

Eléments importants d'une méthodologie de caractérisation des facteurs naturels du terroir, en relation avec la réponse de la vigne à travers le vin.

R. MORLAT

I.N.R.A. U.R.V.V.

42, rue Georges Morel. 49071 Angers. France.

Les aires d'appellations viticoles françaises sont le fruit d'une sélection empirique, historique et évolutive qui, généralement, a consacré une adéquation entre facteurs naturels, cépages et pratiques viticoles. La notion de terroir est la base principale de l'Appellation d'Origine Contrôlée en viticulture. Elle s'appuie d'une part sur des facteurs naturels privilégiés et d'autre part sur un savoir faire des vignerons; l'ensemble permettant la production d'un vin doté d'une authenticité et d'une typicité sensorielle. Les pratiques viticoles évoluent en fonction des progrès de la viticulture et de l'oenologie, tandis que les facteurs naturels du terroir sont beaucoup plus stables, à l'exception du millésime. Ils représentent donc un pilier fondamental de l'identité d'un vignoble d'appellation. Face à un marché des vins qui se mondialise et à une évolution du consommateur, le facteur « terroir » prend une nouvelle dimension, en devenant un vecteur commercial important pour beaucoup de vignobles.

Les approches scientifiques sur ce thème ont été relativement restreintes, en raison de la complexité du problème concernant les variables à étudier, leur chaîne d'influences et la réponse globale de la vigne au terroir, à travers le vin (Riou *et al*, 1995). Une A.O.C s'applique le plus souvent à une région viticole dont la surface est suffisante pour que s'exprime, dans la plupart des cas, une diversité spatiale à grande échelle du milieu naturel (unités de terroir) pouvant entraîner des différences sensibles dans le type de vin..

Une valorisation économique de ce facteur de production exige donc une méthode qui puisse révéler et identifier facilement les unités de terroir d'une région, mais aussi leur donner une dimension spatiale, pour en permettre une utilisation concrète par les vignerons, au niveau du vin et des techniques agro-viticoles.

I. RECHERCHE SUR UNE METHODE DE CARACTERISATION INTEGREE DES TERROIRS VITICOLES.

Une bibliographie sommaire des méthodes d'étude des terroirs viticoles permet de distinguer divers types d'approches. Citons les méthodes historico-administratives comme la délimitation des aires d'Appellation d'Origine Contrôlée prenant en compte la connaissance empirique, enrichie par l'expertise de géologues, pédologues, géographes et agronomes. La théorie du « Noyau d'Elite » proposée par Khunholtz-Lordat (1963), et celle du « Noyau historique » (Branas, 1980), considèrent qu'un vignoble possède un noyau central dans lequel les conditions naturelles et humaines sont les plus favorables à la qualité. Une dégradation de ces conditions se ferait au fur et à mesure d'un éloignement à ce noyau. Dans de nombreux vignobles, les facteurs physiques du terroir n'obéissent pas à ce type de répartition.

Plusieurs auteurs ont conduit ou présenté des recherches concernant l'influence du climat sur la vigne, pouvant servir au zonage à petite échelle (pays, continent) (Huglin, 1978; Riou, 1992) et ont pu établir des indices bioclimatiques. Le climat local est aussi abordé dans les vignobles septentrionaux (Becker, 1978; Hoppmann et Schaller, 1996). Divers chercheurs ont tenté de relier la qualité de la vendange ou du vin à certaines variables simples des sols comme le pH, la granulométrie, la teneur en calcaire ou la teneur en éléments fertilisants (Noble, 1979; Gadille, 1967; Scienza *et al*, 1979). Plus récemment, les progrès de l'informatique permettant de gérer spatialement les valeurs d'un certain nombre de paramètres du milieu, ont

Figure 2 : Fiche utilisée pour la caractérisation des Unités Terroir de Base

Sondage Fosse Coupe Remarques :

Fiche de caractérisation géo-pédologique

Observation n°: Date : / / Observateur : Carte topo n°: Photo aérienne n°: Culture :

Type de sol :

0	Profil Pédologique	Horizon	Teinte de l'horizon	Texture de l'horizon	Charge en cailloux	Charge en calcaire
20						
40						
60						
80						
100						
120						

Drainage	Diff. texturale
Dr. favorable (1)	Nulle
Dr. modéré (2)	Faible
Dr. imparfait (3)	Moyenne
Dr. faible (4)	Forte
Dr. très faible (5)	
Dr. assez pauvre (6)	
Dr. pauvre (7)	

Origine de l'excès d'eau :
 Imperm. profil - Blocage pierres, graviers, roches
 Nappe perchée temp. - Nappe captive
 Battement de nappe permanente
 Topographie

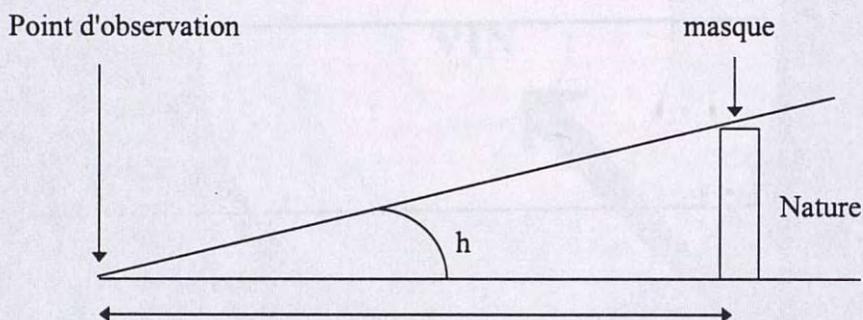
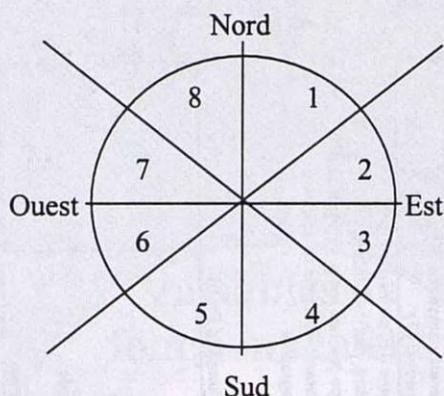
Humidité Profil	Couleur matrice
Sec	
Frais	
Humide	
Engorgé	

Taches			
Fréquence			
Nulle	Faible	Moy.	Forte
Couleur			
Origine			

Roche mère :
 Carte géol. :
 Info. carte : Id. - Diff. - Imprécis

Mode d'entretien du sol : Travail du sol - Désherbage chimique - Enherbement C1/2 C2/2 N1/2 N2/2
 Erosion : Aucune - Diffuse - Griffes - Incisions diffuses - Petites rigoles - Rigoles moy. à grosses - Ravines

Mesures réalisées pour la caractérisation des paysages



Hauteur angulaire h du masque mesurée (en degrés) au clisimètre

Distance d au masque mesurée (en mètres) au télémètre

Nature du masque : végétal, topographique, anthropique ou combinaison

Autres indicateurs du paysage intégrés :

Altitude du lieu (lue d'après courbes de niveau de la carte IGN au 1/25 000)

Topographie du lieu (selon une typologie des différents modèles topographiques)

Orientation de la pente (si il y a lieu)

donné lieu à plusieurs approches de type croisements multidimensionnels de variables numérisées disponibles, pour caractériser les terroirs (Laville, 1990 ; Dolédec, 1995).

