

I. Introduction

Depuis longtemps, et pour divers objectifs, de nombreux organismes de recherches, d'enseignement et d'aménagement effectuent des études pédologiques.

Relativement jeune, la **pédologie française** n'a publié sa classification qu'en 1966, mais son application cartographique a mis en évidence, et à divers niveaux, ses limites notamment au regard des problèmes de l'aménagement. Actuellement nombreux sont les pédologues qui, au sein de groupes de travail de divers types, participent à la révision de cette classification scientifique mais recherchent aussi la mise au point de méthodes plus pragmatiques pour l'appréciation des potentialités du milieu.

En Provence, après de nombreuses études et réflexions, il a été mis au point en 1970, une « **méthode simple d'appréciation de l'aptitude des sols à la mise en valeur** » (2).

Cette méthode dont les grandes lignes seront rappelées ci-après a permis d'établir des cartes dont les principes d'établissement, de représentation ainsi que le langage de la légende sont facilement accessibles aux aménageurs non avertis, et c'est normal, de la science pédologique qui demeure, comme beaucoup de sciences, affaire de spécialistes.

Depuis 10 ans, toutes les études réalisées par la Société du Canal de Provence et d'Aménagement de la région Provençale (S.C.P.) ont abouti, quel que soit l'objectif initialement poursuivi, à des documents établis selon les mêmes principes donc comparables entre eux.

Il est probable que les superficies cartographiées en Provence constituent un des plus grands ensembles homogènes de France. En effet, les cartes d'aptitudes à la mise en valeur établies à ce jour dans le même esprit et selon la même méthode concernent :

- l'ensemble du département des bouches-du-Rhône à l'échelle du 1/50 000;
- les trois-quarts (sinon les 4/5) du département de Vaucluse et le tiers du département du Var à l'échelle du 1/20 000.

En 10 ans, c'est donc une superficie totale supérieure à 800 000 hectares qui a été inventoriée.

Les études ayant un caractère systématique sont réalisées pour le compte des Directions de l'Agriculture qui désirent avoir un inventaire du potentiel primaire de production de leur département. Les documents, cartes et rapports, sont alors utilisés pour tous les plans d'aménagements ruraux (S.D.A.R. - S.D.A.U. - P.A.R. P.O.S. - etc.) (3).

(1) Cet article a été écrit pour être également publié dans « Eau et Aménagement » (ayant succédé à « L'Irrigant »), revue de la Société du Canal de Provence et d'Aménagement de la Région Provençale.

(2) Appréciation de l'Aptitude à la mise en valeur (agricole) des sols de Provence par G. Duclos : « Bulletin de l'Association Française d'Etudes des Sols », n° 6-1971 et revue de la S.C.P. « L'Irrigant », n° 60 de mars 1973.

(3) S.D.A.R. : Schéma départemental d'aménagement rural; S.D.A.U. : Schéma directeur d'aménagement et d'urbanisme; P.A.R. : Plan d'aménagement rural (pour les zones où il n'y a pas de S.D.A.U.); P.O.S. : Plan d'occupation des sols (au niveau communal).

Note de l'auteur.

L'approche de terrain et la représentation cartographique décrites dans cet article doivent trouver leur place dans l'arsenal des méthodes régionales et nationales d'établissement des inventaires concernant le milieu naturel.

Les documents cartographiques établis, associés à d'autres, doivent permettre aux décideurs d'effectuer des choix rapides dans le cadre de l'aménagement du territoire. Mais, il est certain que ces cartes ont une portée limitée en raison de leur échelle et qu'elles ne peuvent satisfaire en tout état de cause les besoins journaliers des forestiers sensu stricto. Cependant, ces derniers doivent savoir que, pour établir les documents, de nombreuses données pédologiques ou autres sont recueillies et qu'elles peuvent être utilisées pour affiner la connaissance des sols forestiers afin de choisir des essences ou bien d'envisager certains amendements ou aménagements. Encore faudrait-il que l'écologie de toutes les espèces soit bien connue. Il n'en demeure pas moins que les données recueillies pour les zones reconnues comme favorables par la méthode présentée, pourraient être avantageusement utilisées pour satisfaire certains besoins des forestiers.

D'autre part, des études de sols plus précises pourraient être entreprises dans des secteurs forestiers déterminés, mais, jusqu'à ce jour, il semble, qu'en région méditerranéenne, les organismes concernés n'aient pas voulu se lancer ou financer ce genre d'opération. Il reste donc à espérer que cette attitude évolue et que l'on connaisse bientôt les sols forestiers méditerranéens aussi bien que les sols agricoles.

Pédologie et aménagement rural : appréciation de l'aptitude à la mise en valeur forestière et agricole des sols des zones accidentées de Provence ⁽¹⁾

par
Georges DUCLOS

Ingénieur Pédologue
Société du Canal de Provence
et d'Aménagement
de la Région Provençale
Le Tholonet
13603 Aix-en-Provence cedex

Pour les secteurs touchés par le Canal de Provence ou les autres ouvrages d'équipements hydro-agricoles, les cartes, établies au 1/20 000 selon les mêmes principes, comportent en plus l'aspect irrigation.

Dans leur ensemble tous ces documents donnent satisfaction pour les aménagements et les équipements en zones de plaine ou de faible relief.

Cependant, il est apparu, tant au réalisateur qu'aux utilisateurs des cartes, que les données et les représentations pour les zones accidentées étaient insuffisantes.

En effet, dans les secteurs « montagneux » provençaux (et a fortiori ailleurs), *l'influence de la pente est telle qu'elle masque l'incidence des autres facteurs*; la méthode ne permet pas alors de mettre en évidence des zones aux aptitudes bien différenciées.

La grande majorité des sols constitue des zones peu aptes à la mise

en valeur agricole mais il y existe sans aucun doute des *potentialités différentes vis-à-vis de la mise en valeur forestière ou de la végétation spontanée*.

Conscient de cet état de choses et avant de poursuivre les études dans des secteurs de plus en plus accidentés, il est apparu nécessaire de *concevoir une méthode mieux adaptée*. Cependant, et afin de ne pas désorienter les utilisateurs, il était absolument indispensable de maintenir le même esprit tant dans les principes de base que dans l'établissement des documents.

De plus, et pour ne pas rester dans le théorique, il fallait disposer d'un terrain d'études approprié au problème posé. Il était important en outre de consacrer du temps à la réflexion ce qui impliquait certaines recherches donc un *financement particulier*.

