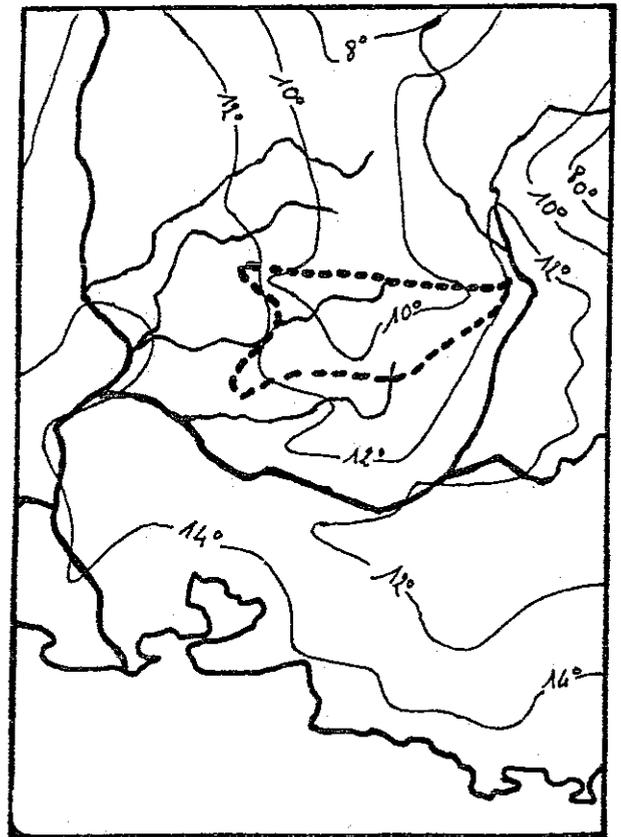
1 - Position de la zone d'étude dans la région méditerranéenne

Géographiquement, la zone d'étude est située entre les deux plus importantes vallées provençales, dont la basse altitude constitue deux pôles de sécheresse pénétrant profondément à l'intérieur de la région.

L'altitude plus basse et la plus grande largeur de la vallée du Rhône fait que celle-ci présente un caractère nettement plus xérique que celle de la Durance. Cette dissymétrie n'est pas sans effet sur le climat de la zone étudiée, ce que l'on peut constater sur une carte à petite échelle des isohyètes et isothermes.



Précipitations moyennes (en mm)



Températures moyennes (en °C)

Dès 1926, BENEVENT place la zone étudiée dans un type climatique de transition entre le régime continental et le régime méditerranéen proprement dit, empruntant au premier son creux pluviométrique hivernal et au second son minimum estival et maximum automnal.

Des études menées au CEMAGREF (GOMBAULT 1986, RIPERT et NOUALS 1988) visant à établir des types climatiques et à les cartographier sur la région méditerranéenne française séparent la zone d'étude en deux parties climatiquement distinctes. En effet, la combinaison des types de pluviométrie et de température rattache plutôt la partie Sud-Ouest (région 26), d'altitude plus basse et ouverte sur la vallée du Rhône, à l'arrière pays méditerranéen, alors que le plateau d'Albion, la montagne de Lure et le Ventoux sont situés dans l'ensemble des Préalpes du Sud, plus arrosées et plus froides.

Mais ce type d'étude vise à déterminer des grandes tendances climatiques, et il est nécessaire pour une typologie forestière de se pencher plus en détail sur les caractéristiques propres à la région étudiée.

Enfin, notons que la plupart des études générales ou ponctuelles que l'on peut rencontrer sur le climat de la région, sont basées sur les moyennes. Or, il a été bien démontré (BAUDIÈRE et EMBERGER 1959) que dans la zone de transition, la courbe moyenne de pluviosité exprime un équilibre de tendances opposées, se manifestant par des changements fréquents d'une année sur l'autre. L'examen année après année des données pluviométriques est donc nécessaire pour décrire correctement le climat de cette région.

2 - La pluviométrie

2.1 Etude des longues séries pluviométriques

Nous disposons de 10 postes fournissant la dernière série normale de données pluviométriques (période 1961-1990).

Les données moyennes sont présentées dans le tableau ci-dessous.

DONNEES PLUVIOMETRIQUES (en mm)
période 1961 - 1990

	Altitude	Jan	Fév	Mar	Avr	Mai	Juin	Juil	Aoû	Sep	Oct	Nov	Déc	Pluie estivale	Total annuel
Avignon	24 m	46	55	51	58	57	45	27	52	65	98	58	51	123	658
Isle sur Sorgue	50 m	45	52	51	55	55	43	26	52	58	93	54	49	116	631
Orange	53 m	44	57	61	59	72	44	28	56	68	97	58	49	128	693
Chateau Arnoux	457 m	51	58	58	67	73	62	41	61	59	81	65	59	164	737
Forcalquier	535 m	64	72	67	72	74	58	37	61	62	97	78	70	156	811
St Michel l'Observatoire	650 m	69	76	69	76	82	53	32	64	62	92	78	72	151	824
Banon	690 m	80	90	77	84	90	69	45	62	72	109	93	86	176	957
St Etienne les Orgues	780 m	82	93	80	85	91	73	40	61	78	106	93	88	173	969
Sault	790 m	76	87	71	83	95	71	42	69	74	111	88	89	181	949
St Christol	859 m	86	94	80	87	95	72	39	61	76	125	95	94	171	1001

On a volontairement adopté un ordre de présentation des postes de façon à faire apparaître trois groupes disjoints, se distinguant de façon évidente et dont les caractéristiques peuvent être résumées dans le tableau suivant :

	Localisation	Altitude	Pluie totale	Pluie estivale
Groupe 1	Vallée du Rhône	20 à 50 m	600 à 700 mm	110 à 135 mm
Groupe 2	Collines de Forcalquier	450 à 650 m	700 à 820 mm	145 à 165 mm
Groupe 3	Zone d'étude (partie)	700 à 900 m	940 à 1000 mm	165 à 180 mm

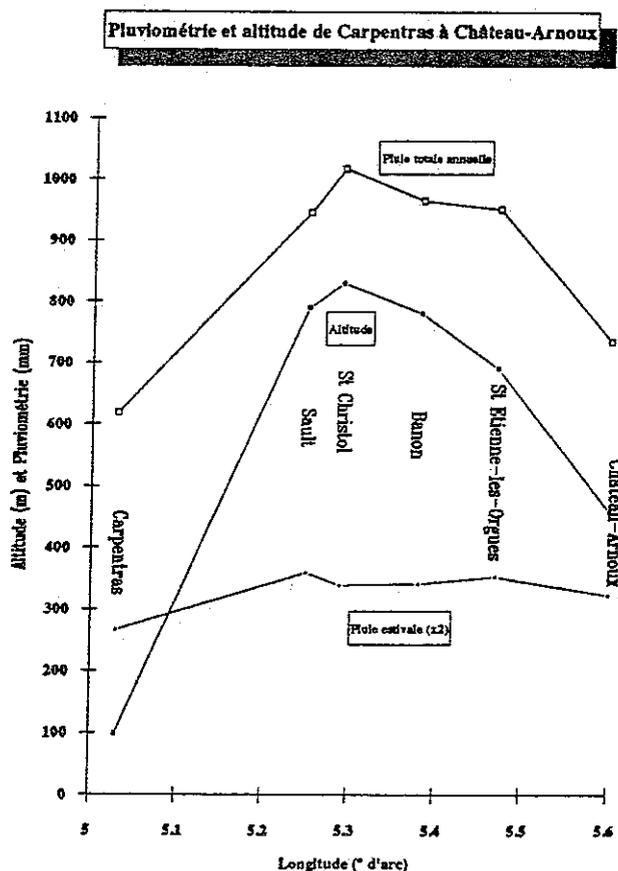
On voit donc que les postes situés dans la zone d'étude s'individualisent par des conditions pluviométriques notablement plus favorables que pour ceux des régions qui l'entourent.

Mais cela met aussi en évidence le manque d'informations pour 2 parties importantes de la zone d'étude :

- 1) Les altitudes moyennes des versants s'élevant de la vallée du Rhône jusqu'aux plateaux
- 2) Les montagnes proprement dites de Lure et du Ventoux

On n'obtient guère plus d'information en ramenant la série étudiée à la période 1971-1990.

Cette série permet toutefois d'établir un transect de direction Ouest-Est de Carpentras à Château Arnoux.



Ce graphique exprime la corrélation étroite, pour des latitudes équivalentes, entre pluviométrie moyenne annuelle et altitude.

Par contre, la pluie estivale, qui varie beaucoup moins, semble obéir à d'autres règles.

On voit en effet que les pluies estivales les plus élevées se trouvent à Sault et St Etienne-les-Orgues, malgré une altitude inférieure à celle de St Christol.

Or ces deux postes se trouvent être respectivement les plus proches du Ventoux et de Lure.

Cela laisse supposer une importance plus grande des orages d'été sur les grands reliefs et leur proximité immédiate.

La pluviométrie estivale étant fondamentale pour la végétation, nous nous sommes intéressés, au-delà des moyennes, à la fréquence des années sèches ou humides sur la série étudiée.

En prenant comme limites les chiffres de 100, 150 et 200 mm, le tableau suivant donne la fréquence sur 30 ans des étés très secs, secs, peu secs et pluvieux, par poste pluviométrique :

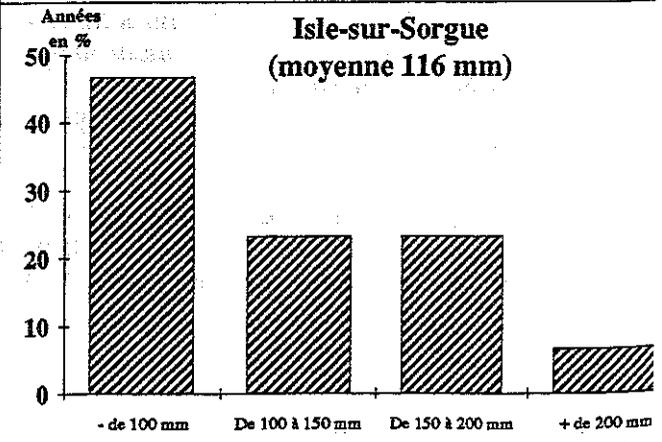
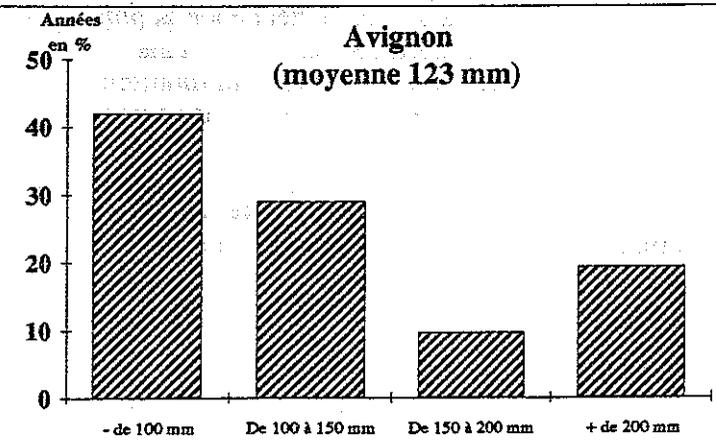
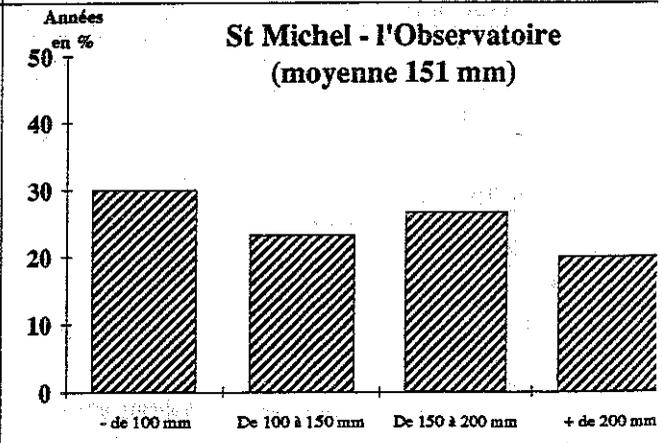
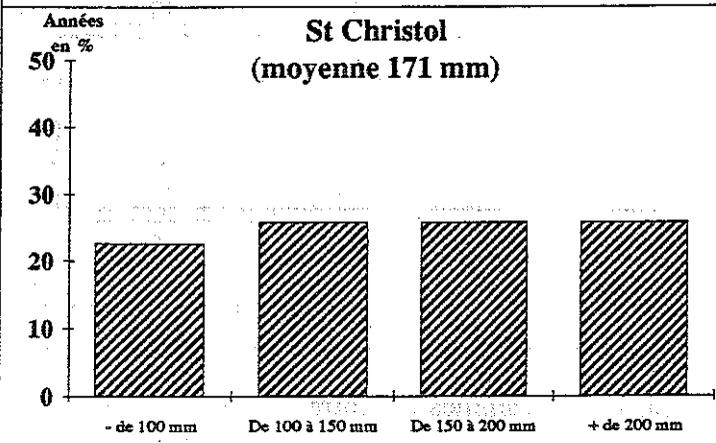
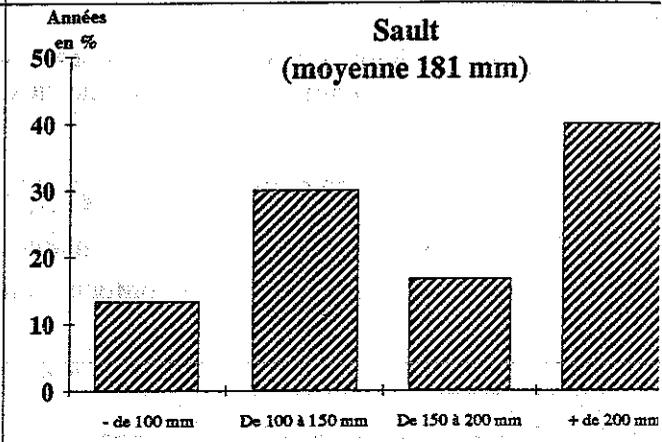
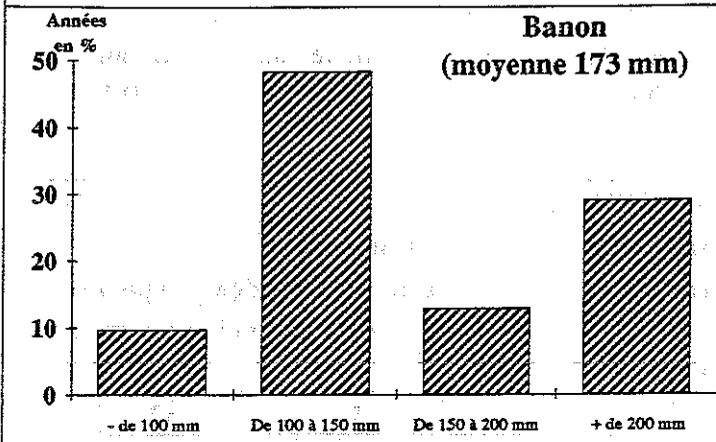
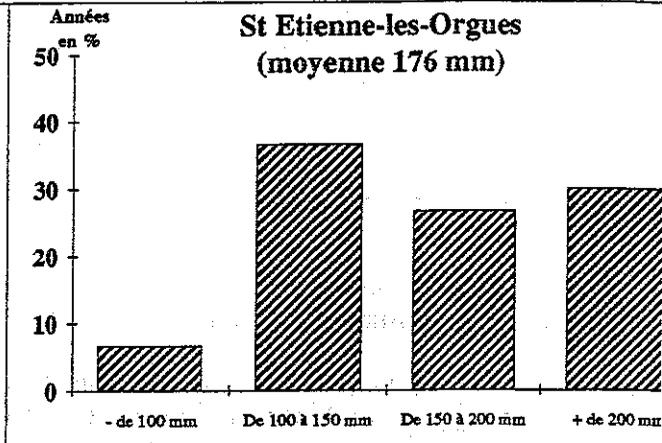
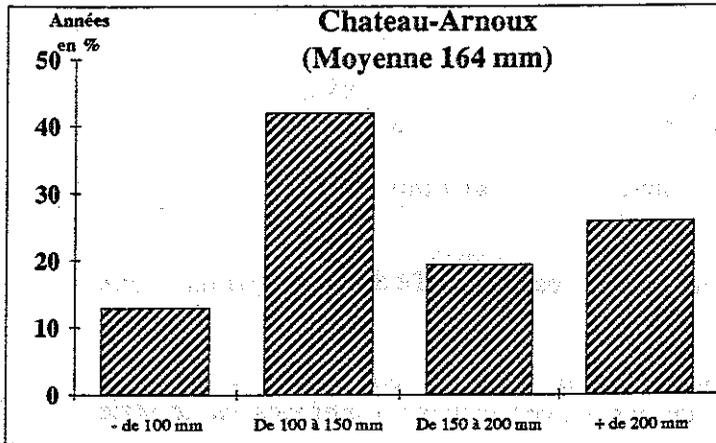
Poste pluviométrique	PLUVIOMETRIE ESTIVALE Période 1961 - 1990 Nombre d'années où l'été fut :				Moyenne des précipitations estivales (mm)	Ecart type à la moyenne (mm)
	Très sec	Sec	Peu sec	Pluvieux		
Avignon	13	9	3	6	123	62
Isle-sur-Sorgue	14	7	7	2	116	66
Sault	4	9	5	12	181	86
St Christol	7	8	8	8	171	90
Banon	3	15	4	9	173	85
St Etienne les Orgues	2	11	8	9	176	81
Forcalquier	11	6	5	9	156	75
St Michel - l'Observatoire	9	7	8	6	151	80
Chateau Arnoux	4	13	6	8	164	67

Les données de ce tableau sont illustrées par les diagrammes ci-contre.

On voit que les moyennes ne coïncident pratiquement jamais avec la fréquence la plus élevée, ce qui rejoint les conclusions de BAUDIERE et EMBERGER sur les climats de transition. Cela est particulièrement net pour des postes comme Sault ou Banon qui montrent une alternance d'années sèches et pluvieuses alors que les étés peu secs sont relativement rares.

Un autre type de répartition se présente à St Christol, où les quatre types de pluviométrie estivale ont une fréquence équivalente. Il est d'ailleurs remarquable de constater une telle disparité entre Sault et St Christol, qui ne sont distants que de 10 km.

Fréquence des types de pluviométrie estivale (période 1961 - 1990)



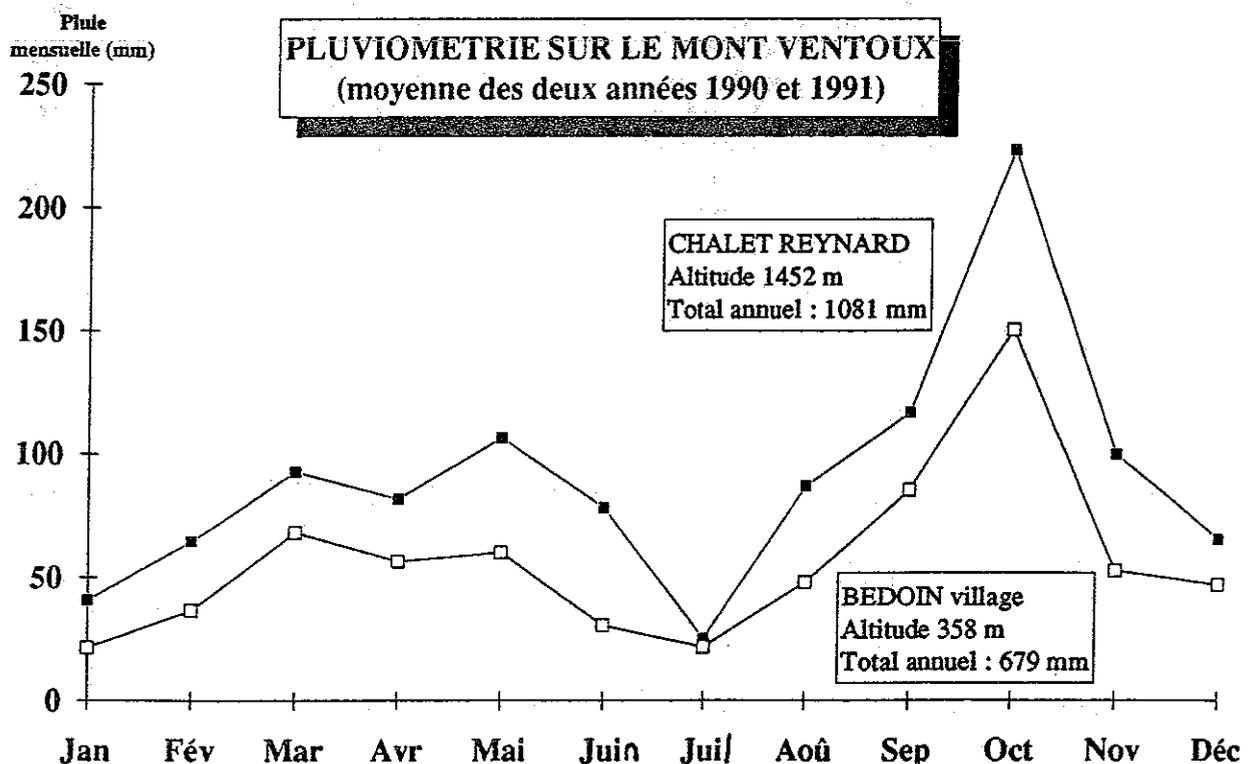
En résumé, on peut dégager quelques grandes idées à l'issue de l'examen des données pluviométriques :

- La zone d'étude présente une pluviométrie annuelle relativement abondante, et dont la valeur est très liée à l'altitude.
- La pluviométrie estivale, qui présente un déficit assez marqué semble être influencée en outre par la proximité des grands reliefs.
- Cette pluviométrie estivale prend des valeurs très irrégulières selon les années, non reflétées par les valeurs moyennes.
- Enfin, l'absence de données complètes sur les grands reliefs et les versants sud et ouest de la zone constitue des lacunes dans notre connaissance de la pluviométrie.

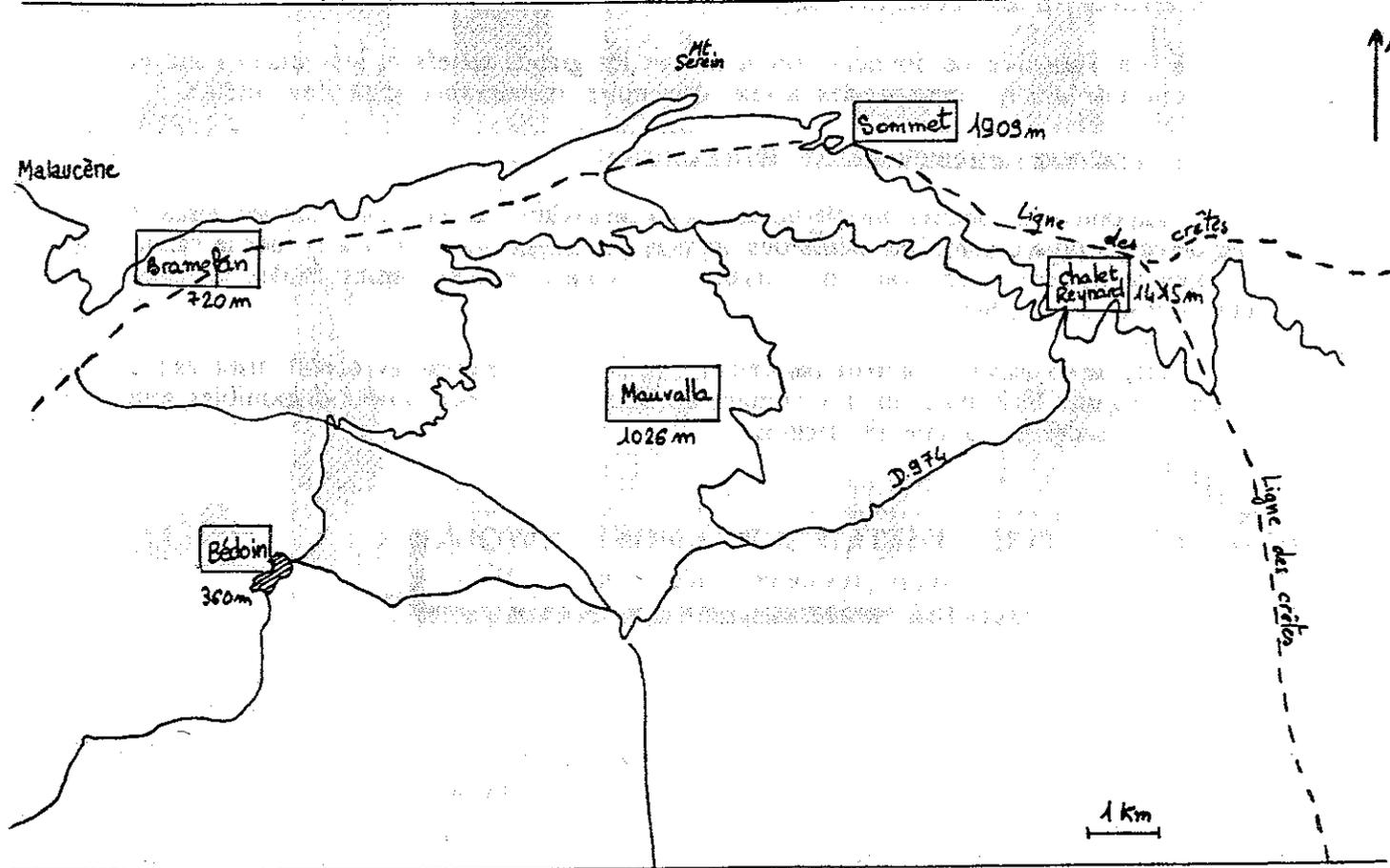
2.2. Données complémentaires (séries courtes)

Nous pouvons combler une partie de ces lacunes d'une part en examinant les données issues de séries plus courtes, ou même des données ponctuelles, sans leur accorder la valeur des séries normales, d'autre part en utilisant les résultats de précédentes études réalisées notamment sur le Ventoux.

La figure ci-dessous compare par exemple deux postes de création récente installés par la Météorologie Nationale sur la commune de Bédoin. Les deux années disponibles sont des années considérées comme très sèches.



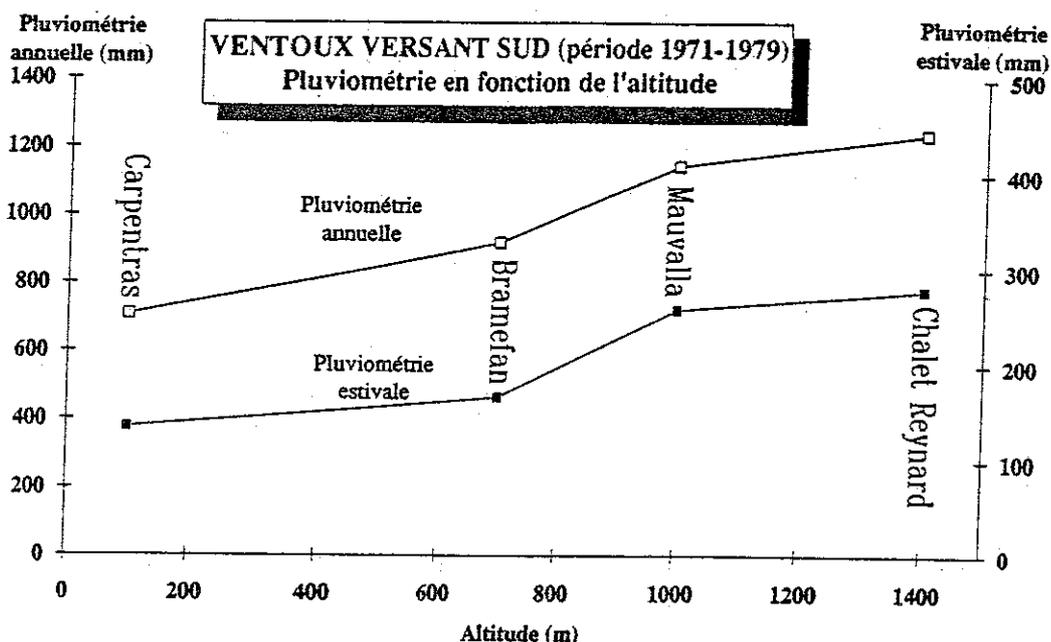
On voit que les deux courbes sont parallèles sauf au mois de juillet où elles se rejoignent. Mais la pluviométrie au Chalet-Reynard est de 60 % supérieure à celle du village de Bédoin ce qui est considérable. En outre, la période sèche est réduite à juillet au Chalet Reynard, alors qu'elle s'est étendue sur 3 mois à Bédoin.



Localisation des postes météorologiques ayant fonctionné de 1971 à 1979 sur le versant sud du Ventoux.

Un autre jeu de données nous est fourni par ANTONIOLETTI et SEGUIN (1987). Des postes sont échelonnés à diverses altitudes et fournissent des données de 1971 à 1979.

On peut ainsi avoir une idée de la pluviométrie en fonction de l'altitude.



On voit encore ici que pluviométries annuelle et estivale sont très liées à l'altitude et varient parallèlement. Mais cette variation n'est pas linéaire car on voit un brusque accroissement entre 700 et 1000 m. Or, le poste de Bramefan (700m) est situé à l'extrémité occidentale du massif, alors que Mauvalla et Chalet Reynard sont dans la partie orientale. Il semble donc bien aussi y avoir un gradient Ouest-Est.

Les chiffres représentés sur ce graphique sont élevés par rapport à ceux examinés jusqu'à présent. Cela est dû en partie au fait que cette série (71-79) est de 10 à 20 % plus arrosée que la normale, tant en pluie totale qu'estivale. Toutefois, les 2 postes situés au-dessus de 1000 m d'altitude fournissent des valeurs nettement plus fortes que les postes des régions environnantes, sur la même série (la pluviométrie estivale dépassant notamment 250 mm au-dessus de 1000 m).

On peut donc retenir de cela que :

- 1) la pluviométrie du Ventoux est, en altitude, plus élevée que celle des régions environnantes.
- 2) la variation de la pluviométrie n'est pas uniquement liée à l'altitude, mais aussi, dans une moindre mesure, à la longitude.

Bien que la période observée soit relativement courte (9 ans), cela nous amène à penser que :

- le Ventoux détermine une pluviométrie bien différente, et beaucoup plus abondante que les régions voisines.

- par sa position similaire dans le relief régional, il est permis de penser que la Montagne de Lure provoque le même phénomène, peut-être encore plus accentué par sa position plus proche des Alpes ainsi que sa conformation plus ouverte vers l'Est, et donc plus soumise aux vents humides du Sud - Sud-Est.

2.3 Conclusions sur la pluviométrie

Ce qui précède et en particulier l'importance prépondérante de l'altitude sur la pluviométrie, ainsi que l'existence d'une barrière montagneuse au Nord nous conduit à distinguer trois types de pluviométries différentes sur la zone d'étude.

1) une pluviométrie à caractère méditerranéen sans doute marqué (faible pluviométrie totale et estivale), avec une fréquence prépondérante d'étés secs ou très secs.

Ce type concernerait la zone de basse altitude (entre 300 et 600-700 m) constituant le versant Ouest et le rebord Sud des plateaux et monts de Vaucluse. Il n'existerait pas (ou serait extrêmement réduit) à l'Est de la zone. Malheureusement, aucune donnée ne permet de confirmer cette hypothèse.

2) une pluviométrie relativement abondante, avec creux estival assez marqué, et présentant une alternance d'étés secs et pluvieux. Ce type concernerait la plus grande partie de la zone étudiée, c'est-à-dire les plateaux et sommets des monts de Vaucluse, au-dessus de 700 m, la fréquence des étés pluvieux étant plus grande près des montagnes.

3) Enfin, sur les versants Sud de Lure et du Ventoux, un passage, à moins de 1000 m d'altitude, à une pluviométrie abondante tant en pluie totale qu'estivale, ces caractères étant supposés plus marqués à Lure.

Nous manquons malheureusement d'éléments pour tracer une limite précise entre chacun de ces types.

3 - Les températures

Nous disposons de 10 postes fournissant des données thermiques pour la période 1978-1990, soit 13 années séquences.

Les principales caractéristiques thermiques de ces postes sont données dans le tableau suivant :

Données thermométriques				
Moyennes sur 13 ans (1978 - 1990)				
(sauf Gordes, arrêté en 1987)				
Poste pluviométrique	Altitude	T	m	M
Avignon	24 m	13,8	0,3	29,8
Isle-sur-Sorgue	50 m	13,2	- 1,3	30,4
Sault	790 m	10,6	- 3,2	28,5
St Christol	830 m	9,2	- 5,7	26,7
Orange	53 m	14,2	0,4	30,7
Gordes	350 m	12,9	- 1,8	30,8
Carpentras	99 m	13,8	- 1,0	31,5
Forcalquier	535 m	12,1	- 2,7	30,5
St Michel - l'Observatoire	650 m	11,9	- 1,4	29,1
Chateau Arnoux	457 m	12,4	- 1,6	29,9

Légende :

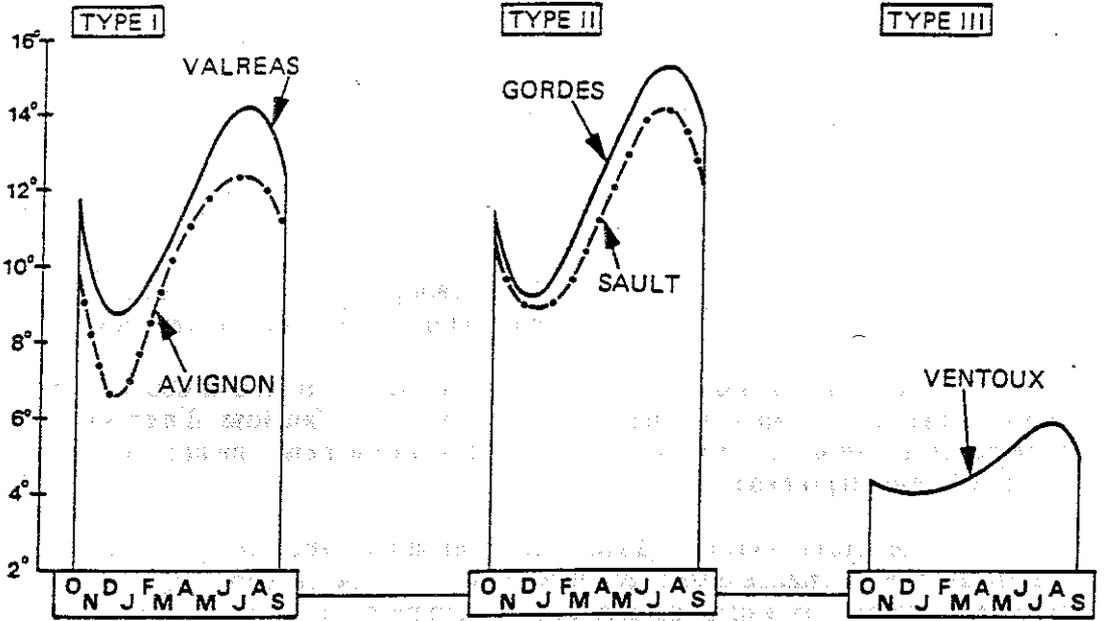
T : température moyenne annuelle

m : moyenne des minima du mois le plus froid

M : moyenne des maxima du mois le plus chaud

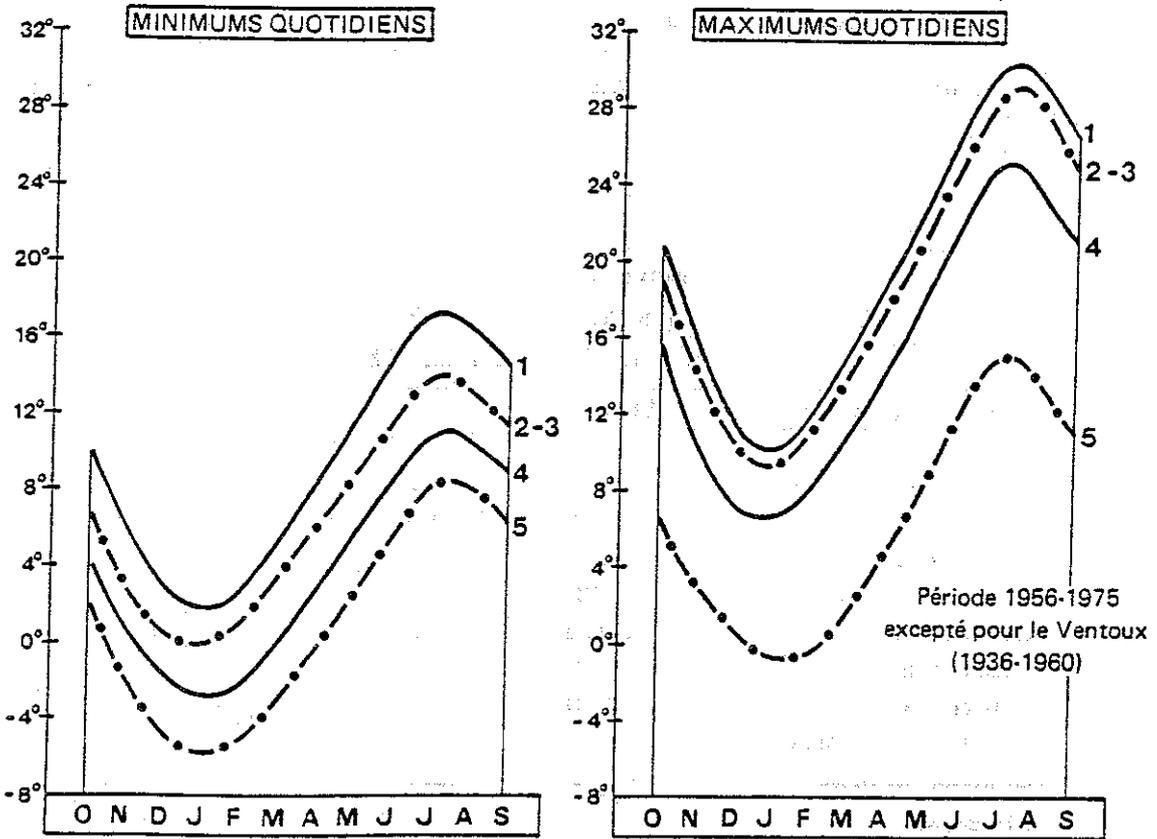
Unité : °C

AMPLITUDE MENSUELLE MOYENNE DE LA TEMPERATURE



1 - AVIGNON	Altitude	25m	Type I
2 - VALREAS	"	240m	Type I
3 - GORDES	"	350m	Type II
4 - SAULT	"	790m	Type II
5 - VENTOUX	"	1912m	Type III

MOYENNES DES TEMPERATURES EXTREMES



TYPE I		TYPE II		TYPE III	
1 - AVIGNON	Altitude 25 m	3 - GORDES	Altitude 350 m	5 - VENTOUX	Altitude 1912 m
2 - VALREAS	" 240 m	4 - SAULT	" 790 m		

D'après ASCENCIO (1983)

L'étude de ces seules données thermiques n'apporte guère d'éléments, mise à part leur corrélation évidente avec l'altitude.

Ici encore, on peut scinder les postes météorologiques en trois groupes, selon leur altitude, où l'on retrouve les mêmes regroupements que pour la pluviométrie (Gordes étant rattaché aux postes d'altitude moyenne).

L'amplitude moyenne mensuelle est plus importante sur les plateaux et monts de Vaucluse qu'en plaine.

Dans une synthèse climatique départementale du Vaucluse, ASCENCIO (1983) a étudié la série 1956-1975 (sauf Ventoux 1936-1960).

Il distingue 3 types dans le département :

- 1 - les plaines et le Sud Luberon,
- 2 - les plateaux et monts de Vaucluse,
- 3 - le mont Ventoux.

Il observe notamment cette amplitude thermique plus élevée sur les plateaux mais distingue en outre le cas du sommet du Ventoux, où elle est au contraire sensiblement plus faible. (cf. figures ci-contre).

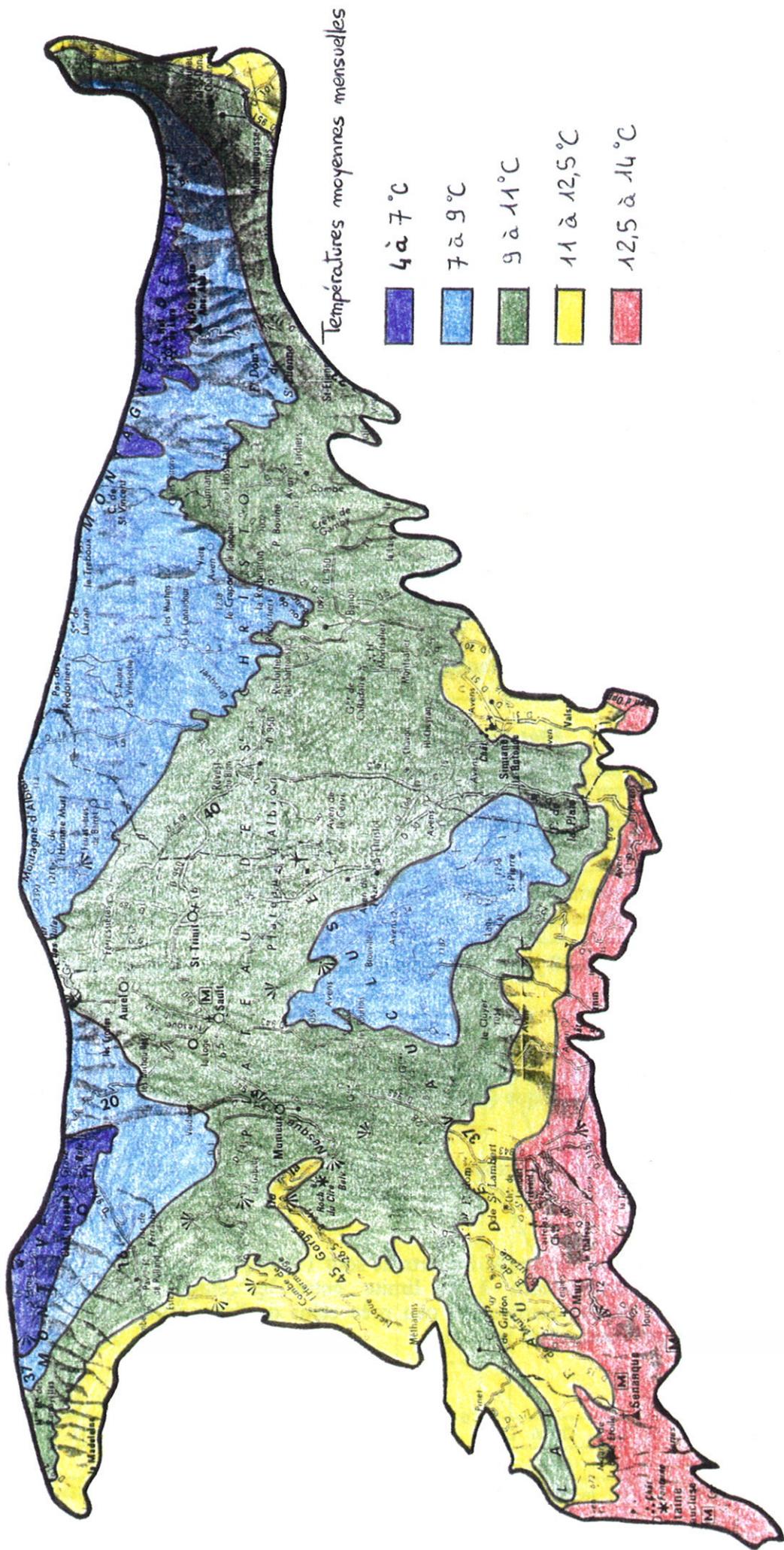
Les températures quotidiennes franchissent par an les seuils suivants :

	Plateaux du Vaucluse	Sommet du Ventoux
Nombre de jours de gel	60 à 120 jours de septembre à mai	environ 170 jours toute l'année plus souvent de septembre à juin
Très fortes gelées ($< - 10^{\circ}\text{C}$)	environ 3 jours décembre à janvier	environ 15 jours de novembre à avril
Jours très chauds	10 à 20 jours au dessus de 30°C	environ 2 jours au dessus de 20°C

Le document synthétique sur les températures le plus intéressant dont nous disposons pour notre étude est la carte climatique (CNRS Section de géographie - 1972, feuilles Valence et Marseille).

Le fond thermique y est cartographié (température moyenne annuelle) en fonction de l'altitude, mais les seuils d'altitude retenus sont estimés vallée par vallée, en tenant compte de l'exposition.

Sur notre zone d'étude, les seuils importants sont 11° et 9° . En effet, le premier seuil semble grossièrement correspondre à la limite entre les étages méditerranéen et supraméditerranéen. Le second seuil est à peu près celui de l'apparition du hêtre sur la montagne de Lure (étage montagnard inférieur).