D'autres scientifiques se sont intéressés à l'influence du terroir sur le fonctionnement de la vigne. C'est ainsi que le Laboratoire de Pédologie de l'Institut d'Oenologie de l'Université de Bordeaux s'intéresse tout spécialement à l'alimentation en eau de la vigne dans divers sols de cru, comme facteur de qualité (Seguin, 1983 ; Van Leeuwen, 1991).

Parallèlement un autre type de démarche s'est développé. Il s'agit des approches systémiques intégrées qui considèrent la chaîne terroir / vigne / vin dans son ensemble (Astruc *et al*, 1984; Falcetti *et al*, 1990; Morlat, 1989). Nos travaux s'inscrivent dans cette dernière catégorie qui nous paraît la plus apte à satisfaire les divers objectifs cités.

A. Problèmes et éléments méthodologiques fondamentaux.

L'élaboration d'une méthode d'étude adaptée, est confrontée à plusieurs problèmes :

-- Complexité du système terroir / vigne / vin lié à la multiplicité des variables et à la chaîne des facteurs qui régissent la réponse de la vigne sur le plan du produit. Cette réponse est de type « résultante » aux effets combinés des facteurs qui créent, pour une unité de terroir, un milieu de fonctionnement déterminé. Une représentation conceptuelle du système (fig. 1) peut être imagée par un ensemble de couches concentriques de variables, réparties autour d'un noyau central représentant le vin. L'influence d'une couche de variables est d'autant plus directe sur le vin que celle-ci en est proche (Riou *et al*, 1995).

On peut distinguer des **variables dites de fonctionnement** (ou écophysiologicals) du système vigne / terroir, qui jouent un rôle direct sur la vendange et le vin (précocité de cycle, fonctionnement hydrique, potentiel de vigueur et rendement, phytoclimat, etc...). Elles dépendent de **paramètres de fonctionnement** (pédoclimat, mésoclimat, enracinement, etc..) fortement liés à la nature des terroirs, mais dont la valeur varie largement au cours de l'année (réserve en eau du sol, température du sol).

La nature d'un terroir correspond à un ensemble de variables d'état plus ou moins élémentaires et n'ayant qu'un effet indirect sur la réponse de la vigne. On peut distinguer des **variables d'état initiales** (altitude, géomorphologie, granulométrie, profil pédologique, composition chimique, etc...) et des **variables d'état composites** issues de l'agrégation des précédentes (perméabilité, porosité, etc...).

-- L'effet terroir sur la vigne et le vin est étudié le plus souvent à partir d'un réseau de parcelles expérimentales. Celles-ci doivent représenter les véritables unités de terroirs d'une région pouvant s'exprimer dans le vin, et ne peuvent être choisies qu'après une étude régionale poussée dotée d'un volet cartographique. Ce point est d'autant plus important que les résultats escomptés doivent permettre de dégager les facteurs de l'effet terroir et leur hiérarchie.

-- Analyse et traitement de la variabilité spatiale des couvertures géo-pédologiques (Gascuel-Odoux *et al*, 1993), à une échelle cartographique compatible (1/25.000, 1/10.000) avec une représentativité des résultats et une utilisation concrète par la viticulture.

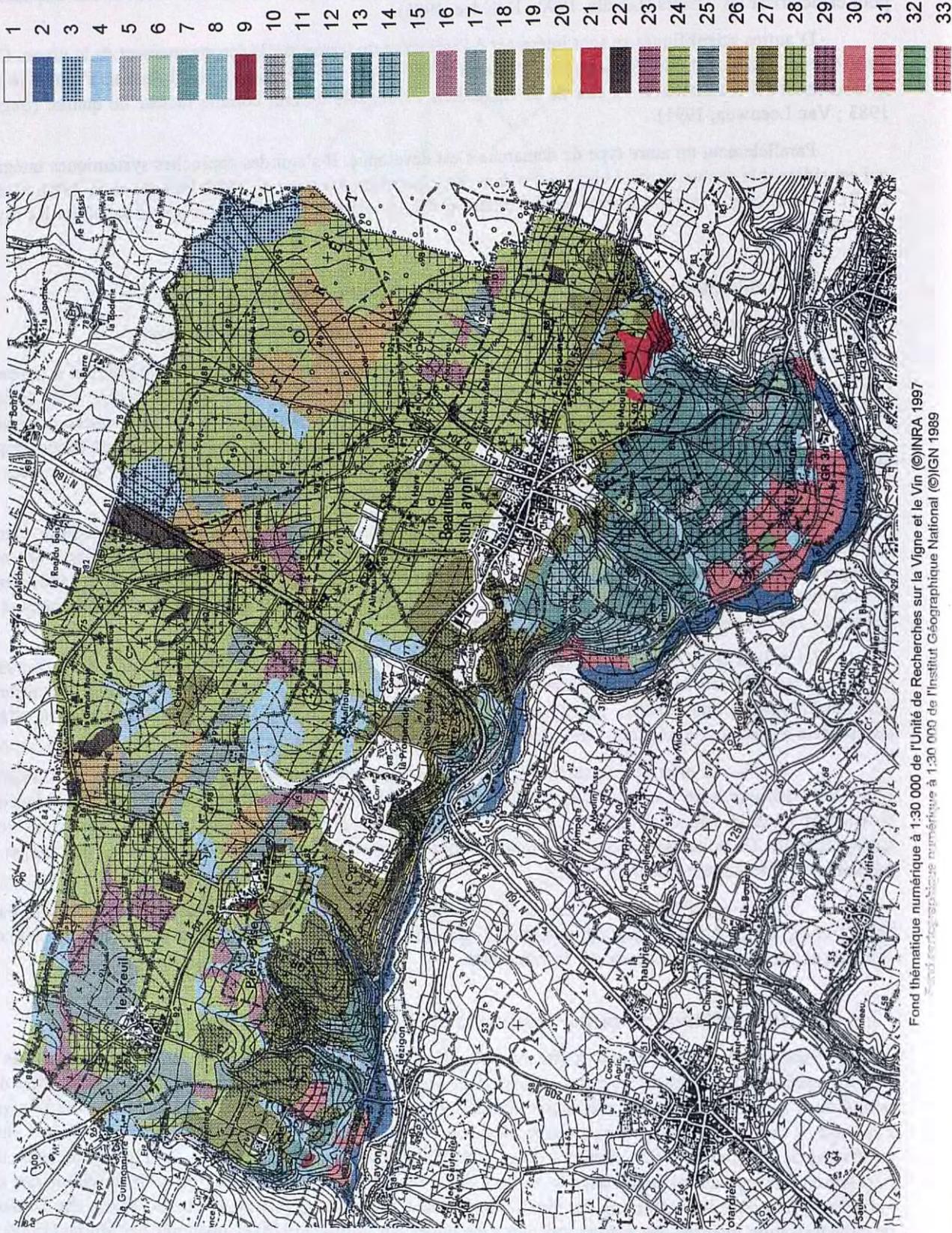
B. Une méthode de caractérisation intégrée des terroirs viticoles.