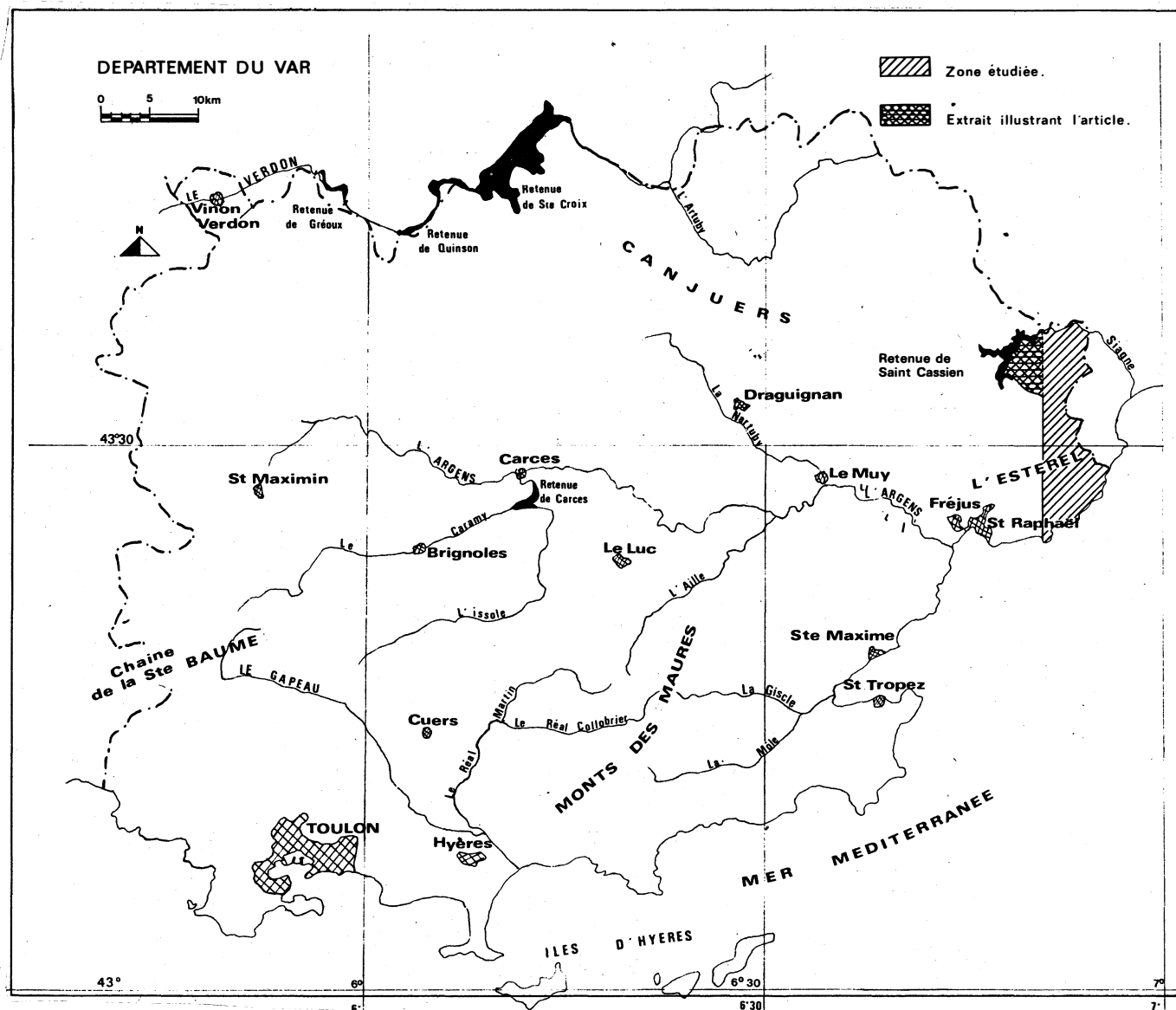
Le terrain nous a été fourni par la Direction de l'Agriculture du Var qui, pour aborder les problèmes agricoles

et forestiers des communes orientales du département, a demandé à la S.C.P. d'effectuer l'étude des sols de la commune de *Tanneron et d'une partie du massif de l'Estérel* (cf. carte de situation).

Le financement de la réflexion, en plus des crédits alloués pour l'étude des sols proprement dite, a été assuré par des *crédits spéciaux du Ministère de l'Agriculture* attribués à la S.C.P. par le Service Régional de l'Aménagement des Eaux à des fins de *recherches appliquées* d'intérêt national.

Le travail méthodologique, dont le résultat est présenté ci-après, entre parfaitement dans ce cadre.

Il vient d'autant plus à son heure que les *instances gouvernementales* ont décidé d'*accentuer les actions* concernant l'inventaire des moyens de production et notamment *les études et la cartographie des sols* abordées dans un *esprit pragmatique* à partir de *données scientifiques* assurant la *crédibilité*.



Carte 1. - Situation de la zone étudiée.

II. Rappel des principes de la première méthode

L'appréciation de l'aptitude à la mise en valeur des sols de Provence, et probablement d'ailleurs, s'appuie sur le postulat suivant :

« Dans une région et sous des conditions climatiques générales données, le meilleur sol est celui qui permet le plus large éventail de productions avec le minimum de contraintes et la maximum de chance de réussite ».

Les données de base sont rassemblées au cours des études pédologiques qui caractérisent les sols du point de vue morphologique et analytique; il est ainsi possible de définir leurs qualités et leurs défauts au regard de la mise en valeur.

Les potentialités des sols découlent directement de leurs propriétés intrinsèques mais elles dépendent aussi d'autres caractéristiques du milieu.

Les facteurs qui interviennent n'ont pas tous le même poids et si certains concernent tous les sols, d'autres n'interviennent que dans certains cas.

Ces deux observations nous ont conduits à choisir et à hiérarchiser les facteurs en cause tout en les pondérant par notation d'après leur degré d'intervention vis-à-vis de la mise en valeur.

Il va de soi que volontairement nous nous sommes limités aux seuls critères édaphiques que nous pouvions convenablement appréhender. Les facteurs retenus ont été classés et notés de la manière suivante.

2.1. Facteurs d'appréciation et notation

2.1.1. Facteurs appréciables pour tous les sols

Notés positivement, ils constituent deux groupes d'inégale importance :

- tout d'abord, la pente, l'épaisseur meuble utilisable, la capacité de stockage en eau constituent, en milieu méditerranéen, des facteurs primordiaux appréciés à 5 niveaux entre 0 et 20 d'après les observations de terrain et les résultats de mesures.
- Ensuite, la texture et la fertilité potentielle des horizons supérieurs dont le rôle, bien que non négli-

geable, est moins important que celui des précédents facteurs. Apprécies à quatre ou trois niveaux, ces deux caractéristiques sont notées entre 1 et 5.