Carte climatique au 1/250 000^e

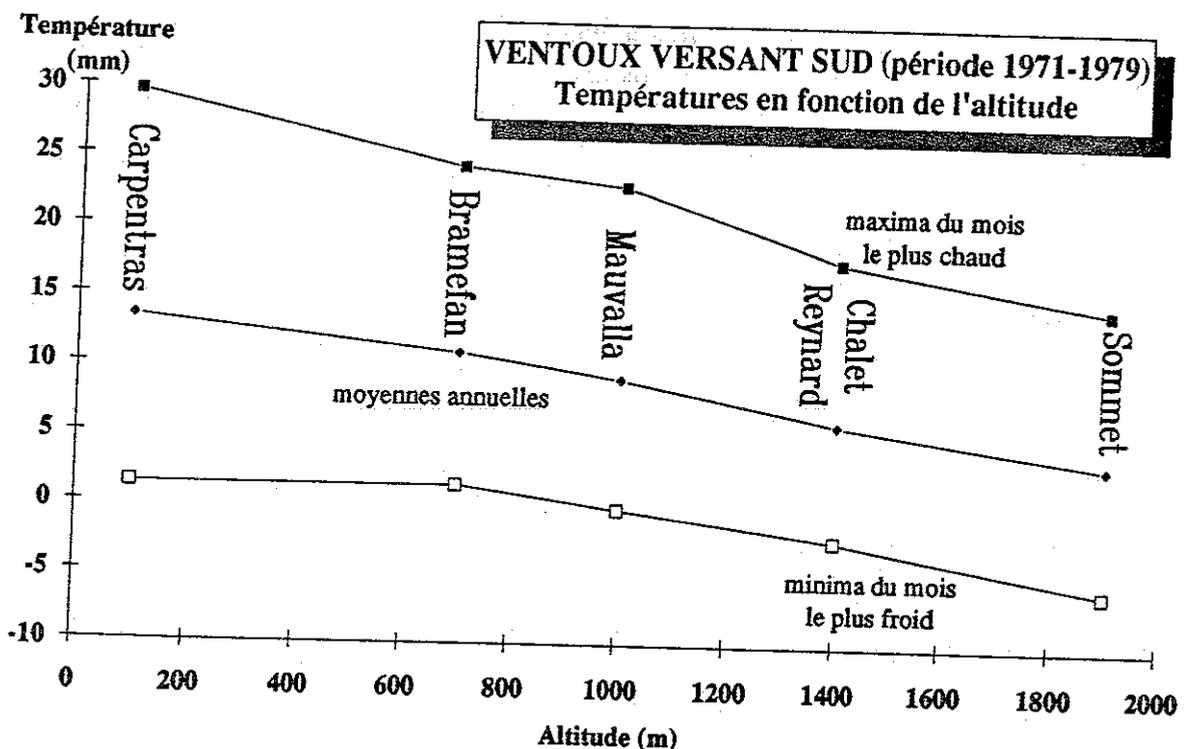
On peut ainsi distinguer trois grandes zones thermiques :

- à l'Ouest, en-dessous de 600 m environ, et au Sud en dessous de 800 m, la température moyenne mensuelle est supérieure à 11°C.

- ensuite, sur la plus grande partie de la zone d'étude et jusqu'à environ 1000 m la température est comprise entre 9° et 11°C.

- enfin, 3 îlots froids sont cartographiés au-dessus de 1000 m, l'un restant entre 7°C et 9°C (Le Buisseron, Signal St Pierre près de St Christol), les deux autres beaucoup plus froids, s'agissant de Lure et du Ventoux, ce dernier étant à moins de 4° dans sa partie sommitale.

La bonne localisation de ces seuils nous est confirmée par les données de ANTONIOLETTI et SEGUIN (1987), qui montrent la variation de la température moyenne avec l'altitude sur le Ventoux.



Ces seuils thermiques nous semblent bien correspondre à la répartition de la végétation, nous les adopterons pour distinguer 3 principaux types thermiques dans notre zone d'étude (voir carte ci-contre et transparents en fin de rapport).

La zone des 2 à 3 mois froids correspond à la frange de bordure au sud et à l'ouest où la température moyenne annuelle est comprise entre 11 et 14 °C.

A l'intérieur, les plateaux sont soumis à 4 à 5 mois froids par an.

En altitude, au-delà de 1100 m environ, la température moyenne mensuelle devient inférieure à 7 °C pendant la moitié de l'année ce qui correspond à l'ensemble de la ligne de crête ainsi qu'au signal St Pierre.

Il faut noter que la partie sommitale du Ventoux subit en moyenne 8 à 9 mois froids.

Conclusion : du point de vue des mois froids, le Ventoux présente une variation importante le long de son versant sud puisqu'à la base il n'y a que 2 à 3 mois froids dans l'année alors que le sommet est soumis à 8 à 9 mois froids par an en moyenne.

La montagne de Lure est beaucoup moins contrastée de ce point de vue : 4 à 5 mois froids à la base et 6 à 7 dans la partie sommitale.

4 - Pluie et température : les postes pluviothermiques

Nous disposons de 9 postes fournissant simultanément des données thermiques et pluviométriques, permettant de calculer les indices utilisés classiquement en bioclimatologie. On trouvera ces chiffres dans le tableau suivant :

Données et indices pluviothermiques										
Moyennes sur 13 ans (1978 - 1990)										
Poste pluviométrique	Altitude	P an	P été	T	m	M	S	Q2	Ar	Nombre de mois secs
Avignon	24 m	621.1	113.3	13.8	0.3	29.8	3.8	63.6	26.1	2
Isle-sur-Sorgue	50 m	576.2	102.5	13.2	-1.3	30.4	3.4	63.3	24.9	2
Sault	790 m	946.1	173.1	10.6	-3.2	28.5	6.1	104.8	46.3	1
St Christol	830 m	981.0	154.3	9.2	-5.7	26.7	5.8	111.8	51.2	1
Orange	53 m	634.9	104.7	14.2	0.4	30.7	3.4	66.5	26.2	2
Carpentras	99 m	592.8	115.9	13.8	-1.0	31.5	3.7	66.8	25.0	2
Forcalquier	535 m	801.1	146.5	12.1	-2.7	30.5	4.8	93.0	36.4	1
St Michel - l'Observatoire	650 m	774.6	137.2	11.9	-1.4	29.1	4.7	82.9	35.6	1
Chateau Arnoux	457 m	700.8	144.4	12.4	-1.6	29.9	4.8	76.9	31.4	1

Légende :

S : $\frac{P_{été}}{M}$: indice de sécheresse estivale de GIACCOBE/EMBERGER

P an : pluviométrie totale annuelle en mm

P été : pluviométrie estivale (juin, juillet, août) en mm

T : température moyenne annuelle en °C

m : moyenne des minima du mois le plus froid en °C

M : moyenne des maxima du mois le plus chaud en °C

Q2 : $\frac{2000 * P}{(m+M+256)(M-m)}$: quotient pluviothermique d'EMBERGER

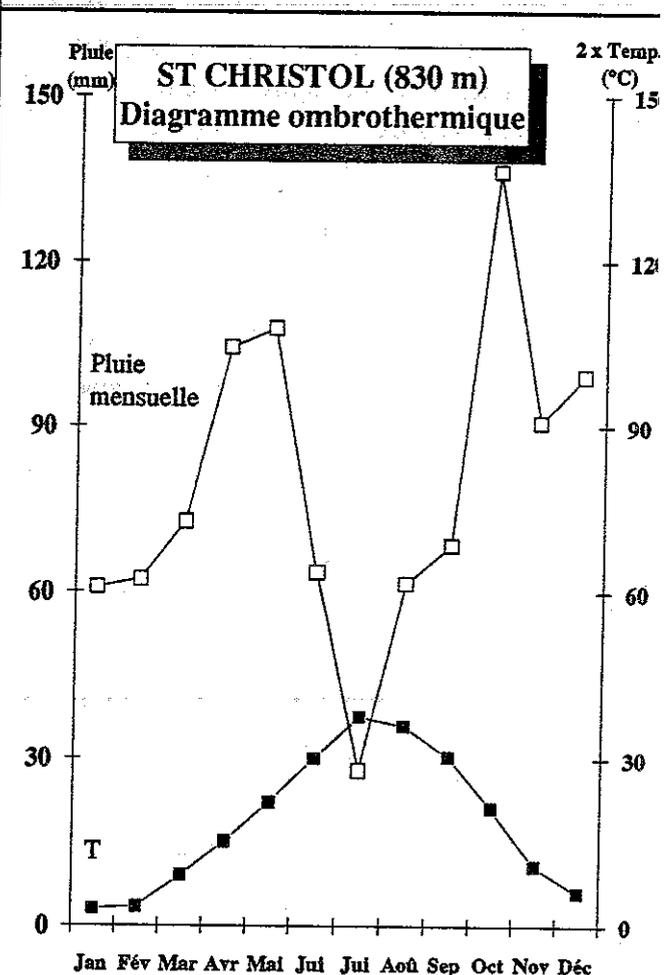
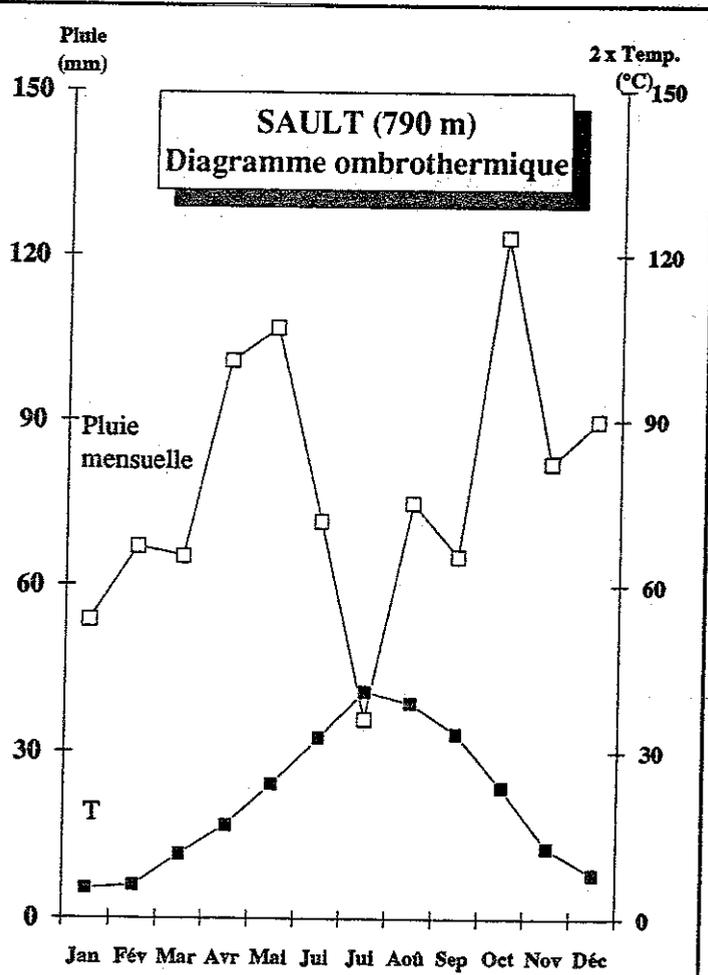
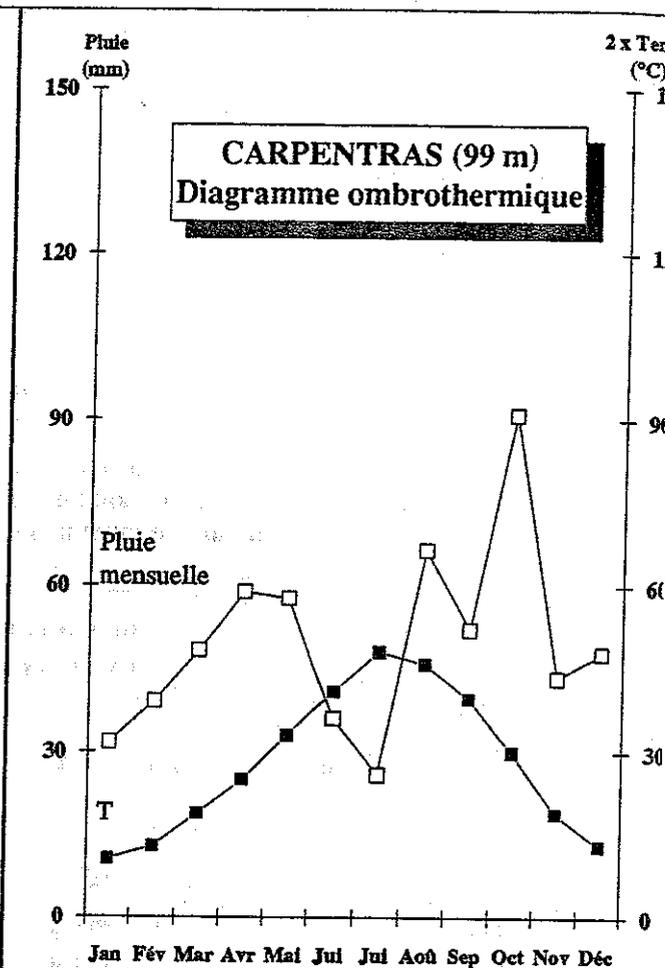
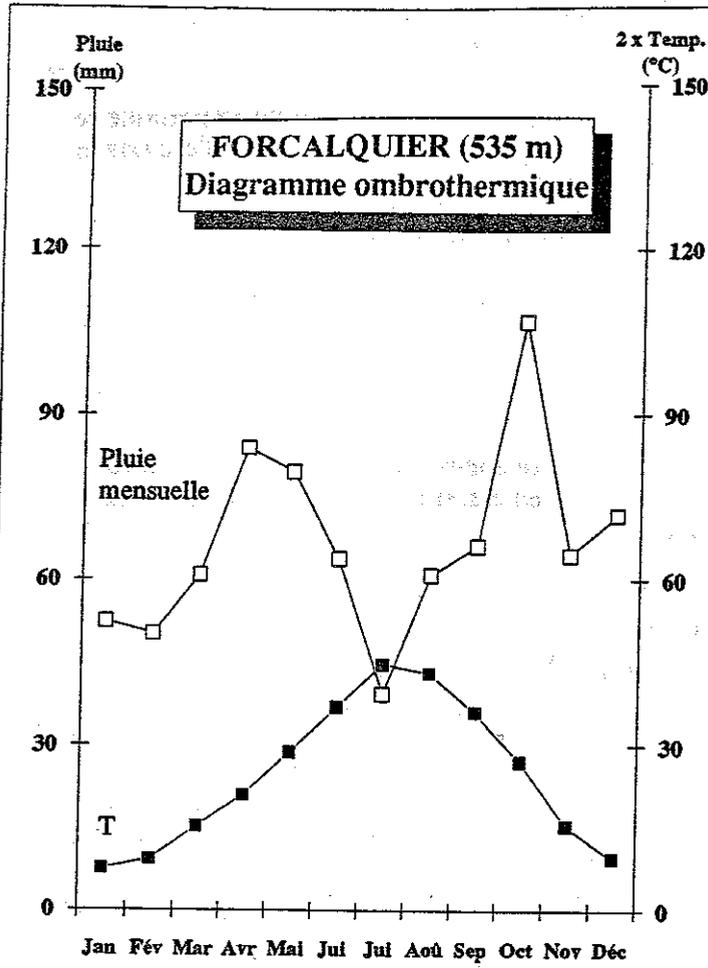
Ar : $\frac{P_{an}}{T+10}$: indice d'aridité (annuel) de De Martonne

Nous retrouvons bien sûr de façon concordante nos trois types de postes et donc de climats. Les deux postes de la zone d'étude, St Christol et Sault, s'individualisent de deux façons :

- l'indice de sécheresse estivale est compris entre 5 et 7, ce qui les place en climat subméditerranéen (DAGET - 1980), alors que les autres postes, dont l'indice est inférieur à 5, sont en climat méditerranéen proprement dit.

- le Q2 d'EMBERGER pour ces deux postes est supérieur à 100, ce qui les place dans l'étage bioclimatique méditerranéen humide, variante à hivers très froids, les autres postes étant dans l'étage subhumide, à hivers frais ou froids.

- le nombre de mois secs ne les distingue par contre pas des groupes d'altitude moyenne.



Mais là encore, l'analyse année par année de l'apparition d'un ou de plusieurs mois secs consécutifs permet de mieux rendre compte des périodes de sécheresse, comme le montre le tableau ci-dessous :

MOIS SECS (période 1981-1990)

Poste pluviométrique	Fréquence d'apparition des mois secs consécutifs en nombre d'années sur 10 ans (on ne retient sur une année que la durée maximale de sécheresse)							Nombre total moyen de mois secs par an	Nombre de mois secs calculé sur la moyenne des pluies et températures
	0	1	2	3	4	5	6		
	mois sec	mois sec	mois secs						
Château-Arnoux	0	6	1	2	1	0	0	3,2	1
Forcalquier	0	5	1	4	0	0	0	3,1	1
St Michel l'observatoire	0	4	4	1	0	0	1	3,3	1
Sault	2	5	3	0	0	0	0	1,4	1
St Christol	1	7	1	1	0	0	0	1,7	1
Carpentras	0	3	5	1	0	0	1	3,9	2
Isle sur Sorgue	0	3	1	4	1	1	0	4,1	2

On y voit donc que les sécheresses supérieures à deux mois sont très exceptionnelles à Sault et St Christol, alors qu'elles sont relativement fréquentes sur les autres postes.

D'autre part, le nombre de mois secs est calculé sur des valeurs moyennes mensuelles de pluie et de température (cf. diagrammes ombrothermiques ci-contre), mais il est en fait plus élevé lorsqu'on fait la moyenne des mois secs réellement observés. Si l'on considère cette moyenne là, St Christol et Sault se distinguent bien des postes d'altitude moyenne.

Sur la carte climatique du CNRS sont figurées les zones à un mois sec (majeure partie de la zone d'étude), et les zones sans mois secs : Ventoux à partir de 1100 m, totalité de Lure, et Nord Est du plateau de St Christol. Nous ne savons pas comment a été établie cette limite, mais pensons qu'elle est nettement trop haute pour ce qui concerne le Ventoux. En effet, ce que nous connaissons maintenant de la pluviométrie et des températures de ce versant Sud nous amènerait plutôt à descendre cette limite aux alentours de 800-900 m (aucun mois sec à Bramefan à 700 m d'altitude sur la période 71-79, mais cette séquence est un peu plus arrosée que la normale).

5 - Autres facteurs climatiques

5.1. Le vent

Bien qu'étant un élément important du climat par son impact sur la végétation (évaporation), on ne dispose malheureusement que de rares informations sur la force et la fréquence des vents. Nous reproduisons ici les diagrammes issus de la synthèse d'ASCENCIO (1983), et de l'étude de GONTARD (1952).

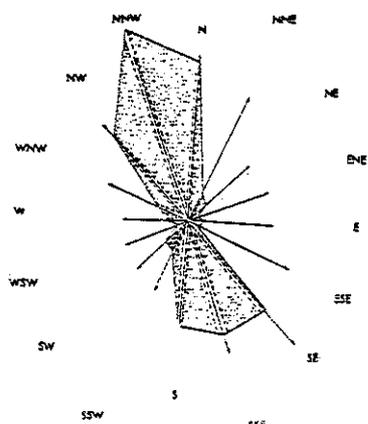
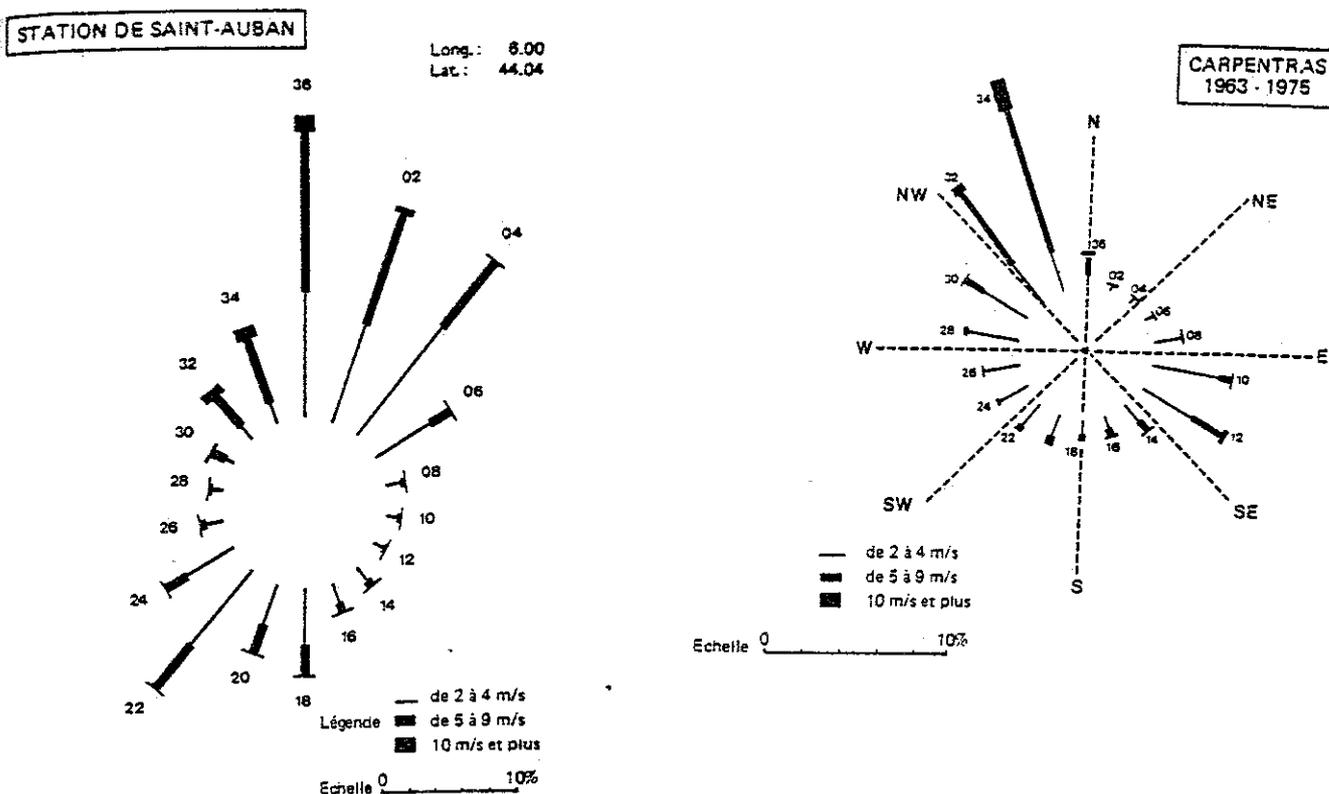


Diagramme éolien diurne du sommet du Ventoux

- les flèches indiquent la force de chaque direction : 1 mm = 0,20 m/sec
- le grisé recouvre le polygone des fréquences : 1 mm = 2 journées



Les vents dominants sont de Nord-Ouest (Mistral) et de Sud-Est dans la vallée du Rhône et le Ventoux. A Saint Auban-Château Arnoux, ils sont plutôt de Nord-Est et Sud-Ouest (ce qui est dû à l'orientation locale de la vallée de la Durance).

Sur la zone d'étude, nous ne disposons d'aucune mesure, mais il n'y a aucune raison de ne pas penser que cette région est aussi soumise à un régime secondaire de Sud Est, doux et humide, apportant les pluies, ce qui est le cas général dans la région. Les fortes valeurs observées à Château Arnoux et Carpentras laissent supposer des vents fréquents sur la zone étudiée.

La force et la fréquence des vents sont plus importantes de décembre à avril.

Les mesures effectuées au sommet du Ventoux à diverses époques font état de chiffres assez extraordinaires (vitesses supérieures à 200 km avec une fréquence de 4 à 8 %, vitesse maximale absolue 320 km/h.).

Pour autant, faut-il les transposer au versant Sud. Il est en effet légitime de penser que le Ventoux crée son propre abri par rapport aux vents du Nord, et que la situation du versant Sud est sans commune mesure avec celle du sommet, et bénéficie d'un régime plus "normal".

5.2. Insolation

Là encore, aucune mesure sur la zone d'étude, et l'on doit se satisfaire des postes limitrophes, en les comparant à quelques autres :

Durée d'insolation annuelle	Carpentras	2811 heures
	Château Arnoux	2769 heures
	Avignon	2708 heures
	Orange	2533 heures
	Marignane	2732 heures
	Le Luc	2621 heures
	Aix en Provence	2951 heures

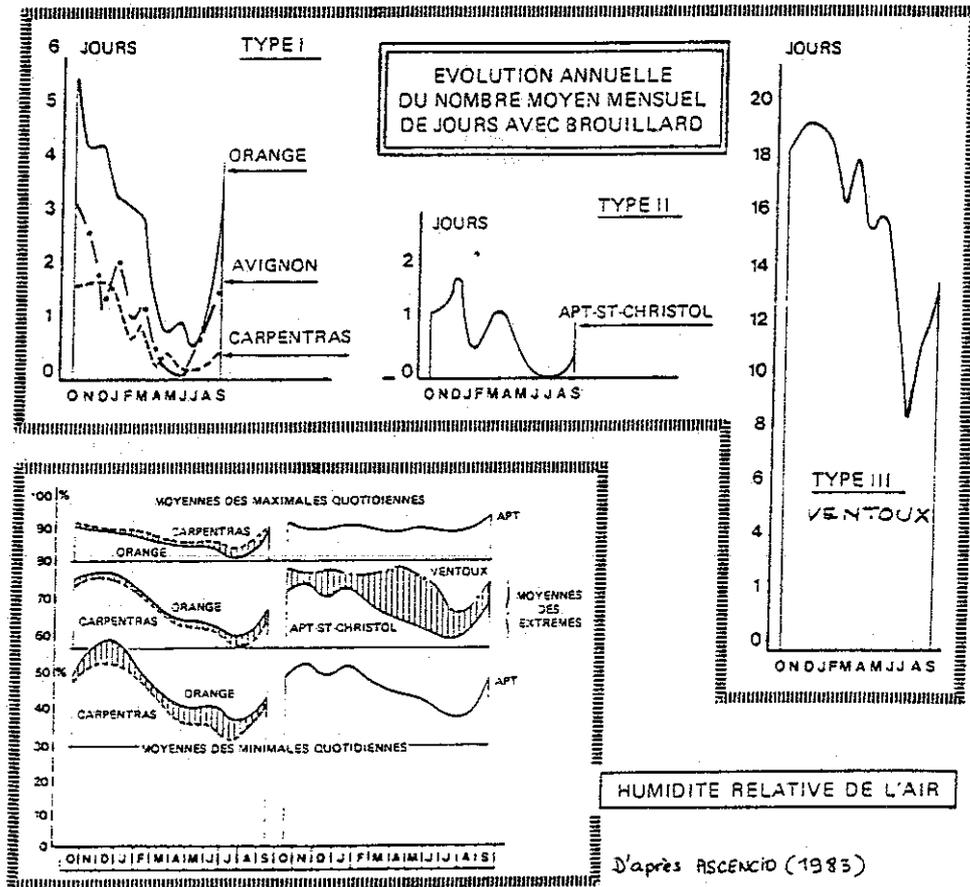
Les postes limitrophes de la zone d'étude sont parmi les plus ensoleillés des postes de la région provençale.

5.3. Humidité relative - Brouillards

On dispose ici de séries de mesures intéressantes, mais couvrant des séquences différentes :

1968-1975	Avignon
1964-1975	Carpentras-Orange
1971-1975	St Christol
1941-1960	Ventoux

ASCENSIO schématise ainsi les résultats obtenus par ces mesures :



On en retiendra qu'à St Christol, l'humidité relative et le nombre de jours de brouillard croissent d'août à janvier, avec un fléchissement en décembre, et que au sommet du Ventoux, humidité et brouillards restent très élevés toute l'année, sauf en juillet où s'observe un fort fléchissement.

GONTARD explique la forte nébulosité du Ventoux à la fois par des phénomènes orographiques locaux (mouvements de convection), et par le passage de systèmes nuageux migrants. Disposant de mesures au sommet, il lui était plus difficile de déterminer la partie basse de la zone brumeuse. Ses observations personnelles lui ont fait situer celle-ci à environ 1500 m d'altitude au bout des crêtes occidentales et à 900 m à l'Est au plateau du Verdolier, au pied du Ventouret. On constate encore ici la dissymétrie entre le versant Ouest, au contact de la vallée du Rhône, chaude et sèche, et le versant Est, proche de régions plus fraîches. GONTARD attribue à cette dissymétrie l'extension plus grande de la hêtraie du levant.

6 - Conclusion : les zones climatiques

A l'issue de ce survol des conditions climatiques régnant sur la zone d'étude, il apparaît clairement que l'on peut diviser celle-ci en trois parties soumises à des macroclimats différents :

1) Au sud et à l'Ouest (rebord Sud du plateau, Ouest des monts de Vaucluse, pied du Ventoux), le climat est franchement méditerranéen, chaud et sec. Les altitudes concernées vont environ de 300 à 600 m à l'Ouest et de 300 à 800 m au Sud. L'altitude croissante détermine bien sûr un gradient climatique à l'intérieur de cette zone.

2) Sur les plateaux d'Albion-St Christol et les monts de Vaucluse, c'est-à-dire sur la plus grande surface, le climat est de type subméditerranéen, avec alternance d'étés secs et humides, et hivers froids. Un îlot d'altitude plus élevée détermine un climat plus montagnard près de St Christol mais dans l'ensemble, cette zone reste climatiquement très homogène. Tout au plus peut on supposer un léger gradient Sud-Nord pour les pluies estivales.

3) Sur les pentes du Ventoux et de Lure. Le climat est de type montagnard méditerranéen. L'accroissement rapide de l'altitude détermine une élévation correspondante de la pluviométrie et une baisse de la température. Le creux pluviométrique estival, encore bien marqué est réduit au seul mois de juillet.

La situation de barrière de ces deux massifs détermine une pluviométrie et une nébulosité importante.

A l'intérieur de cette zone, le facteur principal faisant varier le climat est bien sûr l'altitude mais l'existence d'un autre gradient d'humidité croissante vers l'Est est noté par de nombreuses observations. Bien qu'aucune mesure précise ne vienne confirmer celle-ci, l'étagement dissymétrique de la végétation en est le témoin visible.

7 - Climat et stations forestières

L'étude du climat ne tient bien sûr pas compte des variations qui se produisent du fait de la topographie et de la végétation locale.

En outre, à l'échelle de la station, le climat n'est qu'un élément qui se combine avec de nombreux autres, et influe ainsi de façon très diverses sur les peuplements forestiers. C'est pourquoi, avant de clore ce chapitre, nous voulons aborder le problème des microclimats et du bilan hydrique.

7.1. Etude des microclimats sur le Ventoux

Concernant le microclimat, FOUGEROUZE et BACULAT (1972) ont établi plusieurs résultats et confirmé le rôle du relief et de la végétation sur les caractéristiques climatiques du poste.

Dans les thalwegs et les fonds de vallée, on peut relever des écarts de 5 °C sur la température moyenne, par rapport à la référence située sur une pente moyenne dans les mêmes conditions de couverture végétale. Les écarts concernent essentiellement les températures minimales à cause d'importants refroidissements nocturnes, dus aux écoulements d'air froid dans les fonds.

Sur les dorsales, les températures peuvent être plus basses le jour et plus élevées la nuit que l'environnement immédiat. Cependant, la végétation arbustive peut annuler ces effets.

Réserve utile du sol = 100 mm

	T	P	ETP	Déf	ΣD	ETR	Ecou	RU	ETP - ETR
Janvier	5	96	10	0	0	10	86	100	0
Février	6	99	16	0	0	16	83	100	0
Mars	8	82	30	0	0	30	52	100	0
Avril	11	72	48	0	0	48	24	100	0
Mai	16	92	86	0	0	86	6	100	0
Juin	19	78	115	37	37	109	0	69	6
Juillet	22	42	137	95	131	84	0	27	52
Août	22	59	124	65	196	72	0	14	52
Septembre	18	83	81	0	0	81	0	17	0
Octobre	13	119	47	0	0	47	0	89	0
Novembre	8	98	20	0	0	20	67	100	0
Décembre	5	96	12	0	0	12	84	100	0

1016	725	196
------	-----	-----

615	401
-----	-----

- ETP = Evapotranspiration potentielle
- ETR = Evapotranspiration réelle
- RU = Réserve utile
- T = Températures moyennes
- P = Températures mensuelles
- Déf = Déficit hydrique = ETP - P
- Ecou = P - ETP si la RU est pleine

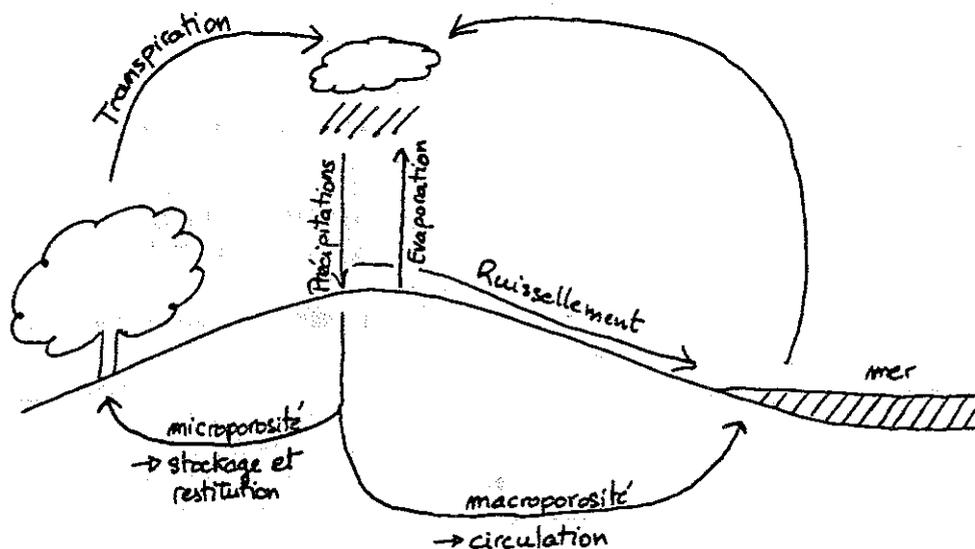
*Résultats fournis par le programme BIOCLIMAT de FRANC
(CEMAGREF - Riom)*

Sur pente régulière, lorsque le relief s'estompe, la végétation joue un rôle prédominant. Plus la végétation est dense, plus les écarts diminuent, les maxima sont plus faibles et les minima plus forts.

L'ensemble de ces résultats peut être étendu à la Montagne de Lure.

7.2. Le bilan hydrique

Le terme de "bilan hydrique" appliqué à un écosystème forestier implique la nécessité de faire la part des entrées et des sorties d'eau au niveau de cet écosystème.



Les apports : Précipitations
(+ irrigation)

Les sorties : Evaporation
Transpiration
Ruissellement
Infiltration

Ce petit schéma très simplifié du cycle de l'eau met en évidence les entrées et les sorties d'eau au niveau de l'écosystème forestier. Les entrées sont représentées par les précipitations (P) et les remontées capillaires depuis la réserve hydrique du sol. Les sorties sont dues à l'évaporation du sol et la transpiration du couvert forestier (regroupés sous le terme d'évapotranspiration : ET).

- Les précipitations sont facilement mesurable. Les données pluviométriques sont fournies par les stations météorologiques.
- Les réserves en eau dans le sol dépendent du type de sol (texture, % de cailloux, profondeur). On peut ainsi calculer la réserve utile du sol :

$$RU = z \cdot f(T) \cdot \frac{100 - \% k}{100}$$

z = profondeur du sol

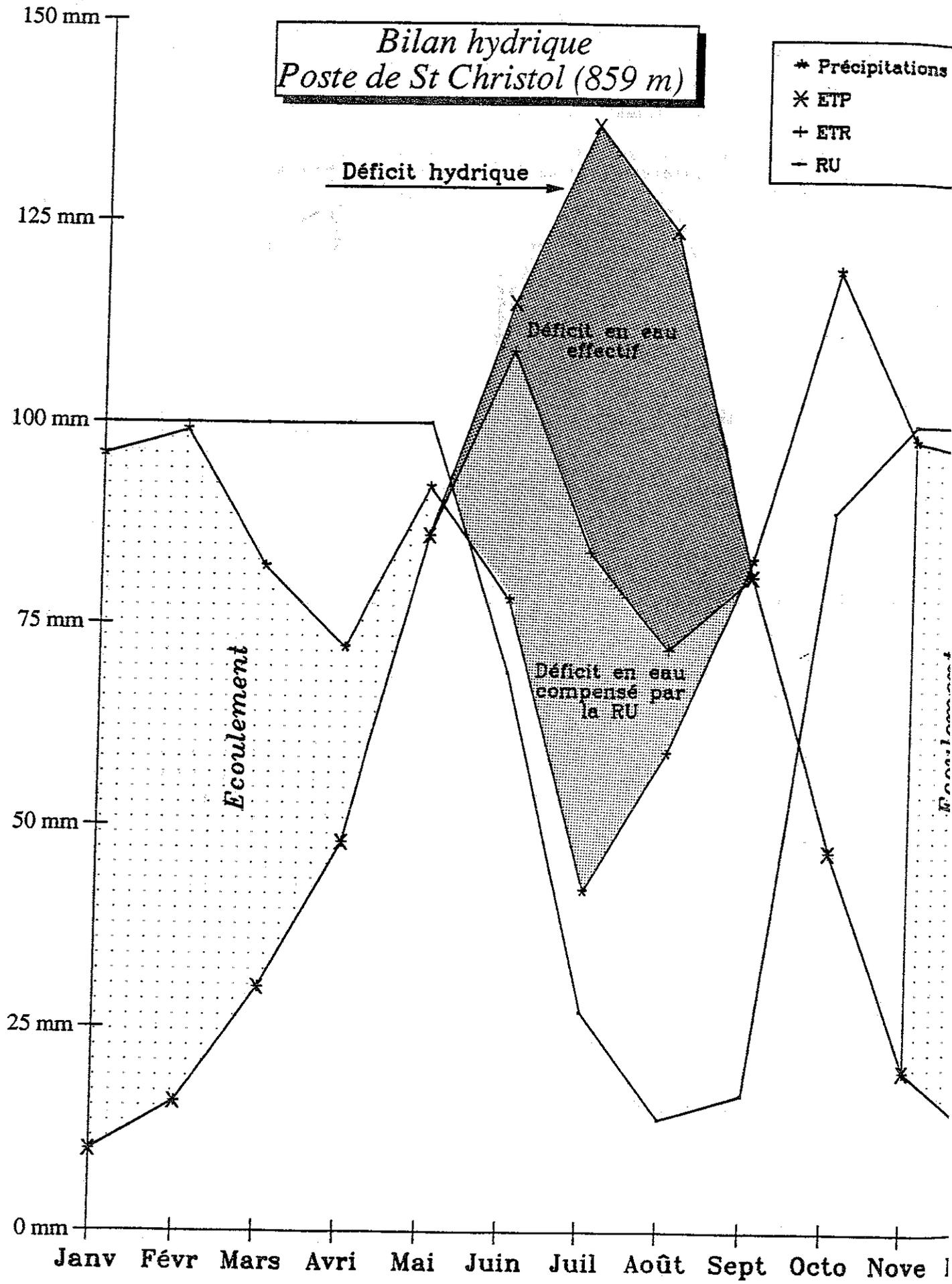
$f(T)$ = fonction de la texture du sol

$\% k$ = % de cailloux

Par exemple, un sol limono-argileux de 55 cm de profondeur avec 10 % de cailloux aura une RU de 100 mm.

*Bilan hydrique
Poste de St Christol (859 m)*

- * Précipitations
- × ETP
- + ETR
- RU



- Les sorties d'eau par évapotranspiration vont dépendre de certaines caractéristiques du climat et devront être estimées.

On peut définir :

- l'ETP = Evapotranspiration potentielle. Elle correspond à l'évapotranspiration d'un couvert dans des conditions optimales d'approvisionnement hydrique. Elle dépend donc essentiellement des caractéristiques de l'atmosphère.

De nombreuses formules ont été proposées.

Celles de PENMAN et BOUCHET donnent une évaluation objective du bilan énergétique au niveau de l'atmosphère mais nécessitent beaucoup de données météorologiques.

La formule de THORNTHWAITE est fonction de la température. Elle est moins précise et sous-estime l'ETP (SEGUIN, 1975) mais elle est souvent utilisée car elle n'exige que peu d'informations. Elle permet une comparaison, sinon quantitative du moins qualitative, entre plusieurs postes météorologiques qui ne fournissent souvent que les températures et les précipitations.

Il faut cependant rester prudent dans ces comparaisons et tenir compte de la localisation des postes météorologiques. Le vent par exemple peut faire chuter les températures ce qui fera chuter l'ETP selon la formule de THORNTHWAITE alors qu'il aurait tendance à la faire augmenter (SEGUIN, comm. pers.). Prudence donc ...

- l'ETR = Evapotranspiration réelle. Comme son nom l'indique, elle traduit le comportement réel du couvert. Si les conditions sont optimales (approvisionnement en eau suffisant) $ETR = ETP$. Dès qu'il y a un déficit en eau, la transpiration du végétal va être régulée de manière à limiter les pertes en eau.

ETR devient alors inférieure à ETP. Un faible rapport ETR/ETP est donc représentatif d'un déficit en eau (d'autant plus marqué que le rapport est plus faible) donc d'une fermeture des stomates pour limiter la transpiration et donc d'une chute de la production de biomasse.

Nous utiliserons encore la formule de THORNTHWAITE qui ne fait intervenir que les précipitations et la réserve utile du sol.

Le bilan hydrique peut être ainsi suivi tous les mois pour chaque poste météo fournissant à la fois températures et précipitations. Nous avons utilisé le logiciel "Bioclimat" élaboré par A. FRANC sur les données du poste météorologique de St Christol (sur la zone des plateaux).

En début d'année, la réserve utile du sol est pleine et les précipitations importantes. La végétation se trouve dans des conditions optimales d'approvisionnement en eau jusqu'en mai malgré la diminution des précipitations en mars-avril. Le surplus d'eau s'écoule ($Ecou = P - ETP$).

En mai, l'ETP devient supérieure aux précipitations (P). Le couvert végétal va donc moduler sa transpiration ($ETR < ETP$) tout en puisant dans la RU.

Au début juin, la régulation est faible car les réserves en eau du sol sont encore importantes : l'ETR augmente encore. Mais ces réserves diminuent rapidement, l'ETR commence à chuter et le phénomène s'amplifie jusqu'en août où la RU est à son minimum.

En septembre, les précipitations sont importantes mais les températures moins fortes. L'ETP est donc moins élevée et le déficit pratiquement nul. L'apport pluvial est suffisant pour la végétation (ETR redevient égal à ETP) et pour reconstituer rapidement ensuite la réserve utile du sol. En novembre, celle-ci est à nouveau pleine.

Ces formules impliquent une simplification grossière des équilibres énergétiques du milieu. Elles donnent cependant des informations sur les possibilités d'alimentation en eau pour les essences sur les différentes stations.

De l'observation du bilan hydrique de la station de St Christol, il ressort que la réserve utile est vite entamée lors de la période de sécheresse estivale bien que celle-ci soit très peu marquée (voir le diagramme $P = f(2T)$). Une réserve de 100 mm arrive cependant à combler le déficit en eau jusqu'à 44 %, ce qui est assez important.

Bibliographie citée et consultée

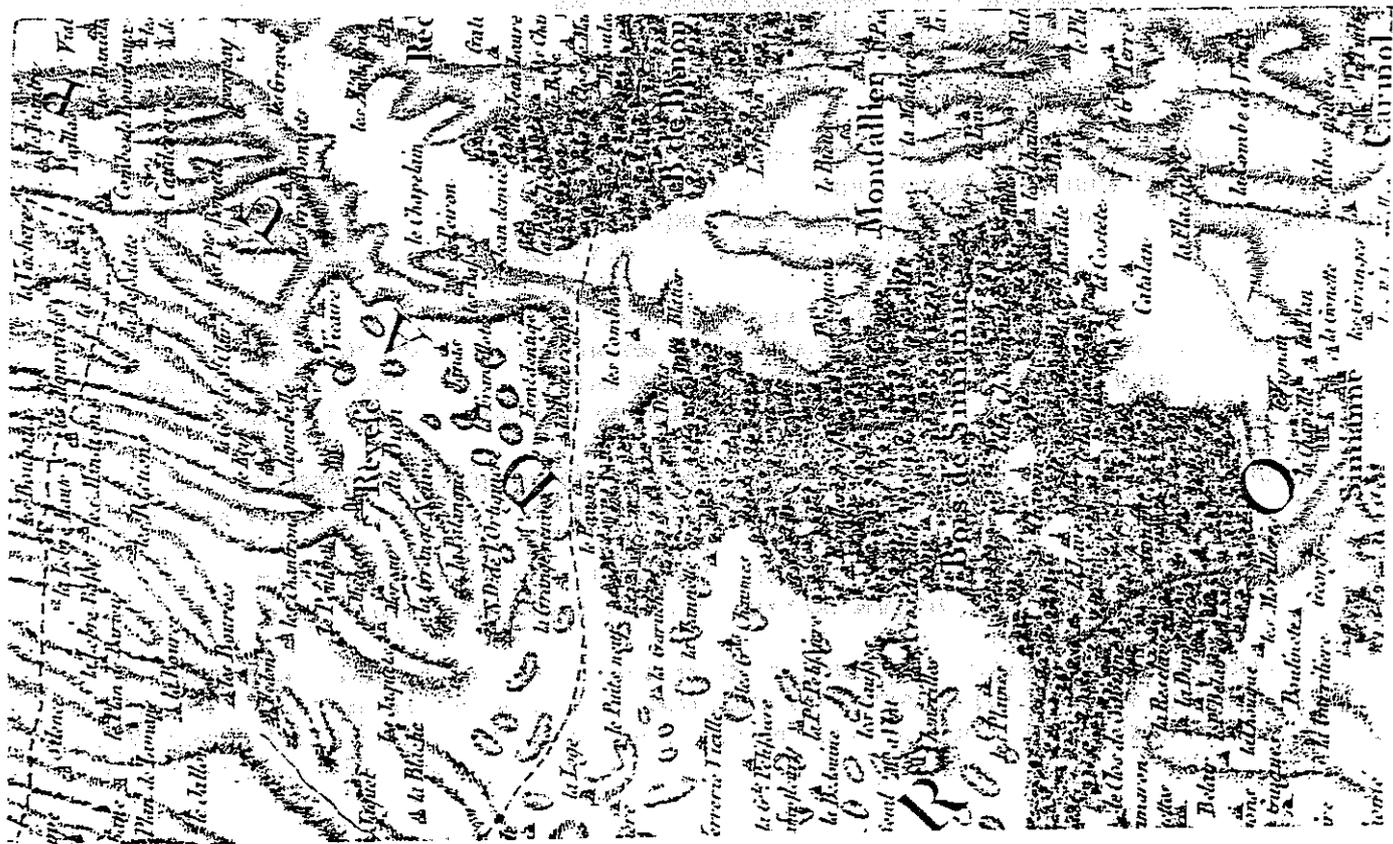
- ANTONIOLETTI R. et BACULAT B., 1981 - Caractérisation climatique du Mont Ventoux. I : le climat thermique - *Note interne INRA Montfavet (STEFCE)*, 69 p. + annexes.
- ANTONIOLETTI R. et SEGUIN B., 1987 - Quelques éléments sur le climat du Mont Ventoux - *Voyage autour du Mont Ventoux. Etudes Vauclusiennes, n° spécial 3*, pp. 11-19.
- ASCENSIO E., 1983 - Aspects climatologiques des départements de la région Provence-Côte d'Azur - *in Monographie n° 2, Ministère des transports, direction de la Météorologie*, 88 p.
- BAUDIERE A. et EMBERGER L., 1959 - Sur la notion de climat de transition, en particulier dans le domaine du climat méditerranéen - *in Bulletin du Service de la carte phytogéographique, série B, carte des groupements végétaux - C.N.R.S. 24*, pp. 95-117.
- BROCHET P. et GERBIER N., 1975 - L'évapotranspiration - Aspect agrométéorologique. Evaluation pratique de l'évapotranspiration potentielle - *Monographie n° 65 de la météorologie nationale*, 95 p.
- DAGET P., 1977 - Le bioclimat méditerranéen : caractères généraux, modes de caractérisation - *in végétation, vol. 34 - CNRS-CEPE 20*, pp. 1-20.
- DAGET P., 1980 - Un élément actuel de la caractérisation du monde méditerranéen : le climat - *in Naturalia Monspeliensa, Hors série*, 25 p.
- FOUGEROUZE J. et BACULAT B., 1972 - Réseau climatologique du Mont Ventoux. Validité et représentativité des mesures de température sous abri - *INRA - STEFCE. Note technique 3-72*.
- GONDOUIN M., 1974 - Validité et représentativité des mesures de température sous abri météorologique en zone montagnarde - Application au Mont Ventoux - *Mémoire de fin d'étude ISA (Beauvais) - INRA-STEFCE. Note technique 74-8*.
- GONTARD P., 1952 - Introduction à l'étude phytogéographique du Mont Ventoux en Provence - *Recueil des travaux des laboratoires de botanique, géologique et zoologie. Faculté des Sciences Montpellier. Série botanique, fascicule 5*, pp. 15-44.