Face aux problèmes venant d'être évoqués, il faut élaborer une méthode de caractérisation d'unités de terroir, représentatives des divers types sensoriels de vins potentiellement possibles pour une région. Elle doit permettre d'identifier des zones présentant chacune une bonne homogénéité de fonctionnement de la vigne. Pour cela, il faut aborder à la même échelle les divers facteurs constitutifs d'un milieu naturel, conduire l'étude au niveau de l'association des variables d'état accessibles et différencier des unités de terroir présentant une intra-variabilité peu conséquente pour la réponse de la vigne. Sur un plan général, on ne peut utiliser que des variables d'état dont les valeurs ou les manifestations sont stables temporellement. Sur ces bases, une méthode de caractérisation intégrée des terroirs viticoles a été initiée par Morlat (1978) et améliorée par Morlat (1989) et Lebon *et al* (1993). Elle est constituée de deux parties chronologiques.

La première, consacrée à la caractérisation physique des terroirs, considère une région viticole comme un ensemble de petits milieux naturels, chacun traité comme un terroir élémentaire et défini par l'association de trois composantes majeures :

--une composante géologique définie en termes de structure, nature lithologique et étage,

Carte 1 : Représentation des Unités Terroir de Base de la commune de Beaulieu-sur-Layon (Anjou)



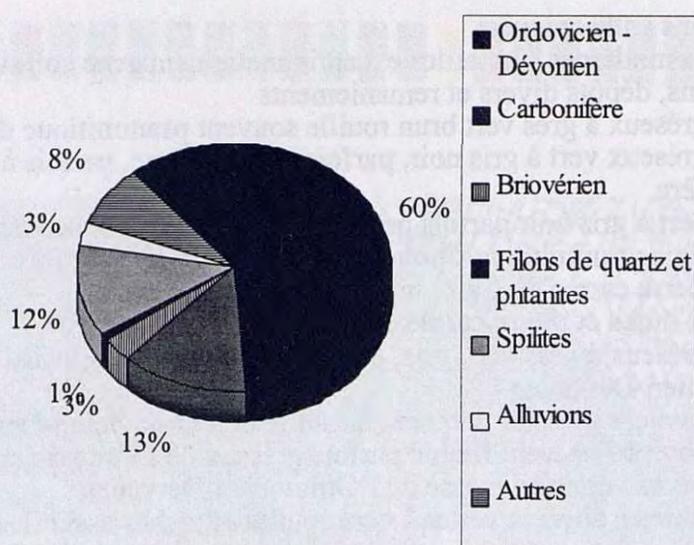
1:30 000

Fond thématique numérique à 1:30 000 de l'Unité de Recherches sur la Vigne et le Vin (©INRA 1997)
 Fond topographique numérique à 1:30 000 de l'Institut Géographique National (©IGN 1989)

Légende :

- 1 Formations anthropiques
- 2 Alluvions modernes fluviales exceptionnellement avec colluvions du site
- 3 Colluvions, dépôts divers et remaniements
- 4 Schiste gréseux à grès vert brun rouille souvent psammitique du Carbonifère
- 5 Schiste gréseux vert à gris noir, parfois psammitique, parfois à passées charbonneuses du Carbonifère
- 6 Schiste vert à gris noir parfois pourpré, à passées charbonneuse du Carbonifère
- 7 Grès parfois psammitique à poudingues durs gris bleu parfois charbonneux avec parfois pierre carrée du Carbonifère
- 8 Rhyolites dures et pierre carrée du Carbonifère
- 9 Schiste gréseux à grès vert, gris, parfois rosé pourpré et bancs de phtanites de l'Ordovicien-Dévonien
- 10 Schiste souvent gréseux vert ocre à rouille de l'Ordovicien-Dévonien
- 11 Schiste pourpré souvent friable parfois gréseux de l'Ordovicien-Dévonien
- 12 Spilites dures vertes en masse de l'Ordovicien-Dévonien
- 13 Spilites dures à altérées vertes à ocre rouille et roches assimilées de l'Ordovicien-Dévonien
- 14 Calcaire du Pont-Barré de l'Ordovicien-Dévonien
- 15 Filons de quartz et de phtanites
- 16 Schiste gréseux à grès gris vert à rose du Briovérien
- 17 Altération de schiste vert à gris à passées charbonneuses du Carbonifère
- 18 Altération de schiste gréseux vert à gris noir, souvent psammitique, à passées charbonneuses du Carbonifère
- 19 Altération de schiste gréseux gris noir, à psammites, parfois à passées charbonneuses du Carbonifère
- 20 Altération de grès et poudingues gris bleu du Carbonifère
- 21 Altération de schiste vert à pourpré de l'Ordovicien-Dévonien
- 22 Altération de schiste pourpré parfois gréseux de l'Ordovicien-Dévonien
- 23 Altération de schiste gris ocre à gris vert de l'Ordovicien-Dévonien
- 24 Altération de schiste gréseux vert ocre à pourpré, à bancs de phtanites de l'Ordovicien-Dévonien
- 25 Altération de spilites vertes à ocres et roches assimilées de l'Ordovicien-Dévonien
- 26 Altération de schiste gris vert à rosé à dominante gréseuse du Briovérien
- 27 Altération de schiste vert à gris noir parfois à passées charbonneuses du Carbonifère
- 28 Altération de schiste gréseux à grès vert gris noir à passées charbonneuses du Carbonifère
- 29 Altération de schiste parfois gréseux vert, gris, rouille, ocre à pourpré parfois avec bancs de quartz et de phtanites de l'Ordovicien-Dévonien
- 30 Altération de schiste ocre à gris noir parfois gréseux du Briovérien