2.1.2. Facteurs appréciables dans certains sols

Ces facteurs, contraignants par nature à des degrés divers, sont notés négativement en deux groupes.

- L'excès d'eau et la salinité constituent pour les sols des facteurs limitants importants qui, selon 5 degrés de gravité, sont notés entre - 2 et - 20.
- La charge en cailloux, l'excès de calcaire actif ou une acidité trop forte ainsi que le degré de dureté du substrat constituent certes des caractéristiques défavorables mais cependant moins contraignantes que les premières et pour cela notées à trois niveaux entre - 1 et - 5.

Tout le système (hiérarchisation, pondération) aboutit pour chaque sol, et donc pour chaque unité pédologique ou cartographique, à l'attribution d'une note comprise entre 0 et 70 points. Ceci a permis, par tranche de 10 points, de créer 7 classes d'aptitudes potentielles différentes. De plus, en fonction de la nature et/ou du degré de gravité des contraintes rencontrées, il a été créé des sous-classes d'aptitudes désignées par les lettres a et b.

2.2. Représentation cartographique

Les cartes d'aptitudes à la mise en valeur mettent en évidence essentiellement deux choses :

- elles différencient principalement les classes et les sous-classes d'aptitudes par des teintes contrastées : Le vert pour les meilleures classes (I et II), Le bleu pour des sols qui, en Provence, s'avèrent en général bons mais qui souffrent d'excès d'eau (classe III sous-classe a), Le jaune pour les sols aux faibles potentialités (III b et IV), L'orange pour les sols médiocres (classes V) Le rouge pour les sols aux très faibles aptitudes (classe VI), Quant aux sols inaptes à toute mise en valeur agricole (classe VII), ils ne sont pas teintés.

Les sous-classes sont différenciées par des trames qui nuancent les couleurs fondamentales. Ces différences de teintes permettent une visualisation rapide des unités cartographiques que l'on peut juger en valeur absolue et en valeur relative.

- l'autre intérêt des cartes est de faire apparaître simplement et symboliquement les contraintes qui affectent les sols.

Ces contraintes, appréciées à trois niveaux de gravité, se classent et se représentent conformément au tableau ci-après.

PENTES	Très fortes > 25 % PP	Assez fortes 15-25 % P	Moyennes 10-15 % p
ÉROSION	Importante (roches à nu) EE	Notable mais localisée E	Possible ou très localisée e
SUBSTRATUM	Roches dures RR	Roches friables R	Roches meubles r
EXCÈS D'EAU ou (Hydromorphie)	Importants HH	Notables H	Faibles h
SALINITÉ	Importante SS	Notable S	Faible s
PIERROSITE ou charge en cailloux	Importante > 60 % CX sans cercle : anguleux	Notable 30-60 % Cx avec cercle : roulés	Moyenne 15-30 % cx de Profondeur : cx
ACCUMULATIONS CALCAIRES	Denses continues et généralisées CCA	Peu épaisses ou discontinues Cca	Diffuses ou localisées cca
Teneurs en CALCAIRE ACTIF	Très élevées > 25 % CA	Élevées : 15-25 % Ca	Moyennes 5-15 % ca
ACIDITE	Forte pH < 5,0 AC	Moyenne 5,0 < pH < 5,5 Ac	Faible 5,5 < pH < 6,0 ac
TEXTURES peu favorables	Trop grossières g	Trop fines f	Trop limoneuses b

III. Méthodologie adaptée aux zones accidentées

Que ce soit en Provence calcaire ou en Provence cristalline et *a fortiori* dans les départements alpins, les zones accidentées sont fréquentes et surtout occupées par des végétations spontanées de type forestier. Dans ces zones, les productions végétales agricoles sont, sauf quelques cas particuliers comme les pâtures, d'un intérêt limité sinon marginal.

Cependant, tant pour les forêts que pour les productions agricoles, il est aussi important dans ces secteurs, que dans les plaines, de connaître les potentialités réelles des sols.

A la suite des incendies catastrophiques de l'été 1979, et au regard des idées d'aménagement qui se font jour, il apparaît important et même opportun d'avoir une méthode qui permette d'apprécier rapidement et objectivement les sols des zones accidentées. Cette appréciation permettra de définir les secteurs où il est possible d'envisager :

- soit une remise en valeur agricole;
- soit des reboisements d'essences variées et adaptées;
- soit l'ouverture de pare-feux, avec ou sans création de cultures.

La méthode mise au point s'inspire fortement de la précédente et nous en donnerons ci-dessous les principales caractéristiques.

3.1. Principes généraux et facteurs d'appréciation

En zone accidentée, et *a fortiori* en montagne, la production végétale, quelle que soit sa destination ou son rôle, est sous la dépendance d'un grand nombre de facteurs.

Certes, le postulat de base évoqué, ci-dessus, reste valable mais l'appréciation de l'aptitude à la mise en valeur ne peut se faire de la même façon qu'en plaine, même si un grand nombre des facteurs précédemment pris en compte interviennent encore.

Leur place et leur poids ne seront cependant pas les mêmes. En se limitant toujours aux facteurs édaphiques et en dressant la liste des caractéristiques à prendre en compte, il semble qu'en fonction de leur indépendance ou de leur dépendance, ou bien de leur degré d'intervention on puisse les différencier en trois groupes :

3.1.1. Facteurs importants mais relativement indépendants

a – La pente est, comme précédemment, un facteur contraignant qui devient progressivement limitant. Aussi faut-il admettre *a priori* qu'au-delà de 30 % de pente, aucune culture ne peut être raisonnablement envisagée.

b – La nature et l'altérabilité de la roche mère ou du substratum induisent la formation du complexe d'altération, l'épaisseur utilisable par les racines ainsi que certaines propriétés mécaniques et physiques du sol.

c – L'orientation des versants dont dépendent :

- l'insolation, forte ou faible,
- l'exposition aux vents dominants, ce qui conduit aux notions de mésoclimat sinon de microclimat en fonction de l'hygrométrie.

d – La présence ou l'absence d'aménagements anti-érosifs : banquettes et terrasses, jadis nombreuses dans certains secteurs sont progressivement abandonnées et retournent, selon le cas, à la garrigue ou au maquis.