- RIPERT Ch. et NOUALS D., 1988 - Proposition de découpage interrégional en secteurs écologiques homogènes dans la zone méditerranéenne française (autécologie des essences forestières) - *CEMAGREF, novembre 1988, 44 p. + annexes.*
- SEGUIN B., 1975 - Etude comparée de méthodes d'estimation d'ETP en climat méditerranéen du Sud de la France (Région d'Avignon) - *Ann. Agronom., 26 (6), pp. 671-691.*
- Cartes climatiques de la France au 1/250 000
 - Feuille Valence,
 - Feuille Marseille.

LE FACTEUR HUMAIN

Mille et unes histoires de brigands ou de loups
nous ont été rapportées par la mémoire de nos
ancêtres à propos de ces bois.

On raconte qu'autrefois, pour rejoindre une
localité, on se déplaçait dans la forêt en suivant les
branches et sans toucher le sol !



LE FACTEUR HUMAIN

Pour la petite histoire

A l'origine, le territoire était occupé par la tribu gauloise des Voconces. Ces peuples vivaient essentiellement de la pêche et de la chasse grâce au gibier abrité dans la forêt qui couvrait toute la contrée.

L'arrivée de la civilisation romaine, en l'an 121 avant J.C. va apporter de nombreux changements. De grands domaines ruraux (les villae) se développent le long des vallées sur les terres riches.

Des axes routiers importants parcourent les vallées périphériques (vallée du Jabron, vallée du Haut Calavon) et de nombreuses pistes jalonnant les plateaux les rejoignent déjà ou bien constituent des chemins de transhumance vers les montagnes sauvages avoisinantes.

De nombreuses villes ont été créées (Digne, Sisteron) et avec elles prennent naissance les industries, le commerce et une navigation rudimentaire sur la Durance. Toutes ces activités nécessitent beaucoup de bois. C'est ainsi que l'occupation gallo-romaine coïncide avec les premiers défrichements importants.

Après la chute de l'empire romain, durant le Haut Moyen Age, la population se réduit considérablement. Ce sont les moines qui administrent la plupart des villages. La forêt est défrichée sur les bonnes terres pour la mise en culture. Elle est un peu exploitée pour les besoins domestiques mais jamais de façon intensive.

Plus tard, les différentes branches de l'industrie naissante vont emprunter leur part de bois à la forêt. La métallurgie, les mines (mines de phosphates des grès verts de Banon, Revest-des-Brousses), les four à chaux, les ateliers de salins, les distilleries de lavande, les charbonneries, les huileries, les poteries, les exploitations de l'ocre, les verreries, la tonnellerie : toutes ces industries vont être de grandes consommatrices de bois, contribuant dans le même temps à une érosion importante des sols.

Plus tard, au XVIII^e siècle, quand Toulon deviendra l'un des plus grands ports de France, la construction navale allant bon train, de nombreuses coupes sont faites dans toutes les forêts en Provence car leurs bois sont "plus durs et de meilleure qualité que ceux des autres provinces du Royaume" (selon Colbert).

Jusque vers la moitié du XIX^e siècle, la population n'a cessé d'augmenter impliquant une surexploitation de l'espace. Les cultures étaient très développées parfois même très haut en altitude comme en témoignent les terrasses et les tas de pierres que l'on peut observer sous les hêtres en hiver, quand leur feuillage ne cache pas la surface du sol.

Les troupeaux étaient également nombreux. Or les chèvres sont très friandes de bois. Les paysans disaient : "une chèvre emporte chaque jour une charretée de bois sur ses cornes".

La surexploitation pastorale et agricole a contribué à la dégradation de la forêt et à l'abaissement de ses limites altitudinales ainsi qu'à l'érosion des sols.

Vers 1850, avec l'exode rural, l'emprise de l'homme sur la région devient beaucoup moins forte. Parmi les terres abandonnées, beaucoup sont rachetées par l'état qui commence les premiers reboisements de Pins noirs. Ainsi, dans les Alpes de Hautes Provence, 90 000 ha ont été restaurés à cette période.

	Ensemble de chaque département		Zone montagne			
	Superficie (km ²)	Population 1968	Superficie (km ²)	Population 1968	Variation 1954-68	Densité au km ²
Hautes-Alpes	5 520	92 000	5 520	92 000	+ 9 %	16.6
Alpes de Hte-Provence	6 980	105 000	6 060	50 000	+ 2 %	8.2
Alpes-Maritimes	4 400	722 000	3 400	32 600	0	9.6
Vaucluse	3 600	354 000	700	7 200	+ 10 %	10.3
Var	6 000	556 000	680	2 200	- 6 %	3.2
Ensemble de la Zone montagne de la région Provence-Côte d'Azur			16 320	183 000	+ 5 %	11.2

La population en zone montagneuse
(d'après UHLEN et al., 1973 in OZENDA, 1981)

Ce sont des reboisements à valeur de protection qui occupent les terrains soumis à l'érosion.

Avec le recul, on s'aperçoit que leur valeur économique n'est pas négligeable et qu'en outre ces peuplements évoluent et peuvent permettre la reconstitution d'une forêt climacique.

Depuis 1950, à la suite de la seconde guerre mondiale, la population se redresse lentement mais reste cependant très faible dans les zones montagneuses (voir tableau p 88) laissant les terres incultes et les surfaces boisées se développer sur de grandes surfaces.

L'occupation de l'espace aujourd'hui

Les cultures occupent les plus grandes surfaces sur le Plateau où elles sont souvent entre coupées par de petites langues de bois et donnent au paysage cet aspect morcelé. Les bassins d'effondrement ont été très tôt occupés par les habitants qui ont mis en culture les terres les moins ingrates du pays (les marnes essentiellement).

Autrefois, les principales cultures étaient l'orge, le seigle et la pomme de terre. Aujourd'hui, le blé est assez développé.

Quant à la lavande, elle a toujours tenu une place importante dans la région. Elle était autrefois cantonnée aux territoires les plus ingrats mais elle a été ensuite très largement développée.

Il suffit de regarder la carte d'occupation des sols du Plateau de St Christol (DDAF 84, 1975) pour constater rapidement l'extension que peut prendre cette essence, autant sous sa forme cultivée que sous sa forme naturelle résultant de la dégradation de la forêt.

En culture industrielle, on utilise le plus souvent aujourd'hui le lavandin, plus productif que la lavande. La lavande est surtout cantonnée sur les calcaires en adrets au-dessus de 1000 m.

L'agriculture se caractérise donc aujourd'hui essentiellement par la domination du lavandin lié à l'abandon progressif des troupeaux ovins. En effet, la production ovine est une faible source de revenus pour l'agriculture et de plus lui demande beaucoup plus de temps que le lavandin. D'autre part l'embroussaillage et le boisement sauvage gênent le passage des bêtes.

La culture concurrence souvent la conduite des troupeaux à cause de l'abandon ou la sous-utilisation des surfaces de parcours ou d'estive. Sur certaines communes, des projets de création d'AFP (Association Foncière Pastorale) se développent en vue de mieux gérer l'espace occupé par les bois, les landes, les cultures et les troupeaux. Les associations, quand elles arrivent à se mettre en place, donnent un petit coup de fouet aux communes qu'elles gèrent car elles permettent une meilleure communication entre les différents propriétaires et donc une utilisation plus rationnelle des terres.

Résumé et conclusion

A l'opposition climatique adret-ubac correspond une opposition d'usage : sur les versants nord, très tôt abandonnés par l'agriculture, une remontée biologique de la forêt peut être espérée. Cependant, avec le développement des résidences secondaires, la demande en bois de chauffage sera accrue.

En versant sud, la régression des zones de parcours a été à l'origine de l'extension du couvert forestier, l'habitat et les cultures se localisant en fond de vallée.

On observe ainsi un développement de l'agriculture en mosaïque avec un paysage bâti où les résidences secondaires prennent une place de plus en plus grande.

L'équilibre passé "ager-saltus-silva" se transforme peu à peu en un équilibre "ager-silva".

Bibliographie citée et consultée

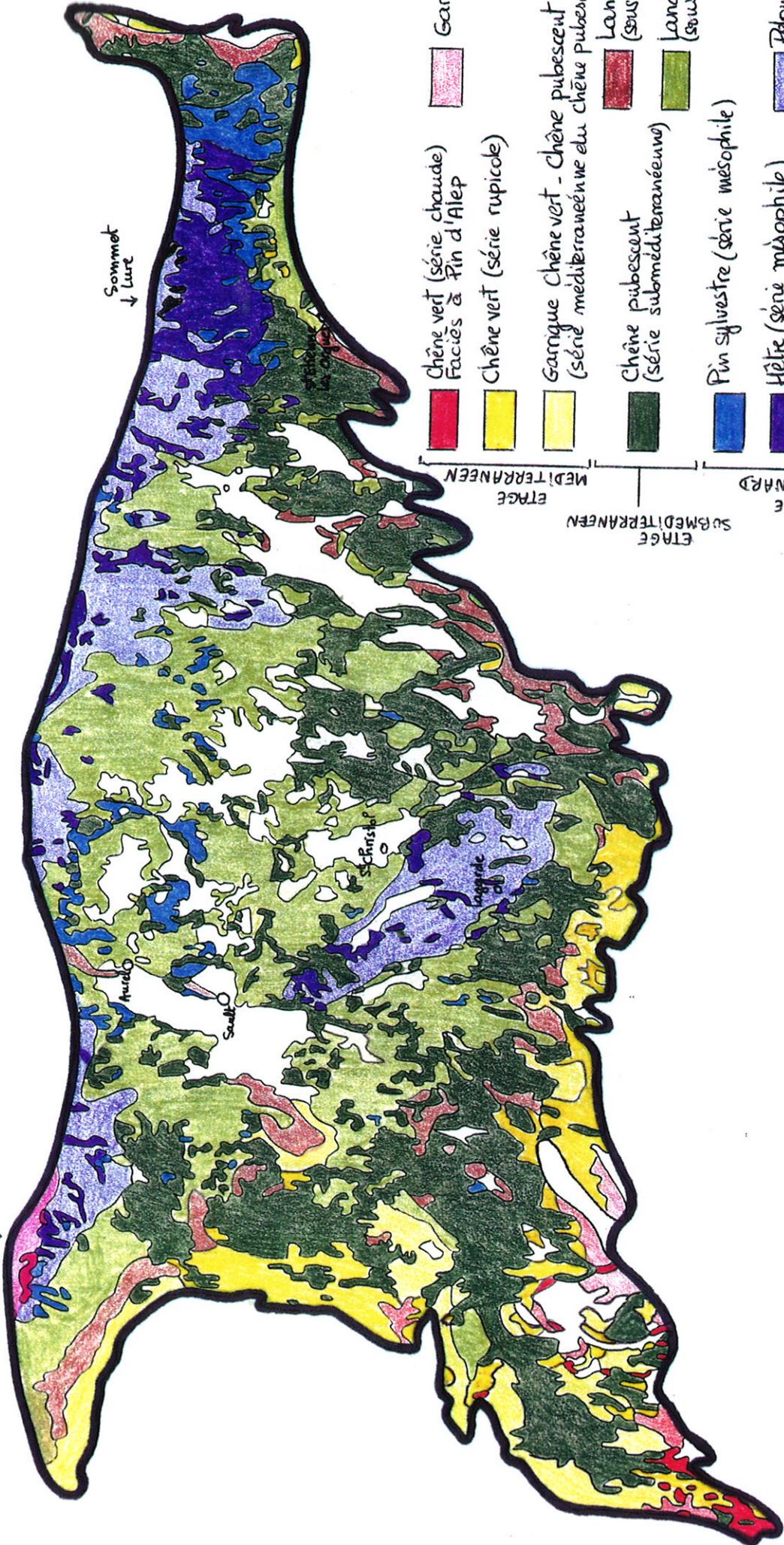
- BEYLIER B. et LECOANET D., 1979 - Projet de remise en valeur d'un espace pastoral en montagne de Lure - *Mémoire fin d'étude, 8ème promo (1975-1979)* - ISARA.
- BOURRELY M. et VIEUVILLE B., 1986 - Etude descriptive de la végétation et des potentialités pastorales de la Montagne de Lure (versant Sud) - *C.E.R.P.A.M.*, 36 p.
- CHAPPAZ G., 1989 - Contribution à l'étude de l'histoire agraire des Alpes du Sud - *Rapport final 64 p. + annexes + Cartes, Programme ATP Montagne.*
- CORBEL Y., 1971 - Aménagement forestier et touristique de la Montagne de Lure - *DDA, Service de l'Aménagement Hydraulique et Forestier, Digne - Rapport de stage 3è année ENITEF, 28 p. + 12 cartes.*
- DDA Vaucluse, 1973 - Défrichements et boisements en Vaucluse, 10 p.
- DDA Vaucluse, 1975 - Inventaire préalable à l'élaboration des plans d'aménagement rural de : Haute vallée du Calavon, Calavon moyen, Sud Lubéron - 12 p. + carte.
- DOUGUEDROIT A., 1976 - Les paysages forestiers de Haute-Provence et des Alpes Maritimes. Géographie, écologie, histoire - *EDISUD. Connaissance du monde méditerranéen*, 550 p.
- GUENDE G., 1976 - Etude phytoécologique et cartographique des biocénoses du Ventoux. Impact des activités humaines sur le milieu - *Thèse de Docteur de spécialité en écologie méditerranéenne, Aix-Marseille III, 95 p.*
- GUENDE G., 1978 - Sensibilité des milieux et impacts des activités humaines sur le massif du Ventoux - *La Terre et la Vie. Le massif du Ventoux, Vaucluse. Eléments d'une synthèse écologique, pp. 39-65.*
- ORLOFF N. et ALEXANDRE P., 1985 - Les bergeries de la Montagne de Lure - *APARE, 209 p. + annexes (2 volumes). Vol. I = Ecrit, vol. III = Annexe, vol. III = Plans.*
- OZENDA P., 1981 - Végétation des Alpes Sud-Occidentales. Notice détaillée des feuilles de Gap, Digne, Nice, Antibes - *Carte de la végétation de la France au 1/200 000è* - Ed. CNRS, 258 p.

- ROCHETTE M., FAGUET B., CRUCIANI P.M., AUZET J.P., 1985 - Etude d'aménagement rural du Vaucluse. DDAF Avignon - 165 p. *Ministère de l'Agriculture.*
- VEZZA A., 1984 - Analyse des changements écologiques dans un espace rural en crise : l'exemple des pays du Ventoux - *Thèse 3è cycle Aix-Marseille III, 97 p.*
- VEZZA A., 1990 - La déprise rurale dans le pays du Ventoux : dynamique de la végétation en relation avec les sols - *Thèse Faculté des Sciences Marseille, 140 p.*

LA VEGETATION

The second part of the document is a list of names and titles, including 'The Hon. Mr. Justice G. B. S. ...' and 'The Hon. Mr. Justice ...'.

Sommet
↓
Ventoux



Sommet
↓
Lure

- | | | | |
|---|---|---|--------------------------|
|  | Chêne vert (série chaude)
Faciès à Pin d'Alep |  | Garrigues |
|  | Chêne vert (série rupicole) |  | Landes (sous-série inf.) |
|  | Garrigue Chêne vert - Chêne pubescent
(série méditerranéenne du chêne pubescent) |  | Landes (sous-série sup.) |
|  | Chêne pubescent
(série subméditerranéenne) |  | Pélouses, landes |
|  | Pin sylvestre (série mésophile) |  | Pélouses, landes |
|  | Hêtre (série mésophile) |  | Pélouses, landes |
|  | Sapin | | |
|  | Pin à crochets | | |

ETAGE MEDITERRANEEN
ETAGE SUBMEDITERRANEEN
ETAGE MONTAGNARD
ETAGE SUBALPIN

Carte des séries de végétation au 1/250 000^e

LA VEGETATION

Si la végétation naturelle échappe à l'action de l'homme pendant une longue période, elle évolue progressivement vers un état boisé en équilibre avec l'environnement : c'est le climax.

Mais la végétation ne peut être abordée en dehors de tout contexte historique ou économique et bien souvent le stade climacique n'est pas atteint. L'évolution est bloquée ou même inversée et on assiste alors à une dégradation qui peut aboutir dans son terme ultime jusqu'au sol nu.

C'est ainsi que GAUSSEN a défini le terme de séries comme "l'ensemble d'un climax et des groupements végétaux qui y conduisent par évolution progressive et de ceux qui en dérivent par dégradation".

Or, les conditions de milieu ne déterminent pas seulement le stade final climacique. Elles permettent d'avancer des hypothèses sur l'évolution d'une station dans ses premiers termes mais aussi de prévoir en fonction de facteurs écologiques limitants un stade terminal différent.

Une carte de la végétation potentielle peut ainsi être dressée. Elle donne la répartition spatiale des séries et explique les différents stades évolutifs.

Les séries sont ainsi désignées par le nom de l'arbre représentant le stade terminal ainsi que par une identification de l'étage en liaison avec l'altitude (et donc la température) qui est un des facteurs écologiques primordiaux en montagne. Les coupures ordinairement admises pour les étages de végétation ont été conservées.

Une étude détaillée des séries de végétation permet de connaître les territoires écologiquement homogènes présentant les mêmes potentialités.

Alt. (m)	ADRETS	UBACS
2400	Alpin	Alpin
2200		
2000	Subalpin	Subalpin
1800		
1600	Montagnard	Montagnard
1400		
1200	Supraméditerranéen	Supraméditerranéen
1000		
800		
600		
400	Méditerranéen	Méditerranéen
200		

L'étagement des paysages forestiers
(après DOUGUEDROIT, 1976)

1. Les étages et les séries de végétation

Le domaine d'étude comprend quatre étages de végétation : mésoméditerranéen, supraméditerranéen, montagnard et subalpin.

Dans chaque étage, on trouvera une ou plusieurs série de végétation, caractéristique de l'étage comme la série du Hêtre pour le montagnard ou bien à cheval sur plusieurs étages (cas du Chêne vert).

Les limites des étages de végétation sont parfois difficiles à préciser du fait de l'influence simultanée de différents facteurs écologiques.

1.1. L'étage mésoméditerranéen

L'aire de l'étage mésoméditerranéen a été au départ définie par la limite de l'Olivier.

La limite septentrionale de cet étage est assez nette au Sud et à l'Est de la zone d'étude sur les pentes raides qui séparent les plateaux des collines avoisinantes. Par contre, à l'ouest des Monts de Vaucluse jusqu'au Ventoux, la limite n'est qu'approximative à cause de remontées des influences méditerranéennes dans la vallée du Rhône.

Le Chêne vert est toujours présent dans cet étage et il y constitue bien souvent l'essence dominante mais il déborde largement sur le supraméditerranéen inférieur. Il ne peut donc pas servir à désigner clairement une série.

OZENDA (1981) a donc proposé une description des séries d'après les essences associées au Chêne vert.

1.1.1. La série rupicole du Genévrier de Phoenicie

Le Chêne vert est l'élément principal de la série et le Genévrier de Phoenicie la caractérise.

Cette série est liée essentiellement à des conditions édaphiques. Elle est typiquement calcicole et se développe surtout sur les escarpements rocheux et les sols rocheux, derniers refuges du Chêne vert qui a été détruit ailleurs. On la trouve en général entre 300 et 800 m (mais sa répartition altitudinale est en fait très variable) sur le rebord méridional des Monts de Vaucluse.

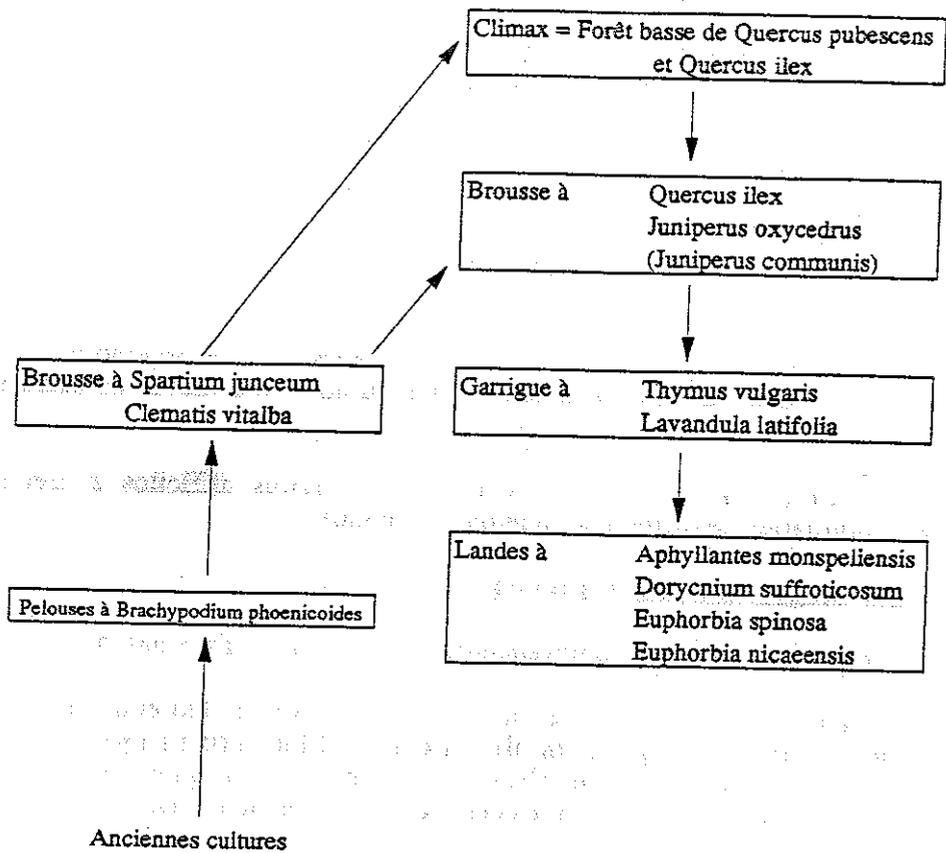
Les groupements pionniers, par leur caractère sporadique et leur position le plus souvent enclavée, présentent en général une faible quantité d'espèces mais ils constituent souvent un refuge pour les plantes endémiques des Alpes Sud occidentales comme *Potentilla saxifraga*, *Ballota frutescens* ou *Campanula macrorhiza* (QUEZEL, 1950).

Le stade forestier se présente sous la forme d'une brousse à Chêne vert très différente de la Chênaie d'Yeuse classique.

1.1.2. La série méditerranéenne du Chêne pubescent

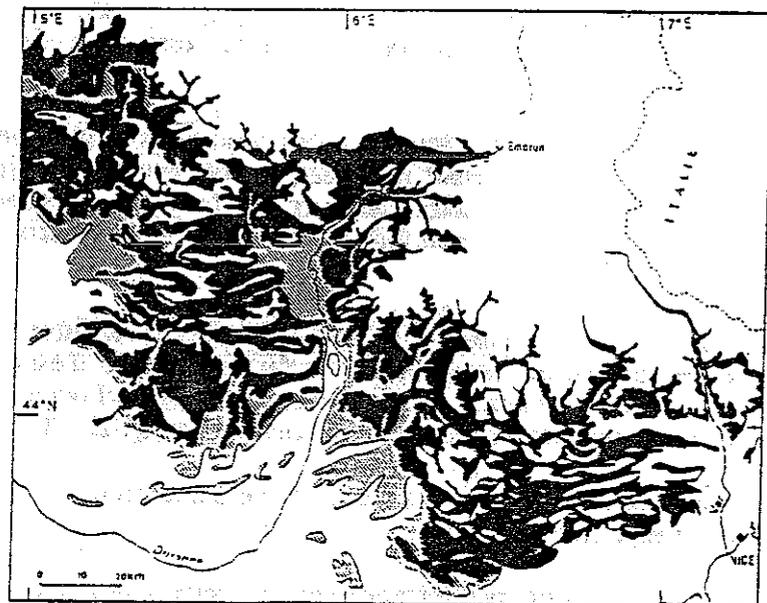
Cette série se situe dans la partie de l'étage mésoméditerranéen, entre 300 et 700 m, sur les rebords sud des Plateaux de Vaucluse et du Ventoux. A l'origine sur sols profonds, elle a été ensuite fortement concurrencée par l'agriculture, en particulier par la culture des lavandes.

Le stade climacique est une forêt basse mixte de Chênes pubescents et de Chênes verts avec un cortège floristique très riche et diversifié.



Dynamique de la végétation dans la série méditerranéenne

du Chêne pubescent



Répartition de la série supraméditerranéenne du Chêne pubescent en Haute-Provence. En noir, la forme principale de la série ; en hachures, la sous-série inférieure

Ces peuplements ont été longtemps considérés comme un faciès de transition résultant du mélange de la série du Chêne vert et de celle du Chêne pubescent. Il s'agit effectivement d'une série hétérogène, de structure complexe mais qui se présente comme une entité et se trouve être la forme principale de la végétation eu-méditerranéenne.

Cette chênaie est fréquemment dégradée en une brousse à Chêne vert et Genévrier oxycedre, infiltrée de Genévrier commun.

Le second stade de dégradation est une garrigue à Thym avec *Lavandula latifolia* comme caractéristique.

Cette garrigue se dégrade elle-même en des milieux plus ouverts à Aphyllante, Dorycnium et Euphorbe.

Une recolonisation rapide du milieu peut s'observer sur d'anciennes cultures où l'on passe d'une pelouse à Brachypode de Phoenicie à une brousse à Spartium et Clématite et ensuite à la jeune chênaie.

Il faut noter l'existence d'une variante édaphique de cette série du Chêne pubescent, sur terrains acides. En effet, viennent s'ajouter Callune, Bruyère arborescente ainsi que quelques châtaigniers. C'est le cas en particulier sur le Plateau de St Christol.

1.2. L'étage supraméditerranéen

Cet étage est essentiellement le domaine du Chêne pubescent, sous un climat de type subméditerranéen : la plage de sécheresse estivale n'existe plus, mais le déficit pluviométrique estival est encore marqué (se reporter au poste météo de St Christol).

A titre indicatif, la température annuelle est comprise entre 10 et 13 °C et les précipitations annuelles entre 700 et 1200 mm.

La série supraméditerranéenne du Chêne pubescent est constituée d'une végétation essentiellement calcicole se développant entre 400 et 1000 m d'altitude.

C'est donc un type plus froid que la chênaie pubescente décrite précédemment dans l'étage mésoméditerranéen.

Cette série s'étend sur une très grande partie de la zone d'étude et elle a été subdivisée en 2 sous-séries.

Sous-série inférieure : plusieurs espèces transgressives de l'étage mésoméditerranéen la caractérisent en particulier *Cotinus coggygria*, *Spartium junceum*, *Cephalaria leucantha*, *Juniperus oxycedrus*, *Rhamnus alaternus*, *Osyris alba*, *Euphorbia characias*, *Euphorbia serrata*, *Campanula medium* et dans les stations rocheuses *Juniperus phoenicea* ainsi que *Quercus ilex*. Ce dernier peut former des peuplements rupicoles dont la composition rappelle la série du Genévrier de Phoenicie.

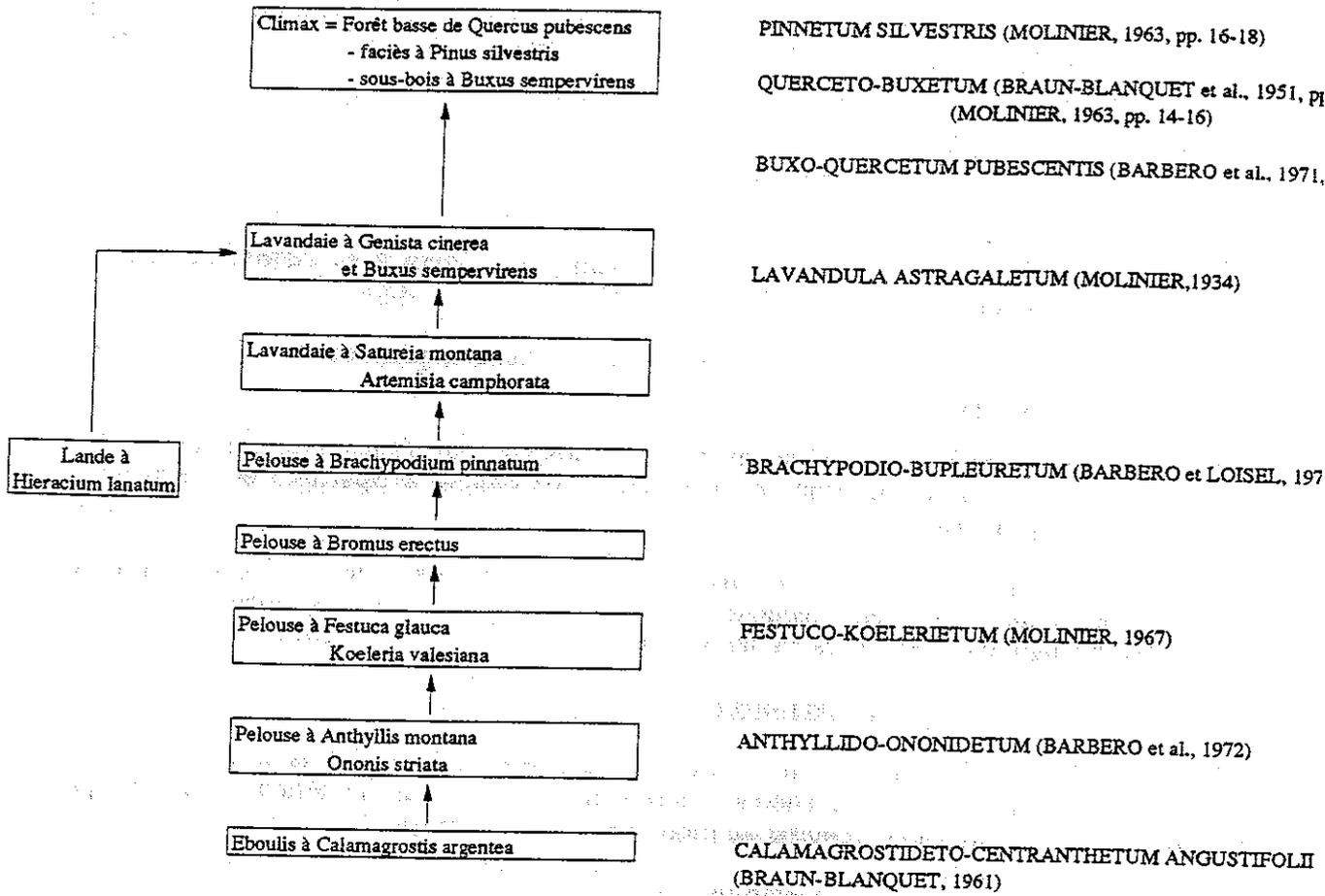
Il n'y a presque pas de Pin sylvestre à la différence de la sous-série normale. Cette sous-série est souvent concurrencée par les vignes.

Sous-série normale : c'est la plus importante au niveau de la surface occupée. Elle est caractérisée par l'absence des espèces différentielles précédentes.

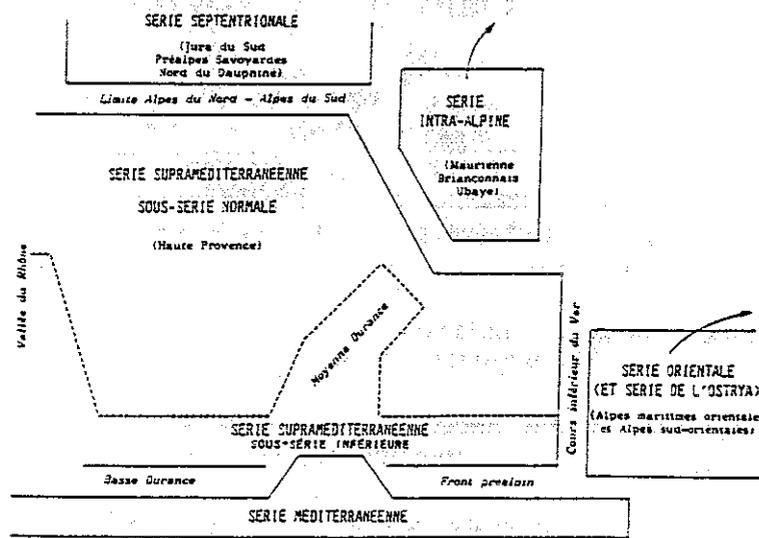
L'ensemble des deux sous-séries présente les mêmes stades de dégradation dans le dynamisme de la végétation.

Stades dynamiques

Références phytosociologiques (in OZENDA, 1985)



Les stades dynamiques dans la série supra-méditerranéenne du Chêne pubescent



Répartition géographique schématique des différentes séries du Chêne pubescent (d'après OZENDA, 1985)

1.2.1. Les divers groupements - Leur dynamisme

Le stade climacique se présente sous la forme d'une forêt basse, appelée localement blâche, beaucoup moins bien développée que la Chênaie pubescente de l'étage mésoméditerranéen. Elle est constituée de Chênes pubescents ou de Pins sylvestres ou d'un mélange des deux.

La présence et la localisation du Pin sylvestre sont assez variables ; ses exigences écologiques sont beaucoup moins fortes que celles du Chêne d'une part et on le retrouve souvent comme espèce colonisatrice sur les plus mauvais sols. De manière générale, cependant, le Pin étant moins thermophile que le Chêne, on le trouvera surtout en ubac dans la partie moyenne alors qu'il deviendra dominant dans la partie supérieure.

D'autre part, l'homme n'est pas étranger à sa répartition spatiale.

En sous-bois, le buis est très abondant et caractéristique (à tel point que le groupement a été dénommé par certains auteurs Querceto-buxetum).

On trouve également : *Corylus avellana*, *Sorbus aria*, *Sorbus torminalis*, *Acer opalus*, *Acer campestre*, *Acer monspeliensis*, *Evonymus latifolius*, *Genista cinerea*, *Juniperus communis*.

Ce stade climacique se retrouve souvent sous sa forme arbustive dégradée où dominant *Buxus sempervirens* sur les sols rocheux, *Genista cinerea* sur les sols marno-calcaires et les marnes et *Lavandula vera* qui, elle, est abondante partout.

C'est un complexe physiologique assez varié appelé Lavandaie à Genêt cendré et à Buis, caractérisé au niveau herbacé par *Satureia montana* et *Artemisia camphorata*.

On y retrouve fréquemment des espèces banales telles que *Juniperus communis*, *Prunus spinosa*, *Astragalus monspessulanus*, *Helleborus foetidus* ainsi que des espèces plus thermophiles comme *Thymus vulgaris*, *Carex halleriana* ou *Aphyllantes monspeliensis*.

Une dégradation plus poussée aboutit successivement à la pelouse à Brachypode penné puis à Brome érigé puis à Fétuque et Koeleria puis à Anthyllis et Ononis.

Sur les éboulis enfin, on trouvera l'association à *Calamagrostis argentea* qui présente une composition remarquablement constante.

Il existe un intermédiaire entre la buxaie et la pelouse sur faciès rocheux, très ouvert et très pauvre floristiquement.

1.2.2. Appartenance phytosociologique

La série supra-méditerranéenne du Chêne pubescent que nous venons de décrire s'inscrit dans un vaste complexe de forêts caducifoliées dont l'espèce arborescente dominante, en Europe, est constituée par le Chêne pubescent.

Le *Quercetum pubescentis* considéré auparavant comme climax unique, se décompose en fait en cinq séries.

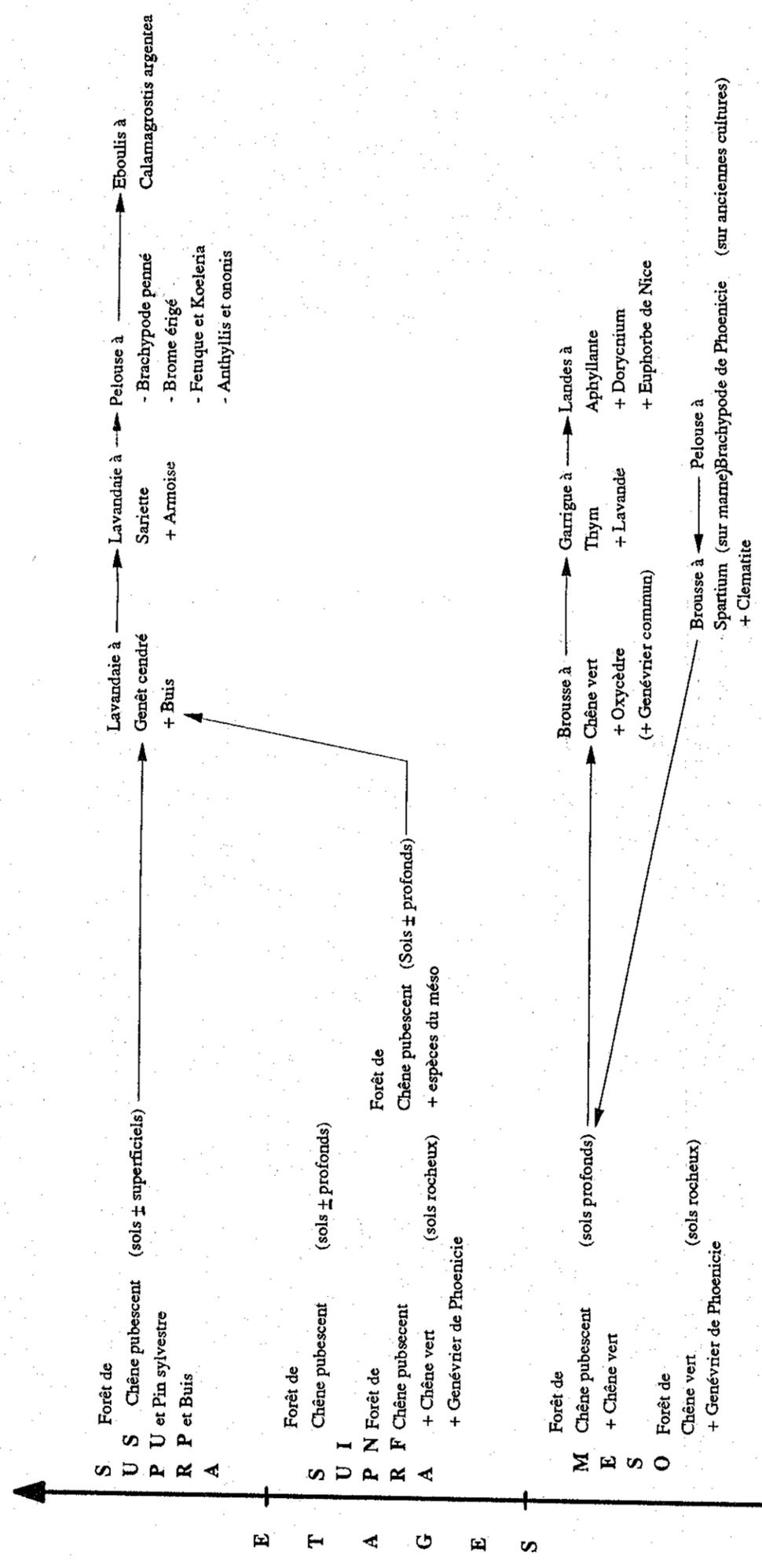
L'unité thermophile a été tôt reconnue et individualisée par l'ordre des *Quercetalia pubescentis* (Braun - Blanquet, 1931 in OZENDA, 1985). Plus tard, Jakucs (in OZENDA, 1985) en a fait un ordre nouveau : l'*Ornio-cotinetalia* composé de 6 alliances se succédant d'ouest en est dont le *Buxo-Quercion* qui nous intéresse ici.

Remarque : pour les stades de dégradation, les références concernant les groupes phytosociologiques sont données avec la figure.

CLIMAX

STADES DE DEGRADATION

RESINEUX DE REMPLACEMENT



1.2.3. Le cas du Chêne pubescent

Le Chêne pubescent se présente pour la majeure partie sous la forme d'un taillis simple (90 % de la surface pour le 84 et 83 % pour le 04) dont la hauteur n'excède pas 6 m sauf dans les stations de fond de vallon.

Le mélange taillis-futaie ne se présente que sous la forme de quelques taches et la futaie est très rare. Ces deux derniers types de structure sont d'ailleurs surtout développés en forêt non soumise.

Le Chêne pubescent est majoritaire sur 92,5 % de la surface. On y trouve parfois le Chêne vert ou le Hêtre. Dans le cas des mélanges taillis-futaie, on trouve essentiellement du Pin sylvestre, plus rarement du Cèdre ou du Pin noir.

Les données dendrométriques révèlent la pauvreté et la vieillesse de ces taillis. La production brute est comprise entre 0,9 et 1,5 m³/ha/an (ORLAM des Monts de Vaucluse).

DUCHE (1983) a établi pour l'ensemble de la région méditerranéenne les caractéristiques dendrométriques des peuplements.

Classe	Ho à 30 ans	V (m ³ /ha)	Accroiss. moyen	Surf. terrière
4	3 - 5,5	18 - 51	0,6 - 1,7	8 - 14
3	5,5 - 8	51 - 84	1,7 - 2,8	14 - 20
2	8 - 10,5	84 - 117	2,8 - 3,9	20 - 26
1	10,5 - 13	117 - 150	3,9 - 5	26 - 32

Différents travaux ont été entrepris au CEMAGREF sur ces peuplements qui occupent une très grande surface en Haute-Provence.

Le travail de DUCHE (1983) a permis une connaissance plus précise de la croissance de ces peuplements et de leurs relations avec les facteurs du milieu. C'est une première approche qui permet d'établir un pronostic sur l'avenir du peuplement (taillis essentiellement). Elle ne donne pas de règle de sylviculture précise mais soulève plusieurs problèmes qui ont été repris par la suite par OSTERMEYER (1985) et MAZZOBEL (1986). De nombreuses questions sont posées et restent en suspens : la régénération naturelle du Chêne pubescent, la réponse des taillis à l'éclaircie, les techniques de coupes en liaison avec la physiologie des souches ...

1.3. L'étage montagnard

Les Températures moyennes annuelles sont comprises entre 4 et 8°C et les précipitations souvent supérieures à 1 m.

L'étage montagnard est en général assimilé à l'aire de répartition du Hêtre. En Haute-Provence, du fait des influences méditerranéennes importantes, celle-ci peut monter jusqu'à 1700 m d'altitude, 1900 m en exposition sud. Corrélativement, du fait d'une remontée importante de la Chênaie pubescente, la limite inférieure est également élevée (1100 m en versant sud).

Sur les plateaux de Vaucluse, il apparaît cependant à des altitudes singulièrement basses pour la région méditerranéenne. VEZZA (1984) l'a relevé à 660 m d'altitude à Revest-du-Bion et à 850 m à St Trinit.

A ces altitudes, il est généralement situé sur du grès ou des calcaires à chailles, en général en association avec d'autres essences telles que *Populus tremula* ou *Quercus sessiliflora* témoignant d'un bilan édaphique élevé au point de vue hydrique. C'est ce qui explique le maintien du Hêtre dans des conditions bioclimatiques a priori défavorables.

En fait, c'est sur calcaire et à des altitudes plus élevées qu'il peut occuper d'importantes surfaces.

1.3.1. La série mésophile du hêtre

C'est une série relativement sèche (cf. carte) à cause de l'influence méditerranéenne qui remonte jusque dans le montagnard et que l'on retrouve avec l'Hellebore, le Buis, l'Amelanchier, le Cytise à feuilles sessiles, l'Hépathique ou les Cephalanthères.

C'est en général un peuplement médiocre mêlé de Noisetiers, Alisiers, Sureaux et divers Erables (Erable à feuilles d'obier, champêtre ou sycomore).

Il faut noter l'existence de 2 groupements caractéristiques mais peu fréquents : Hêtraie à *Calamintha grandiflora* (dans la hêtraie-sapinière) et Hêtraie à *Androsace chaixii*. A propos de cette espèce, CHARLES (1991) note sa présence relativement constante dans la montagne de Lure. Au Ventoux par contre elle devient très rare et inexistante plus au Sud.

Il existe en fait plusieurs formes de hêtraie selon la distance par rapport au littoral.

En effet, la situation plus méridionale et l'altitude plus faible sont à l'origine d'un déficit pluviométrique estival plus important dans les Monts de Vaucluse (Hêtraie de Lagarde TOMASELLI 1949) qu'au Ventoux ou sur la Montagne de Lure. Ces caractéristiques bioclimatiques induisent un appauvrissement floristique du Sud vers le Nord.

Une influence alpine prédominante à l'Est et l'influence méditerranéenne toujours présente à l'Ouest dans la vallée du Rhône aboutissent également à un gradient longitudinal Ouest-Est induisant des variations dans la composition floristique de la hêtraie du Ventoux et de celle de Lure.

GONTARD (1955) indique le nombre d'espèces communes à différentes Hêtraies.