Part des différentes formations géologiques dans la construction des UTB



Part des différentes formations géologiques d'après la carte géologique

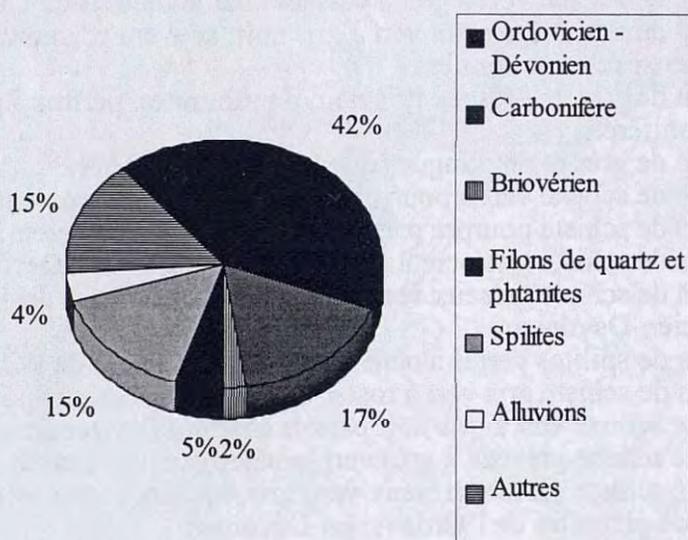


Figure 3 : Comparaison de la répartition des Terroirs entre la carte des Unités Terroir de Base et la carte géologique au 1:50000 sur la commune de Beaulieu sur Layon (Anjou)

La comparaison de la carte géologique avec celle des UTB permet de juger de la validité d'un tel document pour la caractérisation des terroirs viticoles. Le relevé de l'information délivrée par la carte géologique en chaque point d'observations permet de définir la précision du document.

☞ 25,1% des points d'observations correspondent à une roche mère radicalement différente de celle mentionnée par la carte.

☞ 52,6% des points d'observations correspondent au bon étage géologique sur la carte géologique, mais cette dernière ne précise pas le faciès géologique qui est l'élément fondamental pour définir le terroir au sens de l'Unité Terroir de Base.

☞ 22,3% des points d'observations correspondent exactement à la roche mentionnée sur la carte géologique.

Les graphiques ci-dessus comparent la part relative des différentes formations géologiques à la fois sur la carte géologique et sur celle des UTB.

--une composante pédologique associée et définie par une chaîne de sols et leurs variables,

--une composante paysagère définie par la géomorphologie, l'orientation, l'altitude et diverses natures d'écrans (topographiques, végétaux, anthropiques).

Les deux premières composantes constituent l'environnement pédoclimatique global de l'enracinement, la troisième engendrant le mésoclimat qui influe sur le couvert aérien de la vigne mais qui est aussi en interaction avec le pédoclimat. Dans cette méthode, la composante géologique est la clé principale de différenciation de portions de territoire appelées **Unités Terroir de Base (U.T.B)**, dans la mesure où le plus souvent les caractéristiques des sols en dépendent, de même que l'environnement paysager.

La seconde partie aborde l'étude de l'effet terroir sur le vin et son déterminisme, à partir de réseaux de parcelles expérimentales représentatives des diverses U.T.B. d'une région. Elle se prolonge aussi par un programme de gestion optimisée par terroir, des pratiques et techniques agro-viticoles et oenologiques, applicable à l'unité culturelle (Riou et Morlat, 1995).

Cette méthode possède un volet de cartographie à grande échelle (1/10.000, 1/25.000) pour la spatialisation des trois composantes du terroir, sans lequel la seconde partie de la méthodologie est difficilement envisageable. La gestion multifactorielle spatialisée des données est assurée grâce à un Système d'Information à Références Spatialisées informatisé (Bolo *et al*, 1996).

II. RESULTATS ET DISCUSSIONS SUR LE PERFECTIONNEMENT D'UNE METHODE DE CARACTERISATION INTEGREE DES TERROIRS VITICOLES, ESSAI DE MODELISATION.

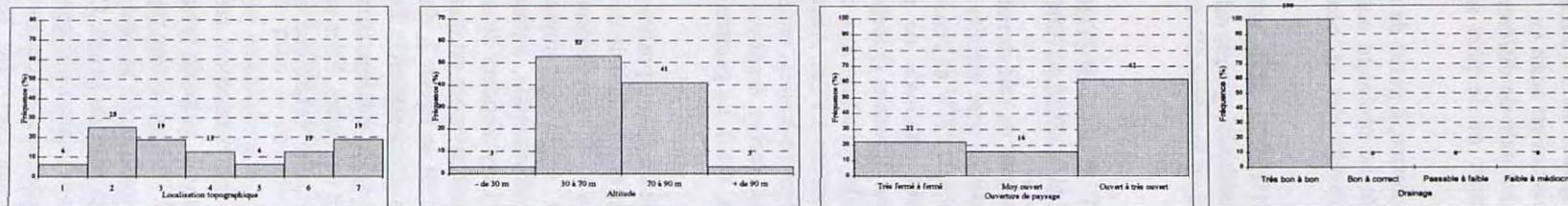
Ils concernent principalement la phase de caractérisation des facteurs physiques du milieu naturel et les étapes qui conduisent à l'identification et la spatialisation des Unités Terroir de Base. Ils sont extraits de l'étude « Terroirs d'Anjou » qui a débuté en 1994 et qui associe l'INRA, l'ONIVINS, l'INAO, l'ITV et l'ensemble des partenaires professionnels angevins. Cette étude a pour but d'initier une zone nationale de recherche, valorisation et formation sur les terroirs viticoles et leur utilisation concrète par les vignerons (Morlat et Bolo, 1995). La région viticole de l'Anjou est très bien adaptée à cette recherche car elle est située aux confins de deux grandes provinces géologiques : le Massif armoricain à l'ouest, le Bassin parisien à l'Est. Ainsi, sur une faible surface (40.000 ha) des systèmes géo-pédologiques très divers se rencontrent (calcaires, craies, faluns, sables et argiles glauconieuses, diverses catégories de schistes, grès et poudingues, roches éruptives acides et basiques, formations houillères, placages sablo-graveleux divers, apports limoneux, etc.). La gamme des types de vins est également très large (vins rouges, rosés, blancs secs, blancs liquoreux).