Cette technique revient à l'ordre du jour mais les moyens mis en œuvre ne sont plus les mêmes que jadis ; ils sont davantage tributaires des pentes que ne l'était l'homme seul.

Remarque : dans les zones de haute montagne (altitude supérieure à 1 000 m) il faudrait aussi placer à ce niveau un critère, associant altitude et exposition (par tranches de 500 mètres environ), qui tiendrait compte des étages naturels de végétation.

3.1.2. Facteurs importants mais dépendants en grande partie des précédents

Il s'agit là :

a – de l'épaisseur utile du sol et de la possibilité de l'améliorer. Cette caractéristique dépend comme il a déjà été signalé :

- de la roche mère, notamment de sa nature et du sens du pendage des couches;
- de certaines conditions d'érodabilité (et peut-être du degré d'érosivité climatique) c'est-à-dire de la pente, de la texture et de la richesse en matière organique qui conditionnent la stabilité structurale.

b – des excès d'eau qui dépendent :

- de la topographie, donc des pentes;
- du degré d'imperméabilisation des substrats.

3.1.3. Facteurs dépendants des propriétés physico-chimiques des sols

Ces caractéristiques sont certes nécessaires pour bien apprécier les potentialités des sols mais leur prise en compte n'intervient qu'après l'examen des conditions précédentes. Cependant il faut toujours noter :

a – la texture des différents horizons du sol qui conditionne, en surface, son ameublement et, pour tout le sol, sa perméabilité. Cette caractéristique est naturellement dépendante des matériaux originels.

b – la fertilité potentielle qui regroupe un certain nombre de propriétés telles que la structure, le pH, la richesse en éléments organiques et minéraux ainsi que les caractéristiques du complexe adsorbant allant de la valeur de la capacité totale d'échange au taux de saturation en passant par les équilibres cationiques.

c – le chimisme du sol se traduisant par le pH ou bien les teneurs en calcaires, mais qui, indirectement, est en partie inclus dans la définition précédente.

d – la capacité de stockage en eau constitue, en Provence notamment, une caractéristique importante, mais elle est sous la dépendance directe de l'épaisseur du sol et de sa texture.

Dans de nombreux cas, en zones accidentées, le substratum participe à l'alimentation en eau des plantes notamment des espèces forestières mais il est très difficile, quelle que soit la situation, d'en estimer la part. Ainsi les conditions seront très différentes selon que l'on aura affaire :

- à des zones karstiques avec crevasses vides ou remplies d'argile;
- à des micaschistes très feuilletés et redressés ou à pendage horizontal donc imperméables.

Mais là encore, ce seront les conditions de la roche mère qui interviendront en priorité et non la seule caractéristique de réserve en eau.

En ce qui concerne les zones très humides (et *a fortiori* les tourbières) ce n'est pas l'importance de la réserve en eau qui interviendra mais au contraire l'excès d'eau se plaçant ainsi dans le deuxième groupe de caractéristiques (3.1.2.b).

3.1.4. Erodabilité ou risques d'érosion

Ce facteur est très difficile à appréhender convenablement car il est sous la dépendance d'un grand nombre de propriétés qui découlent :

- de la topographie (pentes, expositions),
- des caractéristiques des sols et des roches,

mais aussi :

- du couvert végétal (nature et densité) et de
- l'agressivité du climat.

L'appréciation d'un tel facteur ne dépend donc pas des seules caractéristiques édaphiques. *L'érosion est cependant d'une telle importance en zone accidentée méditerranéenne* qu'à défaut de pouvoir la noter convenablement, il nous faut cependant *la prendre en compte comme un état dont les manifestations visibles sont plus ou moins graves*. Il sera alors dressé un constat d'érosion à différents niveaux de valeur.

Compte tenu de tous ces facteurs et des commentaires qui s'y rattachent, les critères pris en compte dans l'appréciation de l'aptitude à la mise en valeur des sols des zones accidentées, en majorité forestières, se classent et se notent de la manière suivante.

3.2. Hiérarchisation et notation des critères

3.2.1. Les pentes

L'échelle retenue, la notation et la symbolisation cartographique s'établissent conformément au tableau ci-après :

Pentes %	Correspondance, en degrés, du seuil supérieur	Appréciation	Note	Symbolisation de la contrainte
< 5	< 2°55'	Faible	20	} Sans objet p.
5 – 10	5°45'	Assez faible	15	
10 – 15	8°30'	Moyenne	10	
15 – 30	16°40'	Assez forte	5	
LIMITES DES SOLS CULTIVABLES				
30 – 50	26°35'	Forte	0	P
50 – 100	45°	Très forte	– 5	PP
> 100	> 45°	Excessivement forte	– 10	PP

Notes

1. - Par rapport à la méthode précédente (cf. tableau paragraphe 22), il y a un décalage de seuil de 25 à 30 %. Ce dernier a été retenu par la commission de cartographie des sols du G.E.P.P.A. (4) en 1978.

3.2.2 Roches mères et substrats

De ce point de vue, il faut différencier les matériaux originels ou sous-jacents des sols en : *Roches meubles* et *Roches cohérentes*.

- *Les premières* constituent des matériaux meubles mais en général remaniés qui peuvent être :

- *assez fins* (par exemple : alluvions fines, de limons, de sables, etc..., ou des sédiments éoliens tels que les loess ou certains sables) ou bien, ...
- *grossiers* (éboulis, pierriers ou matériaux détritiques glaciaires comme certains fronts morainiques, ou alluvionnaires comme la plupart des terrasses anciennes ou les lits majeurs actuels des grands cours d'eau).



Photo 1. - Un pin d'Alep sur du pou-dingue (peu altérable, noté 5)

Photo G. Duclos.

Roches	Etat ou degré d'altérabilité	Note	Symbolisation (cf. tableau par. 22)
MEUBLES	Fines	20	Texturale : f, g ou b % Cailloux : CX, Cx, cx
	Grossières	15	
COHÉRENTES	Altérables	10	r Rr RR
	Peu altérables	5	
	Non altérables	0	

- *Les secondes*, le plus souvent en place, peuvent être *appréciées* d'après leur degré d'altérabilité en :

- *altérables* : comme les marnes, les molasses, certains schistes par exemple ;
- *peu altérables* : comme les grès, les micaschistes, certains gneiss ou granites ;
- *non altérables* : conglomérats, basaltes, calcaires durs, etc...