	Ste Baume (MOLINIER, 1952)	Lubéron (PONS, 1952)	Lure (MATHON, 1952)	Total
Ventoux (GONTARD, 1955)	39	32	60	8
	15			

GONTARD inclut le Ventoux dans le "bloc des hêtraies provençales" avec la Ste Baume et le Lubéron (et la Hêtraie de Lagarde ?). Au vu de ces données, les hêtraies provençales présentent des liens de parenté très forts et l'on peut suivre, à l'intérieur de ce groupe la transition depuis la hêtraie sèche du Lubéron jusqu'à la hêtraie humide du Ventoux.

D'autre part, le Ventoux reçoit également des influences climatiques préalpines qui permettent de la comparer à la Montagne de Lure : d'après MATHON, il existe 60 espèces communes aux deux massifs. Cependant, la hêtraie du Ventoux est elle-même plus sèche que celle de Lure.

On peut noter que *Cardamine heptaphylla* manque au Ventoux et à Albion alors qu'elle est présente à Lure. Inversement, *Arctostaphylos uva-ursi* est très abondant au Ventoux et très rare à Lure.

Ces différences floristiques soulignent l'influence d'un gradient climatique O-E.

Les Hêtraies ont fait l'objet de nombreuses études. On pourra se référer notamment aux travaux de GONTARD (1955) pour le Ventoux, de MATHON (1952) et de MANTZAVELAS (1987) pour la Montagne de Lure.

1.3.1.1. La hêtraie du Ventoux

Le versant sud du Ventoux peut être découpé en 3 secteurs d'après les données bioclimatiques (données météo et étude phytosociologique) et les conditions édaphologiques.

Secteur oriental : c'est un secteur humide et froid.

- par ses caractéristiques climatiques : vent S-SE induisant une pluviosité importante, brouillards intenses et persistants réduisant l'insolation utile.
- par ses caractéristiques édaphiques : le substrat néocommien est peu soumis au régime karstique ce qui permet de conserver l'humidité du sol. De plus, les rayons solaires sont réfléchis sur les plaquettes blanches résultant de l'altération de ce calcaire.

Il s'agit d'une hêtraie médio-européenne humide.

Secteur central : secteur un peu humide mais plus chaud.

- Le substratum est ici plus drainant : c'est du calcaire urgonien fortement karstifié. La pente est régulière et relativement faible. Les rayons du soleil y tombent presque normalement.
- Combiné à l'absence de brouillards, cela contribue à une radiation solaire plus importante. Des caractères climatiques plus xériques apparaissent donc au niveau de ce secteur et sont de plus en plus marqués au fur et à mesure que l'on se déplace vers l'ouest. L'humidité est cependant encore assez forte.

La hêtraie est de type thermo-xérophile ; elle "monte" au fur et à mesure que l'on se déplace vers l'ouest.

Secteur occidental : les caractères xérothermiques sont bien marqués en particulier à cause de la dorsale Nord-Sud qui protège ce secteur du vent du Sud-Est. Il y a peu de brouillards et l'évaporation est intense. Le substratum est également urgonien et contribue ainsi au drainage du sol.

La hêtraie est sèche.

Localement, selon la topographie et en fonction de l'orientation des combes, s'il existe de petits ubacs on trouvera une hêtraie humide, équivalente de celle du versant nord avec développement du Sapin (*Abies pectinata*).

Plus en altitude, les mêmes subdivisions se retrouvent. Cependant, l'influence de la dorsale est moins forte et l'action du vent (sud et nord) devient prépondérante. L'insolation est plus grande mais le froid plus intense.

Le Pin sylvestre et le Pin à crochets se développent.

En fonction de ces différentes conditions les limites inférieures et supérieures de la hêtraie sont variables suivant la localisation (cf. tableau).

Elles varient entre 1150 et 1400 m pour la base inférieure et 1170 et 1600 m pour la limite supérieure. La hêtraie forme ainsi une sorte de biseau où la base inférieure a tendance à rejoindre la limite supérieure vers l'ouest.

Les limites altitudinales de la Hêtraie au Ventoux

Limites inférieures

Crête Est : 1200 m.
 Pointe Sud-Est : 1150 m.
 Base sud : 1170 m.
 Sud-Ouest : 1250 m.
 Ouest : 1400 m.

Limites supérieures

Est col de la Frache : 1600 m.
 Sud-Est : 1400 m.
 Sud : 1600 m.
 Sud-Ouest Hêtraie pure : 1170 m. avec *Pinus uncinata* : 1300 m.
 Ouest : 1800 m.

Notion de dynamisme

D'après GONTARD (1955), "le puzzle climatique du Ventoux ne permet pas les demi-teintes". La hêtraie ne se mélange pas aux groupements du Chêne pubescent, sauf dans les séries régressives. Mais dans ce cas, après dégradation de la hêtraie (coupe par exemple) ce sont toujours ces derniers, plus xériques qui viennent s'installer.

Dans le cas des reboisements de Pins à crochets, par contre, le développement de zones d'ombre et d'humidité favorise la croissance du Hêtre et du Sapin et contribue à la formation d'un peuplement mixte de ces deux espèces.

1.3.1.2. La Hêtraie de Lure

L'étude de MANTZAVELAS (1987) a permis la subdivision des hêtraies en plusieurs groupes en fonction des espèces dominantes puis des facteurs écologiques tels que altitude, humidité du milieu et facteurs trophiques (le découpage n'est pas équivalent à celui de GONTARD, 1955).

Hêtraies-Chênaies de 900 à 1300 m.

Ce sont des taillis de Hêtres et de Chênes accompagnés de *Pinus sylvestris*, *Sorbus aria*, *Acer opalus* avec en sous-bois : *Juniperus communis*, *Cytisus sessilifolius*, *Crataegus monogyna*.

Il existe quatre unités floristiques :

- acidiphile à *Calluna vulgaris*,
- acidicline à *Deschampsia flexuosa* et *Pteridium aquilinum*
- mésoneutrophile
 - * en milieu frais : à *Galium odoratum* et *Festuca heterophylla*,
 - * en milieu sec : à *Luzula nivea* et *Brachypodium pinnatum*,
- thermocalcicole à *Genista hispanica*, *Cytisus sessilifolius* et *Viburnum lantana* avec une variante neutrocalcicole à *Mercurialis perennis*.

Hêtraies de 1300 m au sommet.

Le hêtre est encore en mélange avec le Chêne pubescent vers la limite inférieure et en mélange avec le Sapin à la limite supérieure. Il forme des peuplements purs dans les stations plus fraîches.

Les unités floristiques sont les mêmes. Dans les deux premières, on peut trouver *Salix caprea* et *Populus tremula*.

Hêtraies-pineraies

Elles se situent à la zone de contact entre les Hêtraies pures et les Pineraies qui ont été plantées. Elles se situent donc à des altitudes très variables (1100 à 1600 m).

Dans la strate arborescente, le Hêtre et le Pin sylvestre sont souvent accompagnés de *Sorbus aria*, *Laburnum alpinum* et *Acer opalus*. Dans la strate arbustive, on retrouvera le Hêtre et l'Alisier ainsi que le Houx et *Rubus ideaeus*.

Deux unités s'individualisent.

- acidicline à Canche et Fougère aigle avec *Sorbus aucuparia* et *Salix caprea* en strate arbustive.

Il existe une variante fraîche avec *Galium odoratum* et *Ilex aquifolium* et *Rubus ideaeus* en strate arbustive

- mésoneutrophile à *Festuca heterophylla*.

Hêtraies sapinières de 1450 à 1600 m.

Elles forment la limite supérieure de la végétation forestière et se développent essentiellement dans les vallons d'orientation N-E ou S-O.

Elles se subdivisent en 3 unités floristiques

- acidicline avec *Sorbus aucuparia* et *Laburnum alpinum* dans la strate arborescente. On y distingue une variante à *Juniperus nana* en milieu ouvert.

- mésoneutrophile avec *Galium odoratum* et *Cardamine heptaphylla*.

- neutrocalcicole à *Mercurialis perennis* ainsi que *Acer opalus* dans la strate arbustive.

1.3.2. La série mésophile du Pin sylvestre

Elle est très polymorphe dans les Alpes sud-occidentales et on y distingue plusieurs sous-séries selon la présence des feuillus.

Ainsi, sur le Ventoux et Lure, se développe la sous-série à Hêtre qui est en fait un intermédiaire entre la Pinède mésophile et la Hêtraie mésophile. Cette sous-série se rattache à la Hêtraie à *Androsace chaixii*.

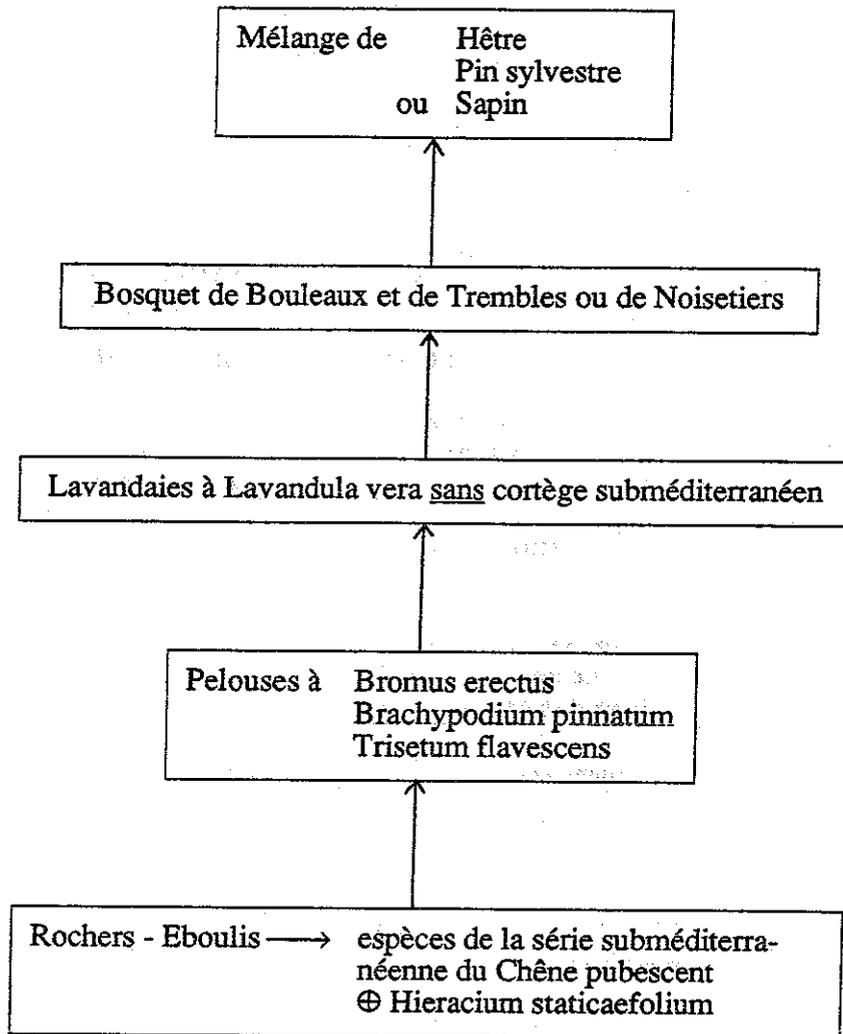
Elle s'intercale dans les différentes successions allant de la pelouse à *Brachypodium pinnatum* et *Bromus erectus* à la Hêtraie.

Le cortège floristique est celui d'une hêtraie fraîche avec *Rhamnus alpina* et *Lonicera alpigena*.

Le Sapin se régénère activement en sous-bois et tend à remplacer le Pin sylvestre ce qui permet de conclure qu'il s'agirait d'une pinède de substitution en accord avec MOLINIER (1971) selon lequel "en région méditerranéenne proprement dite et dans les limites du Sud-Est méditerranéen continental de la France, il n'y a pas de forêts climaciques de résineux".

1.3.3. Notion de dynamisme

Les stades de dégradation de la Hêtraie sont les mêmes que ceux de la série mésophile du Pin sylvestre.



1.4. L'étage subalpin

L'étage subalpin est difficile à délimiter ; OZENDA (1985) en donne plusieurs caractéristiques que l'on peut synthétiser de façon simpliste de la manière suivante : la limite inférieure est constituée par la limite supérieure du Hêtre et la limite supérieure correspond à la disparition de la végétation ligneuse.

Les températures moyennes annuelles sont comprises entre 0,5 °C et 4 °C et les précipitations totales annuelles entre 1000 et 3000 mm.

En exposition sud, sur les hauts sommets et les crêtes calcaires du Ventoux et de Lure, se développe la série supérieure du Pin sylvestre encore appelée série altiméditerranéenne par OZENDA (1985). D'après RAMEAU (comm. pers.), il n'existe pas d'étage subalpin sur ces sommets car le paysage a été très perturbé par l'homme et vraisemblablement, la hêtraie devait arriver jusqu'au sommet (du moins pour la Montagne de Lure). Le Pin sylvestre ne constituerait donc pas une série.

Le climax est une végétation presque asylvatique : les Pins sylvestres sont rares et mal venus, sous forme de petits bosquets, en mélange parfois, surtout sur le Ventoux, avec quelques Pins à crochets (sous-série de la série du mélèze) avec le Génévrier nain en strate herbacée.

Les pentes très raides sont d'abord colonisées par des groupements d'éboulis à *Crepis pygmaea* et *Viola cenisia* puis par des pelouses écorchées, à faible recouvrement herbacé, à *Sesleria coerulea* et *Carex sempervirens*.

Sur les terrains moins pentus peuvent se développer des formations plus couvrantes, les landines, à *Astragalus sempervirens* avec quelquefois quelques arbustes. Le passage au climax est alors possible.

2. Quelques données chiffrées

2.1. Les résultats du deuxième cycle de l'inventaire

Les tableaux suivants donnent les surfaces occupées par les formations boisées d'après les résultats de l'Inventaire Forestier National (1er cycle et 2ème cycle respectivement pour le premier et le deuxième inventaire).

Ces chiffres ont une valeur indicatrice pour notre zone d'étude, mais ne la reflètent pas exactement.

En effet, les trois régions IFN concernées ont une surface sensiblement plus étendue, sur des milieux assez différents (elles englobent le versant Nord du Ventoux et de Lure, la vallée du Jabron, et une partie des terrains tertiaires au S-E de la zone).

Mais on peut supposer que les grandes tendances restent valables.

On constate d'après les résultats du deuxième cycle de l'inventaire que le taux de boisement est toujours supérieur à 55 %.

Le Ventoux est un peu particulier, puisque, boisé à 75 %, il supporte autant de résineux que de feuillus ce qui s'explique par l'origine artificielle de nombreux peuplements.

Ailleurs, la proportion feuillus-résineux est de 3/4-1/4.

L'essence dominante est toujours le Chêne pubescent, surtout sur les Plateaux et Monts de Vaucluse (52 % de la surface) et occupe, sur les 3 régions, 47 % des surfaces boisées. Puis, selon la région, on trouve le Chêne vert (plateaux et Monts de Vaucluse), le Pin noir (Ventoux) ou le Hêtre (Lure).

Le Pin sylvestre occupe dans les trois régions des surfaces importantes, et globalement, est la deuxième essence dominante sur l'ensemble des trois zones (12,6 % de la surface).

Concernant la nature de la propriété, la disparité est très grande selon les régions, puisque le Ventoux ne comprend que 23 % de forêts non soumises, cette proportion s'élevant à 61 % sur la Montagne de Lure, pour atteindre 80 % sur les Plateaux et Monts de Vaucluse.

Selon le type de propriété forestière, la composition de la forêt sera différente. Dans les forêts non soumises les feuillus tiennent toujours plus de place surtout sur les Plateaux et Monts de Vaucluse (plus des 3/4 de la surface occupée par ces forêts) et sur la Montagne de Lure (plus de 2 fois plus que les résineux). Pour le Ventoux, les résineux sont légèrement dominants.

FORMATIONS BOISEES (en ha)

Région IFN - 1er cycle d'inventaire

		Plateaux et Monts de Vaucluse			Mont Ventoux			Montagne de Lure		
Surface totale		120.770			20.600			38.500		
Surface boisée (totale)		65.700			13.550			21.750		
Taux de boisement		54,4 %			65,8 %			56,5 %		
Formations boisées de production - Surface par essences prépondérantes.										
		S	NS	Total	S	NS	Total	S	NS	Total
FEUILLUS		6.450	33.620	40.070	2.240	770	3.010	2.150	6.500	8.650
Chêne pubescent		2.730	5.650	8.380	620	690	1.310	--	--	--
Chêne vert		510	660	1.170	880	--	880	2.600	3.300	5.900
Hêtre		--	400	400	--	--	--	100	100	200
Autres feuillus		9.690	40.330	50.020	3.740	1.460	5.200	4.850	9.900	14.750
RESINEUX		1.460	8.050	9.510	1.270	1.240	2.510	1.200	2.650	3.850
Pin sylvestre		730	610	1.340	2.870	260	3.130	1.500	100	1.600
Pin noir		940	2.520	3.460	--	30	30	--	--	--
Pin d'Alep		260	170	430	830	--	830	100	--	100
Cèdre de l'Atlas		100	240	340	1.660	100	1.760	550	400	950
Autres résineux		3.490	11.590	15.080	6.630	1.630	8.260	3.350	3.150	6.500
TOTAL RESINEUX		13.180	51.920	65.100	10.370	3.090	13.460	8.200	13.050	14.750
TOTAL										

S = Forêt soumise au régime forestier

NS = Forêt non soumise au régime forestier

Source = IFN 1er cycle

FORMATIONS BOISEES (en ha)
Région IFN - 2è cycle d'inventaire

	Plateaux et Monts de Vaucluse	Mont Ventoux	Montagne de Lure
Surface totale	121.706	19.809	38.612
Surface boisée (totale)	68.313	14.934	22.094
Taux de boisement	56,1 %	75,4 %	57,2 %
Surface des Landes	17.792 (14,6 %)	2.683 (13,5 %)	9.376 (24,3 %)
Formations boisées de production - Surface par essences prépondérantes			
FEUILLUS	Chêne pubescent	4.038	8.952
	Chêne vert	2.299	--
	Hêtre	688	5.380
	Autres feuillus	--	1.307 (dont 350 Ch. rouvre)
	TOTAL FEUILLUS	7.025 (50,4 %)	15.369 (75,0 %)
RESINEUX	Pin sylvestre	2.032	2.737
	Pin noir	2.979	1.470
	Pin d'Alep	--	--
	Cèdre de l'Atlas	768	219
	Autres résineux	1.127	523
TOTAL RESINEUX	6.906 (49,6 %)	5.219 (25,0 %)	
TOTAL	66.961	13.931	20.858

Comparaison des deux cycles d'inventaire

	Plateaux et Monts de Vaucluse			Mont Ventoux			Montagne de Lure		
	1975	1984	Variation	1975	1984	Variation	1975	1984	Variation
	1976	1985		1976	1985		1976	1985	
Surface totale	65.700	68.313	+ 4,0 %	13.550	14.934	+ 10,2 %	21.750	22.094	+ 1,6 %
Surface des landes	84	9.266	- 21%						
	04	8.526	+ 23 %						
Surface totale des landes	18.660	17.792	- 4,7 %	4.800	2.683	- 44%	11.550	9.376	- 18,8 %
Chêne pubescent	40.070	34.688	-13,4 %	3.010	4.038	+ 34,1 %	8.650	8.952	+ 3,4 %
Chêne vert	8.380	10.219	+ 21,9 %	1.310	2.299		--	--	
Hêtre	1.170	3.857		880	688		5.900	5.380	- 8,8 %
Pin sylvestre	9.510	8.022	- 15,6 %	2.510	2.032		3.850	2.737	- 29,0 %
Cèdre de l'Atlas	430	1.347		830	768		100	219	

Les variations ne sont données que lorsque les surfaces concernées sont importantes. En effet, lorsque le chiffre est petit, il est souvent du même ordre que l'incertitude statistique qui l'entoure, et la comparaison de chiffres de cet ordre est alors aléatoire.

En résumé, le Chêne pubescent occupe plus de la moitié des surfaces boisées. La deuxième essence forestière est le Pin sylvestre (sur plus de 10 % de la surface boisée) suivi du Chêne vert et du Hêtre.

2.2. Comparaison des deux cycles d'inventaires

On peut constater sur l'ensemble des trois zones une augmentation sensible du taux de boisement (jusqu'à 10 % sur le Ventoux). La surface occupée par les landes a quant à elle régressé, surtout sur le Ventoux. A noter que la relative stabilité des landes sur les Plateaux et Monts de Vaucluse masque une évolution diamétralement opposée entre les deux départements (-21 % dans le Vaucluse, + 23 % dans les Alpes de Haute-Provence), ce qui laisse supposer une certaine hétérogénéité dans cette région.

Pour ce qui concerne les essences, le Pin sylvestre régresse en tant qu'essence dominante sur les trois régions (20 % de surface en moins). Les variations de surface en Chêne pubescent sont difficiles à analyser puisqu'elles augmentent fortement sur le Ventoux et diminuent sur les Plateaux et Monts de Vaucluse. Sur cette même région, on constate une forte augmentation des surfaces en Chêne vert et Hêtre.

3. Le cas des reboisements

3.1. Les forêts de substitution

Les peuplements résineux occupent de grandes surfaces soit parce qu'ils ont été favorisés par le traitement sylvicole ou implantés lors des reboisements soit parce que ce sont des essences colonisatrices par leur dynamisme et leurs faibles exigences écologiques.

Ils se trouvent ainsi souvent sur des zones où la forêt d'équilibre serait constituée de feuillus ou d'autres espèces de résineux.

On appelle ces peuplements des forêts de substitution car le résineux remplace le feuillu. C'est le cas du Pin sylvestre qui se substitue au Chêne pubescent dans le supraméditerranéen.

La plupart du temps l'essence climacique repousse sous le couvert du résineux.

3.2. Les reboisements

Les incendies ne constituent pas de véritables fléaux pour la zone d'étude. C'est surtout le surpâturage et l'exploitation abusive des forêts qui ont motivé les reboisements suite à l'érosion rapide des sols.

La zone d'étude a fait très tôt l'objet de nombreux essais de reboisements en particulier sur le versant sud du Ventoux.

3.2.1. Historique des reboisements

Une première phase de reboisement a débuté en 1860 à la suite des différentes lois sur la Restauration des Terrains en Montagne.

Sur la Montagne de Lure, ces reboisements ont concerné essentiellement le versant nord.

Sur les Plateaux et Monts de Vaucluse, plusieurs reboisements par semis de Chênes, de Pins d'Alep et de Pins noirs ont été effectués mais les résultats obtenus ne sont pas toujours en rapport avec l'investissement. Quelques pinèdes de Pins noirs et de Pins d'Alep ont donné de beaux peuplements à Murs au Jas de Laurent.

C'est sur le Ventoux que les résultats ont été les plus spectaculaires. Il faut dire que la région avait été soumise à une déforestation importante très tôt dans son histoire. Un rapide retour dans le temps permettra de comprendre l'état de dépouillement dans lequel se trouvait le Ventoux quand il a été repris en main par les forestiers.

Le 1er janvier 1250, le Seigneur Barral des Baux, fit don de ses terres à la commune de Bédoin et à ses habitants. Avec l'accroissement de la population aux XII^e et XIV^e siècles, l'exploitation de la montagne s'intensifie et le défrichement et le pâturage entraînent un dénudement important de la surface. Pétrarque nous décrit le Ventoux comme "une masse de terre et de roches taillées à pic et à peu près inaccessibles". Dès 1830, une première mesure est prise pour la sauvegarde du patrimoine forestier du Ventoux : la forêt est soumise au régime forestier. C'est suite à la décision ministérielle de 1861 que les premiers reboisements sont entrepris. La carte donne l'état des peuplements en 1860. On peut observer 100 ans plus tard, l'extension qu'a pris le Chêne pubescent et la place importante qu'occupe le Cèdre ainsi que le Pin noir d'Autriche.

Une deuxième phase de reboisement a consisté en une plantation massive de Pins noirs d'Autriche dès la fin du siècle dernier.

Plus tard, de nombreux reboisements ont été entrepris dans les années 30 (en particulier de 37 à 38 avec les chantiers destinés à lutter contre le chômage). Ainsi, dans la forêt domaniale de St Lambert, des Cèdres et des Pins ont été introduits en bandes dans les taillis ou en peuplements pleins sur d'anciennes parcelles agricoles.

C'est également à cette époque que de nouvelles essences ont été introduites en forêt domaniale : Sapins de céphalonie, Sapins concolor, Epicéas, Mélèzes et Cèdres. Parmi toutes ces essences, seul le Cèdre a donné de bons résultats autant sur le Ventoux que sur la Montagne de Lure.

3.2.2. Les peuplements de reboisement

Le Chêne vert a été en général planté dans les limites altitudinales correspondant à sa série. Le sol est la plupart du temps squelettique mais, cette essence étant relativement résistante à des conditions climatiques et édaphiques difficiles, les plantations ont réussi presque partout.

Les Chênes à feuillage caduque ont été largement utilisés, sur le versant sud du Ventoux en particulier. Il s'agit en fait du Chêne pubescent, du Chêne sessile et de leur hybride que l'on trouve en général plus haut que le Chêne pubescent (ils peuvent être cependant présents plus bas si le sol est plus profond).

Les différents reboisements en Chênes présentent à peu près la même composition floristique car les peuplements sont soumis au même mode d'exploitation (le taillis) et les sols sont dans les deux cas très érodés.

Par contre, les relevés dans les reboisements de Chêne pubescent sont nettement distincts de ceux de la végétation naturelle de la série supraméditerranéenne du Chêne pubescent (résultats de THINON, 1979). En effet, dans les peuplements naturels, les espèces méditerranéennes régressent alors qu'apparaissent des espèces sylvatiques, notamment celles de la hêtraie-sapinière.

Parmi toutes les essences de reboisement, c'est le Chêne pubescent qui est le plus apte à reconstituer un sol car il l'enrichit en matière humique d'autant plus que la litière se décompose rapidement.

Parmi les autres essences indigènes, quelques plantations de Hêtre ont été effectuées dans les peuplements naturels.

Le Pin sylvestre et le Pin à crochets ont été introduits çà et là, à des altitudes très variées. Le premier a donné de bons résultats dans la série supraméditerranéenne du Chêne pubescent ainsi que dans sa propre série supérieure.

Le Pin à crochets ne donne pas de bons résultats à faible altitude ; il se comporte bien dans la série subméditerranéenne du Hêtre et du Sapin.

Parmi les essences introduites, on a récemment fait des essais avec des Sapins méditerranéens (Sapin de Céphalonie, Sapin de Nordmann).

D'autres essences avaient été introduites auparavant : le Mélèze, le Pin laricio, le Pin cembro mais les essences les plus largement utilisées et qui ont donné les meilleurs résultats sont le Pin noir et le Cèdre.

Le Pin noir d'Autriche a été utilisé très largement. Il a été introduit dans la série supra-méditerranéenne du Chêne pubescent en peuplements purs (il forme avec le Pin à crochets la "série résineuse de Perrache") ou en mélange. Ces peuplements sont très pauvres floristiquement du fait d'une forte accumulation d'une litière qui se décompose mal. Le Hêtre et le Sapin se régénèrent bien dessous.

Le Cèdre de l'Atlas a donné des résultats spectaculaires sur la Montagne de Lure et surtout sur le Ventoux où ses peuplements en futaie jardinée forment la fameuse "série des Cèdres de Rolland".

Son introduction au Ventoux remonte à 1861 sous la direction de Monsieur TICHADOU, forestier en Algérie. Les graines provenant de l'Atlas algérien furent semées puis les jeunes plants repiqués sur 15 ha. Par régénération naturelle et avec l'aide du mistral, le Cèdre s'est largement étendu. Il couvrait en 1960 330 ha (MAURY, 1960) et occupe actuellement 800 ha.

La troisième génération arrive actuellement à maturité. L'espèce s'est donc parfaitement naturalisée. On le trouve en peuplements purs ou en mélange avec le Chêne pubescent.

Le Hêtre descend assez bas sous le couvert du Cèdre. Le Sapin s'y développe également.

4. Les aménagements

4.1. La montagne de Lure

Un PIDAF a été établi sur le versant sud en 1987.

Les DIRLAM des forêts domaniales sont fournies par l'ONF de Sisteron. C'est sur ces documents que sont basés les paragraphes suivants.

4.1.1. Les différents objectifs assignés à la forêt

Les principaux objectifs dans la gestion des forêts de la Montagne de Lure sont la production et la protection, le deuxième étant toujours plus ou moins associé au premier de façon implicite.

- Les séries de production peuvent être réalisées sur l'ensemble du versant sud, sur des terrains moyennement pentus pour des raisons d'accessibilité.

Les produits fournis sont le bois de chauffage et le bois d'oeuvre et d'industrie.

- Sur les hauts de versant, l'objectif principal est la protection : les espaces vides sont boisés dans un but de protection physique, les boisements existants sont conservés et non exploités.
- Certaines parties de la forêt, très localisées, sont réservées à l'accueil au public (c'est le cas pour l'abbaye de Lure par exemple).
- Un objectif pastoral et paysager peut être envisagé sur les pelouses de la crête ou dans les taillis de hêtre des zones sommitales. On conserve alors les espaces vides des sommets ou les boisements existants qui ne sont pas rentables mais qui se maintiennent en place naturellement.

4.1.2. Les essences forestières - La sylviculture

- **Le Chêne pubescent** : c'est l'essence forestière principale sur le versant sud.

Il se présente sous forme de taillis de 3 à 13 m à 30 ans avec une production moyenne de 1 à 3 m³/ha/an (jusqu'à 6 m³/ha/an dans le meilleur des cas).

Les modèles de sylvicultures applicables au Chêne pubescent dans le supraméditerranéen sont choisis en fonction des classes de hauteur dominante.

Classe 1 : enrichissement des taillis : valorisation par plantation de feuillus précieux (orientations vers le noyer).

Classes 2 à 4 : traitement en taillis simples : coupe rase sans réserve de baliveaux tous les 40 ans.

- Il faut éviter :
- le vieillissement du taillis : on préconise donc le recépage des souches au ras de terre.
 - des coupes sur des surfaces trop importantes (> 50 ha) qui entraîneraient une dégradation rapide des sols et des ouvertures trop grandes dans le paysage.

Sont à l'étude les différentes modalités de régénération par semis afin d'orienter le traitement vers la futaie. Il s'agit d'introduire des essences plus productives.

Toutes classes enrichissement en résineux. On utilise le Cèdre en général planté par placeaux (50 plants/ha), par ligne de dissémination (tous les 100 mètres) ou par bandes de 10 à 12 mètres de largeur (110 plants/ha).

transformation en résineux : le Cèdre est utilisé également à 1100 plants/ha.

Dans certains cas (en bas de pente, dans les fonds de vallons et en ubac) on peut introduire le Sapin de Bornmuller ou le Sapin de Céphalonie.

Dans le cas d'un enrésinement naturel (c'est le cas souvent avec le Pin noir) on peut favoriser le départ des semis naturels en coupant le taillis.

La trufficulture naturelle ou artificielle doit être favorisée car elle est d'un rapport très intéressant malgré les contraintes imposées au départ et pour son entretien.

• **Le Hêtre**

C'est la deuxième essence forestière du versant sud de la Montagne de Lure.

On le trouve à des altitudes variables selon l'exposition. Il apparaît en général vers 1000 m en exposition sud.

On distingue 3 types de peuplements :

- sur les pentes très fortes : il est logé à la même enseigne que le chêne pubescent. De qualité médiocre, il atteint avec peine les 2 mètres. Il n'est pas exploitable mais les peuplements sont conservés dans un but de protection.
- dans les vallons ou sur les replats, le hêtre peut être exploitées autrement que pour le bois de chauffe (bois de sciage par exemple).
- les autres peuplements sont des taillis de qualité moyenne exploités pour le bois de feu bien que cette essence soit beaucoup moins apprécié que le Chêne pubescent.

Le hêtre a une croissance très lente : 2 à 3 m³/ha/an en taillis. Il peut atteindre 5 m³/ha/an en futaie.

Il se régénère très bien sous les peuplements de Pins sylvestres.

- ◆ Il existe quelques peuplements de hêtraie-sapinière dans les combes exposées à l'est.

La sylviculture proposée dans le but de favoriser la régénération du Sapin pectiné est une futaie jardinée par bouquets avec des travaux de dégagement des semis naturels après la coupe.

- ◆ La hêtraie (1200 ha en Forêt domaniale) : elle occupe souvent les hauts de versants au-delà de 1000 m.

Les traitements envisagés :

- futaie régulière (exploitable à 120 ans) avec régénération par trouées de 1/2 à 1 ha sur semis acquis.
- orientations vers une futaie mélangée feuillus-résineux par complément de régénération en Sapin de Nordmann (dans les meilleures stations).
- taillis bas sur la crête, dans les stations les plus difficiles.

• *Le Pin sylvestre*

Ce sont des peuplements médiocres en général. Le port est bas et tortueux ; il atteint des hauteurs comprises entre 5 et 15 m et fournit une production moyenne de 3 m³/ha/an.

Grâce à ses facilités de régénération, il colonise activement les milieux ouverts. Il constitue ainsi la troisième essence principale sur le versant sud de la Montagne de Lure.

La sylviculture préconisée est

- le maintien en futaie régulière (exploitable à 80 ans) pour la papèterie,
- la transformation-substitution en Pin noir, Cèdre ou Sapin méditerranéen.

• *Le Pin noir*

Son introduction dans la zone date des reboisements RTM de la fin du siècle dernier. Il produit 5 à 6 m³/ha/an mais est surtout présent en versant nord (hors zone d'étude).

La qualité des peuplements est bonne.

Les peuplements sont traités en futaie régulière avec des coupes d'éclaircie et des coupes d'ensemencement selon la densité des peuplements.

• *Le Chêne vert*

Il se présente sous la forme de taillis bas de 2 à 8 m (à 30 ans) de faible production (1 m³/ha/an).

Plusieurs types de sylviculture peuvent être appliqués :

- maintien en taillis : coupe rase sans réserve de baliveaux tous les 40 ans comme le Chêne pubescent.
- conversion en futaie sur souche pour obtenir un sous-bois propre dans un but de protection contre l'incendie.
- transformation en futaie mélangée feuillus-résineux avec introduction du Sapin de Céphalonie ou du Pin de Salzmann.

• *Le Pin d'Alep*

Sa production varie de 1 à 4 m³/ha/an.

L'objectif du traitement est ici orienté vers la protection contre l'incendie. Les peuplements sont traités en futaie par parquets de 1 à 2 ha.

On favorise l'installation d'un sous-bois de feuillus : chêne vert ou chêne pubescent.

• *Le Cèdre*

Les plus vieux Cèdres existants, près des maisons (commune de Cruis, Revest du Bion) ou en bord de route (commune de St Etienne-les-Orgues) sont des arbres d'ornement.

Les peuplements naturels sont issus de ces arbres des plantations récentes ont été effectuées, sur calcaire fissuré.

Essence de pleine lumière, le Cèdre est souvent branchu. Des travaux d'élagage permettraient une meilleure valorisation.

• *Le Pin maritime*

On le trouve sur les calcaires décarbonatés du plateau de Sault (commune de Revest du Bion). Mais on lui préfère souvent le Pin noir ; il n'occupe donc pas de surface importante sur la zone.

4.2. Les Monts de Vaucluse - Le Ventoux

Les Monts de Vaucluse ont été subdivisés, dans le département du Vaucluse, en deux parties faisant chacune l'objet d'un PIDAF.

La partie des Monts de Vaucluse située dans les Alpes de Haute-Provence n'a pas été traitée.

Les ORLAM portent sur une surface beaucoup plus grande puisqu'une partie du Ventoux est incluse (dont la forêt communale de Bédoin) ainsi que le Lubéron. La zone est limitée également au département du Vaucluse.

La région du Plateau de St Christol n'est pas prise en compte.

Les objectifs principaux sont résumés dans le tableau suivant. L'orientation est sensiblement la même que celles données pour les forêts de la Montagne de Lure.

Les essences et les modèles de sylviculture applicables sont donnés par essence et ne varient pas beaucoup par rapport à la Montagne de Lure.

TYPE DE SERIE	OBJECTIF PRINCIPAL	OBJECTIF SECONDAIRE (éventuellement)	CONSISTANCE
Production	<ul style="list-style-type: none"> - Bois d'oeuvre ou d'industrie (résineux) - Bois de chauffage (feuillu) 	- Accueil du Public (promenade)	Boisements constitués ou à constituer (enrichissement) là où d'autres impératifs (préservation de milieux, d'espèces) ne s'y opposent pas.
Protection physique	- Lutte contre l'érosion, maintien des terres.	- Production	Boisements constitués ou à constituer là où un risque d'érosion accusé (terrains marneux principalement) existe (cas très limités).
Protection paysagère	<ul style="list-style-type: none"> - Maintien du paysage actuel (perçu à distance) - Environnement immédiat de sites naturels 	- Production (chauffage)	Boisements constitués visibles depuis les sites fréquentés ou constituant eux-mêmes le fond visuel de sites de caractères (villages) Importance surtout l'hiver (roussissement du feuillage).
Accueil du public	- Récréation	- Paysager	Zones particulièrement fréquentées par le public (Aires de pique-nique ...).
Réserves biologiques	- Conservatoire des espèces végétales ou animales, ou des biotopes, ou des sites.	- Accueil (restreint et contrôlé) du public	Zones d'intérêt biologique, (ou géologique, archéologique ...) dont Pelouses.
Hors-cadre	- Néant	- Protection physique, paysage	Zones rocheuses inaccessibles, interventions à exclure.

Bibliographie citée et consultée

- AUBERT G., 1983 - Utilisation des relations sol-climat-végétation dans la recherche des potentialités forestières en Provence calcaire littorale - *Bull. Mus. Hist. Nat. Marseille*, T43, pp. 31-54.
- BARBERO M., 1981 - Les fruticées de la zone bioclimatique méditerranéenne à Chêne pubescent : structure, dynamique, zonage, utilisation et protection, biomasse - *Forêt méditerranéenne*, T III, n° 2, décembre 1981.
- BARBERO M., DU MERLE P., GUENDE G., QUEZEL P., 1978 - La végétation du Mont Ventoux - *La Terre et la Vie. Le massif du Ventoux, Vaucluse. Eléments d'une synthèse écologique*, pp. 21-38.
- BARBERO M. et QUEZEL P., 1987 - La végétation du Mont Ventoux. Diversité, stabilité et utilisation actuelle des écosystèmes - *Voyage autour du Mont Ventoux. Etudes vauclusiennes*, n° spécial 3, pp. 79-84.
- BONIN G., THINON M., 1980 - Relations entre variables du "milieu édaphique" et groupements végétaux préforestiers et forestiers au Mont Ventoux - *Ecologia mediterranea*, n° 5, pp. 315-326.
- CHARLES J.P., 1990 - Etude floristique et biogéographique des hêtraies du Grand Lubéron - *Bull. Soc. Linn. Provence* T41, pp. 89-103.
- CHARLES J.P., 1991 - Une hêtraie à *Androsace chaixii* dans le massif de la Sainte-Baume - *Bull. Soc. Linn. Provence* T42, pp. 59-62.
- CHONDROYANNIS P., 1987 - Reboisement et gestion forestière au Mont Ventoux - *Voyage autour du Mont Ventoux. Etudes vauclusiennes*, n° spécial 3, pp. 99-103.
- CHONDROYANNIS P., 1988 - Reboisement et gestion forestière au Mont ventoux - *Forêt méditerranéenne*, T X, n° 1, juillet 1988.
- DOUGUEDROIT A., 1980 - Les périmètres de reboisement dans les Alpes Maritimes - Géographie, écologie, histoire - *EDISUD. Connaissance du monde méditerranéen*, 550 p.
- DUCHE Y., 1983 - Etablissement de classes de croissance des peuplements de Chêne pubescent en Provence. Analyse de leurs facteurs explicatifs - *Etude FEOGA. Mémoire ENITEF*, 107 p. + annexes.
- GIRERD B., 1978 - Inventaire écologique et biogéographique de la flore du département de Vaucluse - *Thèse d'Université Aix-Marseille III*, 364 p.
- GOMBAULT C., 1986 - Etude des grands types des stations forestières méditerranéennes. Première synthèse de l'autécologie des essences de reboisement - *Mémoire de stage ENITEF*, 66 p. + annexes.
- GONTARD P., 1955 - Contribution à l'étude géobotanique du MONT-VENTOUX en PROVENCE (Etages supérieurs) - 4 Tomes. *Thèse d'Etat. Sciences Naturelles. Faculté des Sciences de Montpellier*.
- IFN, ? - Département du Vaucluse (résultats de l'Inventaire Forestier) - 188 p.
- IFN, 1984 - Département des Alpes de Haute-Provence. Résultats du deuxième inventaire forestier - Tomes 1 et 2 - 196 p. + 241 p.