La caractérisation des Unités Terroir de Base utilise les variables d'état initiales et composites du milieu naturel (fig. 2) qui sont étudiées à partir de points de mesures et spatialisées à une échelle initiale de 1/12500, soit environ 0.5 point / Ha. L'étude de l'environnement géo-pédologique s'intéresse au développement de profil et aux horizons diagnostic. Diverses variables d'état initiales sont prises en compte : origine génétique, couleur, épaisseur, texture, charge en éléments grossiers et leur nature, intensité de l'hydromorphie, anthropisation, réaction à l'acide, texture de la terre fine, nature et origine du matériau géologique. La profondeur de sol meuble et l'intensité de la différenciation texturale sont également retenues. L'environnement paysager est quantifié par plusieurs paramètres : nature et importance des écrans mesurées selon le schéma de la figure 2, distance du masque au point d'observation dans une gamme 50 à 500 m, pour 8 secteurs d'orientation ; localisation topographique, orientation des pentes, altitude. Sur des sites représentatifs, choisis grâce à la spatialisation des résultats obtenus par les points de mesure systématiques, des études sur profils sont conduites. Elles permettent d'affiner les variables d'état et d'étudier certains paramètres de fonctionnement (masse volumique apparente, structure, résistance mécanique à la pénétration, profil racinaire, réserves en eau).

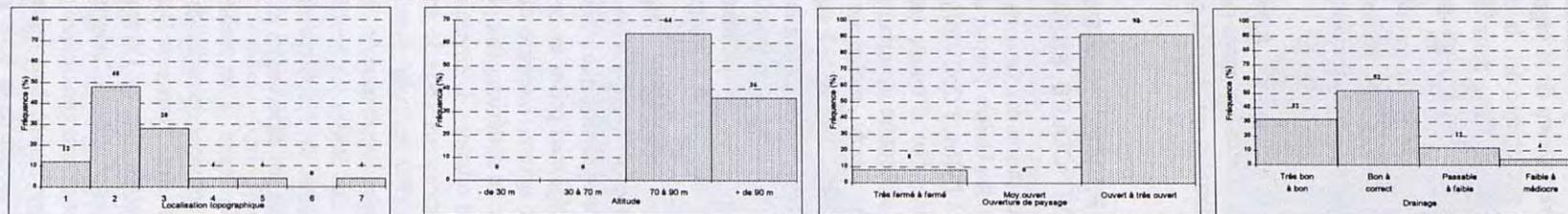
Pour représenter la globalité de la réponse de la vigne à un milieu de fonctionnement créé par un terroir, et maîtriser la variabilité naturelle intra-terroir, il convient de rechercher, dans le cadre du premier volet de la méthode, **une clé de différenciation pertinente** de l'Unité Terroir de Base (U.T.B) sur le plan géologique, pédologique et agronomique. Le premier élément de caractérisation est **l'étage géologique**. Le second concerne **la nature et l'état de transformation du matériau géopédologique d'origine, à la base du profil**. Ce dernier est indispensable pour intégrer les états d'altération d'un matériau géologique qui vont orienter différemment les propriétés agro-viticoles et qui est, jusqu'à présent, mal appréhendé dans les recherches sur les terroirs viticoles. Ces éléments pourraient être déduits théoriquement d'une lecture de la carte géologique disponible. Nous avons étudié la possibilité d'utilisation à ces fins, de cette dernière. Des résultats obtenus sur la commune de Beaulieu / Layon peuvent être commentés. Les grands systèmes géologiques mentionnés par la carte au 1/50.000 de Thouarcé publiée en 1985 (schistes phylliteux et gréseux à métagrauwackes du Briovérien ; complexe schisto-

figure 4 : Paramètres paysagers et géo-pédologiques de 4 UTB du système Ordovicien-Dévonien sur la commune de Beaulieu sur Layon

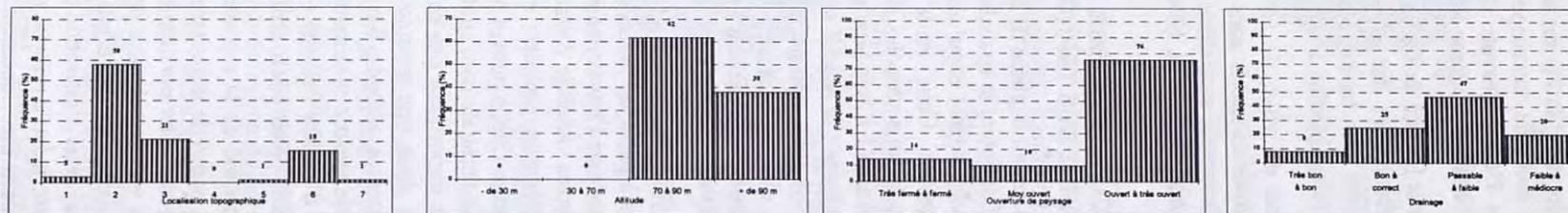
12 : Spilites dures en masse (n=52)



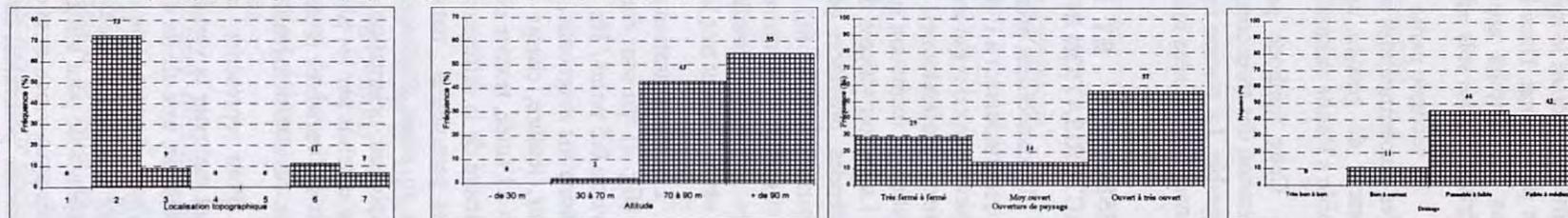
9 : Schiste gréseux à grès vert, gris à pourpré, avec parfois bancs de quartz et phanites (n=60)



24 : Altération de schiste gréseux vert, gris, ocre à pourpré, avec parfois bancs de quartz et phanites (n=167)



29 : Altérite de schiste parfois gréseux vert, gris, ocre à pourpré, avec parfois bancs de quartz et phanites (n=92)

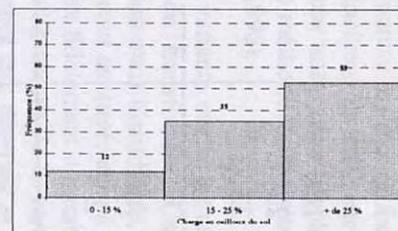
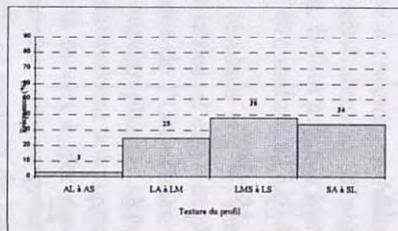
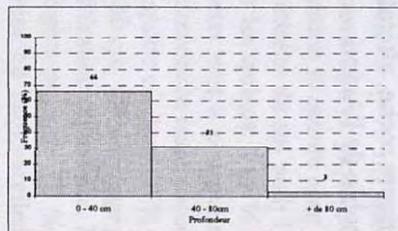