Nota : Le classement des roches et l'appréciation de leur altérabilité dépendra toujours des conditions locales ; ce qui précède n'est donc donné qu'à titre indicatif. Compte tenu de ces considérations, on peut établir le classement ci-dessus :



Photo 2. - Sol sur calcaire dur (non altérable, noté 0).

Photo G. D.

En résumé peu de changements par rapport à la précédente méthode ; on regroupe en partie ici les caractéristiques du substratum, de charge en cailloux et de texture.

(4) G.E.P.P.A. : Groupes d'Etudes des Problèmes de Pédologie Appliquée réunissant sous la tutelle du Ministère de l'Agriculture, les spécialistes de l'I.N.R.A. et des Sociétés d'Aménagement Régional, Commission de Cartographie des sols : rapporteur G. Duclos de 1975 à 1979.

3.2.3. L'orientation des versants est un critère qui est fondamental au regard des insolation (intensité et durée) et de l'exposition aux vents dominants ou aux précipitations.

a) En ce qui concerne l'exposition au regard de l'insolation et de l'importance des précipitations, l'opposition entre Adret et Ubac est bien connue. Le résultat est constitué par des différences importantes de l'hygrométrie de l'air qui favorise tel ou tel type de végétation. Ainsi, et un peu sommairement, cultures précoces ou tardives pour les plantes cultivées, résineux ou feuillus pour les espèces forestières.

b) Pour l'exposition aux vents dominants, on peut envisager en Provence le facteur soit sous l'angle *propagation des incendies* : c'est le cas du mistral ; soit sous l'angle de l'érosion qu'elle soit éolienne ou pluviale (mistral dans le premier cas, vent d'Est dans le second).

Cette approche ne peut être que globale et assez schématique. On considèrera qu'il y a des expositions :

- favorables, notées 20 et symbolisées par F.,
- peu favorables, notées 10, et symbolisées par M.F.,
- défavorables, notées 0, et symbolisées par D.F.

En conséquence, les expositions réelles retenues et jugées plus ou moins favorables seront différentes selon les secteurs géographiques.

Il y aura ainsi des nuances en ce qui concerne le Mistral qui est de direction Nord-Sud en Provence occidentale et rhodanienne et Nord-Ouest sinon Ouest en Provence orientale et azurée.

Au regard de l'hygrométrie, les expositions Sud seront toujours défavorisées par rapport au Nord et même l'Est ou l'Ouest.

Chaque situation fera en définitive l'objet d'une appréciation particulière nuancée sans pour cela tomber dans le microzonage.

3.2.4 Epaisseur utile

Tant pour la mise en valeur que pour les aménagements forestiers, cette caractéristique est importante.

Comme cela a déjà été précisé, elle est sous la dépendance de la roche mère, de son degré d'altération et des conditions d'érosion.

Les appréciations, les notations et le système de représentation cartographique retenus sont les suivants :

Epaisseurs en centimètres	Appréciation	Note	Représentations en décimètres (*)
- Supérieure à 80	Très élevée	20	9
- 60 à 80	Elevée	15	7
- 40 à 60	Moyenne	10	5
- 20 à 40	Faible	5	3
- Inférieure à 20	Très faible	0	1

(*) Cette indication ne pourra être retenue que pour les zones les plus intéressantes au regard de la mise en valeur.

3.2.5 Texture et fertilité potentielle

Comme pour les sols agricoles, la texture est appréciée à quatre niveaux :

Favorable et équilibrée notée 5 et sans symbole.

- Peu favorable {
- grossière, sableuse, notée 3 et représentée par g ;
 - moyenne limoneuse, notée 2 et représentée par b ;
 - fine argileuse, notée 1 et représentée par f.

Là encore on pourra pour la symbolisation se limiter aux zones les meilleures.

Pour ce qui concerne la fertilité potentielle, il n'y a pas non plus d'innovation. L'appréciation et la notation sont les suivantes :

- élevée : 5 ; moyenne : 3 ; faible : 1.

3.2.6 La capacité de stockage en eau (C.S.E.)

Pour la mise en valeur agricole des sols de Provence, cette caractéristique (appréciée jadis selon la R.F.U.) (5) était placée à un très haut niveau. Son importance est indéniable pour les « sols forestiers » mais, étant donné que ce facteur est sous la dépendance d'autres, déjà pris en compte (épaisseur, texture, matière organique), il semble préférable, pour éviter certaine redondance, de le placer à un niveau plus bas que précédemment.

D'autre part, dans les zones accidentées boisées, il est difficile d'assurer un grand nombre de mesures ayant un caractère de répétitivité et de fiabilité tel que l'on puisse se baser sur des moyennes valables et cela d'autant plus que, dans ces zones, il a déjà été dit que la part du substratum dans l'alimentation en eau des plantes était loin d'être négligeable, mais non quantifiable. Pour toutes ces raisons cette caractéristique, sans être mineure, n'est appréciée qu'à trois niveaux de la manière suivante :

(5) R.F.U. : Réserve en eau facilement utilisable.

- C.S.E. élevée, si elle est supérieure à 150 mm : note 5 ;
- C.S.E. moyenne, et comprise entre 100 et 150 mm : note 3 ;
- C.S.E. faible, si elle est inférieure à 100 mm : note 1.

Il va de soi que cette capacité de stockage en eau est estimée ou calculée pour toute l'épaisseur de sol meuble au-dessus du substrat.

3.2.7 Les excès d'eau

Bien que dans les zones accidentées les excès d'eau soient assez rares, on peut les rencontrer soit dans des dépressions, soit en versant sous forme de nappes perchées avec ou sans résurgences ponctuelles ou diffuses. Selon son importance ou sa périodicité, l'excès d'eau notamment pour certains types de végétation, peut-être considéré comme plus ou moins favorable. Sans chercher à trop approcher la réalité et à trop rentrer dans les détails, on peut apprécier ce facteur comme :

Favorable quand l'excès d'eau est faible en volume et en durée car il permet la constitution de réserves notables. Il sera dans ce cas noté 5 et symbolisé par h.

Défavorable quand il est important et permanent et crée des conditions asphyxiantes ; la note est alors négative : - 10 et la symbolisation H ou HH selon le degré de gravité.

Dans ce dernier cas, il existera sans doute une végétation et une faune adaptées qui constituent des écosystèmes particuliers que, le plus souvent, il ne sera pas souhaitable de modifier.