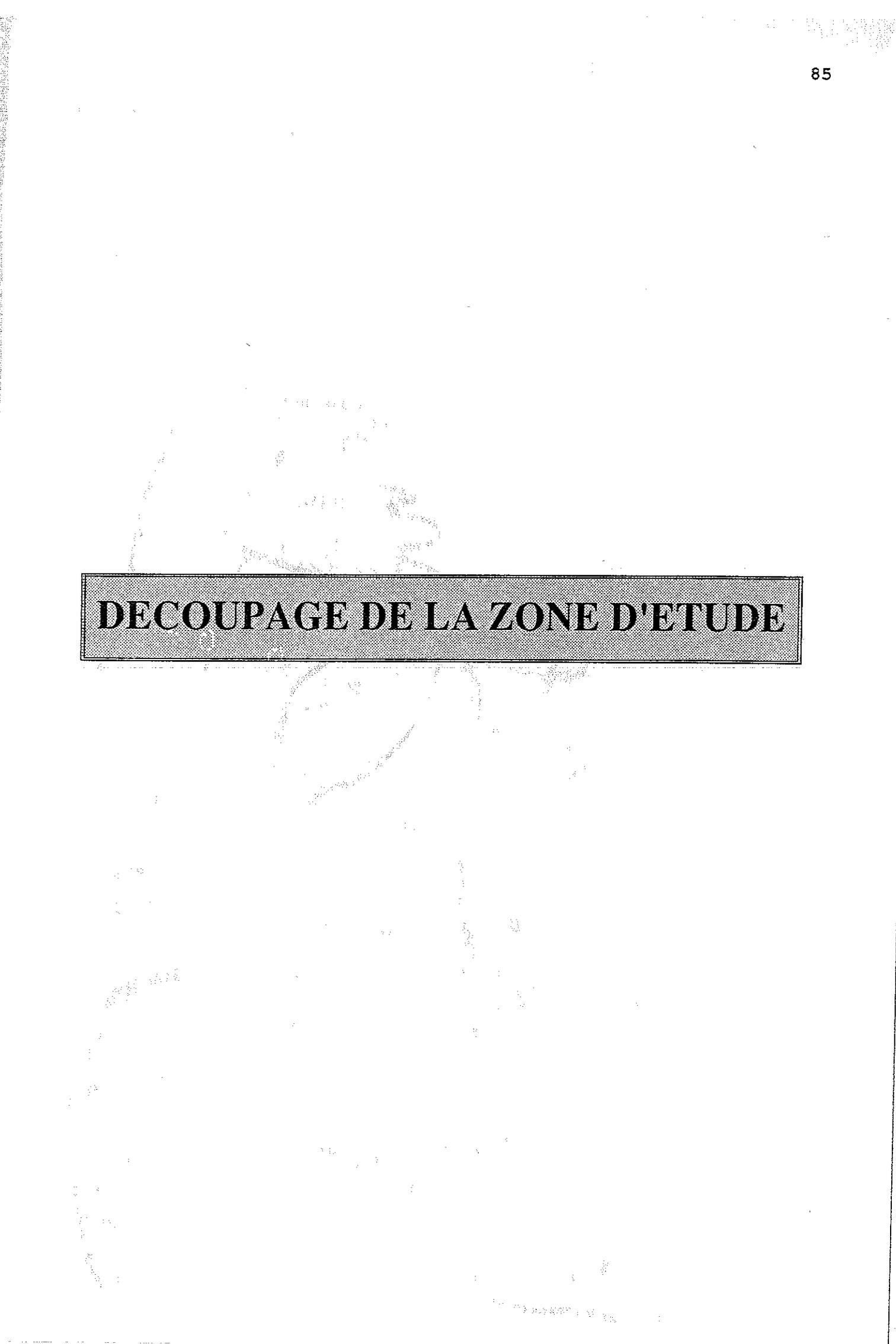
- LAURENT L., 1935, 1936, 1986, 1987, 1989 - Catalogue raisonné de la flore des Basses-Alpes (Alpes de Haute-Provence) - *Tome 1 fasc 1 à 6, tome 2, tome 3, tome 4, tome 5.*
- MANTZAVELAS A., 1987 - Etude phytoécologique et dynamique en vue d'une typologie de stations dans la montagne de Lure (Alpes du Sud) - *DEA "Biologie végétale et forestière (option milieu naturel)". CEMAGREF Aix - ENGREF Nancy, 136 p.*
- MATHON Cl.Ch., 1952 - Description, écologie et dynamique de quelques phytocénoses en Haute Provence occidentale (Montagne de Lure) - *Université Toulouse. section sciences, 215 p.*
- MAURY R., 1960 - Le reboisement de la forêt de Bédoin et son enseignement - *Annales de l'Ecole Nationale des Eaux et Forêts et de la Station de Recherches et Expériences. Tome XVII, fascicule I, pp. 121-153.*
- MAZADE M. et NEGRE R., 1973 - Conditions écologiques d'implantation des semis de Cèdre au petit Lubéron - *Boletim da sociedade broteriana. Vol. XLVIII, 2è série, pp. 213-273.*
- MAZZOBEL F., 1986 - Les problèmes sylvicoles des taillis de Chêne pubescent en région méditerranéenne. Premiers résultats - *Etude n° 39. CEMAGREF, 62 p. + annexes.*
- MOLINIER R., 1952 - La hêtraie de la forêt domaniale de la Sainte-Baume (Var) - *Bull. Mus. Hist. nat. Marseille, 12, pp. 63-85.*
- MOLINIER R., 1971 - La forêt méditerranéenne en Basse Provence - *Bull. du muséum d'histoire naturelle de Marseille. Tome XXXI, pp. 5-76.*
- MOUGIN P., 1917 - Les forêts communales de Vaucluse - *Revue des Eaux et Forêts, pp. 161-199.*
- O.N.F. - Orientations locales d'aménagement. Région Monts de Vaucluse-Lubéron - *36 p. + annexes.*
- OSTERMEYER R., 1985 - Evolution des taillis de Chêne pubescent dans les Alpes du Sud. Rapport d'installation d'un chantier expérimental en forêt domaniale de Lure (04) - *Etude n° 39. CEMAGREF - Texte : 72 p. - Annexes : 36 p.*
- OZENDA P., 1981 - Végétation des Alpes du Sud - Occidentales. Notice détaillée des feuilles de Gap, Larche, Digne, Nice, Antibes - *Carte de la végétation de la France au 1/200 000è - Ed. CNRS, 258 p.*
- OZENDA P., 1985 - La végétation de la Chaîne alpine dans l'espace montagnard européen - *Ed. MASSON, 331 p.*
- OZENDA P., PAUTOU G., PORTECOP J., 1970 - Carte de la végétation de la France - Feuille de Digne, n° 67 au 1/200 000è - *CNRS.*
- PONS A., 1952 - La hêtraie du Grand Lubéron - *Bull. Soc. Bot. de France, 99, pp. 187-191.*
- QUEZEL P., 1950 - Les groupements rupicoles calcicoles dans les Alpes Maritimes. Leur signification biogéographique - *Bull. Soc. Bot. Fr., 97, pp. 181-192.*
- THINON M., 1978 - Quelques aspects floristiques et pédologiques de l'incidence écologique des reboisements du Mont Ventoux - *La Terre et la Vie. Le massif du Ventoux, Vaucluse - Eléments d'une synthèse écologique, pp. 67-109.*

- THINON M., 1979 - Incidence écologique des reboisement du Mont Ventoux (Vaucluse). Aspects floristiques et pédologiques - *Thèse 3è cycle écologie méditerranéenne. Faculté St Jérôme, 117 p.*
- TOMASELLI R., 1949 - Contribution à l'étude de la végétation des Monts de Vaucluse (1ère note : La Hêtraie) - Bull. Soc. Bot. de France, fasc. 7-9. p. 197.
- VEZZA A., 1984 - Analyse des changements écologiques dans un espace rural en crise : l'exemple des pays du Ventoux - *Thèse 3è cycle Aix-Marseille III, 97 p.*

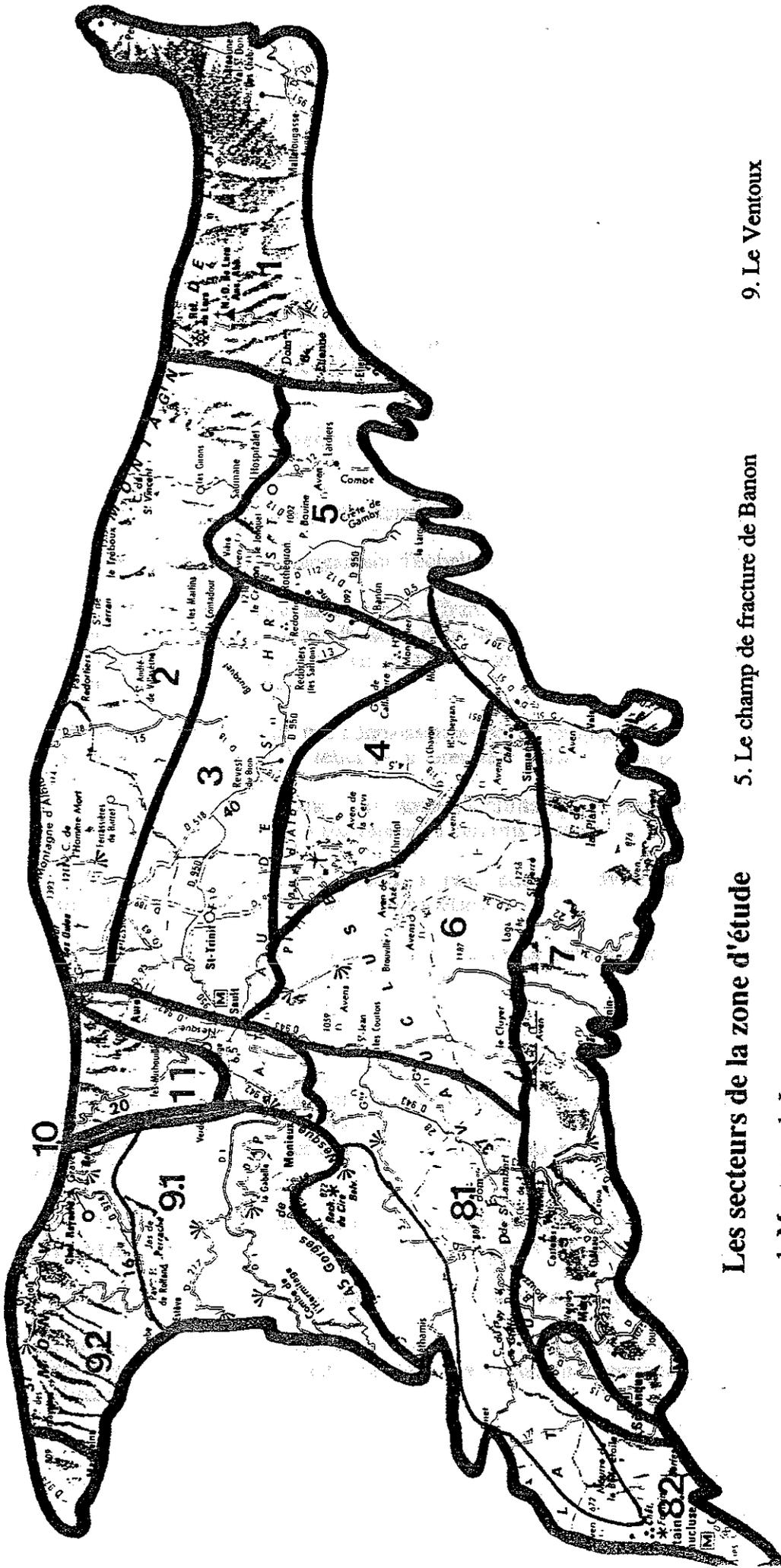
Carte de la végétation de la France au 1/200 000è

- Feuille de Digne (par OZENDA).

2^{ème} PARTIE



DECOUPAGE DE LA ZONE D'ETUDE



Les secteurs de la zone d'étude

1. Montagne de Lure
2. Montagne d'Albion
3. Plateau d'Albion
4. Région des Karsts

5. Le champ de fracture de Banon

6. Les collines de St Christol
7. Le versant sud
8. Les plateaux de Vaucluse
 1. Plateaux
 2. Pentes

9. Le Ventoux

1. Plateaux et Pentes douces
2. Pentes moyennes

10. Le versant Est

11. Le Ventouret

DECOUPAGE DE LA ZONE D'ETUDE

Dans cette première partie, nous avons décrit les grands traits de la zone d'étude en touchant aux diverses disciplines nous intéressant pour la typologie des stations.

Nous avons ainsi une description des principales variations des facteurs du milieu à prendre en compte dans notre typologie en ce qui concerne :

- la géologie (histoire et sédiments en affleurement)
- les formations superficielles et les sols
- le relief
- le climat
- le facteur humain et la végétation

Dans cette deuxième partie nous allons localiser en quelque sorte toutes ces variations.

Cela implique un changement d'échelle à deux niveaux (zoomages successifs).

-Tout d'abord, nous allons nous affranchir de la complexité de la zone du fait de son extension spatiale. Nous la subdivisons dans un premier temps en secteurs d'après les grands reliefs, nos connaissances sur les grandes lignes du climat et la répartition des divers sédiments dans le paysage.

-Ensuite, à partir de nos connaissances sur la géologie, les formations superficielles et les sols, en relation avec le relief (voir première partie), nous pouvons établir des modèles géo-morpho-pédologiques.

Ces modèles, combinés aux données climatiques, permettent de subdiviser chaque secteur en unités, homogènes par rapport à certains facteurs.

-A l'intérieur de chaque unité, il peut encore y avoir des variations par rapport à d'autres facteurs qui n'ont pas servi à les définir.

C'est pourquoi cette échelle d'unité à laquelle nous sommes arrivés reste inférieure ou égale à l'échelle de station.

Nous avons ainsi individualisé 11 secteurs.

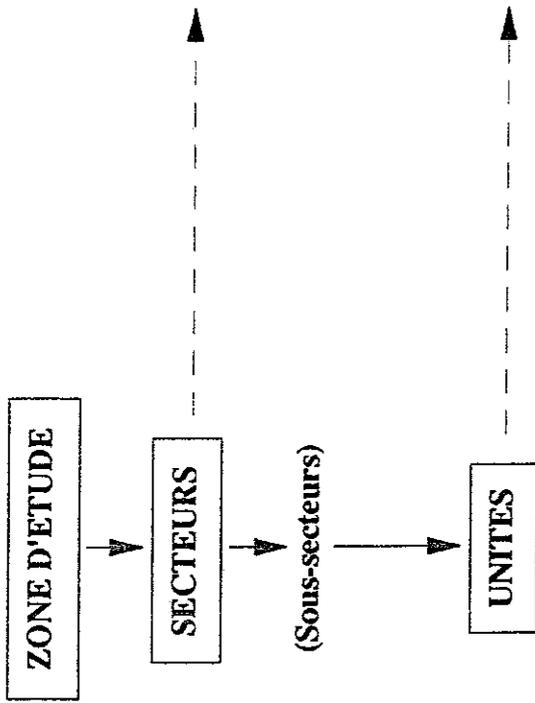
Chacun est décrit par une fiche synthétique avec une coupe géologique schématique représentant tous les cas observés sur le terrain. Cette fiche décrit ensuite les unités du secteur considéré du point de vue des substrats, des matériaux et des sols et en donnant les principaux facteurs de variation.

Vient ensuite une description plus détaillée du secteur qui présente les grands reliefs, les relations avec ce que l'on connaît de la géologie et les facteurs de variation.

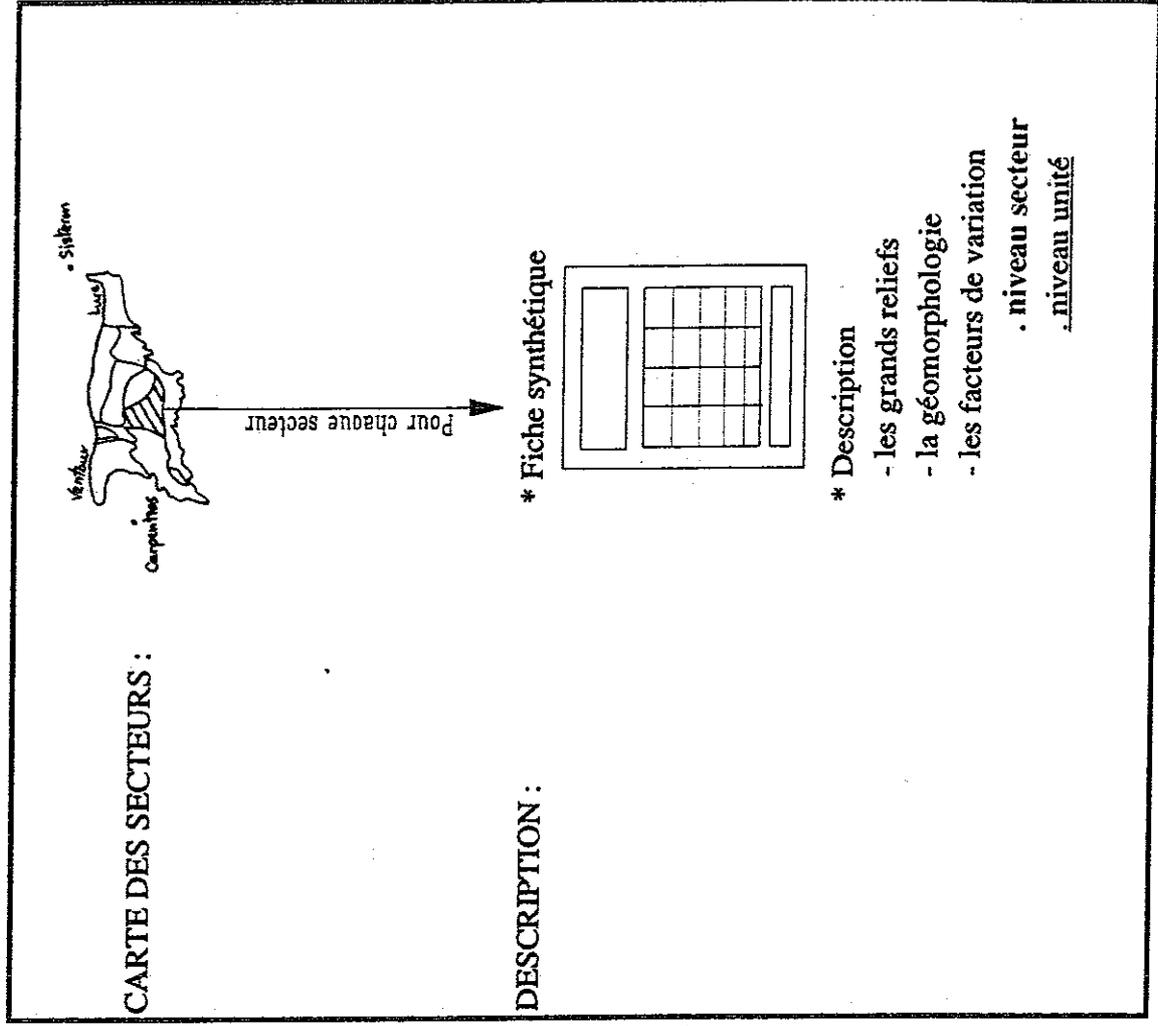
Les facteurs de variation sont regroupés dans un tableau synthétique à deux niveaux :

- au niveau du secteur : ce sont ceux ayant servi à la subdivision en unités. Si le pictogramme n'est pas présent, le facteur cité constitue une variation importante dans le secteur mais il ne définit pas des unités.

DECOUPAGE



REPRESENTATION



- au niveau des unités : les principaux facteurs de variation sont donnés. Certains de ces facteurs sont difficiles à appréhender sur le terrain. C'est le cas de la fissuration du substrat. Ce facteur ainsi que la réaction à HCl interviennent sur la plupart des unités mais ne sont pas notés partout car de nombreux autres facteurs étaient prépondérants.

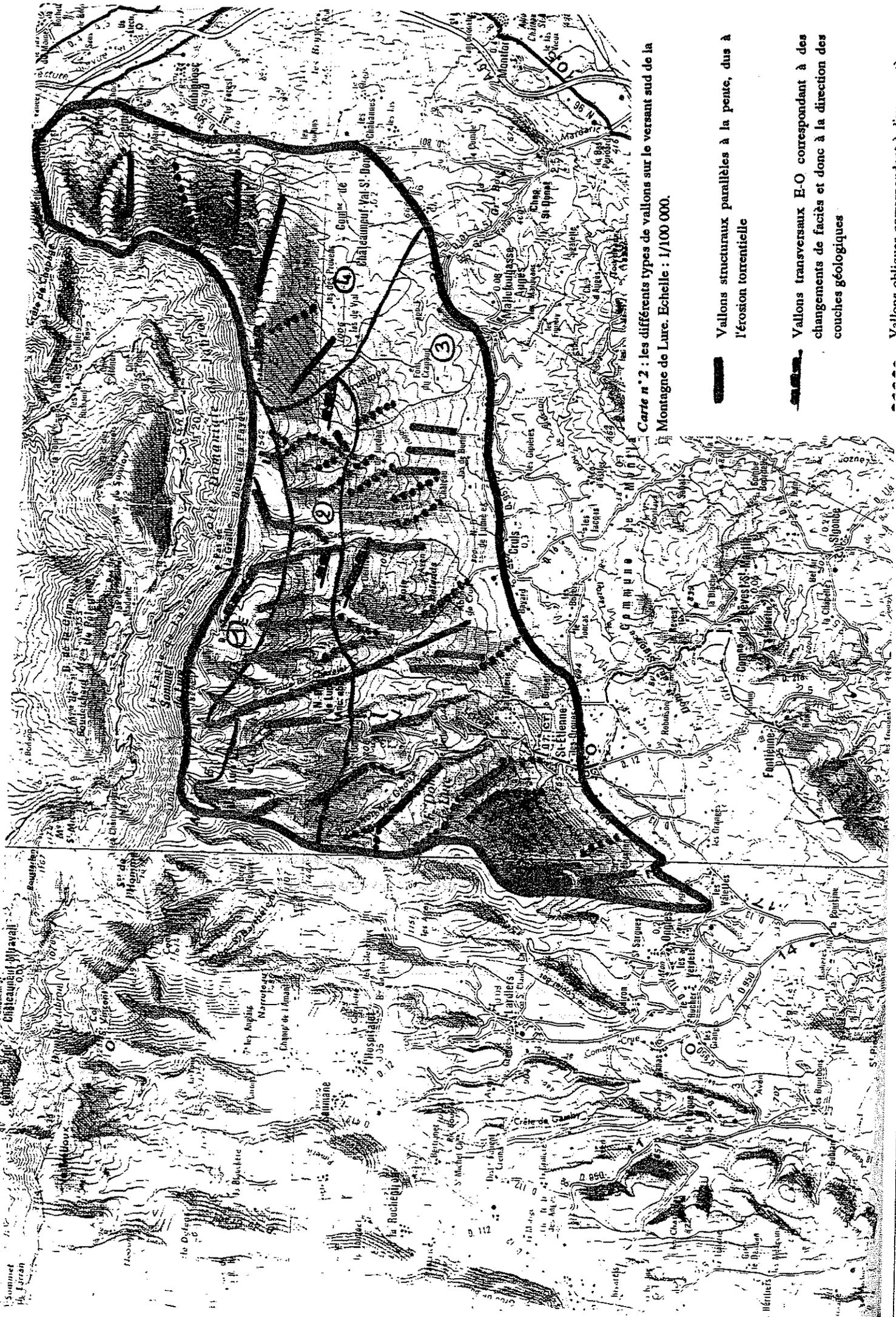
Quelquefois, deux facteurs seront notés sur la même ligne car ils varient simultanément.

Les facteurs notés entre parenthèse sont des facteurs secondaires de variation.

1 - LA MONTAGNE DE LURE

(Représentation des 3 secteurs du versant sud)

	UNITE 1 : SOMMETS	UNITE 2 : MI-VERSANTS	UNITE 3 : BAS DE PENTE
SUBSTRAT	Calcaires du Barrémien (n4) ± argileux avec quelques silex Calcaires marneux (CIIIa)	Calcaires à silex cérébroïdes et couches plus marneuses (CIIIb)	Calcaires et calcaires à silex du Bédoulien (n5) Cônes de déjection (J)
MATERIAUX	Placages de surface ou colluvions ± épais d'éléments de gélifraction : plaquettes et dalles sonores	Roche en affleurement Colluvion de chailles (texture limono-sableux). Colluvions de cailloutis. Calcaires. Coulée boueuse texture (limono-argileuse) Eboulis	Altération/Fissuration Colluvions de cailloutis ou blocs calcaires ou siliceux. Eboulis
SOLS	Lithosols. Sols humo-calcaires dans les éboulis. Sols bruns humifères calcique. Texture : LS Structure : molle (=boue nivale) en surface puis plus légère (ségrégation de glace)	Lithosols Rendzines. Sols bruns calcaires Sols bruns calciques (s'il y a des cailloux calcaires dans le colluvion des chailles)	Lithosols Rendzines, sols bruns calcaires colluviaux. Sols fersiallitiques saturés Texture : LA
FACTEURS DE VARIATION	Epaisseur colluvion. Pendage Réaction HCl (décarbonatation et recarbonatation très rapides) Topographie (exposition)	Nature et épaisseur colluvion (-> réaction HCl) Altitude Topographie, exposition	Epaisseur du colluvion Altitude Microtopographie
NOTES	La texture est en général plus sableuse en surface. La végétation est très clairsemée.	Les colluvions de chailles et silex et les coulées boueuses se trouvent en général sur des replats.	Il existe des variations latérales très rapides dans le relief.



Carte n° 2 : les différents types de vallons sur le versant sud de la Montagne de Lure. Echelle : 1/100 000.

-  Vallons structuraux parallèles à la pente, dus à l'érosion torrentielle
-  Vallons transversaux E-O correspondant à des changements de faciès et donc à la direction des couches géologiques

Vallons obliques correspondant à divers facteurs

1 - LA MONTAGNE DE LURE

Il s'agit de l'extrémité orientale de la zone d'étude. Ce grand versant relativement peu pentu retombe à l'est sur la vallée de la Durance avec une exposition est et au sud sur le bassin de Forcalquier avec une exposition sud-est à sud.

Les grands reliefs

On observe une zone sommitale entre 1800 et 1600 m occupée par un pierrier comme sur le Ventoux et présentant un relief mamelonné.

Le grand versant sud est relativement régulier ; il présente un ensemble de vallons structuraux Nord-Sud présentant des pentes plus accusées (Combe de Chevalet, Combe de l'Ours, Combe de Chabrièredé, Combe de la Sapée) et séparés par des croupes ou des zones de rupture de pente.

On retrouve à l'est le même relief encore plus régulier : alternance de croupes et de vallons depuis la crête jusqu'à la vallée de la Durance mais avec une orientation différente du fait de la torsion du massif.

A la base du massif, on assiste à une sorte de démultiplication des combes ce qui donne un relief doucement ondulé. C'est la zone d'aboutissement des vallons dans la plaine de St Etienne-les-Orgues, Cruis et Malefougasse.

La géomorphologie

Sur le versant sud de la Montagne de Lure, la structure est relativement simple dans l'ensemble : c'est une surface monoclinale présentant un pendage conforme.

Depuis le sommet (1826 m), jusqu'à la base (St Etienne-les-Orgues), on passe successivement du Barrémien au Bédoulien puis à une zone de piémont. Il s'agit de cônes de déjection issus de matériel ancien originaire du sommet. En effet, au quaternaire, la zone sommitale a été soumise à une période de froid intense laissant les sols gelés pendant de longs moments (pergélisols). L'eau arrivant en surface ne pouvant pas pénétrer, au travers de ces sols, dans le réseau karstique existant (depuis le Pliocène), elle a entraîné les éléments de gélifraction vers le bas. Ces phénomènes de gel-dégel sont donc à l'origine des vallons structuraux N-S parallèles à la pente (en traits pleins sur la carte) et des cônes de déjection que l'on trouve en bas de pente, au contact des marnes et grès verts de l'Albien.

Plus à l'est, ces formations quaternaires sont moins importantes voire inexistantes du fait que la crête se trouve à une altitude plus faible et a donc été moins soumise aux phénomènes de cryoturbation. A la base, le Bédoulien est alors directement en contact avec l'Albien.

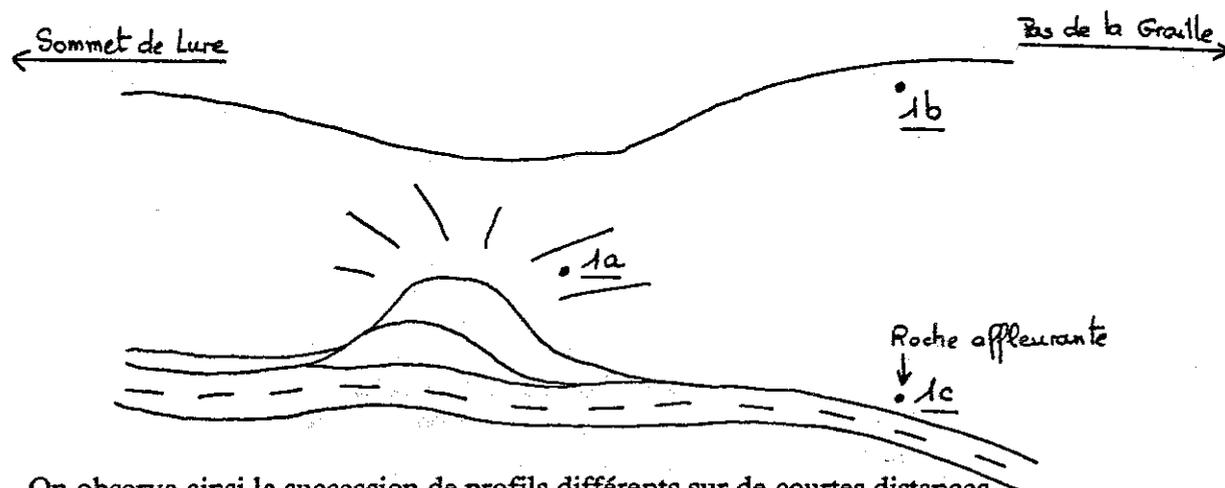
Le découpage en quatre grandes zones se retrouve au niveau géologique et pédologique :

Partie sommitale

Actuellement, la zone sommitale comprise entre 1800 et 1600 m est encore soumise aux phénomènes de gélifraction mais, le climat étant moins rude qu'aux périodes glaciaires, les sols ne sont pas constamment gelés et l'eau s'infiltré dans le réseau karstique souterrain. Les plaquettes résultant de la fracturation du calcaire sont entraînées sur de très courtes distances en fonction de la géomorphologie locale. Il semblerait que les colluvionnements soient relativement fréquents sur l'ensemble du massif mais peu étendus localement. Le

sommet de la Montagne de Lure, tout comme le Ventoux, est ainsi recouvert de plaquettes calcaires, donnant l'impression d'être constamment enneigé.

Les éléments se déplacent donc le long des pentes et donnent des placages de surface (1b) avec accumulation dans les creux (1a). A quelques dizaines de mètres seulement, on peut trouver la roche affleurante (1c).



On observe ainsi la succession de profils différents sur de courtes distances.

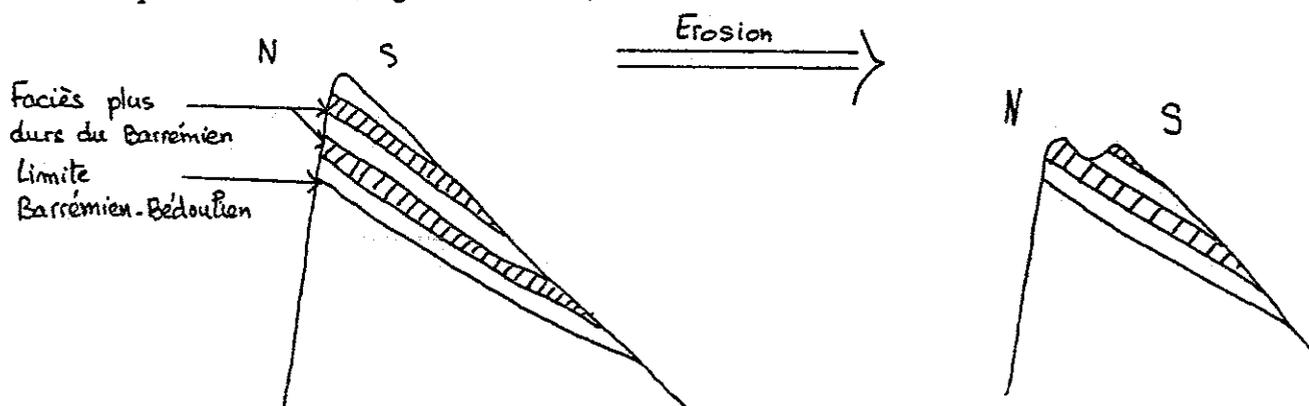
Il existe cependant plusieurs points communs : la texture de la terre fine est toujours limono-sableuse. Elle est formée à partir du pavage issu de la gélifraction. Le calcaire est altéré et la terre fine reste piégée par ce pavage. Cette terre fine présente une structure particulière liée au climat très contrasté à cette altitude. En surface, la présence de la neige donne sur quelques centimètres d'épaisseur une structure molle : c'est la boue nivale. Au-dessous la structure est plus légère à cause de la présence de glace durant une certaine période de l'année. On parle de "ségrégation de glace".

En outre, le climat est tel qu'il y a un passage très rapide des cailloux calcaires à la terre fine non calcaire donnant un sol calcique. Il peut cependant y avoir recarbonatation rapide.

Cette zone sommitale est une zone typique d'alternance climatique saisonnière.

En se déplaçant, tout au long de cette partie sommitale, on pourra observer un relief particulier, aux pentes moins accusées que dans les combes orientées Nord-Sud, présentant des mamelons plus ou moins aplanis.

Ceci peut s'expliquer par la succession de faciès différents, dans l'étage du Barrémien, un faciès plus dur étant à l'origine d'un dôme, résistant à l'érosion.



Ces replats correspondraient donc à la direction des couches géologiques Est-Ouest, empruntée d'ailleurs par des vallons (en tiretés sur la carte).

Partie intermédiaire

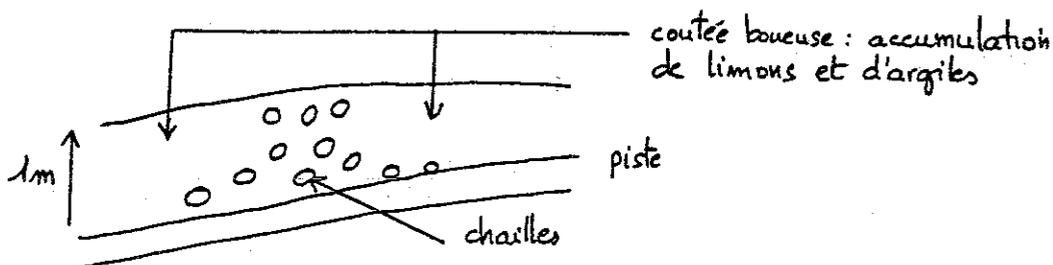
Ces zones de résistance un peu aplanies se retrouvent également plus bas sur la pente. Elles correspondent presque systématiquement à des faciès à chailles (nodules incomplètement silicifiés).

Ces chailles sont très légères mais restent très résistantes à l'érosion mécanique et forment donc des surfaces plus ou moins aplanies n'offrant pas de prise à l'érosion.

Cependant, sur des zones de passage préférentiel de l'eau, elles peuvent être soumises à une altération chimique. Elles s'effritent alors très facilement et donnent des textures très sableuses.

Localement, généralement sur des versants de pente moyenne, on peut observer de petites buttes, caractéristiques d'une coulée boueuse ; il y a accumulations locales d'argiles et de limons de décarbonatation avec très souvent un apport terminal de cailloutis.

On observe ainsi des variations rapides de l'épaisseur du colluvion ainsi que de la texture sans lien direct avec le relief actuel.



Silex et chailles se retrouvent donc généralement sous forme de bancs qui peuvent cependant être décalés par le fait des rejets de failles.

En effet, il existe de très nombreuses failles sur l'ensemble du versant méridional de la Montagne de Lure qui ont une répercussion sur la fracturation du calcaire lui-même mais aussi sur la formation des vallons qui se raccordent aux vallons structuraux N-S : en effet, la poussée Sud-Nord est à l'origine de la formation d'un système de failles NO-SE et NE-SO. Les vallons obliques de même direction (en pointillés sur la carte) empruntent ce réseau. Cette force de compression a également contribué à la formation des vallons orientés E-O (en tiretés sur la carte).

Partie inférieure

Cette zone de transition avec la plaine présente un pendage plus faible ; c'est une surface légèrement incurvée, surtout à la base (et peut-être en relation avec les différents faciès du Bédoulien).

Le réseau hydrographique qui en résulte est en relation avec les différents réseaux de failles qui se recoupent.

Deux faciès sont distingués sur la carte géologique :

- calcaires fins se débitant en plaquettes sonores avec de nombreux silex roux de type cérébroïdes, de grande taille.
- calcaires blancs légèrement argileux avec des silex de petite taille.

Il ne semble pas y avoir de différence fondamentale entre ces deux faciès. La texture est généralement limono-argileuse dans des formations superficielles issues le plus souvent de l'altération des calcaires ou de colluvionnement.

Extrémité orientale (zone 4 - secteur 1.4)

Dans la partie orientale du massif, la poussée Nord-Sud ainsi que le chevauchement sont à l'origine de fracturations E-O selon lesquelles s'alignent les vallons structuraux parallèles à la pente.

Le relief est donc plus régulier car les faciès semblent moins variés. Les impuretés siliceuses sont moins importantes à l'est et donc les zones de replats ne sont plus présentes.

En outre, le soulèvement a été moins important vers l'est.

Les facteurs de variations

Au niveau du secteur

La montagne de Lure offre un grand étalement altitudinal puisque sa base se situe entre 600 et 800 m et que son sommet culmine à 1826 m. Du point de vue climatique, on peut distinguer la partie sommitale encore soumise aux phénomènes périglaciaires actuels.

Cette variation altitudinale ainsi que la succession de trois faciès différents de calcaire (facteur substrat) et une pente beaucoup plus faible dans la partie inférieure ont permis d'individualiser trois unités.

L'exposition générale n'variant également d'est en ouest, nous pouvons individualiser une quatrième unité.

Au niveau des unités

Comme c'est le cas dans la plupart des secteurs, l'épaisseur de la formation superficielle est très variable localement. Elle est constituée le plus souvent d'éléments calcaires mais au niveau de l'unité 2 et localement dans les autres unités (surtout 1 et 3), les silex et les chailles peuvent devenir prépondérants. Ainsi, selon la nature du colluvion, on pourra trouver des sols plus ou moins acides.

Le pendage des couches calcaires joue également un rôle important par rapport à la circulation de l'eau.

Sur l'ensemble du versant, le pendage général est sud mais localement on peut le trouver nord en oblique, notamment au niveau des mamelons qui s'individualisent dans l'unité 1.

On retrouve également un pendage non conforme sur les pentes nord des vallons se raccordant aux vallons structuraux dans l'unité 2.

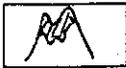
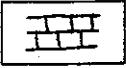
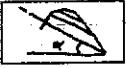
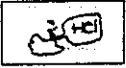
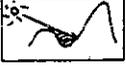
Le climat particulier qui règne au sommet est également à l'origine de phénomènes de décarbonatation et recarbonatation rapides (réaction HCl très variable).

Ces phénomènes de recarbonatation des profils sont très variables de manière générale sur l'ensemble des secteurs.

Sur les pentes, dans chacune des trois dernières unités, la variation altitudinale est importante (dénivelée de 400 m environ).

Enfin, sur les quatre unités, la topographie est variable, surtout dans les unités 1 et 2 et avec elle l'exposition puisque de nombreux vallons NE-SO ou NO-SE viennent se raccorder aux vallons structuraux N-S.

Dans l'unité 3 c'est surtout une microtopographie qui entre en jeu car le relief y est très peu accusé mais suffisamment vallonné pour être pris en compte.

SECTEUR		MONTAGNE DE LURE			
		Altitude (phénomènes périglaciaires actuels)			
		Substrat			
		Pente			
		Exposition			
→	UNITES	UNITE 1 SOMMETS	UNITE 2 MI-VERSANT	UNITE 3 : BAS DE PENTE	UNITE 4 : PENTES EST
		Epaisseur coll. ↔	Nature et épaisseur coll. ↔	Epaisseur coll. ↔	Epaisseur coll. ↔
		Pendage ↔	Pendage ↔		
		Réaction HCl ↔	Réaction HCl ↔		
			Altitude ↔	Altitude ↔	Altitude ↔
		Topographie Exposition ↔	Topographie Exposition ↔	Microtopographie ↔	(Topographie) (Exposition) ↔

2 - LA MONTAGNE D'ALBION

	UNITE 1 : SOMMETS	UNITE 2 : REPLATS ET PENTES DOUCES
SUBSTRAT	Calcaires en gros bancs et calcaires en plaquettes avec plusieurs niveaux de silex	Calcaires riches en silex cérébroïdes avec niveaux plus marneux (n4c) Calcaire marneux (n4b) (peu d'extension géographique)
MATERIAUX	Colluvions calcaires ou siliceux (chailles ± épais sur altération / fissuration)	
	Chailles plus nombreuses (?) matériau + graveleux	
SOLS	Rendzines Sols bruns calcaires surtout dans les niveaux plus marneux. Sols bruns calciques peu épais Sols bruns acides (rares) Texture : AL	Rendzines Sols bruns calcaires surtout dans les niveaux plus marneux. Sols bruns calciques peu épais Sols bruns acides (rares) Texture : LA à LAS
FACTEURS DE VARIATION	Epaisseur et nature du colluvion % de cailloux Réaction HCl	Epaisseur colluvion. % de cailloux Réaction HCl (décarbonatation et recarbonatation rapide)
NOTES		Dans le cas de colluvions calcaires épais, il y a souvent des encroutements calcaires en profondeur

2 - LA MONTAGNE D'ALBION

Cette montagne se situe dans le prolongement ouest de la montagne de Lure, après le champ de fracture de Banon. Elle s'étale en limite nord de la zone d'étude entre Lure et Ventouret en bordure du Plateau d'Albion sur lequel elle retombe par des reliefs doux.

Les grands reliefs

En limite nord de la zone d'étude, c'est un ensemble de petits sommets qui s'individualisent : le sommet du Col de Lérol (1263 m), le Mareissard (1315 m), le Sommet de Larran (1379 m).

Ces sommets présentent des versants peu pentus. Au dessous apparaissent de nombreux replats qui se terminent en pente douce sur le plateau d'Albion.

La géomorphologie

Ces reliefs semblent suivre la même logique que pour le versant méridional de la Montagne de Lure.

Ce secteur est couvert par la carte géologique de Séderon au 1/50 000^e

Les sommets arrondis se situent dans le Barrémien inférieur (n4a). C'est une alternance de calcaires en plaquettes et de calcaires en gros bancs avec plusieurs niveaux de silex.

Un niveau marneux (n4b) se situe en amont d'une autre série de petits sommets.

Les pentes douces sont occupées par le Barrémien supérieur (n4c) : ce sont des calcaires riches en silex cérébroïdes avec quelques petits horizons marneux.

Vers l'est, la surface est beaucoup plus fracturée et les relations relief-substrat sont beaucoup moins évidentes.

C'est pourquoi la fiche synthétique n'est donnée que pour la partie ouest.

Les facteurs de variation

Deux unités ont été distinguées en fonction du substrat : les sommets occupés par le Barrémien inférieur (unité 1) et les replats et les pentes occupées par le Barrémien supérieur (unité 2).

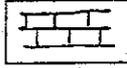
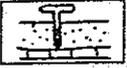
Dans le première, les formations superficielles sont plus graveleuses et plus argileuses. On observe souvent un dallage de surface.

Dans tous les cas, le pourcentage de cailloux est très variable ainsi que la recarbonatation du profil.

L'épaisseur du colluvion est très variable également. Le plus souvent, il n'est pas très épais : c'est un matériau plus ou moins graveleux et caillouteux d'une trentaine de centimètres mais qui peut devenir très épais localement et pas forcément en relation avec le relief.

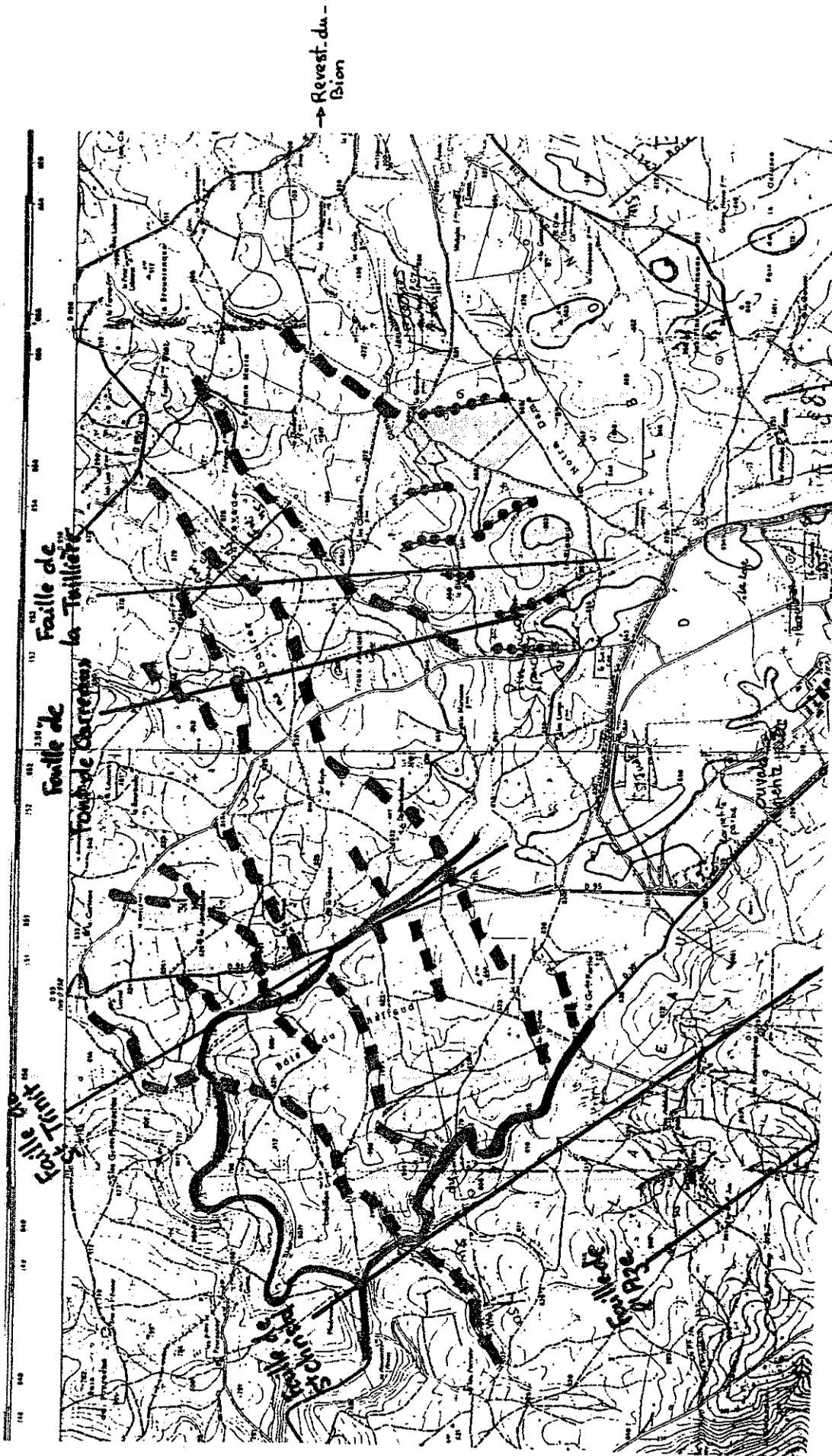
Du fait de l'individualisation de sommets et de par la présence de nombreuses failles le pendage des couches est très variable.

D'autre part, on trouve toutes les expositions sur ces mamelons mais également une opposition Est-Ouest à cause des vallons qui les entaillent.

SECTEUR	LA MONTAGNE D'ALBION	
 	<p style="text-align: center;">Substrat</p> <p style="text-align: center;">Altitude</p>	
<p style="text-align: center;">→ UNITES</p>	<p style="text-align: center;">UNITE 1 : SOMMETS</p>	<p style="text-align: center;">UNITE 2 : REPLATS ET PENTES DOUCES</p>
    	<p style="text-align: center;">Epaisseur et nature Colluvion</p> <p style="text-align: center;">% cailloux</p> <p style="text-align: center;">Réaction HCl</p> <p style="text-align: center;">Pendage</p> <p style="text-align: center;">Exposition (toutes)</p>	<p style="text-align: center;">Epaisseur et nature Colluvion</p> <p style="text-align: center;">% cailloux</p> <p style="text-align: center;">Réaction HCl</p> <p style="text-align: center;">Pendage</p> <p style="text-align: center;">Exposition (topographie) opposition Est-Ouest</p>

3 - LE PLATEAU D'ALBION

		Sarrothamme	
		CFw	ms ms C ms CFw
		UNITE 1 : CALCAIRES ou COLLUVIONS PEU EPAIS	UNITE 2 : COLLUVIONS EPAIS
SUBSTRAT		Calcaires fins très riches en silex (n5)	- colluvions siliceux (CFw) - calcaires recouverts de silex (horizon C sur horizon R)
MATERIAUX		Altération / Fissuration sur calcaire affleurant Colluvion siliceux peu épais	- Colluvion siliceux épais sur couche d'argile ± épaisse
SOLS		Lithosols Sol fersiallitique saturé Texture LA à AL	Sol brun acide très caillouteux Texture à dominance limoneuse Couleur grise
FACTEURS DE VARIATION		Fissuration Topographie (?)	Profondeur et épaisseur de la couche d'argile Topographie (?)
NOTES			- Présence d'espèces acidiphiles (Sarrothamnus scoparius, Cistus laurifolius) - Peuplements forestiers beaucoup plus beaux



Réseau hydrographique

- actuel
- - - du Miocène
- de l'Oligocène

St. Christol

Sault ←

→ Revest. du Bion

140 160 180 200 220 240 260 280 300 320 340 360 380 400 420 440 460 480 500 520 540 560 580 600 620 640 660 680 700 720 740 760 780 800 820 840 860 880 900 920 940 960 980 1000

Faille de la Taillière

Faille de Carrems

Faille de St. Trinité

Sault Ste. Marie

St. Christol

3 - LE PLATEAU D'ALBION (Nord du triangle Sault - St Christol - Revest-du-Bion)

Cette zone est parcourue de vallons très peu accentués dans lesquels coulent des affluents de la Nesque : Ravin de la Croc, Ravin de Balthazard, Combe de la Jarjaille.

Les collines qui bordent au sud ces deux derniers vallons constituent la limite sud de ce secteur et passent insensiblement à la zone karstique de St Christol.

Le relief général

Le réseau hydrographique emprunté par les cours d'eau aujourd'hui est constitué par deux principaux vallons : le vallon de la Croc, d'orientation NNO-SSE et le Ravin de Balthazard, d'orientation NO-SE (en trait plein sur la carte). L'orientation de ces vallons est directement en relation avec le système de failles qui regroupe les failles de l'Aze, de St Christol, de St Trinit, de Font de Carreaux, etc ...

Ces deux ruisseaux recourent l'ensemble des vallons qui constituent le Plateau d'Albion et dont l'orientation NE-SO est particulièrement nette de part et d'autre du Bois de Chaffaud (en tirets sur la carte). Ce système de vallons correspond en fait à la direction d'écoulement des eaux de l'époque du Miocène. La faille de St Trinit a ensuite interrompu les écoulements vers le sud-ouest pour les diriger vers la Nesque (direction nord-ouest) mais les collines situées à l'est de Sault leur ont barré le passage en dirigeant les eaux de la Croc vers le ravin de Balthazard.