Légende des abscisses sur le graphique Localisation topographique :

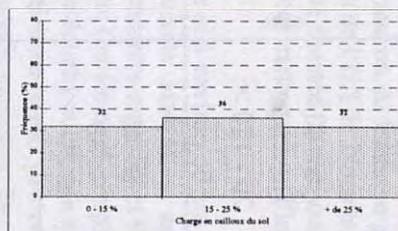
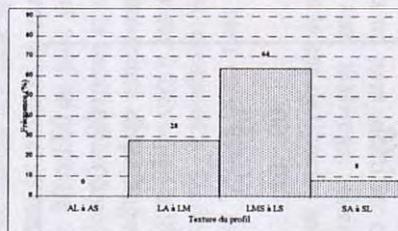
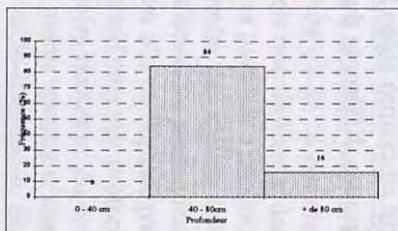
1 : Sommet de Butte 2 : Plateau 3 : Pente moyenne 4 : Pente forte 5 : Dome léger 6 : Thalweg léger 7 : Thalweg moyen

figure 4 (suite) : Paramètres paysagers et géo-pédologiques de 4 UTB du système Ordovicien-Dévonien sur la commune de Beaulieu sur Layon

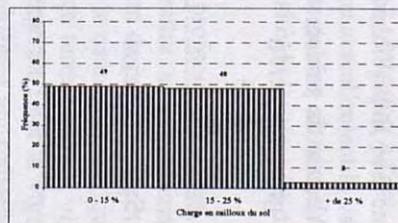
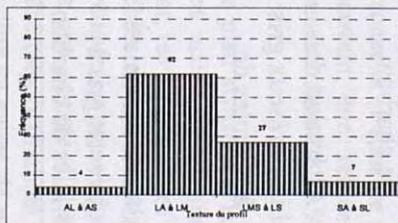
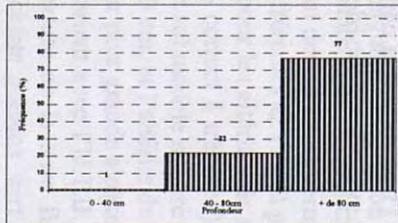
12 : Spilites dures en masse (n=52)



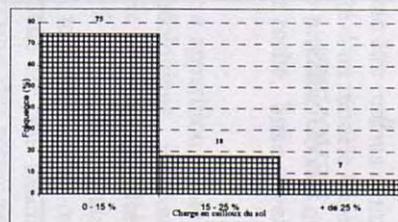
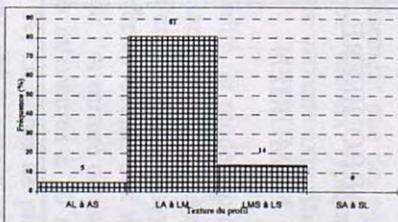
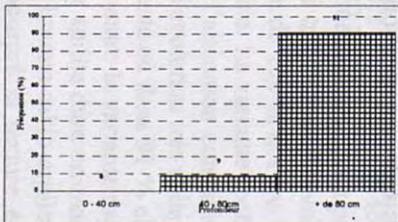
9 : Schiste gréseux à grès vert, gris à pourré, avec parfois bancs de quartz et phanites (n=80)



24 : Altération de schiste gréseux vert, gris, ocre à pourré, avec parfois bancs de quartz et phanites (n=167)



29 : Altération de schiste parfois gréseux vert, gris, ocre à pourré, avec parfois bancs de quartz et phanites (n=92)



Etage, Système géologique	Unité Naturelle Terroir de Base	Horizon en cm	Humidité à la CC en % *	Nombre d'échantillons
ORDOVICIEN sup à DEVONIEN inf	Schiste gréseux vert à pourpré	0 - 40	18	9
		40 - 60	19	9
		> 60	11	9
	Altération de schiste gréseux, vert à pourpré	0 - 40	14	6
		40 - 70	21	6
		70 - 90	19	6
		> 90	11	6
	Altérite de schiste gréseux, vert à pourpré	0 - 40	18	3
		40 - 70	22	3
		70 - 120 >	23	3
Spilite dure en masse	0 - 40	14	6	
	> 40	2	6	
CARBONIFERE NAMURIEN	Schiste gréseux gris à veinules de charbon	0 - 40	13	5
		40 - 60	17	5
		>60	16	5
	Altération de schiste gréseux gris à veinules de charbon	0 - 40	14	8
		40 - 60	19	8
		60 - 80	19	8
	Altérite de schiste gréseux gris à veinules de charbon	0 - 40	16	4
		40 - 80	24	4
		80 - 120 >	25	4

* Humidité pondérale en mars 1996

Tableau 1. Evolution de l'humidité à la capacité au champ selon la variante roche, altération, altérite pour deux systèmes géopédologiques différents du vignoble de l'Anjou

gréseux et volcanique de l'Ordovicien supérieur à Dévonien inférieur ; complexe des schistes, grès, conglomérats, rhyolites du Namurien du sillon houiller de la basse Loire) sont effectivement des repères indispensables pour une étude des terroirs. Mais, la nature lithologique, bien qu'évoquée dans la notice, n'est que rarement cartographiée. Par ailleurs, une différenciation avec la profondeur du matériau géopédologique identifiant l'U.T.B., par simple lecture de la carte géologique, n'est pas envisageable. En effet, sur 872 points d'observations une comparaison systématique a été faite entre une lecture de la carte géologique et une définition sur le terrain d'un matériau géopédologique identifiant l'U.T.B. (carte 1). On met en évidence que 25.1 % des cas correspondent à un étage et un matériau radicalement différents, 52.6 % au bon étage géologique mais à un matériau géopédologique autre ou imprécis et seulement 22.3 % à un accord. Pour les grands systèmes géologiques, la figure 3 montre que la carte géologique sous-estime (42 % contre 60 %) les schistes gréseux de l'Ordovicien-Dévonien, et surestime toutes les autres formations comme par exemple : les filons de quartz et phanites (5 contre 1 %), le Carbonifère (17 contre 13 %), ou la Spilite (15 contre 12 %).