3.2.8 Etat d'érosion

L'érosion des sols est toujours une circonstance défavorable, le constat peut s'apprécier et se noter négativement de la manière suivante :

- Erosion peu marquée en griffes peu denses - 5 . e-
Erosion notable en ravines serrées - 10 . E-
Erosion importante : roches à nu, bad-lands - 20 . EE-



Photos 3, 4. – Mimosas cultivés et sol brun eutrophe (Profil n° 1 hors extrait de carte).

A noter : Mimosas de 8 ans établis sur défriche de maquis avec installation d'un tapis dense de graminées. Sol à humus doux (Mull) épais sur altération de gneiss (taches blanches); développement racinaire extraordinaire.

Photos G. D.

3.2.9 Contraintes chimiques

Elles dépendent de la nature des matériaux qui déterminent la réaction du milieu qui peut être :

- alcalin et présenter de fortes teneurs en calcaire, notamment actif;
- acide et nécessitant des amendements calco-magnésiens pour corriger des pH trop bas.

Ces deux réactions opposées s'apprécient et se notent comme suit :

NOTE	Milieu calcaire		Milieu siliceux	
	Teneurs en CaCO_3 actif % (*)	Symbole	pH	Symbole
0	Inférieures à 7	–	6,0 à 7,5	–
– 1	Comprises entre 7 et 15	ca	5,5 à 6,0	ac
– 3	Comprises entre 15 et 25	Ca	5,0 à 5,5	Ac
– 5	Supérieures à 25	CA	< à 5,0	AC

(*) Dans ce cas le pH est toujours alcalin et supérieur à 7,5.

A ces deux caractéristiques pourraient encore s'ajouter, ou se substituer, des contraintes liées à des phénomènes de salinité et l'appréciation de ce facteur pourrait se faire dans le même esprit que ci-dessus en prenant la conductivité électrique comme critère d'appréciation. La symbolisation serait alors conforme à celle du tableau donné précédemment.

Du seul point de vue pédologique, il semble que l'inventaire précédent soit assez complet et que les notations données correspondent à des poids d'intervention respectant une certaine logique, dans le même esprit que ce-

lui de la méthode pour la mise en valeur agricole des sols de faible relief. Nous pouvons donc voir maintenant comment, à l'aide des appréciations et des notations précédentes, il est possible d'établir un classement des sols des zones accidentées qui, dans la majorité des cas, sont à vocation forestière.



3.3. Définitions des classes d'aptitudes à la mise en valeur forestière

Les définitions et appréciations des critères précédents aboutissent à définir le meilleur sol comme celui qui n'a pas de contraintes et obtient pour toutes les caractéristiques prises en compte la meilleure note. Autrement dit le *sol idéal* aurait :

- une pente inférieure à 5%notée 20
- une roche mère meuble fine 20
- une exposition favorable à tous points de vue 20
- une épaisseur meuble supérieure à 80 cm 20

avec

- une texture favorable, une fertilité potentielle élevée (5 + 5) 10
- une capacité de stockage pour l'eau élevée avec une réalimentation temporaire (5 + 5) 10

et sans contrainte chimique, ni érosion.

Cette notation nous donne donc un total de 100 points. Par contre, les sols qui n'ont que de mauvaises caractéristiques et qui présentent même des facteurs limitants absolus, obtiennent des notes très faibles qui, à la limite, sont négatives.

Par analogie avec la méthode jusqu'ici employée, nous avons créé des classes d'aptitudes à la mise en valeur forestière en subdivisant les 100 points en 7 classes. Mais, contrairement aux classes pour la mise en valeur agricole, les subdivisions sont inégales pour éviter les effets cumulatifs des facteurs contraignants qui interviennent davantage dans les mauvais sols. Ainsi, les deux premières classes auront des « plages de notation » de 20 points alors que les cinq dernières n'en auront que 15, conformément au tableau ci-après.

Dans ce tableau, les classes d'aptitudes à la mise en valeur forestière sont désignées par des chiffres arabes alors que dans la précédente méthode, les classes d'aptitudes à la mise en valeur agricole étaient désignées par des chiffres romains.

Classe 1	Excellente aptitude pour de nombreuses essences et ne présentant aucune difficulté pour les travaux	80 à 100 points
Classe 2	Sols de très bonne aptitude avec seulement quelques contraintes mineures - Travaux encore faciles et parfois essences adaptées	60 à 80 points
Classe 3	Sols de bonne aptitude mais avec quelques contraintes sérieuses dépendant du substrat ou de l'épaisseur	45 à 60 points
Classe 4	Sols d'assez bonne aptitude mais nécessitant des précautions assez importantes dans le choix des essences et contre l'érosion	30 à 45 points
Classe 5	Sols d'aptitude médiocre avec des contraintes notables liées à la pente et l'érosion	15 à 30 points
Classe 6	Sols d'aptitude faible avec des facteurs limitants empêchant toute intervention humaine ..	0 à 15 points
Classe 7	Aptitude nulle : Erosion totale il n'y a plus de sol à proprement parler	< 0 point

3.4. Correspondances et comparaison entre les deux méthodes

La notation des sols dans l'appréciation de l'aptitude à la mise en valeur agricole se fait entre 0 et 70 points. Si on appliquait à ces sols les mêmes critères et les mêmes notations que ceux qui viennent d'être exposés, on aurait les correspondances suivantes :

Mise en valeur agricole (méthode 1970)		Mise en valeur forestière (méthode 1980)	
Classes	Fourchettes de notation	Fourchettes de notation	Classes
I	60 - 70	95 - 100	1
II	50 - 60	90 - 95	1
III a	45 - 50	70 - 80	2
III b	40 - 45	80 - 90	1
IV	30 - 40	60 - 70	2
V	20 - 30	50 - 60	2 ou 3
VI a	15 - 20	45 - 50	3
VI b	10 - 15	moins de 45	3 et plus

A partir de la classe VI b, la pente est toujours supérieure à 30%, il est donc impensable d'envisager une mise en valeur agricole. Donc à moins de 15 points (et même à moins de 20) dans le premier système et à moins de 45 points dans le second, il n'est d'autre possibilité que de végétation naturelle; la forêt pouvant, en plus de ses productions propres (bois, liège, résine, etc.), fournir quelques denrées particulières tels que miel, truffes et autres champignons.