Il existe un troisième type de vallons (en pointillé sur la carte) de direction générale nord-sud qui rejoignent les vallons précédents. Ils représentent vraisemblablement les restes du tout premier réseau hydrographique, présent jusqu'à la fin de l'Oligocène. Ces vallons sont surtout présents dans la partie sud-est du Plateau d'Albion.

La géomorphologie

L'ensemble de la zone est occupée par des calcaires fins très riches en silex (n5) présentant un très léger pendage nord.

Ce faciès détermine des collines sans caractère particulier alternant avec les vallons décrits plus haut. Plus on se déplace vers l'est, plus le relief s'aplanit pour donner de petits plateaux (Grangias, les Auboures, Fontrevade) individualisés par des vallons identiques à ceux de l'ouest (Ravin de Tuny, des Auboures, de Jacquet). D'après WEYDERT (1965), "ces plateaux faisaient à l'origine partie de la grande surface karstique de St Christol avant sa dissection par divers vallons".

En effet, on y trouve un peu partout des dolines : Trou Jacquet, doline des Cléments, doline de Dindier.

Ces dolines sont souvent colmatées par des coulées de solifluxion. Elles sont même parfois transformées en étang comme au nord-est des Jacquonnés.

Ces coulées n'ont pas seulement envahi les dolines mais aussi une grande partie de la zone ainsi que la presque totalité du Plateau de St Christol au sud. Ce sont des colluvions siliceux (CFw) qui recouvrent une grande partie des calcaires à silex, sans relation évidente avec le relief actuel.

Les tournées de terrain nous ont appris qu'en fait, beaucoup de zones notées en "calcaire fin à silex" sur la carte géologique de Sault sont recouvertes par des colluvions de silex issus soit d'un remaniement des anciennes colluvions CFw, soit des calcaires qui, en s'altérant, libèrent de nombreux silex pouvant être repris et déplacés sur les pentes.

La végétation pourra ici nous donner de précieuses informations, en particulier la présence du Genêt à balai (presque toujours présent sur les colluvions).

Les facteurs de variations

Sur les reliefs faiblement ondulés du secteur du Plateau d'Albion, l'épaisseur des colluvions siliceux permet de distinguer deux unités : dans l'unité 1, le calcaire est affleurant ou se trouve sous une faible épaisseur de colluvions alors que dans l'unité 2, l'épaisseur du colluvion siliceux est si grande que l'effet de la roche-mère calcaire n'est plus visible sur la végétation.

C'est sur ces formations épaisses que se développe le Genêt à balai (*Sarothamnus scoparius*).

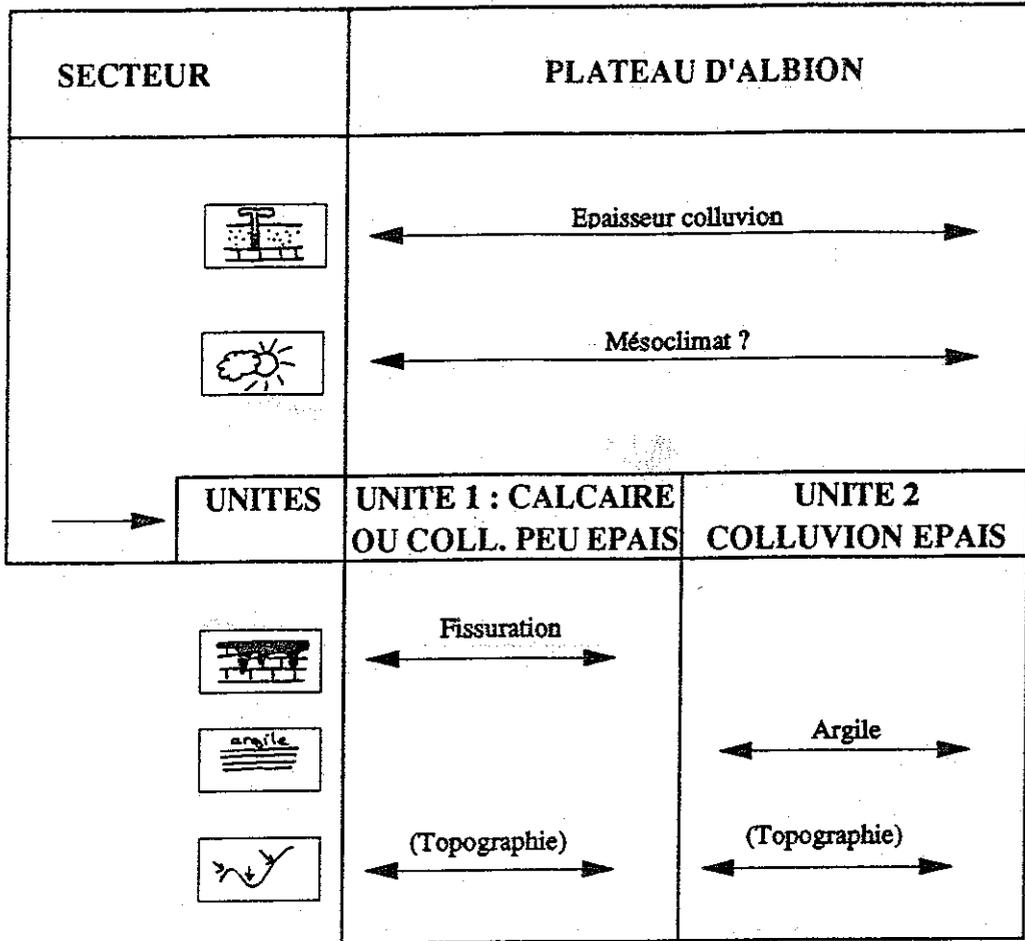
Cette espèce permet une bonne cartographie sur le terrain, de l'unité 2.

Nous nous en aiderons, durant la campagne de relevés de terrain, pour déterminer l'emplacement des transects.

Un autre facteur de variation entre sans doute en jeu au niveau de ce secteur : le mésoclimat. En effet, le Plateau d'Albion s'étire d'Ouest en Est de Sault jusqu'à l'Est de Revest-du-Bion. Il se situe au centre de la zone d'étude et est soumis à l'ouest aux influences plus sèches de la vallée du Rhône alors que la partie Est est sans doute plus arrosée.

A l'intérieur de chaque unité, il y a peu de variations, mis à part le relief légèrement mamelonné.

Le degré de fissuration dans l'unité 1 et la profondeur et l'épaisseur de la couche d'argile dans l'unité 2 sont des facteurs de variations difficiles à intégrer dans le plan d'échantillonnage.



4 - LA REGION DES KARSTS (PLATEAU de ST CHRISTOL - GRAND BOIS)

	msU ₃	R _m	msU ₃	CFw	msU ₃
	UNITE 1 : ARGILE		UNITE 2 : COLLUVION SILICEUX		UNITE 3 : CALCAIRE
SUBSTRAT	Argile de décarbonatation (Rn) sur calcaire (=Horizon C sur horizon R)		Colluvions siliceux (CFw) - sur argile de décarbonatation - sur calcaire		- Calcarénites ± riches en silex (n5U3)
MATERIAUX	Accumulation de l'argile de décarbonatation sur des épaisseurs importantes		Accumulation des colluvions ± épais sur l'argile de décarbonatation		- Altération/Fissuration sur calcaire affleurant - Colluvions siliceux peu épais
SOLS	Sol brun calcique Sol brun acide ± graveleux ± recarbonaté Texture très variable (à dominante A ou S)		Sols bruns calciques (?) Sols bruns acides - très caillouteux - sur argile Texture à dominante limoneuse		Lithosols Sols fersiallitiques saturés
FACTEURS DE VARIATION	Réaction HCl		Profondeur et épaisseur de la couche d'argile Topographie (doline ou plateau vallonné) (?)		Fissuration Profondeur et épaisseur de la couche d'argile
NOTES			Présence de <i>Sarothamnus scoparius</i>		

4 - LA REGION DES KARSTS (Plateau de St Christol - Grand Bois)

Cette zone est délimitée par les dolines à l'ouest de la D30 et le ravin situé à l'est de la D18. Au nord, c'est le Plateau d'Albion.

Vers le Sud, on peut fixer une limite, au nord des Bois de Pré Falibert et des Rochers, qui correspond à la limite sud des cultures et de la forêt et simultanément à un changement assez important dans le pendage.

On y distingue 2 zones :

- le karst de St Christol, dont l'altitude est inférieure à 840 m.
- le karst de Grand Bois, situé entre 840 et 850 m au Sud-Ouest et qui monte jusqu'à 880 m vers le nord-est dans la région de Revest-du-Bion.

Le premier n'est presque pas boisé (nous le décrivons donc rapidement) alors que le second est occupé, comme son nom l'indique, par le Grand Bois et par les Bois de la Garusse et le Bois du Clos de Sauveur.

Les grands reliefs

Le karst de St Christol

Il est constitué par plusieurs types de reliefs :

- un ensemble d'ouvalas : ouvalas de la Petite Partie et de Morard qui encadrent la base aérienne de St Christol;
- un ensemble de collines : en forme de quart de cercle, qui entourent les fermes de St Just, du Suit, de La Loge et le Coulomb;
- un ensemble de vallons très peu prononcés qui partent de ces collines pour alimenter la doline située juste en face du Trou Flammarin.

A l'est de cet ensemble, on observe des alignements de dolines et des "dolines couloirs" qui suivent une faille et constituent une zone intermédiaire entre les deux karsts. Elles se situent dans le prolongement du vallon de la Rigaude, depuis les dolines d'Alexandre jusqu'aux dolines des plaines, au sud-est du Moulin d'Aumage.

Le karst du Grand Bois

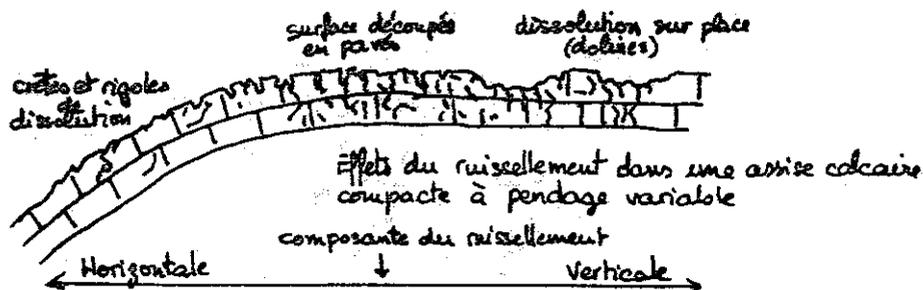
- On y distingue plusieurs groupes de dolines : le Jas d'Estelle, les Chenerilles, le Collet des Mouttes, Cros Arnaud.
Ce sont des dolines assez vastes, envahies par des broussailles au niveau des points d'absorption et plus ou moins colmatées par les épandages de silex.
Au nord du Grand Bois, ce sont les dolines des Grandes chaumes (situées sur la Faille de Lou Servy), les dolines de la Jeannette, ou de la Grange neuve.
- Ces deux groupes de dolines sont séparés par plusieurs ouvalas : ouvalas du Grand Bois (dont le point le plus bas, à 825 m, est occupé par un bois de peupliers trembles), de la Garusse, des Pins des Arnauds, l'ouvala de Patiras.

Vers le Nord, on distingue une zone de transition entre les vallons du Plateau d'Albion et le karst proprement dit. Ce sont des vallons orientés NE-SO, ce qui correspond à la direction Miocène mise en évidence pour les vallons du Plateau d'Albion. Ce sont les Vallons de Notre Dame, de la Grangette et de Pelinque.

La géomorphologie

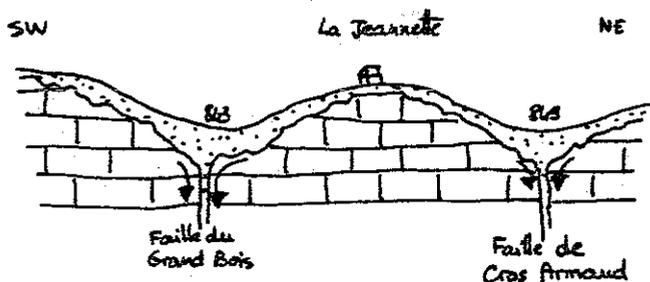
Dans cette zone, le pendage des couches de calcaire est pratiquement nul ce qui a favorisé le développement de nombreuses dolines. En effet, dès que l'inclinaison des couches atteint 10° , il apparaît des rigoles d'érosion et il n'y a plus de doline.

Au delà de 10° , il se forme des vallons qui recoupent les différentes assises : c'est ce qui se passe au sud du plateau, au départ des vallons du versant sud.



Sur le plateau, les phénomènes karstiques sont donc très importants et les formes karstiques élaborées simultanément à la dissolution du calcaire vont se remplir des résidus de décarbonatation ; ce sont les "argiles de décarbonatation" (Rn).

Or, ces dolines ont des formes plus ou moins prononcées selon que l'eau a la possibilité ou pas de transporter et déblayer ces accumulations vers un vallon ou un système de failles par soutirage.



Dolines de formes très symétriques qui se sont formées à la jonction de failles majeures. Le remplissage de la doline est soutiré par les failles leur donnant leur forme conique.

D'après WEYDERT, 1965

En fonction de leur forme et de leur profondeur, les dolines seront plus ou moins colmatées par des épandages de colluvions siliceuses (CFw), les mêmes que l'on retrouve sur le Plateau d'Albion.

De la même façon, par endroits, on peut trouver du calcaire non recouvert par ces apports : au nord, ce sont des calcaires fins très riches en silex (n5), au sud, c'est le faciès bioclastique du Bédoulien, c'est-à-dire des calcarénites fines à silex et des calcarénites moyennes (n5U3).

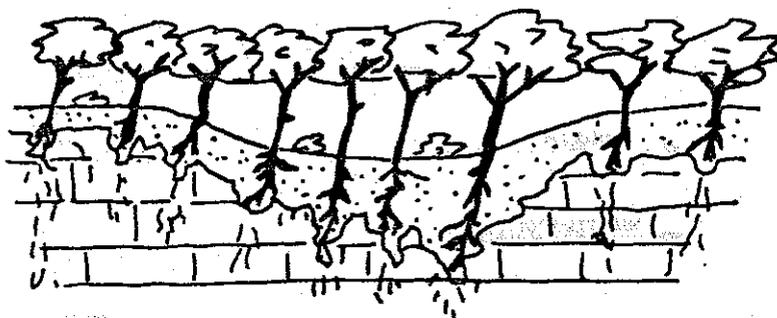
Les facteurs de variations

Au niveau du secteur

De même que sur le Plateau d'Albion, les épandages de colluvions siliceux (CFw) ne sont pas toujours en relation avec le relief actuel et forment des colluvions plus ou moins épais (voir : facteurs de variation du secteur du Plateau d'Albion).

Quand ces colluvions sont peu épais, c'est le substrat qui joue un rôle déterminant sur les peuplements : on se trouve alors soit sur calcaire soit sur une accumulation importante d'argile.

Cette zone est d'autre part caractérisée par une topographie particulière : la présence de dolines peut jouer un rôle important pour la végétation, en particulier en fonction de leur profondeur.



Constitution schématique des dolines du Grand Bois
La végétation marque totalement les accidents karstiques
(karst cryptoérolitif)
d'après WEYDERT, 1965

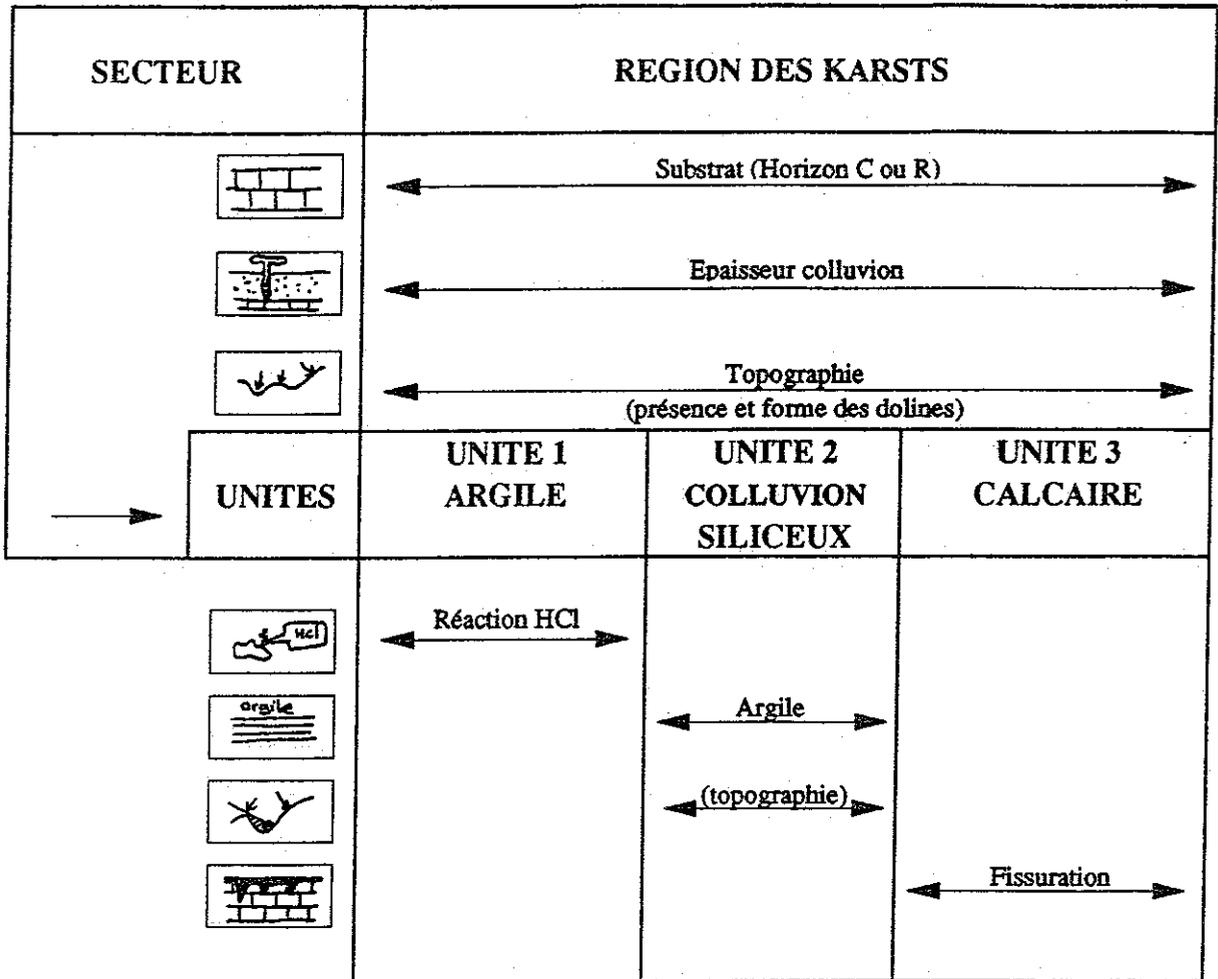
Au niveau des unités

Si l'on trouve sur colluvion siliceux (unité 2) le facteur important de variation sera la profondeur et l'épaisseur de la couche d'argile que l'on trouve systématiquement sous ses colluvions.

La variation dans la topographie (doline ou plateau ondulé) est peut-être sensible.

Dans l'unité 2, la seule variabilité observée est la réaction à HCl

Dans l'unité 3, c'est la fissuration du substrat.



5 - LE CHAMP DE FRACTURE DE BANON

	UNITE 1 : SOMMETS	UNITE 2 : PENTES	UNITE 3 : LES GRES VERTS
SUBSTRAT	Calcaires fins très riches en silex (n5)	Calcaires argileux (n4)	Grès verts (n6b7)
MATERIAUX	Altération / Fissuration	Eboulis Colluvions ± épais	Colluvions de calcaires et de silex ± épais sur altération des grès
SOLS	Lithosols Sols fersiallitiques saturés Texture LA à AL	Lithosols. Sols humo-calcaires Rendzines ± humifères (sols bruns calcaires ? localement en haut de pente. Texture : LA à AL	Sols bruns calcaires ou calciques (si silex) colluviaux ou d'altération Peu caillouteux. Texture : SA, SL ou AS. Plus sableuse au niveau de l'altération
FACTEURS DE VARIATION	Exposition Fissuration Pendage	Exposition Colluvion (nature et épaisseur) Fissuration. Pendage Altitude (?)	Exposition Colluvions (nature et épaisseur) Pendage
NOTES		Taillis très clairs de Chênes pubescents ou de Hêtres.	

5 - LE CHAMP DE FRACTURE DE BANON

Le relief général

Le champ de fracture de Banon s'annonce depuis Montsalier, au sud-ouest de Banon avec la Combe de la Rouya et constitue une zone de transition vers la Montagne d'Albion au nord et la Montagne de Lure à l'est.

En effet, à l'est de cette combe s'élèvent de petits dômes bien individualisés, plus ou moins étirés dans la direction NNE-SSO.

Ils sont séparés par des vallées relativement encaissées ou de larges plaines où se trouvent la Rohegiron, Saumane, l'Hospitalet ou Lardières.

La géomorphologie

Le sommet arrondi de ces dômes est en général occupé par des calcaires fins, très riches en silex sur lesquels les phénomènes d'altération et de fissuration prédominent.

Le calcaire argileux, plus altérable, affleure sur les pentes fortes (on peut cependant trouver des calcaires fins à silex assez bas sur la pente). C'est un calcaire constitué de nodules unis par un ciment de calcaire plus marneux. Il s'altère en pseudogalets calcaires et en plaquettes de calcaire marneux.

Ces zones très pentues sont couvertes d'éboulis et de colluvions plus ou moins épais où des Chênes pubescents et des Hêtres rabougris forment des taillis clairs.

On peut trouver des lithosols sur les affleurements rocheux, des sols humo-calcaires dans les éboulis ou des rendzines plus ou moins humifères dans les colluvions. Les rendzines peuvent éventuellement évoluer en sol brun calcaire sur les calcaires argileux des zones peu pentues des sommets, là où l'érosion est moins importante et où la couche superficielle du sol peut persister au fur et à mesure qu'elle est décarbonatée.

On retrouve parfois de nombreux silex en bas de pente ce qui souligne l'importance du colluvionnement sur les pentes.

Le passage des calcaires à silex aux calcaires argileux ne correspond pas toujours à un changement de pente très net.

En bas de pente on trouve des affleurements de grès verts, en bordure de plaine. Ces sédiments ont été conservés à l'abri de l'érosion après effondrement. Ces grès, quand ils affleurent, se présentent sous forme de blocs très arrondis. Ils donnent par altération une terre fine de texture à dominance sableuse et calcaire mais qui peut être très rapidement décarbonatée. Ces sols sont localement hydromorphes. Ces grès sont souvent recouverts d'un colluvion de cailloux calcaires ou siliceux.

Les racines pénètrent bien dans ces colluvions mais buttent ensuite sur la zone d'altération du grès qui est plus ou moins compacte et plus ou moins épaisse.

Les peuplements sont en général bas sauf localement, sur des zones pentues où le grès altéré peut colluvionner sur de grandes épaisseurs.

Les facteurs de variations

Ce secteur du Champ de fracture de Banon présente des variations altitudinales qui le subdivisent donc en petits dômes au niveau desquels le substrat, plus ou moins en relation avec la pente, permet de distinguer trois unités.

L'unité 1, au sommet se développe sur des calcaires fins très riches en silex (n5). Au-dessous sur les pentes fortes, l'unité 2 se trouve en général sur les calcaires argileux (n4) alors qu'en bas de pente, on trouve souvent l'unité 3 sur les grès verts.

Au niveau de chacun de ces reliefs, on observe des variations concernant les trois unités simultanément :

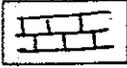
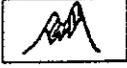
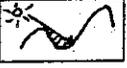
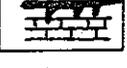
- du fait de la forme allongée de ces reliefs dans la direction nord-sud, l'exposition va jouer un rôle important, en particulier l'opposition est-ouest.
- Le pendage est de direction sud dans la partie nord et plutôt sud-est dans la partie sud. Les pentes Est et Ouest sont donc symétriques avec un pendage oblique alors que les versants sud présentent un pendage plutôt conforme.

Du fait des colluvionnements importants sur ces pentes, la nature (éclats de silex ou de calcaire) et l'épaisseur des colluvions interviendra sur les pentes et en vas de pente (unités 2 et 3).

En effet, la profondeur des bancs de calcaire et de grès sera un facteur discriminant pour la prospection des racines, en particulier pour les grès qui sont très peu fissurés et très compacts quand ils ne sont pas altérés.

Dans le cas du calcaire, quand les colluvions sont peu épais, c'est la fissuration qui jouera un rôle important de variation. C'est le cas pour les unités 1 et 2.

L'unité 2 qui s'étale sur les pentes peut présenter une gradation altitudinale ayant sans doute un rôle sur l'étagement de la végétation mais ce n'est peut-être pas un facteur de variation prépondérant.

SECTEUR		CHAMP DE FRACTURE DE BANON		
	 	<p>Substrat (pente)</p> <p>Altitude</p>		
→	UNITES	UNITE 1 SOMMETS	UNITE 2 PENTES	UNITE 3 GRES VERTS
	    	<p>Exposition</p> <p>Fissuration</p> <p>Pendage</p>	<p>Exposition</p> <p>Colluvion (nature, épaisseur)</p> <p>Fissuration</p> <p>Pendage</p> <p>(Altitude)</p>	<p>Exposition</p> <p>Colluvion (nature, épaisseur)</p> <p>Pendage</p>

6 - LES COLLINES DE ST CHRISTOL

		UNITE 1 : PENTES FORTES EXPOSITION OUEST	UNITE 2 : SOMMETS	UNITE 3 : PENTES MOYENNES ET FONDS DE VALLONS
SUBSTRAT	Calcaires durs en gros bancs (léger pendage NE)			
	Calcarénites à silex (n5U1a)	- calcarénites bioclastiques grossières au sommet et sur les hauts de pente (n5U1b) - calcarénites à silex sur les pentes et dans les fonds de vallons (n5U1a)		
MATERIAUX	Colluvions de cailloutis calcaires	Altération/Fissuration du calcaire	Colluvions de cailloutis calcaires (avec quelques silex issus du n5U1a)	
	Eboulis calcaires	Colluvions calcaires peu épais		
SOLS	Renzine colluviale. Sol brun calcaire (sur les versants nord)	Lithosols	Renzine colluviale	
	Sols fersiallitiques érodés (sur les versants sud).	Sols rouges fersiallitiques - peu épais - à texture argileuse	Sol brun calcaire	
FACTEURS DE VARIATION	Nature et épaisseur de la formation superficielle	Fissuration	Épaisseur du colluvion	
	Fissuration Altitude	Réaction HCl	Fissuration Pendage Exposition	
NOTES	Variations latérales nord-sud : les versants sud semblent plus érodés que les versants nord		Variations de la topographie : alternance de vallons et de pente	

6 - LES COLLINES de ST CHRISTOL (de Sault à Simiane en passant par Lagarde)

Ce sont les collines situées entre le fossé d'effondrement de Sault, St Christol et Lagarde d'Apt. Elles entourent le plateau de St Christol.

Les grands reliefs

C'est un ensemble de versants réguliers Nord-Est, entrecoupés de vallonnets de même direction, s'opposant à des versants Sud-Ouest plus ou moins pentus. On passe ensuite au sud à des sommets arrondis qui constituent une zone de transition vers le versant sud des Monts de Vaucluse.

Au Nord de St Christol, le réseau hydrographique appartient au bassin de la Nesque ou se perd dans le système karstique du plateau alors qu'au sud, il existe une zone de partage des eaux au niveau des champs de dolines. Les derniers sommets vers le sud encadrent des vallons appartenant au bassin du Calavon (voir schéma).

La géomorphologie

1. Les collines du nord-ouest

Cette zone est délimitée à l'ouest par la faille de St Jean de Sault dont témoignent les reliefs élevés : Coteau de la Meynière (1027 m), Coteau de la Brasque (1107 m, 1113 m), Colline de Berre (1187 m), la Loubatière (1120 m).

Les 3 systèmes de failles de St Jean de Sault, de Brouville et de St Christol délimitent trois grands ensembles de collines qui suivent le même schéma géomorphologique.

Les séries stratigraphiques sont de pendage Nord-Est. Elles déterminent un grand versant régulier qui suit cette inclinaison et qui est entrecoupé de nombreux petits vallons de même direction.

Le versant opposé, d'exposition sud-ouest, est beaucoup plus raide et recoupe les bancs calcaires.

Les trois ensembles de collines sont occupées par trois faciès différents de calcaire.

Ouest de la Combe de Guillon (c'est ce premier ensemble qui est représenté):

Les parties hautes sont occupées par des calcarénites grossières (n5U1b) alors que dans les fonds de vallons et les bas de pentes affleurent des calcarénites fines à silex (n5U1a).

Les eaux s'écoulant dans ces différents vallons se rassemblent dans un collecteur de direction SSE-NNO qui débouche dans le bassin de Sault au niveau de la Combe de Guillon. Ce vallon suit le faisceau de failles parallèles dit de "Brouville".

Ouest de la Combe de la Sigoyère

L'ensemble des pentes est occupé par les calcarénites fines à silex (n5U1a). On passe au nord à un relief très aplani, occupé par les calcaires fins (n5), appartenant déjà au secteur du Plateau d'Albion.

La plupart des vallonnets de cette zone sont également des affluents de la Nesque.

Par contre, au sud du Bois des Failletons, les collines sont entaillées de vallons qui n'ont conservé que leur partie amont. La partie aval a disparu car l'eau est absorbée au niveau de la Faille de St Christol. Le manque d'eau entraîne l'arrêt de l'érosion.

C'est ce qui se passe également pour les collines situées juste au sud de St Christol : Vallon Denis, le Grand Vallon, Vallon Bizot.

Ouest du Trou Flammarin

Ce sont les collines occupées par les calcaires argileux du Barrémien (n4). Elles ne portent pratiquement pas de forêt. Nous ne nous y attarderons pas. Il est intéressant cependant de noter la présence du Trou Flammarin qui draine la majeure partie des eaux qui s'écoulent sur ce versant nord-est.

2. Les collines du Sud

Au sud de St Christol, on voit apparaître tout un ensemble de sommets d'altitude plus élevée : Les Caires (1187 m), Collet Redon (1132 m), Signal St Pierre (1256 m).

Ces sommets sont occupés par un faciès plus récent et plus compact de l'Urgonien (n5U2a). Plus bas sur la pente, on retrouve les calcarénites (n5U1b), mais de façon irrégulière à cause de toutes les directions de failles.

De manière tout aussi irrégulière, on retrouve les épandages de colluvions siliceuses (CFw).

Au milieu de ces collines se trouve la zone de partage des eaux entre le bassin de la Nesque et celui du Calavon. Sur cette zone, les eaux de pluie n'étant pas orientées vers un bassin particulier, elles disparaissent en profondeur et sont à l'origine de nombreuses dolines.

On en trouve entre La Jeannette et Lagarde d'Apt : c'est le "champ de dolines de la Jeannette" et entre le coteau du Bois de St Pierre et celui du Bois de Verger : c'est le "champ de dolines de St Pierre". Ces dernières se situent vers 1200 m d'altitude : ce sont les plus hautes dolines des Monts de Vaucluse.

Les facteurs de variation

Au niveau de chaque secteur :

Sur le fond topographique IGN on constate une dissymétrie de versant entre l'ouest et l'est, les versants exposés à l'ouest étant en général beaucoup plus pentus que les versants exposés à l'est.

Ce facteur pente est important pour les mouvements d'eau dans ce secteur. Il nous permet de distinguer trois unités :

- unité 1 : ce sont les pentes fortes (de plus de 30%) qui sont en général exposées à l'ouest mais qui peuvent être entaillées de versants nord et sud.
- unité 2 : ce sont les sommets ou les replats plus ou moins convexes
- unité 3 : ce sont des pentes de moins de 30%, d'exposition générale Est.

Au niveau de chacune de ces unités, plusieurs facteurs de variation entrent en jeu.

- l'épaisseur et la nature des formations superficielles : sur les pentes fortes (unité 1), on trouvera des éboulis plus ou moins grossiers sous les falaises ou des colluvions relativement épais en exposition ouest ou nord. Sur les versants exposés sud de ces pentes fortes, les affleurements sont fréquents alors que sur les versants nord, les colluvions occupent la plus grande surface.

Dans l'unité 3, l'épaisseur du colluvion est très variable car la position topographique varie aussi bien verticalement (haut de pente ou bas de pente) que horizontalement (croupe, pente

ou fond de vallon). L'épaisseur de la formation superficielle n'est cependant pas directement liée à la position dans le paysage.

- la fissuration du substrat : ce facteur devient prépondérant quand le colluvion est peu épais ou absent ; c'est le cas pour l'unité 2 surtout, et localement pour l'unité 3 (vraisemblablement sur les zones de rupture de pente en haut de versant).

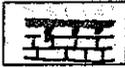
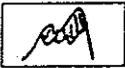
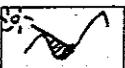
- la réaction à HCL est très variable au niveau des sols fersiallitiques. Cela concerne surtout l'unité 2 ainsi que l'unité 3.

- l'altitude peut jouer un rôle important pour l'unité 1 car la dénivelée est de 300 m.

- l'exposition enfin varie au niveau de l'unité 3 du fait de l'alternance latérale de croupes et de vallons.

Nous n'avons représenté ici que les collines situées à l'ouest de St Christol. Pour les autres, les mêmes facteurs de variation peuvent être cités. Par ailleurs, les substrats et les formations superficielles qu'elles présentent étant analogues à ceux des secteurs 3 et 4 (Plateau d'Albion et Région des Karsts), on s'y reportera pour plus de précision.

Il faut souligner, dans le cas de ces collines un facteur supplémentaire important qui est le mésoclimat car ces collines s'élèvent jusqu'à 1256 m au Signal St Pierre.

SECTEUR		COLLINES DE ST CHRISTOL		
 	Pente			
	Exposition			
→	UNITES	UNITE 1 FORTES PENTES EXPO OUEST	UNITE 2 SOMMETS	UNITE 3 PENTES MOYENNES ET FONDS DE VALLON
    	Epaisseur form. sup.		Epaisseur colluvion	
	(Fissuration)		Fissuration	
			Réaction HCl	
	Altitude			
			Exposition	

<p style="text-align: center;">Coupe N-S du versant sud</p>			
<p style="text-align: center;">Coupe N-S du versant sud</p>			
<p style="text-align: center;">W E</p>			
<p style="text-align: center;">N S</p>			
<p style="text-align: center;">n5U3 n5U2</p>			
<p style="text-align: center;">UNITE 1 : VALLONNETS EXPOSITION SUD</p>			
<p style="text-align: center;">UNITE 2 : GRANDE COMBE EXPOSITION SUD</p>			
<p style="text-align: center;">UNITE 3 : PENTES NORD</p>			
SUBSTRAT	<p>Calcarénites fines à silex et calcaire bioclastique (n5U3)</p> <p>en pendage conforme ou oblique</p>	<p>Calcaire à rudiste (n5U2)</p> <p>en pendage oblique</p>	<p>Calcaires à rudiste ou calcaires bioclastiques (n5U3)</p> <p>en pendage inverse</p>
MATERIAUX	<ul style="list-style-type: none"> - Altération/fissuration sur les croupes et replats ou en rupture de pente - Colluvions calcaires ± épais sur les pentes et les fonds de vallons - Eboulis sur colluvion (localisés sous les affleurements rocheux) - Colluvions siliceux de texture argileuse (très localisé) 	<ul style="list-style-type: none"> Altération/Fissuration sur les falaises (très localisés) Eboulis calcaires à fraction ± grossière (souvent plus important sur les versants Est) Colluvions calcaires relativement épais très caillouteux 	<p>Eboulis sous les falaises. Relativement importants en surface car la pente est forte.</p> <p>Colluvions calcaires</p>
SOLS	<ul style="list-style-type: none"> - Lithosols - Sols fersiallitiques saturés . peu caillouteux . de texture LS à SL (ou LAS) . peu épais . toujours recarbonatés (?) - Sol brun calcaire (?) - Sol brun acide colluvial très caillouteux (très localisé) 	<p>Sols humo-calcaires dans les éboulis</p> <p>Rendzines colluviales de texture LA</p>	<p>Lithosol</p> <p>Sols humo-calcaires</p> <p>Rendzines colluviales</p>
FACTEURS DE VARIATION	<p>Epaisseur (nature) colluvion</p> <p>Pendage</p> <p>Fissuration</p> <p>Altitude</p> <p>(Exposition)</p>	<p>Nature formation superficielle (éboulis ou colluvion)</p> <p>Altitude</p> <p>Exposition</p> <p>Microclimat (encaissement)</p>	<p>Epaisseur formation superficielle</p> <p>(Altitude)</p>
NOTES			

7 - LE VERSANT SUD

L'ensemble des Monts de Vaucluse retombe sur la plaine vers le sud par une suite de versants plus ou moins réguliers. Cette frange qui borde les plateaux et qui constitue la limite méridionale de cette grande surface calcaire présente des variations d'ouest en est.

I. LA ZONE OCCIDENTALE

Les grands reliefs

Cette partie du versant sud est entaillée, comme à l'est, de grands vallons Nord-Sud. C'est : la Combe de Font Jouvale qui se divise, à l'extrémité du Fossé de Lioux et donne la Combe de la Sigalière et le Ravin du Grand marignon. C'est aussi la Combe de Lioux, la Combe de Vaumale ou le Ravin de Véroncle.

Ces grands vallons Nord-Sud sont eux-mêmes recoupés par des vallons de direction NE-SO, qui suivent en fait la direction des failles, à l'origine des fossés d'effondrement (Ruisseau de Lioux, Ravin du Pan Blanc, Ravin de la Cheminée, etc ...)

L'ensemble de ces vallons et fossés déterminent ainsi de grands pans de versants, d'exposition générale Sud à Sud-Est, régulièrement entaillés par de petites combes peu prononcées qui déterminent un relief régulièrement vallonné.

Ces pans de vallons se succèdent de bas en haut en donnant un relief en dents de scie (voir schéma) et se terminent par un relief très mamelonné (voir schéma). Les premiers mamelons sont à 700-800 m d'altitude au niveau de la Forêt de St Lambert et un peu plus haut (jusqu'à 1000 m) plus à l'est.

La dénivelée sur l'ensemble du versant sud est donc de 400 à 700 m.

La géomorphologie

La majeure partie de ce versant sud est occupé par le faciès bioclastique supérieur de l'Urgonien : n5U3 surmontant le n5U2 qui apparaît sur les mamelons les plus élevés vers l'est et l'intérieur.

Le faciès n5U3 est entaillé par de petits vallonnets Nord-Sud dont l'orientation dépend directement du pendage qui est conforme sur les versants exposés sud.

Sur les petits versants nord déterminés par les fossés d'effondrement, le pendage est inverse et on observe n5U2 en bas de pente selon l'intensité de l'érosion.

Le faciès n5U2 affleure également sur les versants des combes encaissées (voir coupe au niveau de la Combe de Font Jouvale).

Les facteurs de variations

Au niveau de ce secteur, deux facteurs principaux de variation ont permis de distinguer trois unités :

- l'exposition générale : l'unité 3 regroupe toutes les pentes fortes d'exposition nord alors que les unités 1 et 2 sont en exposition sud.

- sur les grandes pentes sud, la topographie permet de distinguer deux unités : de nombreux petits vallonnets de direction Nord-Sud (unité 1) alternant avec de grandes courbes très encaissées de même direction (unité 2).

Cet ensemble d'unités se répète trois fois de bas en haut sur le grand versant sud avec un décalage altitudinal (voir figure) : de 300 à 450 m, de 450 à 630 m et au-delà de 630 m.

Chaque unité présente des variations internes.

L'unité 3 semble a priori relativement homogène : la variation altitudinale étant très faible (dénivelée de 100 m), c'est le type de formation superficielle (éboulis ou colluvion) et son épaisseur qui risque d'intervenir au niveau des peuplements.

Pour les unités 2 et 3, la variation altitudinale n'est pas grande (150 à 300 m) mais peut déterminer des variations dans la végétation.

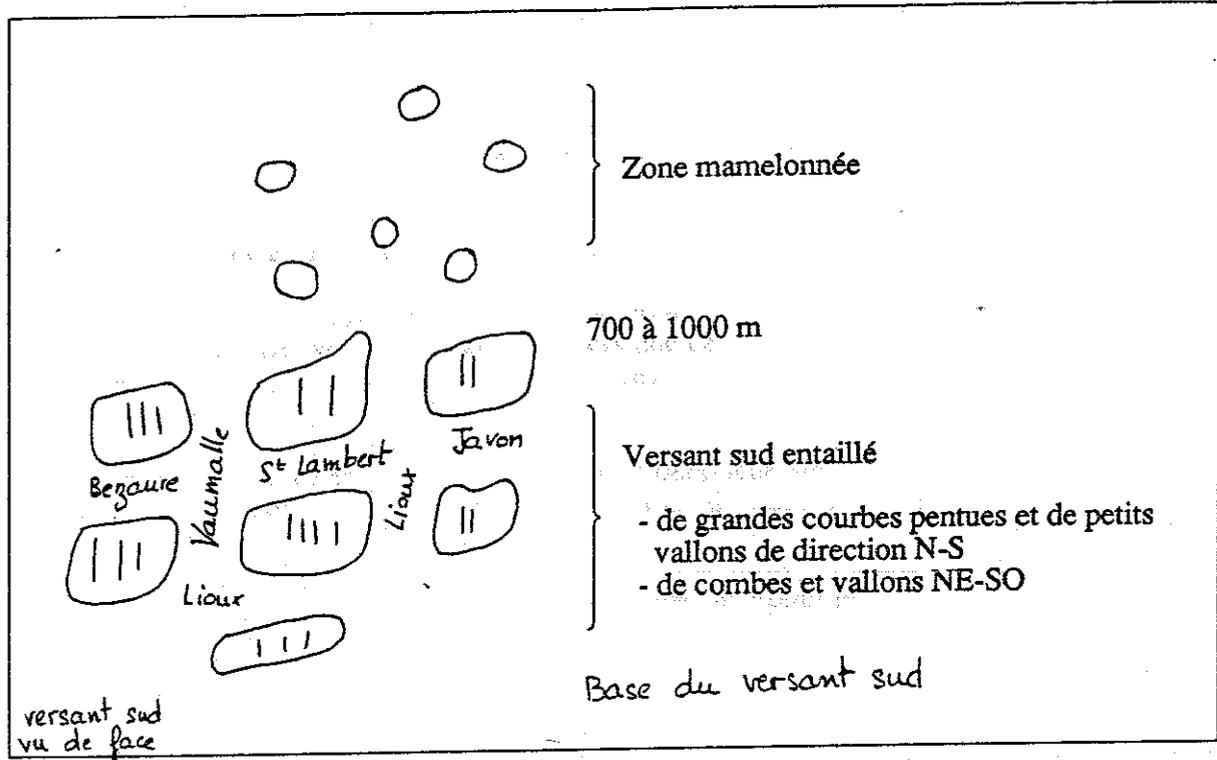
Dans le cas de l'unité 2, du fait de la forme particulièrement encaissée des courbes, on peut y sentir un microclimat plus chaud.

D'autre part, l'exposition sud des combes entraîne une opposition très nette de versants Est et Ouest, les versants Est étant en général plus froids que les versants Ouest.

Cette variation dans l'exposition existe également pour l'unité 1 mais, les vallons étant beaucoup plus ouverts, l'opposition Est-Ouest se fait sans doute moins sentir.

Ici, c'est surtout l'épaisseur et la nature du colluvion (cailloutis d'éclats calcaires ou de silex) qui doit jouer sur la production des peuplements ainsi que le pendage des couches de calcaire ainsi que leur degré de fissuration.

Dans le cas de l'unité 2, l'épaisseur du colluvion de fond de vallons est en général très grande ; la variation se ressent surtout au niveau de la nature de la formation superficielle.



Versant sud (partie occidentale) : une relief en dent de scie se terminant par un relief mamelonné.

2. ZONE CENTRALE ET ORIENTALE

Les grands reliefs

L'ensemble du versant sud est entaillé par une série de vallons plus ou moins parallèles, où ils présentent l'orientation générale Nord-Sud (surtout à l'ouest). C'est la combe du Puits de Geay, à l'est de St Saturnin d'Apt, qui se prolonge au-delà des portes de Castor par les combes de Travignon et de Fraissinière.

Des cuestas surplombent ces vallons.

Le même schéma se répète pour la Combe St Pierre avec des affluents de direction NE-SO : Vallon du Jardin, Combe de Bellet, Combe de Coste-Brune.

Au-delà, vers l'est, les vallons sont moins parallèles mais plus hiérarchisés. Sur le flanc Sud-Est de la Grande Montagne, l'orientation est déjà différente.

La combe de Lublée orientée NE-SO remonte jusqu'au Polje de Lagarde d'Apt. La Combe de Chantegrillet se prolonge par la Combe de la Basquette dans la même direction.

Au nord de Rustrel débouche, par la Grand Combe, tout un ensemble de vallons. La Combe de Canaille part vers le nord-est alors que celle de Touras se dirige vers le nord-ouest puis vers le nord pour se partager encore selon deux directions différentes (vallons des Quintins et des Buis).

Encore plus à l'est, la Combe de Sourdet débouche vers Gignac. Elle rejoint au nord le Buisseron, qui culmine à 1120 m, par les combes de Suit, de la Pantare et les vallons des Ourettes et du Bellot.

Elle se prolonge au nord-est par la Combe du Pommier, qui sépare le Buisseron de l'Espéron et la Combe de Bramadou qui coule sur le flanc sud de cette montagne.

La géomorphologie

La position de l'ensemble de ces vallons s'explique par leur mode de formation.

Les vallons ont commencé à se creuser, au niveau de la crête, dans la direction nord-sud. La mise en dôme des Monts de Vaucluse, à la fin de l'Oligocène, a accentué l'action de l'érosion et a contribué à l'isolement des vallons.

Or, vers l'est l'orientation n'est plus la même. Comme nous venons de le voir, de nombreux vallons présentent l'orientation NE-SO.

Cette orientation correspond à la partie sud-ouest du champ de failles de Banon.