La nature et l'état de transformation du matériau géopédologique, peuvent donc être retenus comme les éléments principaux de différenciation de l'U.T.B. Nous testons actuellement la validité d'un modèle basé sur la présence, pour une nature lithologique donnée, d'une variante **roche**, **altération**, ou **altérite**. Notons que par ailleurs, une méthode indépendante pour cartographier l'intensité de l'altération d'une roche, a été développée par Wyns (1996).

La variante **roche** est utilisée si à environ 60 cm de profondeur au plus, il y a apparition d'une roche saine ou peu transformée. Une variante **altération** apparaîtra si le matériau géologique, en cours de transformation mais identifiable, se rencontre entre 70 et 90 cm de profondeur, et enfin une variante **altérite** si cette profondeur est supérieure à 90 cm. Cet élément, couplé à la nature lithologique et à l'étage géologique peut traduire assez fidèlement « l'ambiance écophysiological » d'un terroir pour la vigne, tout en étant un outil de regroupement puissant de la variabilité intra-terroir peu conséquente pour la vigne. Cette clé peut fonctionner pour des roches très diverses et de duretés variables. Des problèmes apparaissent lorsque des recouvrements superficiels d'au moins 50 cm d'épaisseur surmontent une altération ou une altérite de la formation géologique sous-jacente, car alors les propriétés agronomiques des horizons supérieurs peuvent être sensiblement différentes de la variante à considérer. Mais alors on peut identifier ces zones et si elles ne représentent que des surfaces restreintes, généralement dévolues aux thalwegs, elles peuvent être retirées des terroirs typiques de l'appellation. Il faut préciser que dans le cas des pentes moyennes à forte (> 10 %) une variante **exposition du versant** doit être incluse à l'U.T.B.

Les résultats (fig. 4) mettent bien en évidence, sur le plan statistique, la validité du modèle proposé, pour les variables d'état simples ou composites facilement accessibles. Ainsi, dans le cas du système géopédologique de l'Ordovicien supérieur à Dévonien inférieur, les 3 paramètres de l'environnement paysager (localisation topographique, altitude, ouverture de paysage) différencient bien les diverses U.T.B. Les spilites dures sont relativement ubiquistes pour la localisation topographique, un peu moins pour l'ouverture de paysage (48 % des cas ouvert à très ouvert) et sont en majorité dans une gamme d'altitudes inférieures à 70 m. La variante roche des schistes gréseux vert à pourpré se rencontre majoritairement (88 %) en zones de plateau, pente moyenne et sommet de butte ; la variante altération se situe en zones de plateau (58 %) mais aussi en pente moyenne (22 %) et thalweg léger (15 %), tandis que la variante altérite est très représentée en zone de plateau (73 %), avec un petit pourcentage (18 %) en thalwegs. Ces variantes sont systématiquement à une altitude plus élevée (>70 m) que les spilites avec une augmentation lorsque l'on passe de la variante roche à l'altérite. L'ouverture de paysage, forte à très forte pour la variante roche (92 %) diminue graduellement pour la variante altération et encore pour l'altérite où 29 % des cas sont des paysages fermés à très fermés. L'évolution du drainage interne du sol pour l'eau est très révélateur des différentes U.T.B. Il passe de 100 % des cas bon à très bon pour les spilites, à 89 % des cas passable à médiocre pour les altérites de schiste. La variante roche des schistes gréseux vert à pourpré est proche des spilites (84 % correct à très bon) et l'altération constitue une situation intermédiaire entre roche et altérite. La profondeur de sol meuble montre une évolution très nette entre l'U.T.B. sur spilite où dans 66 % des cas elle ne dépasse pas 40 cm, et l'altérite de schiste où dans 91 % elle est supérieure à 80 cm. Un décalage progressif vers une profondeur plus grande s'observe entre la variante roche et la variante altération du schiste. Les pôles texturaux du sol, varient avec l'U.T.B. Sur spilite dure en masse la texture est légère puisque 72 % des points montrent une texture de la terre fine, limono-sablo-argileuse à limono-sableuse ou sablo-argileuse à sablo-limoneuse. Sur schiste gréseux vert à pourpré la texture évolue beaucoup lorsque l'on passe de la variante roche à l'altérite (de limon moyen sableux à limon sableux dominant dans la variante roche, à limon moyen à limon argileux dans l'altérite). Enfin, la charge moyenne en cailloux du sol change énormément avec l'U.T.B. Les spilites sont très caillouteuses (88 % des cas de 15 à plus de 25 % de

cailloux), la variante schiste est caillouteuse, la variante altération est intermédiaire et l'altérite est peu caillouteuse puisque 75 % des cas correspondent à la classe 0-15 % de cailloux.

Entre Unités Terroir de Base, les différences importantes des valeurs prises par les variables d'état, comme nous venons de le voir dans le cadre du modèle proposé, sont à l'origine de variations significatives de paramètres de fonctionnement importants pour la réponse de la vigne. Le tableau 1 met en évidence ce phénomène pour l'humidité du sol à la capacité au champ qui, par exemple, augmente significativement entre la variante roche et l'altérite.

III. CONCLUSION.

L'intérêt viticole et commercial que représente le facteur terroir face aux nouvelles exigences du marché, demande une approche scientifique approfondie du domaine. C'est un système complexe tant au niveau du terroir lui-même qu'à celui de sa chaîne d'influences dont le maillon final est le vin. Le principal problème tient au fait que la réponse de la vigne au terroir est de type « résultante » aux effets des divers facteurs et que les variables accessibles pour la caractérisation des terroirs n'ont pas d'effet direct sur le vin. Plusieurs méthodes ou démarches ont été développées, en France et à l'étranger, pour l'étude du terroir. En l'état actuel des connaissances, les méthodes abordant le système terroir / vigne / vin, et possédant un volet de cartographie à grande échelle, sont les mieux adaptées pour aborder le problème posé.

Dans cette note nous avons présenté une méthode de caractérisation intégrée des terroirs viticoles mise au point par l'U.R.V.V. du Centre INRA d'Angers. Celle-ci permet d'identifier la plus petite portion de territoire (Unité Terroir de Base), utilisable agronomiquement par le vigneron, et dans laquelle la réponse de la vigne est homogène. Un affinement et une généralisation sensibles de la méthode sont proposés, dans cette note, grâce à un modèle qui tient compte du degré d'altération d'un matériau géopédologique (variante roche, altération, altérite). Le bien fondé du modèle est illustré par les différences de valeurs que prennent les principales variables d'état étudiées statistiquement, entre diverses Unités Terroir de Base. Nos résultats montrent par ailleurs qu'une lecture de la carte géologique établie au 1/50.000 est largement insuffisante pour identifier et cartographier l'Unité Terroir de Base. Il faut souligner que, pour le moment, cette méthode ne prend pas en compte d'éventuelles variations sous-régionalisées de facteurs naturels, à une échelle plus large que celle de l'Unité Terroir de Base. Ce pourrait être le cas, par exemple, de certaines variations de facteurs climatiques, pouvant être liées à une position géographique particulière (distance à une rivière pour l'hygrométrie et pourriture noble, effet masse d'un massif géologique, etc...).