3.5. Représentation cartographique

Avant l'exécution de la carte synthétique finale qui intègre tous les facteurs précédents et met en évidence les principales contraintes, il est utile d'effectuer :

- ≡ une carte des pentes différenciant des aires homogènes définies par les différents seuils retenus;
- ≡ une carte des expositions tenant compte de l'insolation et des vents dominants;
- ≡ une carte d'altérabilité des roches mères basée sur les cartes géologiques et géomorphologiques quand elles existent;
- ≡ une carte des épaisseurs utiles avec éventuellement la texture des horizons meubles;
- ≡ un inventaire des autres contraintes chimiques, hydriques ou liées à l'érosion;

Ces documents d'analyse des principaux facteurs permettent directement ou par l'intermédiaire de l'informatique, d'établir la carte de synthèse délimitant des unités cartographiques de potentialités comparables ou différentes.

Afin de rester dans la lignée des documents établis depuis 10 ans, il n'a pas été fait appel à l'ordinateur comme assistant de cartographie. Pour la première carte illustrant la méthode (Tanneron - Agay), il a été décidé d'adopter un système de représentation aussi simple que possible associant les deux méthodes et en prenant comme seuil de séparation la pente de 30%.

Au-dessous de cette valeur, les sols sont notés, appréciés et représentés selon la méthode de 1970 qui définit des classes de sols de potentialités différentes au regard de la mise en valeur agricole (il y en a peu).

Couleurs de classes et représentation des contraintes sont les mêmes qu'antérieurement. Il est cependant tenu compte des correspondances du tableau précédent en donnant en parallèle de la classe d'aptitude à la mise en valeur agricole une classe d'aptitude pour la mise en valeur forestière.

Au-delà de 30% de pente, on est exclusivement dans le domaine forestier. On applique alors la nouvelle méthode telle que cet article en définit les critères, leur hiérarchisation et leur pondération.

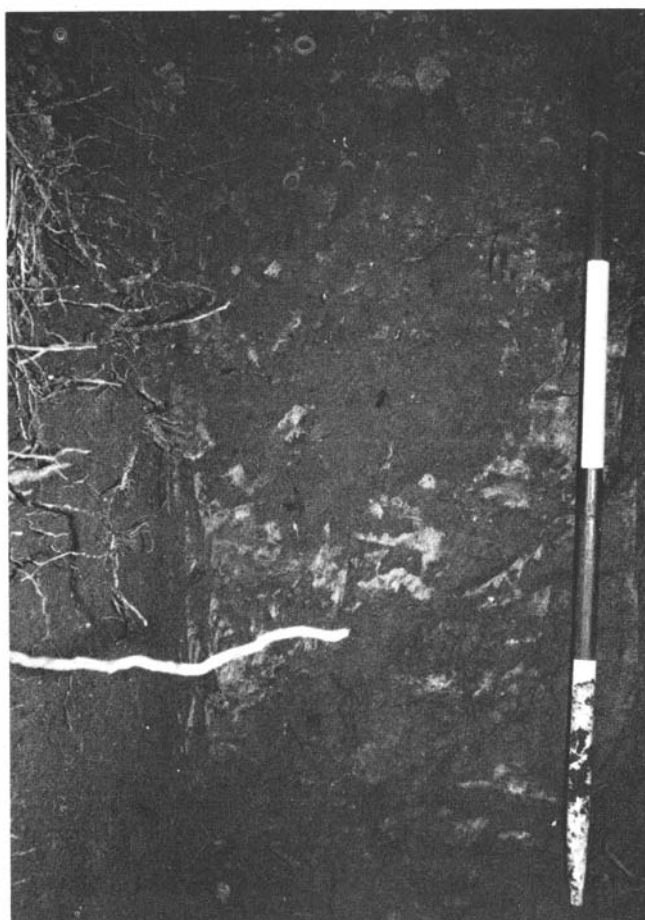
Une partie de la classe 3 (VI b agricole) reste représentée en rouge mais les classes 4, 5 et 6 (partie de VI b et VII de l'ancienne méthode) sont représentées en violet dont l'intensité décroît avec la valeur.

Comme précédemment la classe 7 n'est pas teintée, elle laisse apparaître le fond de plan mais son extension

Photos 5, 6. — Maquis haut à bruyère arborescente et sol brun acide. (Profil n° 7 au S.E. de l'extrait de carte).

A noter : Végétation dense des bruyères arborescentes associées à quelques arbousiers et chênes lièges en versant nord; absence de tapis herbacé. Le sol brun acide épais est aussi développé sur une altération de gneiss mais cette altération est moins importante que précédemment et l'enracinement est moins plongeant et parfois même horizontal. L'humus est du type Moder.

Photos G. D.



géographique est toujours moindre que l'ancienne classe VII de la mise en valeur agricole.

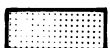
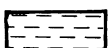

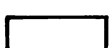
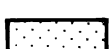
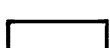




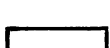
La légende de la carte comporte plusieurs parties d'inégale importance :

≡ la partie principale concernant les unités cartographiques et les classes d'aptitudes est subdivisée en deux selon le type de mise en va-

leur dominant (existant ou possible).

Pour chaque méthode sont donnés, dans un ordre d'importance décroissant, les principaux critères pris en compte et une large colonne indique sommairement les vocations, les contraintes et les précautions à prendre pour la mise en valeur agricole et/ou forestière.

≡ la deuxième partie de la légende concerne les contraintes présentes dans un tableau comparable à celui du paragraphe 22. Il comporte cependant les nouveaux critères pris en compte tels que l'exposition et il y est ajouté, légèrement à part, les ordres de grandeur en décimètres des profondeurs utiles, ainsi que l'aména-