L'ensemble des sédiments tertiaires, qui se situent à la base actuelle des Monts de Vaucluse, a été érodé dans cette direction à l'est alors que plus à l'ouest cette cuesta tertiaire reculait vers le sud parallèlement à son bord.

Une série d'oscillations provoquant des variations d'altitude lors de la mise en dôme des Monts de Vaucluse a provoqué l'arrêt puis la reprise de l'érosion et est à l'origine de la formation de ces différents vallons (voir schéma).

Du point de vue stratigraphique, cette frange des Monts de Vaucluse est bordée à la base par le faciès urgonien n5U3 (calcarénites avec plus ou moins de silex) en pendage conforme.

La surface occupée par ce faciès est plus importante vers l'ouest autour des Fossés de Murs, St Lambert ou Lioux qu'à l'est entre St Saturnin et Rustrel, l'épaisseur de la formation étant plus importante vers le Sud-Ouest de la zone d'étude.

C'est également ce faciès que l'on retrouve au nord-est, entre Simiane, Montsalier et St Christol.

Des lambeaux de ces faciès n5U3 se retrouvent, plus haut en altitude sur trois sommets : le Cluyer, le Collet de Travignon, le Rouan.

Plus haut sur la pente, le faciès n5U3 est remplacé par le faciès urgonien au sens strict n5U2, lui-même subdivisé en 2 séries (cartographiées sur la carte de Sault mais pas sur celle de Carpentras).

Le faciès n5U2b, plus crayeux et plus récent, a été érodé des sommets et se retrouve plus bas sur les pentes alors que les sommets sont occupés par le faciès plus compact du n5U2a. On peut en donner plusieurs exemples : le Pointu (871 m), Le Castillon (1073 m), le Verger (1234 m), l'emplacement des Ruines du Moulin à vent (1093 m), le Signal St Pierre (le troisième point le plus haut de la zone d'étude, à 1256 m).

Ce calcaire forme des sommets plus ou moins aplatis avec quelquefois des zones de replats comme à l'emplacement des Ruines du Moulin à vent. Il donne rarement des pentes importantes.

Quelques sommets restent cependant encore occupés par le faciès crayeux n5U2b (la Grande Montagne, le Buisseron) qui n'a pas été encore déblayé par l'érosion.

Les pendages sont très variables, d'orientation générale Sud ou Sud - Sud-Est, ils peuvent être dirigés carrément vers l'est comme entre le Buisseron et l'Espéron. Ceci est dû aux diverses failles qui recoupent tous ces faciès.

Le n5U2a forme cependant par endroits des barres comme sur toute la longueur de la croupe de l'Espéron ou plus bas sur le versant ouest du Pointu, ou à la zone de contact avec la série supérieure du n5U1b. C'est le cas pour la Combe de Fraissinière.

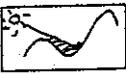
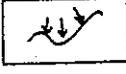
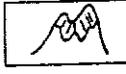
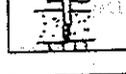
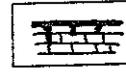
On trouve ce faciès dans les zones bien dégagées par l'érosion : fonds de vallons (ex. : la Frayssinière, une partie de la Combe de Travignon), pentes plus ou moins fortes ou au niveau de collets, entre deux sommets occupés par du n5U2a.

Les facteurs de variations

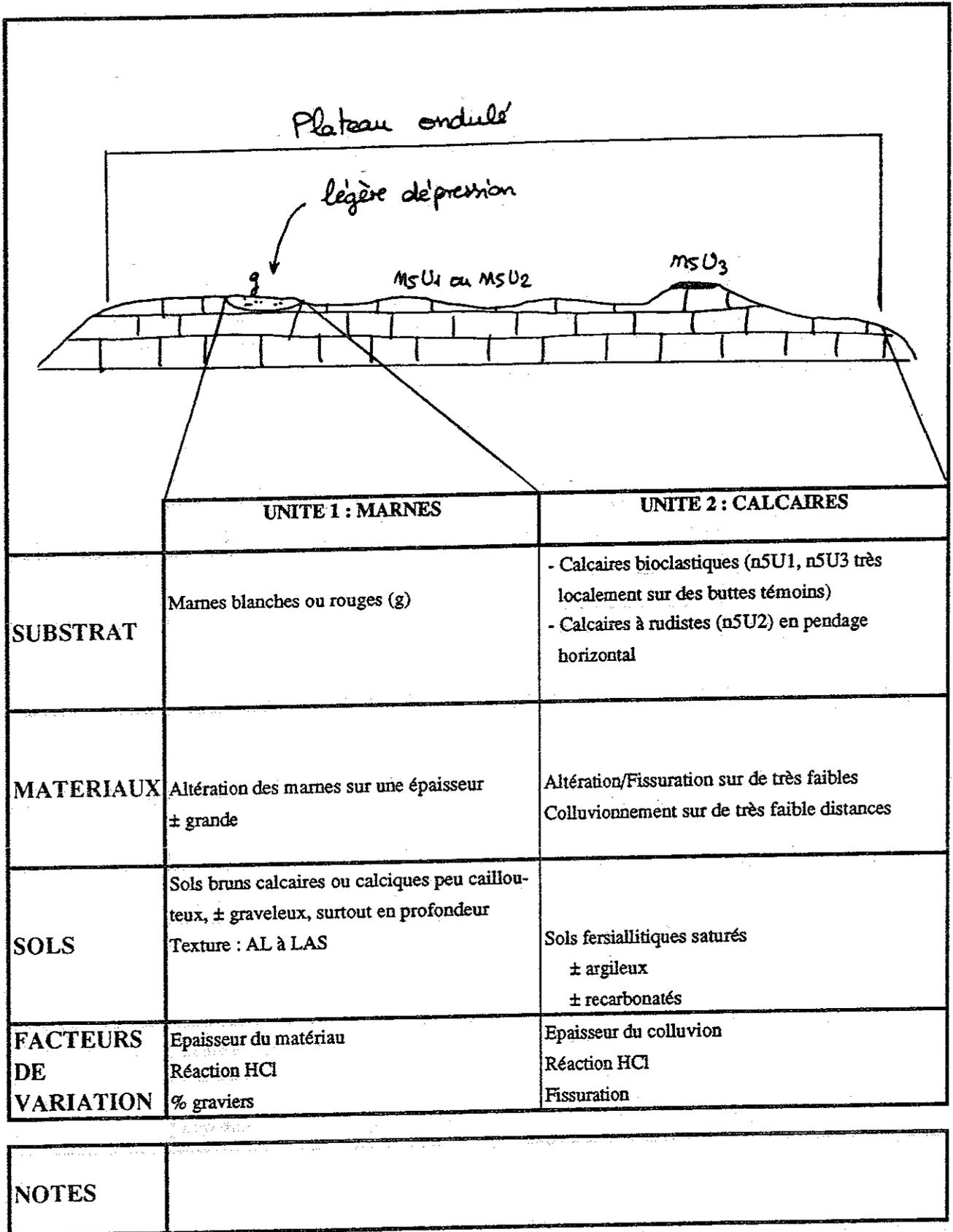
On retrouve ici les unités 1 et 2 de la zone occidentale déterminées par une variation latérale de la topographie.

On note cependant une variation altitudinale beaucoup plus importante qu'à l'ouest (dénivelée de 600 m), avec des pentes plus fortes au-dessus de Rustrel. Vers l'est, l'orientation des vallons principaux change et la pente devient plus importante.

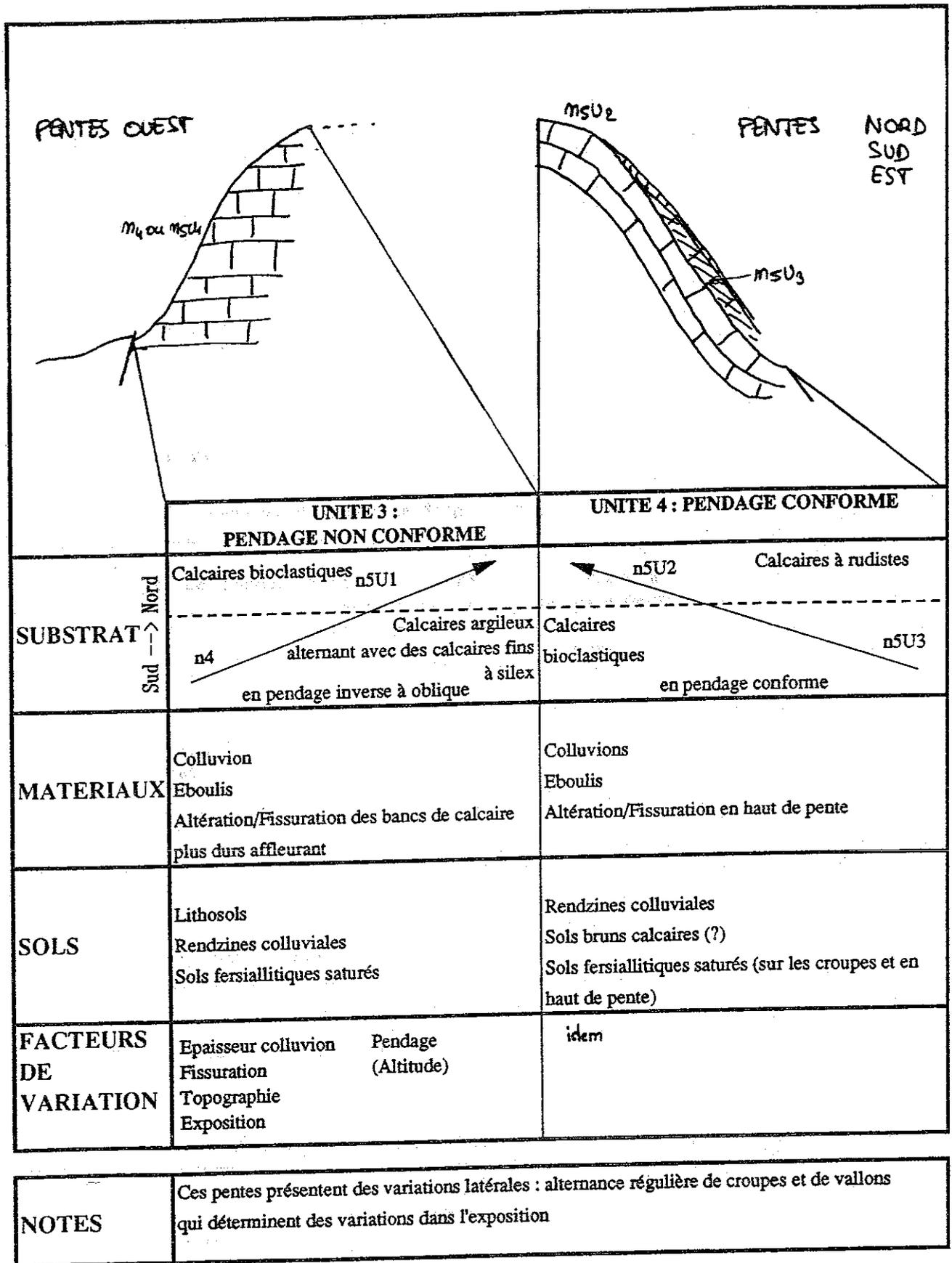
Les variations au niveau des unités sont les mêmes.

SECTEUR		VERSANT SUD (Zone occidentale)		
		Exposition		
		Topographie		
		Altitude		
	UNITES	UNITE 1 VALLONNETS EXPO SUD	UNITE 2 GRANDE COMBE EXPO SUD	UNITE 3 PENTES NORD
		Altitude	Altitude	(Altitude)
		(Exposition)	Exposition	
			Microclimat (encaissement)	
		Epaisseur colluvion (nature colluvion)	Nature form. sup (Eboulis ou colluvion)	Epaisseur form. sup (Eboulis ou colluvion)
		Pendage		
		Fissuration		

8 - LES PLATEAUX DE VAUCLUSE (1. Le Plateau)



8 - LES PLATEAUX DE VAUCLUSE (2. Les Pentes)



8 - LES PLATEAUX DE VAUCLUSE

Il s'agit de l'extrémité sud-occidentale de la zone d'étude qui s'avance sous forme de plateau ondulé jusqu'à Fontaine de Vaucluse.

Les grands reliefs

Cette langue s'étale à une altitude moyenne de 650 m. C'est le Mourre de la Belle Etoile qui culmine à 672 m à l'extrémité de ce grand plateau. Vers l'intérieur, de petits sommets arrondis, d'altitude plus élevée s'individualisent et l'on passe à un relief beaucoup plus mamelonné.

Les plateaux retombent par un système de pentes relativement fortes sur les fossés de Murs, de Sénanque et le bassin d'Apt au sud, et sur la plaine de Carpentras à l'ouest et au nord.

La géomorphologie

Le relief de cette partie de la zone d'étude s'explique par un épisode particulier dans la formation du massif.

En effet, ces plateaux et ces pentes constituent un "brachyanticlinal", c'est-à-dire que les couches géologiques se sont soulevées en une sorte de dôme de très grand diamètre.

Une coupe géologique permet de comprendre la position topographique des sédiments sur toute la longueur du plateau et la transition aux pentes (voir les 2 coupes schématiques).

Sur le plateau affleurent les calcaires bioclastiques (n5U1) et les calcaires à rudistes (n5U2) du Bédoulien en pendage pratiquement horizontal. On retrouve sur certains points hauts quelques lambeaux de n5U3 ayant échappé à l'érosion.

Localement, des sédiments oligocènes sont restés piégés dans de petites zones déprimées.

En effet, il existe de nombreuses failles dans ce secteur. La direction de faille NE-SO l'a d'ailleurs isolé du fossé de Murs et de la plaine de Carpentras.

Ces failles sont recoupées par des failles arquées plus ou moins orthogonales aux précédentes et qui déterminent de nombreux petits fossés d'effondrement de faible amplitude : les Freyssinières, la Comeirette, la Genestière, la Pourraque.

Les dépôts que l'on y trouve sont essentiellement des marnes de l'Oligocène.

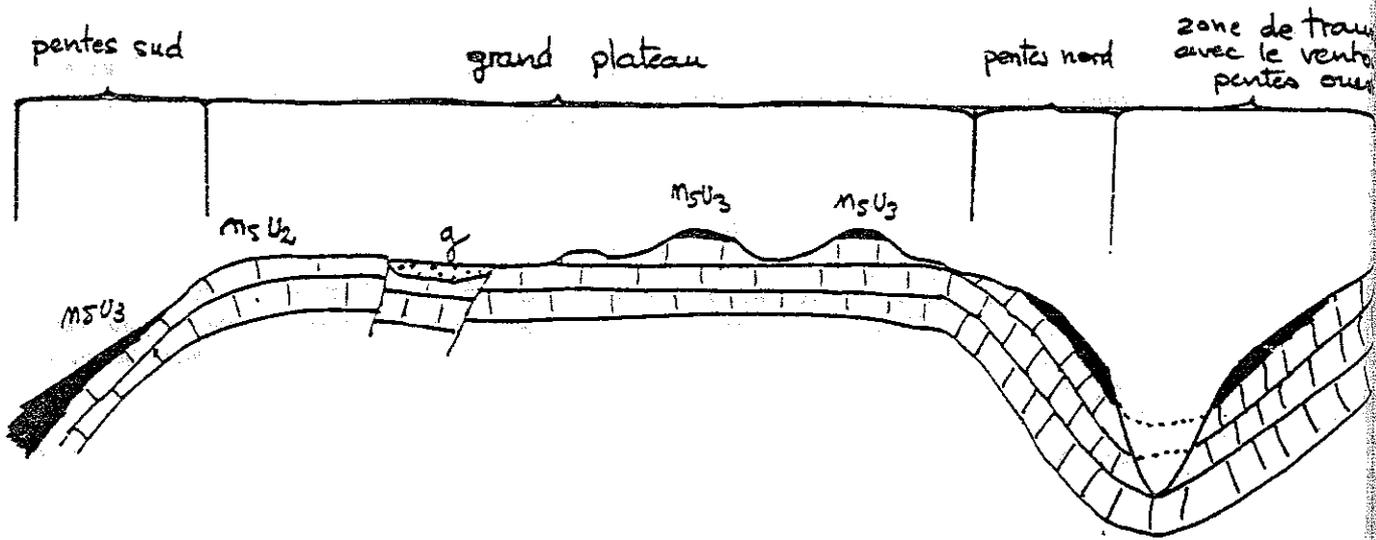
Sur les pentes :

- vers l'ouest affleurent en pendage inverse les calcaires bioclastiques (n5U1) et une alternance de calcaires fins à silex et de calcaires argileux (n4) du Barrémien.

- du nord au sud les couches de calcaire sont en pendage conforme sur les pentes, ce qui explique la direction des petits vallons réguliers qui les entaillent dans le sens de la plus grande pente.

Sur ces pentes, de bas en haut et latéralement, on retrouve la même succession des couches que sur le Ventoux. Les faciès bioclastiques (n5U3), plus récents, sont localisés à la

coupe SO-NE



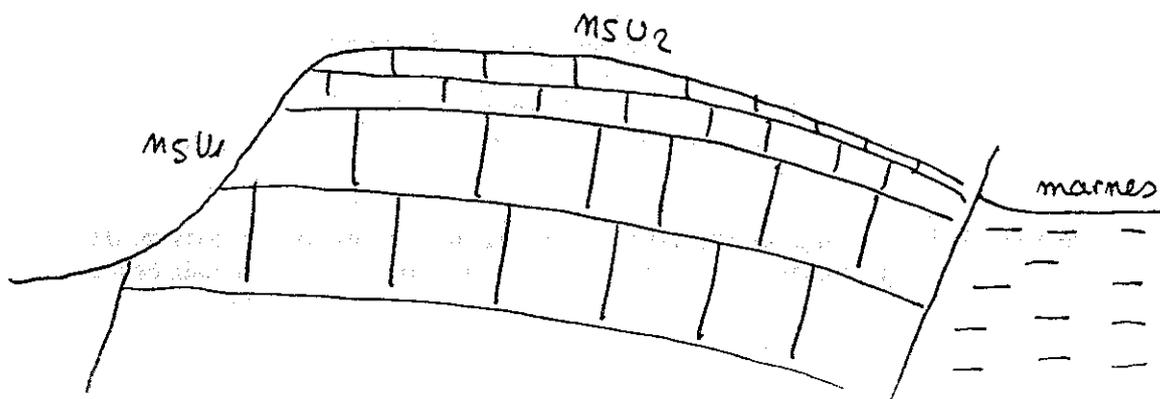
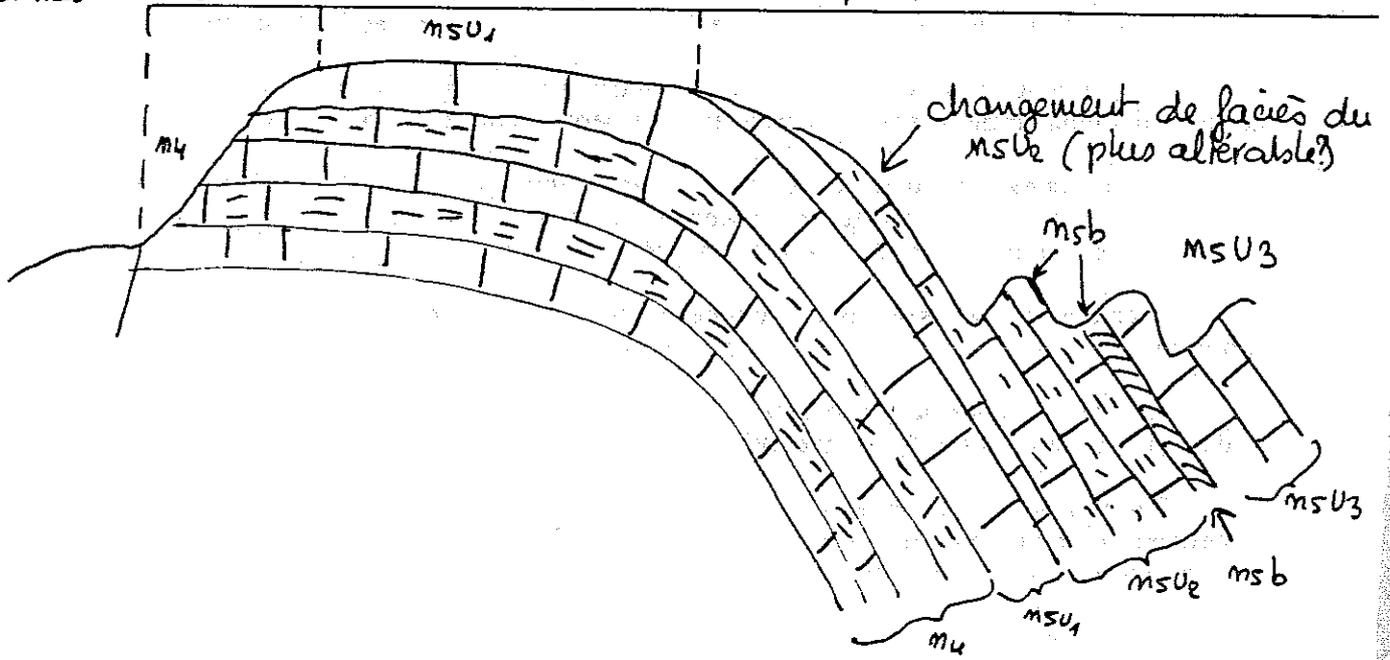
Coupe NO-SE

Plaine de Carpentras

Pente ouest

plateau

pentes est



base du massif et remontent sur les croupes alors que le faciès urgonien (n5U2) est observé dans les fonds de vallons ou plus haut sur la pente et sur le plateau, en rapport avec l'érosion.

La plus grande partie des pentes est occupée par le chêne vert ou une garrigue mélangée de chêne vert et de chêne pubescent ne présentant pas un grand intérêt sylvicole.

Sur l'ensemble du plateau se développent des taillis homogènes de chênes pubescents (série subméditerranéenne).

Les facteurs de variations

La pente et le pendage nous ont amenés à subdiviser ce secteur en deux sous-secteurs.

1. Le plateau

Dans ce sous-secteur, les principales variations sont déterminées par le substrat qui permet d'individualiser deux unités : les marnes (unité 1) et les calcaires (unité 2).

Au niveau des unités

Pour l'unité 1 ; l'épaisseur des marnes est très variable ; en effet selon que l'on se place en bordure de la dépression ou plus au centre, on trouvera le calcaire à une plus ou moins grande profondeur (de 40 cm à plus de 1 m de profondeur).

Ces marnes sont plus ou moins décarbonatées (réaction HCl très variable) et plus ou moins riches en graviers.

L'unité 2 semble relativement homogène dans ce secteur étant donné les faibles variations de pente. On y trouve cependant des colluvions d'épaisseur variable.

D'autre part, la terra rossa accumulée dans les fissures est plus ou moins recarbonatée (réaction HCl variable). La profondeur de fissuration du calcaire est également variable.

2. Les pentes

Le principal facteur de variation dans ce sous-secteur est le pendage : inverse ou oblique dans l'unité 3, il est conforme dans l'unité 4.

L'exposition générale varie également : l'unité 3 présente une exposition générale ouest alors que l'unité 4 regroupe les expositions nord et sud.

Nous ne nous sommes pas basés sur ce facteur pour subdiviser le sous-secteur en unités car cette exposition générale cache en fait une variation d'exposition à une échelle plus grande due à la présence de petits vallons entaillant ces pentes. Cette variation latérale détermine en fait des couples opposés d'orientations qui constituent des facteurs de variation à l'intérieur des unités (voir ci-dessous). Les fonds de vallons des pentes nord doivent être plus frais que les vallons des pentes sud.

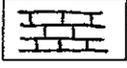
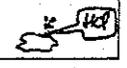
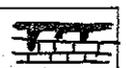
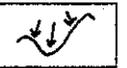
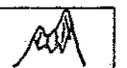
Au niveau de chaque unité, les facteurs de variations seront identiques.

• On observe une variation latérale due à la présence des vallonnets qui vont induire des différences de :

- topographie : croupes, fonds de vallons.
- exposition : opposition E-O pour les pentes nord et sud et opposition N-S pour les pentes ouest.

- pendage : dans le cas des pentes nord et sud, le pendage est pratiquement conforme sur les croupes et dans les fonds. Il est inverse dans le cas des pentes ouest. Sur les versants, le pendage est oblique.
- Une variation verticale s'observe également le long des pentes en particulier l'altitude : la dénivelée n'est pas très importante (250 à 300 m) mais peut cependant induire une petite variation dans la végétation.

En outre, l'épaisseur des colluvions est très variable sur l'ensemble de ces pentes de même que la fissuration du calcaire quand celui-ci est quasi affleurant. Ce dernier facteur sera plus important sur les croupes ou au niveau des ruptures de pente.

SECTEUR	PLATEAUX DE VAUCLUSE			
 	<p style="text-align: center;">Pente</p> <p style="text-align: center;">Pendage</p>			
<p>→ Sous-secteur</p>	1. PLATEAU		2. PENTES	
 	<p style="text-align: center;">Substrat</p>		<p style="text-align: center;">Pendage (exposition)</p>	
<p>→ UNITES</p>	UNITE 1 MARNES	UNITE 2 CALCAIRE	UNITE 3 : PENDAGE NON CONFORME	UNITE 4 : PENDAGE CONFORME
       	<p style="text-align: center;">Epaisseur</p> <p style="text-align: center;">Réaction HCl</p> <p style="text-align: center;">% graviers</p>	<p style="text-align: center;">Epaisseur coll.</p> <p style="text-align: center;">Réaction HCl</p> <p style="text-align: center;">Fissuration</p>	<p style="text-align: center;">Epaisseur coll.</p> <p style="text-align: center;">Fissuration</p> <p style="text-align: center;">Topographie</p> <p style="text-align: center;">Exposition</p> <p style="text-align: center;">Pendage</p> <p style="text-align: center;">(Altitude)</p>	<p style="text-align: center;">Epaisseur coll.</p> <p style="text-align: center;">Fissuration</p> <p style="text-align: center;">Topographie</p> <p style="text-align: center;">Exposition</p> <p style="text-align: center;">Pendage</p> <p style="text-align: center;">(Altitude)</p>

9 - LE VENTOUX

A l'extrémité ouest de la zone d'étude, se développe le massif du Ventoux dont le versant méridional forme un grand arc de cercle caractéristique et qui constitue l'extrémité Ouest de la zone d'étude.

Nous prendrons pour limites géographiques de ce secteur la ligne de crête qui sépare le versant méridional du versant Nord (hors zone d'étude) et du versant Est (secteur n° 10).

Au Sud, les Gorges de la Nesque constituent la limite naturelle généralement adoptée.

Afin de mieux comprendre ce système, il nous faut décrire rapidement les différentes forces auxquelles il a été soumis durant les temps géologiques.

En effet, le Ventoux est un massif montagneux résultant de la rencontre et de la combinaison de deux systèmes principaux de direction E 12°S et E 14°N.

Le premier serait à rapporter au système des Pyrénées (E 18°S d'après Sc. GRAS) : toute une moitié est du Ventoux serait en fait l'extrémité ouest du grand axe de soulèvement Ventoux-Lure de direction E10-12°. Le deuxième système serait à l'origine du Ventoux-Ouest (E 14°N) et rapporté au système des Alpes.

La rencontre de ces deux accidents convergents est formée par les sommets du Ventoux (1909 m) et de Bluye plus au nord (hors zone d'étude) qui formeraient ainsi deux grands anticlinaux arqués séparés par la vallée du Toulourenc. Ces deux systèmes sont les plus importants de la région. C'est cependant le second système seul qui est à l'origine des Monts de Vaucluse et du Lubéron.

Deux autres systèmes plus effacés se surimposent aux premiers :

- Direction E 42°N : à l'origine des arêtes de Gigondas, St Amand, Entrechaux. Il contribue également directement à la formation du grand plissement en arc de cercle.
- Direction N 33°O : à l'origine des failles que l'on observe sur le Ventoux Est et le plateau des Abeilles. Ce plateau pourrait être rattaché au même système qui traverserait en biais le Ventoux, réunissant dans un même ensemble surélevé les deux soulèvements parallèles du Ventoux ouest et des Monts de Vaucluse.

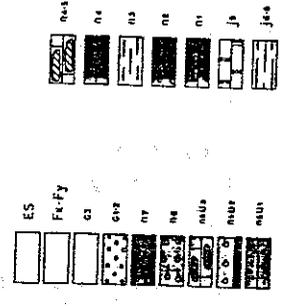
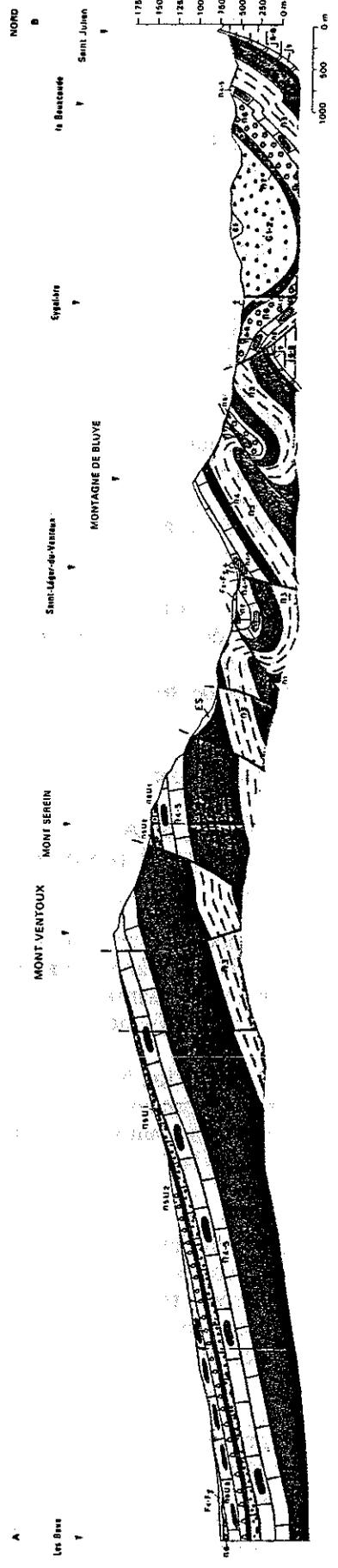
Il existe d'autres systèmes de moindre importance de direction N 6°E, N 8°O, N 25°E. Cette dernière direction rattachée au système des Alpes occidentales est à l'origine de la dépression de Sault, de Monnieux à Aurel et de la rupture entre Ventoux et Lure dont nous avons déjà parlé. Les premières directions correspondent aux failles que l'on observe dans cette même dépression.

Les calcaires ont donc conservé les traces de ces différents systèmes de failles.

Ensuite, la région entière a été surélevée et comprimée suivant une force perpendiculaire aux accidents E 10-15°N. Les pressions exercées tendant à faire occuper à la région le moins de place possible, elles accentuent tous les accidents antérieurs ; or, la masse de calcaire n'étant pas homogène, la résistance à ces forces de pression est très variable et peut modifier la direction des accidents.

Si la résistance n'est pas trop grande, les plis sont perpendiculaires à la direction de la force, donc orientés E 15°N. Sinon, des ondulations peuvent prendre naissance perpendiculairement au plissement normal. Plusieurs directions peuvent se combiner rendant ainsi difficile le suivi des failles sur le terrain. Certaines masses peuvent également être rendues relativement mobiles par des plis ou des cassures antérieurs ; c'est peut-être le cas du Ventoux Est ou même de l'ensemble Ventoux-Lure.

SUD
A
Les Baux



Coupe du Ventoux et du Sud des Baronnies

Lors de ce soulèvement complexe, tous ces effets se combinent provoquant simultanément des mouvements de direction très diverses. Le résultat est ce grand plissement en arc de cercle qui combine l'ensemble des principales directions de la région.

Le relief est ici expliqué dans un premier temps en fonction de la tectonique.

Une approche géologique permet une meilleure compréhension et une subdivision de cette zone.

Ce secteur s'individualise bien dans la zone d'étude mais de par la surface importante qu'il occupe il présente des variations importantes notamment au niveau de la géomorphologie et de l'altitude ainsi que toute une gamme d'expositions.

Un premier découpage en sous-secteurs permet de prendre en compte ces variations à une échelle plus fine.

Etant donnée la variation altitudinale importante (dénivelée de 1400 m de la base au sommet) qu'offre le versant méridional du Ventoux, c'est sans doute ce facteur qui jouera un rôle primordial sur les potentialités des peuplements forestiers.

Cependant, c'est une variable difficile à appréhender quand il s'agit d'établir des limites altitudinales.

Nous nous baserons plutôt sur des critères géomorphologiques pour un premier découpage et tiendrons compte de la variation altitudinale dans chaque secteur pour le plan d'échantillonnage.

La Combe de la Canaud, prolongée par la Combe de la Font d'Angiou, délimite au sud un premier sous-secteur occupé par des plateaux et des pentes douces. Il remonte au nord jusqu'au niveau du pavillon forestier dénommé "Le Rat", vers 1300 m. Une petite surface plane à l'est du Jas de Perrache fait également partie de ce sous-secteur.

Au-delà s'étend un deuxième vaste sous-secteur qui s'étire depuis la crête jusqu'à la base. C'est une pente régulière, plus forte que dans le sous-secteur précédent, et entaillée de nombreux vallons parallèles orientés dans le sens de la plus grande pente.

Enfin, à l'extrémité occidentale s'individualise une autre zone que nous ne décrirons pas en détail car très homogène et peu intéressante du point de vue des potentialités forestières : le substrat est un calcaire dur, affleurant sous forme de falaises, de chevrons ou de ligne de crête ou bien de lapiez. Ce calcaire est fissuré mais très peu fragmenté donnant très peu de types de formations superficielles : soit des éboulis plus ou moins grossiers, soit des accumulations de terre fine dans les fissures. On y trouve donc en majorité des lithosols ou des sols fersiallitiques saturés avec peut-être localement des sols humo-calcaires.

9 - VENTOUX : PLATEAUX ET PENTES DOUCES

		UNITE 1 : PLATEAUX	UNITE 2 : PENTES DOUCES		
SUBSTRAT	Calcaires fins à silex (n4-5S)	Calcaires bioclastiques avec ou sans silex (n5U3 ou n5U1) Calcaires à rudistes (n5U2)			
MATERIAUX	Altération / Fissuration Colluvions calcaires ou siliceux (silex ou chailles) ± épais	Altération/Fissuration au-dessus des falaises Eboulis sous les falaises Colluvion calcaires relativement épais Quelques colluvions siliceux			
SOLS	Lithosols Sols fersiallitiques saturés Quelques rendzines Sols bruns calciques à acides	- Lithosol, sols humo-calcaires sur les affleurements et aux pieds des falaises - Rendzines et sols bruns calcaires colluviaux sur les pentes (parfois superposés)			
FACTEURS DE VARIATION	Nature et épaisseur du colluvion (silex ou calcaire) Fissuration Réaction HCl	Epaisseur colluvion Fissuration. Substrat Topographie, exposition Pente. Altitude			
NOTES	Les silex semblent être présents par passées, très localement dans le calcaire. Ces silex sont libérés par altération puis transportés le long des pentes. Ils s'accumulent en général sur des replats.				

Sous-secteur 1 : Plateau et pentes douces

Les grands reliefs

Ce sous-secteur se subdivise facilement en deux parties :

- une premier système très peu pentu ; c'est l'ensemble des plateaux qui surplombent le versant Est et qui redescendent doucement vers l'ouest. L'altitude varie entre 1300 et 1000 m.
- une deuxième système un peu plus pentu lui fait suite et amène ce pan du Ventoux vers la plaine de Carpentras, entre Flassan et Méthamis.

La géomorphologie

Ce changement dans la pente semble être en relation avec la géologie.

- Les plateaux sont occupés par des calcaires fins à silex entrecoupés d'horizons plus marneux.
- Sur les pentes affleurent les trois faciès de la série urgonienne en pendage conforme. Se succèdent du haut vers le bas : des biocalcarénites (n5U1), des calcaires à rudistes (n5U2) et des calcaires bioclastiques à silex (n5U3).

Sur le terrain, ces différents faciès ne sont pas faciles à distinguer. Ils affleurent souvent sous forme de petites falaises, surtout dans la moitié inférieure de la pente.

Au pied de ces falaises se développent des sols humo-calcaires dans les éboulis.

Ailleurs, la roche peut être affleurante ou bien recouverte par des formations superficielles plus ou moins épaisses.

On peut noter un niveau récifal plus dur (n5U2b : calcaire récifal à Madrépores) qui émerge parfois sous forme de falaises mais qui reste très localisé.

Remarque : un niveau marneux est cartographié sur la carte géologique (n5U1c : couche C de Leenhardt) mais qui ne semble pas avoir de conséquences particulières sur le relief du fait de sa très faible extension.

L'ensemble de ces faciès présentant un pendage conforme, de nombreux vallons se découpent sur le versant et remontent sur les plateaux.

Les facteurs de variations

Au niveau de ce sous-secteur, c'est la pente, en relation avec le substrat, qui permet d'individualiser deux unités : les plateaux (unité 1) et les pentes douces (unité 2).

L'unité 1 est relativement homogène ; la variation provient essentiellement des colluvions, de leur épaisseur et surtout de leur nature.

On retrouve ces mêmes variations dans l'unité 2 dans la moitié inférieure de la pente.

En effet, les faciès calcaires contenant le plus de silex sont les calcaire fins des plateaux (n4-5S) et les calcaires bioclastiques des pentes inférieures (n5U3). Ces silex sont libérés lors de l'altération du calcaire et sont déplacés par colluvionnement sur les pentes. Ils

s'accumulent en général sur les replats. La quantité de silex est très variable dans l'espace, leur taille également ; les silex ont pu être gélifractés ou avoir subi des forces de compression qui les ont divisés en petits éclats.

Ces silex peuvent également s'altérer à l'air par l'extérieur en donnant des roches très poreuses se désagrégeant finalement en sable.

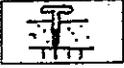
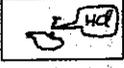
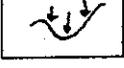
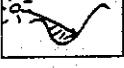
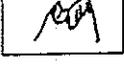
Si ces silex ou ces chailles sont très nombreux on peut trouver des formations superficielles épaisses avec des sols acides sur lesquels se développent des espèces acidophiles telles que la Callune.

Ce sont les mêmes formations superficielles que l'on retrouve dans l'unité 2 du secteur de la Montagne de Lure. Elles occupent ici des surfaces beaucoup moins importantes.

Dans l'unité 2 de ce premier sous-secteur outre les facteurs de variation communs avec la première unité, le substrat, peut selon sa dureté déterminer des affleurements rocheux plus ou moins important (notamment le faciès n5U2b).

Les variations latérales du relief, par la succession de vallons et de croupes sont à l'origine de topographies, d'expositions et de pentes variables sur l'ensemble de ces pentes douces.

Enfin, le dénivelée étant assez importante (environ 500 m), le facteur altitude peut intervenir dans les potentialités forestières.

SECTEUR Sous-secteur 1	VENTOUX PLATEAUX ET PENTES DOUCES		
	← Pente (substrat) →		
→	UNITES	UNITE 1 PLATEAU	UNITE 2 PENTES DOUCES
	       	← Colluvion → (Nature, épaisseur)	← Colluvion → (Epaisseur)
		← Fissuration →	← (Fissuration) →
		← Réaction HCl →	
			← Substrat →
			← Topographie →
			← Exposition →
			← Pente →
			← Atitude →

9 - VENTOUX : PENTES MOYENNES

		UNITE 1 : SOMMET PERIGLACIAIRE ACTUEL	UNITE 2 : PENTES
SUBSTRAT	A l'est : calcaires fins à silex (n4-5S) A l'ouest : biocalcarénites (n5U1)	A l'extrémité est : calcaires fins à silex (n4-5S) Au centre et à l'ouest : calcaires bioclastiques (n5U1, n5U3) et calcaires à rudistes (n5U2) avec bande de calcaires à Madrépores (n5U2b)	
MATERIAUX	Affleurements rocheux (dalles, lapiaz "pierreux") Altération/Fissuration Colluvions de dalles ± aplaties, calcaires.	Affleurements rocheux (falaises) Altération/Fissuration Colluvions de cailloutis calcaires. Eboulis (importants surtout sur les versants ouest et au-dessus de 1000 m ?)	
SOLS	Lithosols Altération/Fissuration Sols humo-calcaires Sols bruns calciques ± recarbonatés	Lithosol. Sols humo-calcaires dans les éboulis Rendzines, Rendzines humifères, sols bruns calcaires colluviaux (superposition souvent observée) Sols fersiallitiques saturés ± recarbonatés.	
FACTEURS DE VARIATION	Epaisseur colluvions Affleurement rocheux Fissuration Topographie	Epaisseur colluvion Affleurement rocheux. Fissuration Mesoclimat (altitude). Topographie (changement de faciès. Exposition	
NOTES	Variations latérales peu prononcées, plus importantes à l'est (vallons ouverts)	Variations latérales importantes.	

Sous-secteur 2 : Pentes moyennes

Ce sous-secteur s'étend sur la plus grande partie du versant méridional.

Les grands reliefs

Ce grand versant, d'exposition générale Sud-Ouest, est entaillé de nombreux vallons parallèles à la plus grande pente.

On distingue de loin le pierrier de la calotte sommitale entre le sommet et le Chalet Reynard. De nombreux vallonnets ouverts se dessinent dès le sommet.

Ce pierrier est occupé à l'ouest par un peuplement de Pins à crochets sur des pentes moins vallonnées.

On peut délimiter la calotte sommitale vers le bas par une limite altitudinale passant entre 1400 et 1500 m.

En dessous, à l'ouest se succèdent des vallons peu prononcés à mi-pente (Vallon des Teyssonnières, Vallon des Vabres) puis plus bas, des combes bien prononcées délimitées par des falaises (Combe de Cumier, Combe d'Ansis).

À l'est, les combes profondes se situent plus haut, entre 1000 m et 1400 m (Combe Sourne, Combe de la Grave). Ensuite les pentes sont plus douces et légèrement vallonnées.

La géomorphologie

Le pierrier de la calotte sommitale correspond à une zone encore soumise actuellement à des phénomènes périglaciaires. En effet on a noté au sommet plus de 200 alternances de gel-dégel par an. Cette zone périglaciaire se situe entre 1400-1500 m et le sommet à 1910 m mais peut descendre localement jusqu'à 1200 m dans les Combes du Barrémien. Ce phénomène, lié à la présence de calcaire plus marneux, aura plusieurs conséquences sur le relief et les formations superficielles comme nous le verrons plus loin.

Les calcaires fins à silex (n4-5S) occupent le sommet ; ils descendent relativement bas, jusque vers 1000 m d'altitude, vers l'est. Ils présentent beaucoup moins d'impuretés siliceuses que dans le premier sous-secteur. On y trouve de nombreuses chailles mais les sols ne sont jamais acides (à la différence des pentes de la Montagne de Lure).

Ces calcaires semblent plus marneux que les trois faciès du Bédoulien.

On observe en effet sur le terrain, à la faveur des bords de piste, des alternances de bancs calcaires durs plus ou moins fissurés et de bancs plus marneux où le calcaire se débite en plaquettes.

Ce caractère plus marneux du calcaire barrémien a plusieurs conséquences sur la géomorphologie :

- les précipitations du sommet ne s'infiltrent pas immédiatement à travers le calcaire mais s'écoulent à la surface ce qui explique la présence de vallonnets au départ de la crête dans la partie orientale du sommet.

À l'ouest, le faciès bioclastique inférieur (n5U1), plus dur présente des vallonnets beaucoup moins marqués et qui partent plus bas sur la pente.

- L'eau en descendant sur ces pentes plus tendres creuse des vallons présentant des versants très pentus. Elle disparaît ensuite en profondeur au contact des faciès plus durs du Bédoulien.
- Ces combes encaissées du Barrémien créent un microclimat local relativement contrasté où l'air froid peut s'accumuler la nuit et où les alternances de gel-dégel sont encore relativement fréquentes malgré l'altitude plus basse.

Ces phénomènes de gel-dégel libèrent de nombreux éléments calcaires, parfois siliceux (chailles) mais jamais de façon importante, qui viennent alimenter des formations superficielles localement épaisses.

Ces éléments peuvent être rapidement déplacés, en plusieurs épisodes, et se retrouvent plus bas sur les pentes.

Sur celles-ci, on retrouve les trois faciès du Bédoulien avec un faciès récifal plus dur formant des falaises dessinant une sorte de feston entre 900 et 1200 m. Ces falaises sont à l'origine d'éléments relativement grossiers.

De nombreuses falaises apparaissent également en bas de pente, notamment au niveau de la transition n5U2 - n5U3 ainsi que dans les calcaires bioclastiques n5U3, sans doute en rapport avec un faciès plus dur. Les silex semblent moins nombreux dans ce sous-secteur que dans le premier.

Les facteurs de variations

Au niveau de ce sous-secteur, de la même façon que pour la Montagne de Lure, les phénomènes périglaciaires actuels liés à l'altitude élevée permettent d'individualiser le sommet en une première unité.

Il existe une autre variation dans ce secteur mais qui ne se superpose pas directement à ce découpage altitudinal mais qui contribue à l'hétérogénéité du secteur : il s'agit du substrat. Aux calcaires marneux vallonnés de la partie sommitale (Barrémien) succèdent sur les pentes les faciès plus durs du Bédoulien donnant des pentes relativement régulières, parfois entaillées par des falaises. La topographie est donc variable du sommet à la base.

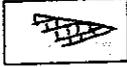
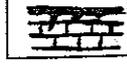
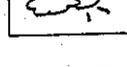
Dans chaque unité, c'est avant tout l'épaisseur du colluvion qui varie comme dans les autres secteurs de la zone d'étude.

Quand ce colluvion est inexistant, on observe des affleurements rocheux de différents types. Ce sont des dalles, des lapiaz ou des pierriers, surtout dans la partie sommitale, ou bien des falaises, surtout dans la partie inférieure des pentes.

Dans ce cas ou dans le cas d'un colluvion peu épais, la fissuration du calcaire affleurant peut jouer un rôle important sur les potentialités des peuplements.

Des facteurs climatiques contribuent ensuite à une hétérogénéité supplémentaire dans l'unité 2 :

- La variation altitudinale importante induit des changements au niveau du mésoclimat
- La présence de combes relativement encaissées induit des couples opposés d'exposition mais aussi des variations importantes dans la topographie du lieu.