Enfin, il faut insister sur l'importance du volet de caractérisation spatialisée des facteurs naturels des terroirs, sans lequel il est illusoire de vouloir étudier, à partir d'un réseau de parcelles, l'effet terroir et son déterminisme sur le vin. Il est encore plus tourmentant de vouloir extrapoler, sans cette condition, les résultats de parcelles isolées, à une région viticole. Pourtant, dans la frénésie de ce thème porteur, nombre de vignobles français escamotent plus ou moins cette phase fondamentale de l'étude des terroirs viticoles.

REFERENCES

- ASTRUC H., JACQUINET J.C., HERITIER J., 1984. Une application originale de la recherche fondamentale en écologie : la naissance d'un cru. *Le courrier du CNRS*, 58, 44-47.
- BECKER N.J., 1978. Recherches expérimentales sur l'influence du microclimat sur la composition des baies de raisin et de la qualité de la récolte. *Symposium international "Ecologie de la Vigne". Constantza, Roumanie*, 113-121.
- BOLO P., RIOUX D., MORLAT R., 1996. Un système d'informations à références spatiales sur le vignoble - Un outil performant d'aide aux recherches sur la caractérisation des terroirs viticoles. *Colloque International « Les Terroirs viticoles » Angers 17 et 18 juillet 1996*.
- BRANAS J., 1980. Des appellations d'origine des vins, éléments historiques et agronomiques d'une méthode d'étude. *Revue Française d'Oenologie*, n°78, 13-61.
- DOLEDEC A.F., 1995. *Recherche des composantes principales des terroirs viticoles afin d'élaborer un outil d'aide à la gestion au moyen d'observatoires et de traitements statistiques de données spatialisées. Application au vignoble champenois*. Thèse de Doctorat INA PG, 160 p + Annexes.
- FALCETTI M., 1990. Un exemple de zonage en Italie du nord. Influence sur les vins. *Bull. OIV*. Vol 63, n° 715-716, p741-759.

- GADILLE J., 1967. *Le vignoble de la Côte bourguignonne : fondements physiques et humains d'une viticulture de haute qualité*. Thèse Doctorat d'Etat. Université de Dijon. 688 p.
- GASCUEL-ODOUX C., WALTER C., VOLTZ M., 1993. Intérêt du couplage des méthodes géostatistiques et de cartographie des sols pour l'estimation spatiale. *Science du Sol*, 31, 4, 193-213.
- HOPPMANN D., SCHALLER K., 1996. Characterization of vineyard sites for quality wine production using meteorological and soil chemical and physical data. *Communication Colloque international sur les Terroirs Viticoles, Angers (France) 17-18 juillet 1996*.
- HUGLIN P., 1978. Nouveau mode d'évaluation des possibilités héliothermiques d'un milieu viticole. *C.R. Acad. Agric., France*, 1117-1126.
- KHUNHOLTZ - LORDAT G., 1963. La genèse des appellations d'origine des vins. *Bull. INAO*, n°85, II. La climatologie et la genèse des appellations, 44-77.
- LAVILLE P., 1990. Le terroir, un concept indispensable à l'élaboration et à la protection des appellations d'origine comme à la gestion des vignobles : le cas de la France. *Bull. OIV*, vol 63, n° 709-710, p 217-241.
- LEBON E., 1993. *De l'influence des facteurs pédo et mésoclimatiques sur le comportement de la vigne et les caractéristiques du raisin. Application à l'établissement de critères de zonage des potentialités qualitatives en vignoble septentrional (Alsace)*. Thèse de Doctorat 165p. Université de Dijon.
- LEBON E., DUMAS V., METTAUER H., MORLAT R., 1993. Caractérisation intégrée du vignoble alsacien : aspects méthodologiques et application à l'étude des composants naturels des principaux terroirs. *Journ. Int. Sci. Vigne et Vin., Tome 27, n°4, 235-253*.
- MORLAT R., 1978. Contribution à l'étude des séquences géo-pédologiques sédimentaires du vignoble saumurois. Essai sur une méthodologie pour la caractérisation d'un milieu viticole de cru. *Conn. Vigne et Vin*, 12, n°4, 219-243.
- MORLAT R., 1989. *Le terroir viticole : contribution à l'étude de sa caractérisation et de son influence sur les vins. Applications aux vignobles rouges de Moyenne Vallée de la Loire*. Thèse Doctorat d'Etat. Université de Bordeaux. 289p et annexes.
- MORLAT R., BOLO P., 1995. *Rapport au Comité de Pilotage de l'Etude « Terroirs d'Anjou »*. Travaux 1994 / 1995. 23p + Annexes.
- NOBLE A.C., 1979. Evaluation of Chardonnay wines from sites with different soils compositions. *Am. J. Enol. Vitic.*, 30, n°3, 214-217.
- RIOU C., MORLAT R., ASSELIN C., 1995. Une approche intégrée des terroirs viticoles. Discussions sur les critères de caractérisation accessibles. *Bull. OIV*, 68, 767-768,93-106.
- RIOU C., MORLAT R., 1995. Une approche intégrée des Terroirs viticoles. Valorisation agroviticole de l'effet terroir par l'enherbement permanent contrôlé des sols. *Comm Colloque VINEA 95, Sierre (Suisse)*.
- RIOU C., 1992. L'influence du climat sur la vigne et la qualité de ses produits. Agriculture. Marginal land : Value and utilization in different agro-ecological zones. *Rapport CEC* 83-116.
- SCIENZA A., FREGONI M., BOSELLI M., 1979. Rapporti tra origine geologica del terreno e composizione polifenolica del vino di " Schiava" in Alto Adige. *Symposium international de la vinification en rouge, Siklos, Hongrie*.
- SEGUN G., 1983. Influence des terroirs viticoles sur la constitution et la qualité des vendanges. *Bull. OIV*, 56, 623, 3-18.
- WYNS R., 1996. Terroir, Sol et sous-sol : Principes de modélisation spatiale de quelques paramètres physiques caractérisant le substrat altéré dans les régions viticoles établies sur socle ancien. *Communication Colloque international sur les Terroirs Viticoles, Angers (France) 17-18 juillet 1996*.