M.V. AGRICOLE PENTE < 30 % (cl. apt. M.V. forestière (*))	CARACTERISTIQUES DETERMINANTES								VOCATIONS CULTURALES ET PRINCIPALES PRECAUTIONS		NOTE (+)
	Pente %	Epaisseur cm	Réserve utile mm	Texture	Fertilité	Excès d'eau	pH	Substratum	Aptitude agricole		
 I+II → 1	< 5	> 80	> 100	en général grossière parfois cailloux.	faible à moyenne	possible mais saisonnier	légèrement acide 5,5 - 6,5	sables limons ou cailloux	Toutes cultures annuelles ou pérennes de préférence exigeantes et à hauts rendements. (arboriculture, maraîchage, cultures florales....) Boisements de feuillus aisés.		> 50 (90 - 100)
 III a → 2	< 2	40 - 60	> 150	moyenne sur fine	très faible	permanent	acide 5,0 - 6,0	argile bigarrée	Prairies après drainage et amendements. Feuillus ou résineux adaptés à l'excès d'eau, mais drainage souhaitable.		45 - 50 (60 - 70)
 III b → 1	5 - 10	60 - 80	80 - 100	moyenne à assez grossière	moyenne	possible mais de courte durée	légèrement acide 5,5 - 6,0	altérites importantes parfois cailloux	Cultures arbustives. (fruits ou fleurs) Cultures florales. Toutes espèces forestières exigeantes		40 - 45 (80 - 90)
 IV → 2	5 - 10	40 - 60	60 - 80	assez grossière souvent cailloux	moyenne à faible	néant	légèrement acide 5,5 - 6,0	roches altérables mais altérites réduites	Cultures florales (mimosa ou petites fleurs) et feuillage. Petits fruits (fraisiers) ou oliviers. Toutes essences assez rustiques.		30 - 40 (70 - 80)
 V → 2	15 - 30	20 - 40	40 - 60	assez grossière à éclats	moyenne à faible	néant	légèrement acide 5,5 - 6,0	roches moyennement altérables	Cultures à enracinement puissant (châtaigniers) ou au contraire superficiel. Opérations forestières déjà peu faciles. Précautions contre l'érosion.		20 - 30 (60 - 70)
 VI a → 3	5 - 15	10 - 20	20 - 40	grossière à cailloux	moyenne à élevée	néant	acide 5,0 - 5,5	roches très peu altérées ou cailloux	Cultures spécialisées : fraisiers. Opérations forestières aisées. Essences peu exigeantes.		10 - 20 (50 - 70)
M.V. FORESTIERE PENTE > 30 %	Pente %	Substrat	Exposition	Epaisseur cm	Texture	Fertilité	pH	Erosion	VOCATION FORESTIERE EXCLUSIVE		Aptitude Forestière
 3 → VI b	15 - 30	variable mais toujours peu altéré	très variable	irrégulière toujours < 40 cm	en général favorable grossière	faible à moyenne	légèrement acide 5,5 - 6,0	faible par place	Approfondissement souvent possible. Travaux en lignes ou bandes de niveau. Essences fonction des matériaux.		45 - 60
 4	30 - 50	cohérent peu altérable	favorable ou moyennement favorable	irrégulière toujours < 40 cm	en général favorable grossière	faible	légèrement acide 5,5 - 6,0	parfois moyenne mais localisée	Travaux forestiers assez difficiles. Exécution de banquettes indispensables. Essences selon exposition et matériaux.		30 - 45
 5	50 - 100	cohérent peu altérable	moyennement favorable ou défavorable	en général inférieure à 20 cm	en général favorable grossière	très faible	légèrement acide 5,5 - 6,0	moyenne mais fréquente	Travaux forestiers très difficiles. Mise en banquettes et approfondissement sous conditions. Création de parefeux éventuels.		15 - 30
 6	> 100	peu ou non altérable	très variable	en général inférieure à 20 cm	en général favorable grossière	très faible	légèrement acide 5,5 - 6,0	fréquente et assez forte	Travaux forestiers difficilement envisageables. Végétation spontanée ou subspontanée.		0 - 15
 7	roches, généralement dures, mises à jour par L'EROSION								Eléments sitologiques.		≤ 0

. 5 Profil pédologique décrit et analysé

≡ une troisième partie (non donnée ici) regroupe sous le titre « Divers » des zones particulières telles que les carrières, les zones urbaines, les plans d'eau, les campings, etc.



PENTES	Très fortes > 50 %	PP	Fortes 30-50 %	PP	Assez fortes 15-30 %	P	Profondeurs utiles :
EROSION	Très forte : roches à nu	EE	Fortes : ravines	E	Présente, localisée : rigoles	e	plus de 80 cm :
SUBSTRATUM	Dur, non altérable	RR	Cohérent, altérable	R	Tendre très altérable	r	60 à 80 cm :
EXCES D'EAU	Importants, permanents	HH	Notables, temporaires	H	Faibles, passagers	h	40 à 60 cm :
PIERROSITE	Importante > 60 %	CX	Notable 30-60 %	Cx	Moyenne 15-30 %	cx	20 à 40 cm :
ACIDITE	Forte pH < 5,0	AC	Moyenne 5,0 < pH < 5,5	Ac	Faible 5,5 < pH < 6,5	ac	moins de 20 cm :
TEXTURES	Très grossières	g	Très fines	f	Très limoneuses	b	(ou sans indications)
EXPOSITIONS	DEFAVORABLES	DF	Peu Favorables	MF	Assez Favorables	F	Aménagements
							en terrasses :

15

Conclusion

La méthode d'appréciation des sols des zones accidentées de Provence à vocation forestière dominante est une suite logique de celle mise au point en 1970 pour apprécier les potentialités du milieu vis-à-vis de la mise en valeur agricole.

L'esprit du jeu est le même car il fallait absolument que les utilisateurs des cartes aient en main des documents comparables à ceux établis depuis 10 ans.

Etant donné les conditions particulières de relief et de végétation qui caractérisent les zones accidentées du midi méditerranéen français, il a été nécessaire de hiérarchiser et de pondérer les facteurs de mise en valeur pris comme critères d'appréciation d'une manière aussi objective que possible au regard des problèmes d'aménagement et de protection qui se posent à ces zones.

Cette attitude avait été pressentie dans les conclusions de présentation de la méthode de 1970. La carte de Tanneron-Agay (Sud-Est du département du Var) constitue la première application de la nouvelle méthode : c'est en quelque sorte un prototype assez détaillé. Ce sont les utilisateurs qui seuls pourront nous dire si ce genre de document rend les mêmes services que ceux rendus par les premières cartes dites d'aptitudes à la mise en valeur.

En effet, ces dernières, au fur et à mesure de leur développement et de leur utilisation se sont révélées être d'un précieux secours pour solutionner certains problèmes d'aménagements qu'il était, à l'origine, impossible de soupçonner et qu'on ne peut inventorier dans le cadre de cet article.

Avant d'en terminer, l'auteur tient à remercier et à associer à ce travail méthodologique, Richard MUSSETTA, Ingénieur E.S.I.T.P.A., qui « dans le cadre des stages du Plan Barre », a effectué les levés de terrain, les minutes des cartes analytiques et amorcé une pondération des critères.

G. D.

Photos 7, 8. — Maquis bas à callunes et Pins maritimes (malades du *Matsucoccus*) et sol lessivé hydromorphe. (Profil n° 8, au centre de l'extrait de carte).

A noter : L'état de dégradation de la végétation dont l'enracinement est limité à 40-50 cm par les niveaux argilo-sableux imperméables et fortement tachés d'ocre-rouille.

Photos G. D.