SECTEUR Sous-secteur 2	VENTOUX : PENTES MOYENNES	
	<p style="text-align: center;">Altitude (phénomènes périglaciaires actuels)</p> <p style="text-align: center;">Substrat (Topographie)</p>	
<p style="text-align: center;">→ UNITES</p>	UNITE 1 : SOMMET PERIGLACIAIRE ACTUEL	UNITE 2 PENTES
     	<p style="text-align: center;">Epaisseur colluvion</p> <p style="text-align: center;">Affleurement rocheux</p> <p style="text-align: center;">Fissuration</p> <p style="text-align: center;">Topographie (substrat)</p>	<p style="text-align: center;">Epaisseur colluvion</p> <p style="text-align: center;">Affleurement rocheux</p> <p style="text-align: center;">Fissuration</p> <p style="text-align: center;">Topographie (substrat)</p> <p style="text-align: center;">Mésoclimat (altitude)</p> <p style="text-align: center;">Exposition</p>

10 - LE VERSANT EST DU VENTOUX

		NORD $\xrightarrow{\text{transition}}$ SUD	
		PENTES FORTES	PENTES FAIBLES
		UNITE 1 : NORD	UNITE 2 : SUD
SUBSTRAT	Nord \uparrow \downarrow Sud	$n4$ Calcaires argileux en pendage oblique à inverse	Calcaires fins à silex en pendage oblique à inverse $n4-5S$
MATERIAUX		Colluvion	Colluvions (calcaire + chailles) ± épais sur altération de la dalle (qui est ± fissurée)
SOLS		Sol humo-calcaire (au nord) Rendzine colluviale ± humifère Texture généralement AL	Lithosol ? Rendzine colluviale ± humifère Sol brun calcaire. Sol fersiallitique saturé Texture généralement AL parfois LS (quand la charge en graviers est plus forte)
FACTEURS DE VARIATION		Epaisseur colluvions Réaction HCl Topographie Altitude	Epaisseur colluvions Réaction HCl Altitude (?)
NOTES		Il existe des variations latérales du nord au sud : alternance de vallons et de croupes plus ou moins nets	

10 - LE VERSANT EST DU VENTOUX

Ce versant constitue une zone de transition très nette entre le Ventoux et le Ventouret. D'exposition Est sur toute sa longueur, il s'étire sur 5 ou 6 km depuis le col de la Frache jusqu'à Verdoliers.

Les grands reliefs

On constate, en se déplaçant du Nord vers le Sud, un changement dans le relief : au nord, les pentes sont un peu plus fortes, la dénivelée plus grande (près de 400 m alors qu'au-dessus de Verdoliers elle n'est que de 150 m) et les vallons structuraux, d'orientation Est-Ouest, plus nombreux.

La géomorphologie

Les variations mises en évidence du Nord au Sud sur ce versant Est trouvent une explication dans la succession des faciès lithologiques.

Dans la partie Nord affleurent les calcaires argileux du Barrémien, ceux-là mêmes qui donnent les reliefs très pentus du versant nord.

Ce calcaire plus tendre est érodé rapidement d'où la présence de petits vallons qui vont rejoindre, au pied du versant, la combe de la Font de Margot.

Ensuite, plus on descend vers le Sud, plus les séries deviennent massives. On passe progressivement à des calcaires fins à silex (n4-5S) entrecoupés d'horizons un peu plus marneux. Les vallonets transversaux se font plus rares, les pentes sont moins raides.

Les facteurs de variations

Il existe plusieurs échelles de variations à prendre en compte pour l'échantillonnage.

Au niveau du secteur :

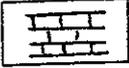
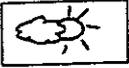
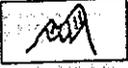
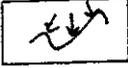
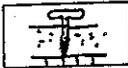
- le substrat : les deux types de substrats (calcaires argileux et calcaires fins à silex) permettent de distinguer deux types de reliefs : l'un plus pentu et plus vallonné que l'autre.
- le macroclimat : d'après la forme allongée du versant il est logique de penser à l'existence d'un gradient Nord-Sud d'autant plus qu'au Nord, les pentes sont toutes proches du Ventouret ; c'est une sorte de cuvette où l'air froid peut s'accumuler.

Plus au sud, cette cuvette s'élargit et s'ouvre largement sur le bassin de Sault, au climat relativement plus chaud.

- l'altitude : l'ensemble du secteur ayant subi la même histoire géologique que le Ventoux et le Ventouret qui l'encadrent, on observe une augmentation de l'altitude du sud vers le nord (de 1050 m à 1590 m sur le sommet et de 800 à 1200 m au niveau de la Combe de la Font de Margot).

Au niveau de chaque unité :

- l'altitude : la variation altitudinale depuis la Combe jusqu'au sommet est relativement importante pour l'unité 1 (400 m de dénivelée). Ce facteur est sans doute moins important pour l'unité 2.
- la topographie : il s'agit de prendre en compte la variation latérale que l'on observe dans l'unité 1 avec la succession de vallonnets et de croupes d'orientation Est-Ouest.
- l'épaisseur des colluvions comme la réaction à HCl semblent très variables sur l'ensemble des deux unités mais difficiles à localiser et à prendre en compte dans le plan d'échantillonnage.

SECTEUR	VERSANT EST DU VENTOUX	
 	<p style="text-align: center;">← Substrat (pente) →</p> <p style="text-align: center;">← Macroclimat →</p> <p style="text-align: center;">← Altitude →</p>	
<p style="text-align: center;">→ UNITES</p>	<p style="text-align: center;">UNITE 1 NORD</p>	<p style="text-align: center;">UNITE 2 SUD</p>
   	<p style="text-align: center;">← Altitude →</p> <p style="text-align: center;">← Topographie →</p> <p style="text-align: center;">← Epaisseur coll. →</p> <p style="text-align: center;">← Réaction HCl →</p>	<p style="text-align: center;">← (Altitude) →</p> <p style="text-align: center;">← Epaisseur coll. →</p> <p style="text-align: center;">← Réaction HCl →</p>

11 - LE VENTOURET

	UNITE 1 : PENTES FORTES	UNITE 2 : REPLATS	UNITE 3 : PENTES DOUCES
SUBSTRAT	Alternance de bancs de calcaire ± pur (niveau marneux) (niveaux à silex)		
MATERIAUX	Colluvions de chailles et/ou de calcaire très caillouteux ou graveleux : - relativement épais dans les fonds de vallons - sur altération du calcaire sur les versants (épaisseur variable)	Colluvions calcaires ± graveleux (avec parfois quelques chailles) ± épais sur calcaire ± altéré	- Colluvions calcaires ± épais sur altération - Altération / Fissuration
SOLS	. Rendzine ± humifère sur les versants Texture : LA à AL . Sols bruns calcaires colluviaux en fond de vallon Texture : AL à AS . Sol brun calcique à acide très localement	Lithosols Sols fersiallitiques saturés	Sol fersiallitique saturé Rendzines Sol brun calcaire Texture : AL (à LA)
FACTEURS DE VARIATION	Nature et épaisseur du colluvion	(Nature) Epaisseur du colluvion	Epaisseur du colluvion
	Fissuration Réaction HCl (très variable)		
NOTES	La couleur de ces sols ainsi que la réaction à l'acide est très variable et n'est apparemment pas corrélé à l'altitude		

11 - LE VENTOURET

Ce secteur est bien délimité dans le relief de la zone. Il se termine au nord par la ligne de crête et est bordé à l'est par le versant Est du Ventoux et à l'ouest par la dépression de Sault-Aurel.

Les grands reliefs

Sur la carte IGN, on peut subdiviser le Ventouret en trois zones depuis le sommet jusqu'à la base.

- La zone sommitale présente des pentes relativement fortes

A l'est, c'est une succession de versants pentus et de vallons assez profonds, de direction NNO-SSE. Ces vallons s'étirent de la crête jusqu'au bassin d'Aurel.

A l'ouest, on retrouve le même type de relief, moins accentué et de direction NNE-SSO.

Toute cette partie sommitale décrit un arc de cercle ouvert plus relevé à l'ouest car en continuité avec le Ventoux.

- La zone inférieure oppose à la précédente un relief très doux, légèrement vallonné.

C'est un système de larges croupes et de vallons relativement ouverts, de direction générale NO-SE, s'étalant entre 700 m d'altitude (La Coustière, Verdoliers) jusque vers 1000 m, de Donomage au Mourre de Ferran.

- La zone intermédiaire est constituée de petits dômes et de replats qui sont individualisés par des vallons d'orientation différente selon leur localisation.

L'ensemble se situe à une altitude moyenne de 1000 m.

La géomorphologie

La carte géologique de Vaison-la-Romaine n'apporte aucune précision cartographique sur les variations de faciès dans le calcaire.

L'ensemble du Ventouret est noté comme la partie sud du Ventoux : c'est une succession de calcaires fins à silex cérébroïdes et de calcaires fins faiblement argileux entrecoupés d'horizons mameux.

Si l'on se reporte à la carte géologique de Séderon, on y distingue trois faciès, correspondant aux faciès du Barrémien de la Montagne de Lure.

n4a (au sommet = Barrémien inférieur)

C'est une alternance de calcaires en gros bancs plus ou moins altérés en plaquettes et de lits mameux. On distingue plusieurs niveaux de silex dans les calcaires.

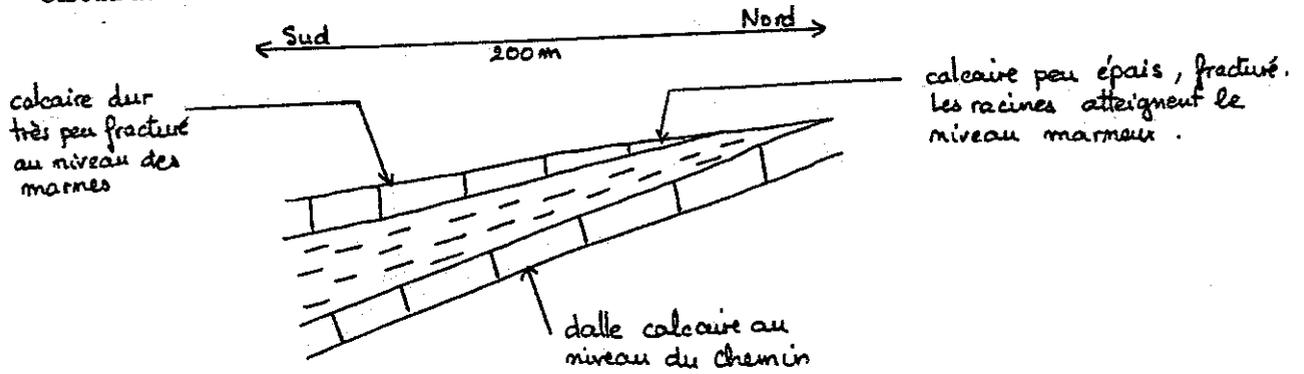
Sur le terrain, quelques chailles ont été observées mais pas de façon systématique.

n4b

Ce sont des marnes gris-verdâtre. C'est une couche de transition qui reste très localisée (non observée).

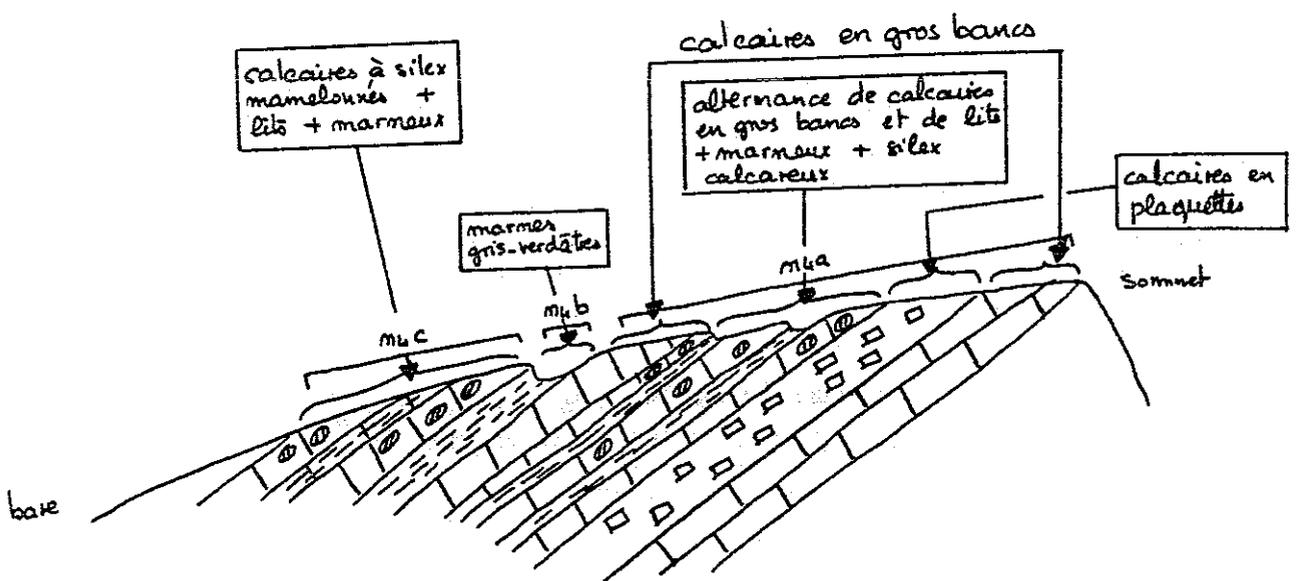
n4c (à la base = Barrémien supérieur)

Ce sont des calcaires à silex cérébroïdes alternant avec des lits marneux. Ces lits marneux semblent très variables en épaisseur. On observe un très bel exemple en forme de biseau au niveau de Donomage.



Ces variations très locales dans les épaisseurs des lits de marnes et des bancs de calcaire sont malheureusement difficiles à appréhender si l'on ne dispose pas d'un talus de route très proche.

Théoriquement, d'après la carte de Séderon, on doit observer la succession géologique suivante :



Les lits de silex et les lits marneux ne sont pas nettement visibles sur le terrain.

Cependant, à l'échelle du secteur, on peut mettre en évidence une relation entre les trois unités individualisées et les différents faciès de calcaire.

La zone sommitale

Elle correspond au faciès n4a dans lequel se creusent les vallons.

Ces vallons de la zone sommitale sont, pour la plupart, de direction perpendiculaire à la crête. Nous les appellerons les "vallons structuraux" comme pour la Montagne de Lure (noté en rouge sur la carte).

Ils partent directement de la crête dans la partie orientale ce qui laisse supposer que le calcaire est plus tendre et donc plus attaqué par l'érosion dans cette partie. Un pendage différent peut également intervenir.

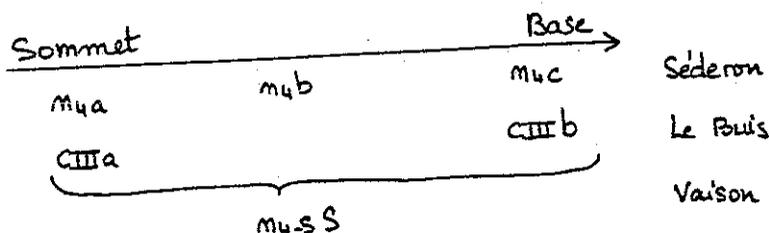
Sur le terrain, on observe dans ce faciès n4a de très nombreuses chailles dans le profil. Si ces chailles sont mélangées à des éclats calcaires, la terre fine fait réaction à l'acide sinon le profil est décarbonaté.

En fond de vallon, la formation superficielle est relativement épaisse et peut atteindre plus d'un mètre alors que sur les versants elle est d'épaisseur variable, généralement inférieure à 50 cm.

Il existe une autre notation géologique sur la carte au 1/80.000^e du Buis qui cartographie un quatrième faciès dans ce secteur : ce sont des calcaires en gros bancs finement bioclastiques, riches en silex clairs (notés CII).

En dehors de ces zones, les autres faciès se correspondent.

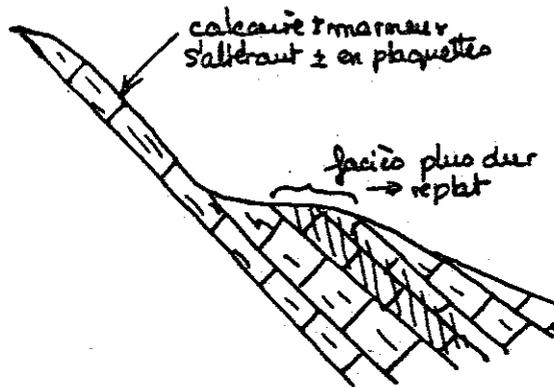
La correspondance entre ces différentes notations est la suivante.



Dans la zone intermédiaire, on constate, en se référant à la carte géologique du Buis, que les petits reliefs qui la constituent se situent en fait à la limite de deux faciès

* à l'ouest, à la limite du CIIIa, du CIIIb et du CII, les vallons sont orientés Nord-Sud (en bleu sur la carte)

* Au centre, les vallons sont de direction NO-SE ou NE-SO, à la limite du CIIIa et du CIIIb.



Les formations superficielles que l'on peut rencontrer dans cette zone sont plus ou moins caillouteuses ou graveleuses, d'épaisseur très variable.

La zone inférieure présente des variations latérales faibles qui ne semblent pas en relation avec les formations superficielles et en particulier avec leur épaisseur. A l'opposé de la zone sommitale, la dénivelée est très faible (300 à 400 m sur 3 km).

Les facteurs de variation

A l'échelle du secteur, les principaux facteurs de variation sont la pente (± en relation avec le substrat) et l'altitude : la dénivelée sur l'ensemble du Ventouret est de l'ordre de 600 m.

A l'intérieur de toutes les unités on retrouve les mêmes types de variations ; elles concernent surtout la formation superficielle, dans sa nature (proportion d'éclats calcaires / aux chailles) et dans son épaisseur qui ne semble pas en relation avec le relief. Quand la colluvion est mince, la fissuration du calcaire peut jouer un rôle limitant pour la végétation.

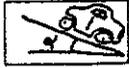
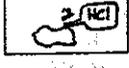
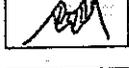
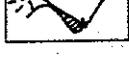
La réaction HCl est également très variable dans les trois unités.

L'unité 1 présente un facteur de variation supplémentaire : l'altitude ; la dénivelée peut atteindre 300 à 400 m dans la partie la plus haute du Ventouret.

On peut citer également l'exposition comme facteur de variation au niveau de cette unité 3 mais sans doute dans une moindre mesure. En effet, le Ventouret présente une exposition générale sud, mais la partie sommitale est en fait une sorte d'arc de cercle passant d'une exposition Sud-Ouest près du versant Est du Ventoux à une exposition Sud-Est au-dessus de la dépression de Sault.

Cette surface étant entaillée de nombreux vallons perpendiculaires à la crête, les pentes présentent des orientations très différentes.

Ce facteur ne nous paraît pas prédominant par rapport à l'altitude et surtout aux variations constatées dans les formations superficielles.

SECTEUR		VENTOURET		
	 	<p>Pente (substrat)</p> <p>Altitude</p>		
→	UNITES	UNITE 1 PENTES FORTES	UNITE 2 REPLATS	UNITE 3 PENTES DOUCES
	    	<p>Colluvion Nature et épaisseur</p> <p>Fissuration</p> <p>Réaction HCl</p> <p>Altitude</p> <p>(Exposition)</p>	<p>Colluvion (Nature) Epaisseur</p> <p>Fissuration</p> <p>Réaction HCl</p>	<p>Colluvion Epaisseur</p> <p>Fissuration</p> <p>Réaction HCl</p>

CONCLUSION

Ce premier découpage nous permet de mieux connaître notre zone d'étude par plusieurs zooms succesifs (niveau secteur, sous-secteur et unité).

Il nous permet aussi de situer nos transects de relevés en fonction des facteurs de variation du milieu que l'on a mis en évidence.

C'est également après cette approche que l'on pourra redéfinir les limites à prendre en compte pour l'étude.

Il est évident qu'à la suite de l'étude certains de ces secteurs, ou de ces unités, se regrouperont bien qu'ils soient disjoints dans le paysage. C'est probablement le cas, par exemple, pour le sous-secteur 2 du Ventoux, une partie du Ventouret, la montagne d'Albion et la montagne de Lure.

Ceci pourra être précisé lors de l'étude.

Enfin, le secteur des dépressions (Sault, Murs, Lioux...) n'a pas été pris en compte car les sédiments sont très différents mais surtout, il s'agit de surfaces de vocation plutôt agricole que forestière.

3^{ème} PARTIE

**DELIMITATION DE LA ZONE D'ETUDE
PLAN D'ECHANTILLONNAGE
PROTOCOLE DE RELEVÉ**

DELIMITATION DE LA ZONE D'ETUDE PLAN D'ECHANTILLONNAGE PROTOCOLE DE RELEVÉ

A cette étape de la préétude, il nous faut faire un bilan de nos acquis.

- Nous avons décrit les principaux facteurs de variations du milieu qui nous intéressent en typologie en essayant de comprendre leurs relations.
- Nous avons ensuite découpé notre zone d'étude en secteurs puis en unités relativement homogènes mais présentant encore de nombreuses variations.

Il nous faut maintenant achever la préétude en préparant la phase de terrain de l'étude.

Les données recueillies sur le terrain pendant l'étude permettront :

- la définition des types de stations forestières,
- la vérification des hypothèses mises en place lors de la préétude.

Nous devons donc à présent :

- délimiter la zone d'étude à prendre en compte dans la typologie afin de répondre aux objectifs des forestiers,
- donner un plan d'échantillonnage pour la phase de terrain de l'étude de manière à couvrir l'ensemble des variations mises en évidence précédemment,
- définir précisément le protocole et la fiche de relevé pour prendre les bonnes variables en compte et faciliter la phase de traitement de l'étude.

1. Délimitation de la zone d'étude

Lors des deux réunions du comité de pilotage, les différents organismes forestiers concernés ont précisé les objectifs visés pour chaque département.

Sur l'ensemble de la zone, c'est la chênaie pubescente qui occupe la plus grande partie de la surface boisée.

C'est là qu'une grande partie des aménagements doit être faite. C'est donc la zone du Chêne pubescent qui doit être traitée en priorité.

La demande est forte également dans la Hêtraie ce qui permettrait une comparaison intéressante du Ventoux et de la Montagne de Lure et également de ces deux reliefs avec le Lubéron, plus au sud.

La zone de transition chênaie-hêtraie doit être évidemment prise en compte.

Les limites de la zone d'étude doivent donc être redéfinies

- par le bas, en excluant les surfaces occupées par le Chêne vert,
- par le haut, en se limitant aux hêtraies d'altitude.

La limite inférieure

Les zones où se développe le Chêne vert, associé au Pin d'Alep ou bien au Chêne pubescent sous forme de garrigue, correspondent sur la carte de la végétation à l'étage méditerranéen (série chaude et rupicole du Chêne vert et série méditerranéenne du Chêne pubescent).

Elle se situe en bordure ouest et sud de la zone d'étude.

- Au pied du Ventoux, c'est une frange qui remonte de la base jusqu'à 800 m dans le sous-secteur 2, et 700 m dans le sous-secteur 1 (d'après la carte de la végétation au 1/25.000^e de GUENDE).
- A l'ouest des Plateaux de Vaucluse, la limite altitudinale est un peu plus basse (600 m environ).
- Les Gorges de la Nesque sont exclues de l'étude jusqu'au niveau de Monieux.
- Le secteur du versant sud est occupé en grande partie par les Chênes verts bas et clairs. La limite avec le Chêne pubescent n'est pas très nette et celui-ci ne montre pas de fortes potentialités.

Nous nous baserons sur la limite altitudinale des 800 m à l'est pour rejoindre les 600 m du secteur des Plateaux de Vaucluse à l'ouest.

L'ensemble de ces zones mises à l'écart correspond à un climat franchement méditerranéen, chaud et sec, où la température moyenne mensuelle reste supérieure à 11 °C.

Il y a très peu de Chênes verts sur la Montagne de Lure, uniquement au-dessus de Peipin et à l'est de Malefougasse.

La limite supérieure

Elle correspond à la zone des pierriers au-dessus de la limite supérieure des hêtres au sommet de la Montagne de Lure et du Ventoux.

2. Plan d'échantillonnage

L'ensemble de la zone d'étude ainsi délimitée est parcouru suivant des transects répartis par secteurs et par unités (voir carte).

Plus l'unité est hétérogène (nombreux facteurs de variation), plus le nombre de transects sera important.

Ces transects sont répartis de manière à couvrir le plus de variations possibles d'après ce qui a pu être mis en évidence dans la deuxième partie.

Chaque transect sera suivi à pied et un relevé sera effectué chaque fois qu'un changement sera détecté. Si aucun changement n'est observé, les relevés seront faits systématiquement tous les 200 m.

3. Protocole de relevé de terrain

Trois cents relevés environ sont prévus pour la première année. Le relevé s'effectuera sur une placette circulaire de 4 ares environ (soit un rayon 11,3 cm) dans une zone relativement homogène.



PLAN D' ECHANTILLONNAGE
 1 : 100 000^e
 Répartition des transects
 Les numéros correspondent aux secteurs

Esquadrée: 0 211 les 2







Il comportera la localisation et la description des caractéristiques stationnelles de la placette, ainsi qu'une description détaillée d'une fosse pédologique creusée à la pioche. Un relevé floristique sera effectué sur l'ensemble de la placette.

Un exemple de la fiche de relevé est donné plus loin.

Le protocole suivant décrit les différents éléments (et leur codification) qui seront observés sur le terrain ou notés et codés à posteriori au bureau.

LOCALISATION

- Département

1. Vaucluse (84)
2. Alpes de Haute-Provence (04)

- N° Carte

Numéro de la carte IGN au 1/25.000^e noté en clair en codant de plus :

1. Est
2. Ouest

- Secteur

Découpage de la zone d'étude en code numérique

1. Montagne de Lure
2. Montagne d'Albion
3. Plateau d'Albion
4. Région des karsts
5. Champ de fracture de Banon
6. Collines de St Christol
7. Versant sud
8. Plateaux de Vaucluse
9. Ventoux
10. Versant Est
11. Ventouret

- Localisation

Position de la placette en Lambert II notés en clair d'après la carte au 1/25.000^e (nombre bleus intérieurs)

CARACTERISTIQUES STATIONNELLES

- Altitude (en m)

Notée en clair d'après l'altimètre ou la carte.

- Pente (en %)

Notée en clair d'après le clisimètre.

- Exposition

Notée en code numérique pour l'exposition générale du versant et en clair (en degré) d'après la boussole pour l'exposition de la placette.

1. N
2. NE
3. E
4. SE
5. S
6. SO
7. O
8. NO
9. Toutes

- Ecran

La présence ou l'absence est notée en code numérique

0. non
1. oui

Si un écran est présent, on mesurera 2 paramètres supplémentaires :

- Angles par rapport aux sommets opposés (en %)
Noté en clair d'après le clisimètre

- Expositions des versants opposés
Noté en code numérique d'après la carte

Remarque : dans le cas d'un fond de vallon, 2 angles et 2 expositions seront notés.

- Topographie

On décrira la topographie à 3 échelles, en code numérique

- kilométrique : notée d'après la carte au 1/100 000 ou au 1/25 000 (grands reliefs)

1. Haut de versant
2. Mi-versant
3. Bas de versant
4. Plateau
5. Dôme
6. Vallée

- hectométrique : notée d'après la carte au 1/25 000 (petits reliefs)

1. Haut de pente
2. Mi-pente
3. Bas de pente
4. Vallon
5. Replat
6. Croupe
7. Mamelon
8. Crête
9. Sommet arrondi
10. Plateau
11. Doline

- stationnelle : notée d'après le terrain

1. Défavorable
2. Neutre
3. Favorable
4. Très favorable

SUBSTRAT ET MATERIAU

- Nature du substrat

Notée en code numérique d'après le terrain

1. Calcaire compact sans silex
2. Calcaire compact à silex
3. Calcaire en plaquettes
4. Calcaire marneux
5. Marne
6. Grès vert
7. Argile
8. Colluvion à silex
9. Autre

Dans ce dernier cas, la nature de la roche doit être notée en clair.

- Code carte

Ce sont les codes attribués aux différents étages géologiques dans les notices des cartes géologiques au 1/50000 (Noté en clair ex: n5U1)

- Dénomination de la carte

Notée en clair d'après la notice des cartes géologiques

- Réaction HCl de la roche

Notée en code numérique

0. Nulle, aucune réaction
1. Audible, quelques petites bulles
2. Moyenne, une couche de bulles
3. Forte, plusieurs couches de bulles

- Affleurement de la roche (en %)

Noté en clair

- Pendage

Noté en code numérique d'après le terrain

1. Conforme
2. Inverse
3. Oblique
4. Horizontal
5. Vertical
6. Sans objet
7. Non observé

Dans ce dernier cas, on notera le pendage déduit en code numérique (1 à 6) d'après le terrain (hors placette) et d'après la carte géologique ou les connaissances sur l'histoire de la région.

- Type de matériau

Noté en code numérique d'après le terrain

1. Affleurement de la roche-mère
2. Argile d'altération du calcaire accumulée dans les fissures
3. Colluvion calcaire mince sur altération
4. Colluvion siliceux mince sur altération
5. Colluvion mélangé mince sur altération (calcaire + silex)
6. Colluvion plus ou moins épais calcaire
7. Colluvion plus ou moins épais de silex
8. Colluvion plus ou moins épais de chailles
9. Colluvion plus ou moins épais de mélange (calcaire + silex ou chailles)
10. Accumulation argileuse (dolines)
11. Eboulis
12. Autres

SOL

- Éléments grossiers en affleurement ($\varnothing > 0,2$ cm)

- Quantité totale et graviers (en %)

Notée en clair

- Nature

Notée en code numérique

1. Calcaire
2. Silex
3. Chaille
4. Mélange (calcaire + silex ou chaille)

- Taille des éléments dominants

Notée en code numérique

1. de 0,2 à 2 cm
2. de 2 à 7,5 cm
3. de 7,5 à 25 cm
4. plus de 25 cm

- Test tarière (en cm)

5 mesures à la tarière hélicoïdale notées en clair

- Humus

- Présence et continuité

Notées en code numérique

- 0. Non
- 1. Oui

- Épaisseur (en cm) des différentes couches

Notée en clair

L = couche de feuilles entières

F = couche de feuilles fragmentées

H = couche de matière organique non minéralisée

- Éléments grossiers dans le sol

Notée comme les éléments grossiers en affleurement. La quantité est appréciée par rapport à des grilles de référence.

- Description de la fosse pédologique : le profil est divisé en horizons. Pour chaque horizon on notera:

- la Profondeur inférieure (en cm)

- la Couleur

Notée en clair (d'après le code Munsell) et en code numérique (d'après la phase de terrain de la préétude)

- 1. Rouge
- 2. Marron foncé
- 3. Brun
- 4. Noir
- 5. Gris
- 6. Jaune

- la Texture

Notée en code numérique

- | | |
|------------|--------------|
| 1. S | S = Sableux |
| 2. SL | L = Limoneux |
| 3. SA | A = Argileux |
| 4. LS | |
| 5. LSA/LAS | |
| 6. L | |
| 7. LA | |
| 8. AS | |
| 9. AL/A | |
| 10. ALo | |

- la Structure

Notée en code numérique

1. Particulaire
2. Microgrumeleux
3. Grumeleux
4. Subanguleux
5. Polyédrique
6. Massif

- la Réaction à HCl de la terre fine

Notée en code numérique

0. Nulle
1. Audible, quelques bulles
2. Visible sur les gravillons
3. Moyenne, une couche de bulles
4. Forte, plusieurs couches de bulles

- le pH

Notée en clair uniquement si la réaction à HCl est codée 0.
On notera la valeur lue sur le pHmètre de terrain à une demi-unité près.
Codé 0 si la mesure n'est pas effectuée

-les Racines

Le nombre de racines par dm^2 est noté en clair

- les Éléments grossiers

Notés comme les éléments grossiers dans le sol

- la Compacité

Notée en code numérique d'après le test au couteau

1. Meuble : le couteau s'enfonce sans efforts
2. Peu compact : un léger effort est nécessaire pour enfoncer le couteau
3. Compact : le couteau ne s'enfonce pas complètement
4. Très compact : le couteau ne s'enfonce que sur quelques millimètres

- Une ligne de synthèse sera remplie et codée au bureau. Elle permettra de caractériser et de coder le sol de la placette sans distinguer les horizons.

VEGETATION

- Type de peuplement

Noté en clair sur le terrain par le nom et une description sommaire.
Codé *a posteriori*.

- Hauteur indicative (en m)

Notée en clair par simple appréciation visuelle.
Aucune mesure dendrométrique n'est prévue afin de ne pas allourdir le relevé.

- Facteur humain

Noté en code numérique

1. Tas de pierres
2. Restanques

Les autres cas rencontrés seront codés *a posteriori*

- Espèces végétales

- le Nom latin est codé en clair. Certaines espèces très fréquentes figurent déjà dans la liste. Les autres doivent être ajoutées.

- le Code CEPE est déjà reporté pour les espèces déjà notées. Il sera codé de retour au bureau.

- le Coefficient d'abondance-dominance

Noté +, 1, 2, 3, 4, 5.

Recodé 1, 2, 3, 4, 5, 6 au bureau pour la saisie.

5. Nombre d'individus quelconque recouvrant plus des $\frac{3}{4}$ de la surface du relevé
4. Individus abondants ou non, mais couvrant de la $\frac{1}{2}$ au $\frac{3}{4}$ de la surface
3. Espèces possédant un nombre quelconque d'individus, recouvrant entre le $\frac{1}{4}$ et la $\frac{1}{2}$ de la surface
2. Individus très abondants ou recouvrant au moins $\frac{1}{20}$ de la surface
1. Individus suffisamment abondants, à degré de couverture faible
- +. Nombre d'individus et degré de recouvrement très faible.

Ce coefficient sera attribué à toutes les espèces.

Pour les principales essences arborescentes il sera donné pour les trois strates : Arborée, arbustive et Herbacée

N° relevé :

Date :

Auteurs :

LOCALISATION

Département : 84 (1) 04 (2)

N° carte : Est (1) Ouest (2)

Secteur : Lure (1) Montagne d'Albion (2) Plateau d'Albion (3) Région des karsts (4) Banon (5) Collines de St Christol (6) Versant sud (7) Plateaux de Vaucluse (8) Ventoux (9) Versant Est (10) Ventouret (11)

Localisation (en Lambert II): x : y :

CARACTERISTIQUES STATIONNELLES

* Ecran : non (0) oui (1)

* Altitude (en m)

* Angles/sommet opposé (en %) A1 : A2 :

* Pente (en %)

* Exposition versants opposés E1 : E2 :

* Exposition générale N (1) NE (2) E (3) SE (4) S (5) SO (6) O (7) NO (8) Toutes (9)

* Exposition placette (en °)

* Topographie

- kilométrique : Haut de versant (1) Mi-versant (2) Bas de versant (3) Plateau (4) Dôme (5) Vallées (6)

- hectométrique : Haut de pente (1) Mi-pente (2) Bas de pente (3) Vallon (4) Replat (5) Croupe (6) Mamelon (7) Crête (8) Sommet arrondi (9) Plateau (10) Doline (11)

- stationnelle : Défavorable (1) Neutre (2) Favorable (3) Très favorable (4)

SUBSTRAT ET MATERIAU

* Nature (horizon C ou R) : Calcaires compacts sans silex (1) Calcaires compacts à silex (2) Calcaires en plaquettes (3) Calcaires marneux (4) Marnes (5) Grès verts (6) Argile (7) Colluvions siliceux (8) Autres (9)

* Code carte : Dénomination carte

* Réaction HCl de la roche : Nulle (0) Audible, quelques bulles (1) Moyenne (2) Forte (3)

* Affleurement de la roche (en %) :

* Pendage : Conforme (1) Inverse (2) Oblique (3) Horizontal (4) Vertical (5) Sans objet (6) Non observé (7)

Si (7) → Pendage déduit :

* Type matériau : Affleurement roche-mère (1) Argile d'altération du calcaire (2) Colluvions minces sur altération : calcaire (3) silex (4) mélange (5), Colluvions ± épais : calcaire (6) silex (7) chaille (8) mélange (9) Accumulation argileuse (10) Eboulis (11) Autres (12)

* Notes :

SOL

* Éléments grossiers en affleurement

- quantité (en %) : dont graviers (en %) :

- nature : Calcaire (1) Silex (2) Chaille (3) Mélange (4)

- taille des éléments dominants :

0,2 à 2 cm (1) 2 à 7,5 cm (2) 7,5 à 25 cm (3) > 25 cm (4)

* Humus

	Présence		Continuité		Epaisseur (en cm)
	non (0)	oui (1)	non (0)	oui (1)	
Couche L					
Couche F					
Couche H					

* Test tarière

* Description du Profil :

Prof. (cm)	Schéma Horizons	Couleur		Texture	Structure	HCl	pH	Racines nbre	Eléments grossiers			Compacité
		palette	Munsell						%	nature	taille dominante	

* Notes :

* Synthèse (codé à posteriori) :

Type de sol	Epaisseur	Couleur	Texture	Structure	HCl	pH	Racines		Eléments grossiers			Compacité
							prof.	nbre	%	nature	taille	

VEGETATION

* Type de peuplement :

* Hauteur indicatrice (en m) :

* Facteur humain :

Tas de pierres (1) Restanques (2)

ANNEXE

*Fiche de relevé élaborée pour
la phase de terrain de la PREETUDE*

Introduction

The purpose of this document is to provide a comprehensive overview of the project's objectives, scope, and timeline. The project aims to develop a robust system that can handle complex data processing tasks efficiently. The scope includes the design, implementation, and testing of the system, as well as the documentation of the process. The timeline is divided into several phases, each with specific milestones and deliverables.

The project is organized into several key sections. The first section details the project's goals and the expected outcomes. The second section describes the system architecture and the technologies used. The third section outlines the development process, including the tools and methodologies employed. The final section discusses the testing and deployment strategies.

Throughout the project, communication and collaboration are essential. Regular meetings and updates will ensure that all team members are aligned and that any issues are addressed promptly. The project manager will be the primary point of contact for all project-related matters.

Vaucluse

Alpes de Haute-Provence

Date :

Relevé n° :

CARACTERISTIQUES GENERALES DU RELEVÉ

Localisation N° de carte : Lieu-dit :
Exposition Générale : de la placette :
Altitude :
Pente :
Topographie Kilométrique :
Hectométrique :
Stationnelle :

LITHOLOGIE

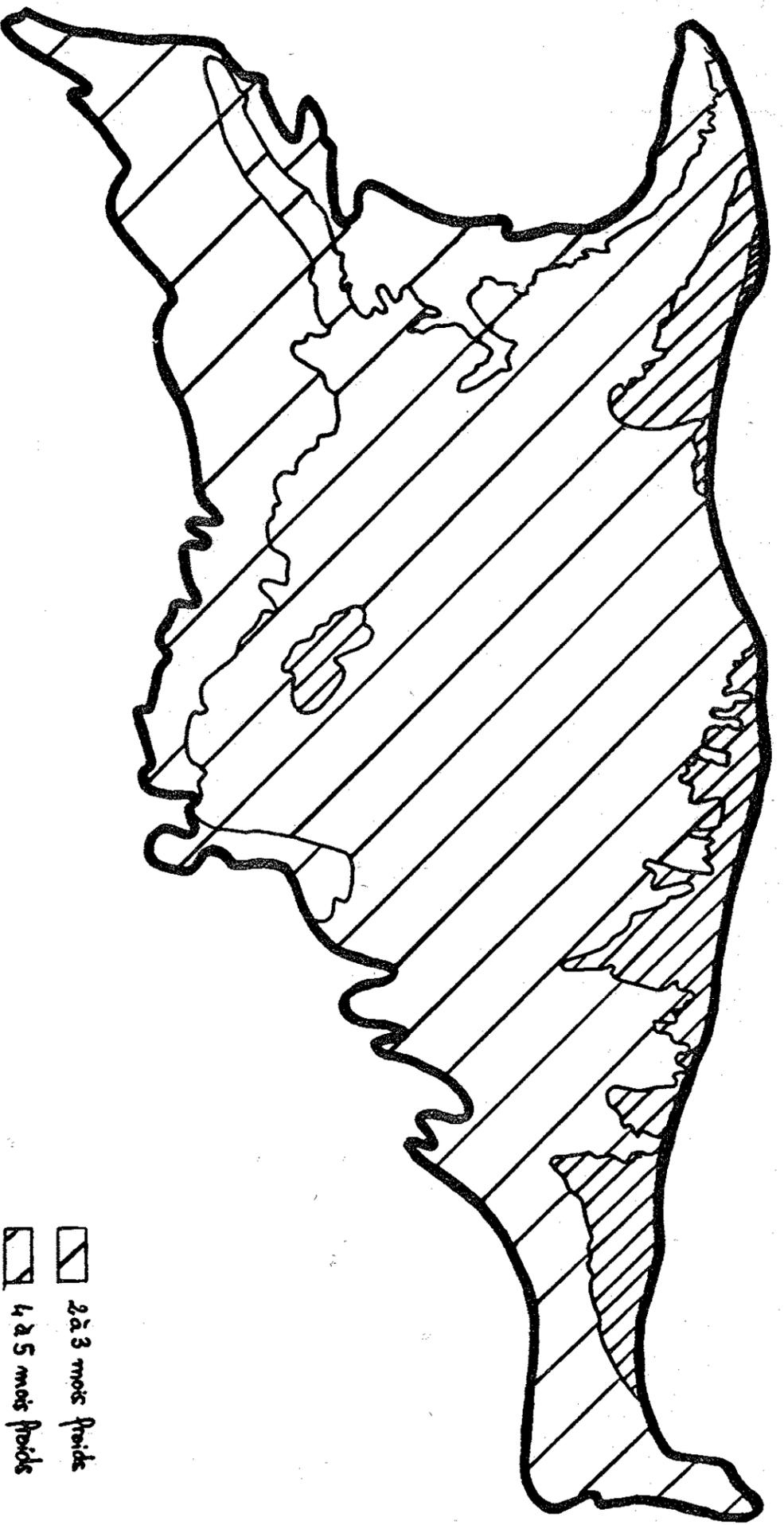
Géologie (carte) : Description sommaire :
Pendage :
Affleurement :
Formation superficielle :
Altération / Fissuration :

PEDOLOGIE

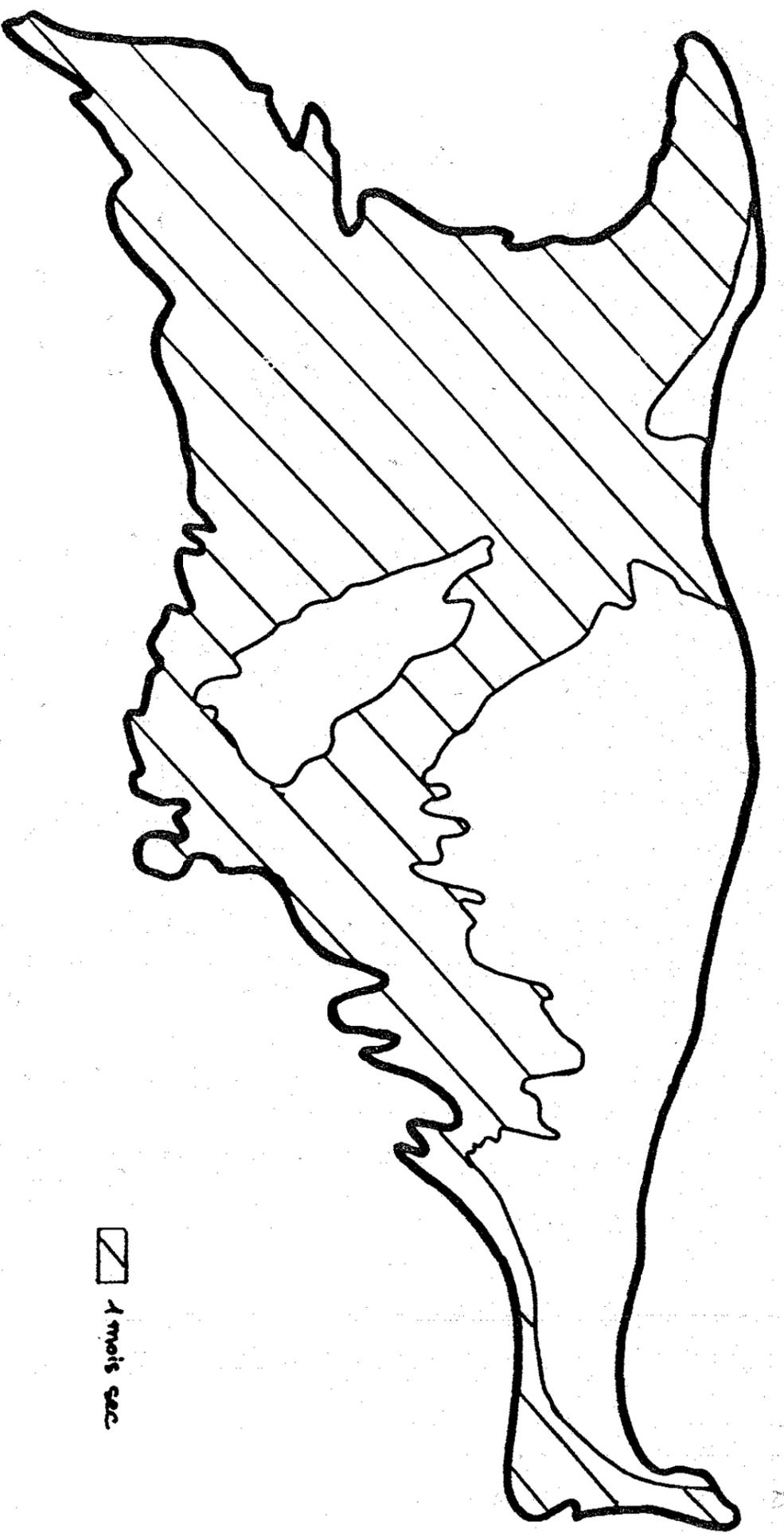
Description de la fosse pédologique :

Couleur :
HCl :
pH :
Texture :
Structure :
Compacité :
Cailloux nature :
quantité :
forme :
orientation :

DESCRIPTION DE LA PLACETTE - TYPE DE MILIEU - VEGETATION



2 à 3 mois froids
 4 à 5 mois froids
 6 à 7 mois froids
 8 à 9 mois froids



1 mois sec