

Caractérisation du terroir en Espagne : méthodologie de l'évaluation et de la validation

V. SOTES, V. GOMEZ-MIGUEL, P. GOMEZ-SANCHEZ

Departamentos de Fitotecnia y Edafología de la ETS de Ingenieros Agrónomos.

Universidad Politécnica de Madrid

Avda. Complutense s/n. 28040-Madrid

1. INTRODUCTION

Ces dernières années on assiste à un intérêt croissant pour caractériser l'environnement écologique de production du vignoble, et le besoin croissant de délimiter et caractériser avec précision les différentes unités homogènes viticoles. Cela a permis l'essor de nouvelles études qui ont comme objectif le *Zonage Viticole*.

La délimitation et la caractérisation des zones viticoles pose en Espagne des problèmes spécifiques, non seulement liés aux caractéristiques propres du territoire, mais aussi à la dimension, distribution et indice d'occupation viticole dans les appellations d'origine.

Dans ce travail on essaie de décrire la méthodologie qui a été appliquée à l'Appellation d'Origine Ribera du Duero (325.000 Ha et 12.000 Ha de vignoble) et à l'A.O. Qualifiée Rioja (300.000 Ha et 50.000 Ha de vignoble) avec l'objectif de définir de façon systématique et analytique des unités homogènes, dans lesquelles la vocation viticole puisse s'exprimer de façon quantitative avec les discussions comparatives résultantes (Sotés et Gómez-Miguel, 1994, 1997).

2. METHODOLOGIE ET TRAITEMENT DES DONNEES

La méthodologie se base sur une analyse de l'environnement qui intègre des variables se référant au climat, végétation, topographie, lithologie, morphologie du relief et du sol et la distribution du vignoble (fig. 1).

Pour l'étude du **climat** on analyse l'ensemble des variables quantitatives provenant des stations météorologiques (tabl. 1). Une première sélection se réalise à partir de la bibliographie disponible (Constantinescu, 1971; Branas, 1972; Aney, 1974; Dutt *et al.*, 1981; Becker, 1984; Jackson et Cherry, 1988; Iglesias y Boixadera, 1994; Riou *et al.*, 1994 et Carbonneau, 1994). A travers l'analyse statistique (Classification Automatique, Analyse Factorielle Discriminante, Analyse en Composantes Principales,...) sont éliminées les variables qui fournissent une information redondante.

En fin de compte, l'étude permet la constitution d'un modèle qui inclut toute l'information climatique, en utilisant uniquement trois variables: la précipitation (PRE) comme évaluatrice des conditions hydriques, l'Indice de Winkler (ITE) des thermiques et le Risque des Gelées Printanières (GEL) comme garante du cycle de croissance et de développement (v. Becker, 1984; Calame *et al.*, 1977; Becker, 1978). A partir de ce modèle on réalise une cartographie de zones climatiques viticoles.

Les variables qui ont des relations avec la **végétation** s'obtiennent à partir de sa cartographie réalisée par des méthodes traditionnelles et inclut des données sur des masses et des espèces forestières (végétation naturelle), interrelations avec la bioclimatologie et les caractéristiques de l'environnement (végétation potentielle) et socio-économiques (usages et exploitations). À la vue de l'analyse de ces cartes on déduit et on établit des critères, essentiellement d'exclusion dérivés de l'existence d'espèces endémiques et de masses forestières d'intérêt écologique et des activités d'intérêt socio-économique (tabl. 2).

La configuration d'un **modèle digital de terrain** permet d'utiliser des variables jusqu'à présent difficiles à cartographier, malgré leur grande importance viticole. Il s'agit de l'altitude, l'exposition et la pente (tabl. 2),

l'exposition des versants en relation directe avec les risques de gelées, ainsi que la radiation et la disponibilité thermique qui sont en relation avec la phénologie, la maturation, la composition des baies et en fin de compte la qualité (Veres, 1973; Becker, 1977; Coombe, 1987; Calame *et al.*, 1977); de même que l'altitude qui a un effet comme chacun sait, sur la température et par conséquent sur la précocité, le sucre et l'acidité (Fregoni, 1973) et la qualité du vin (Falcetti *et al.*, 1990; Scienza et Falcetti, 1990; Falcetti et Scienza, 1991; Falcetti *et al.*, 1992, Fregoni *et al.* 1992).

Tableau 1. Variables Climatiques

ENSEMBLE INITIAL	VARIABLES DU MODÈLE
Températures (T, _C)	Précipitation (PRE)
Précipitations (P, mm)	Indice de Winkler (ITE)
Probabilités de P (%)	Risque de Gelées Printanières (HEL)
ETP (mm) et ETv (mm)	
Indices Bioclimatiques	
Indices Viticoles	
Gelées	
Bilan hydrique	
Indice sécheresse (Palmer)	

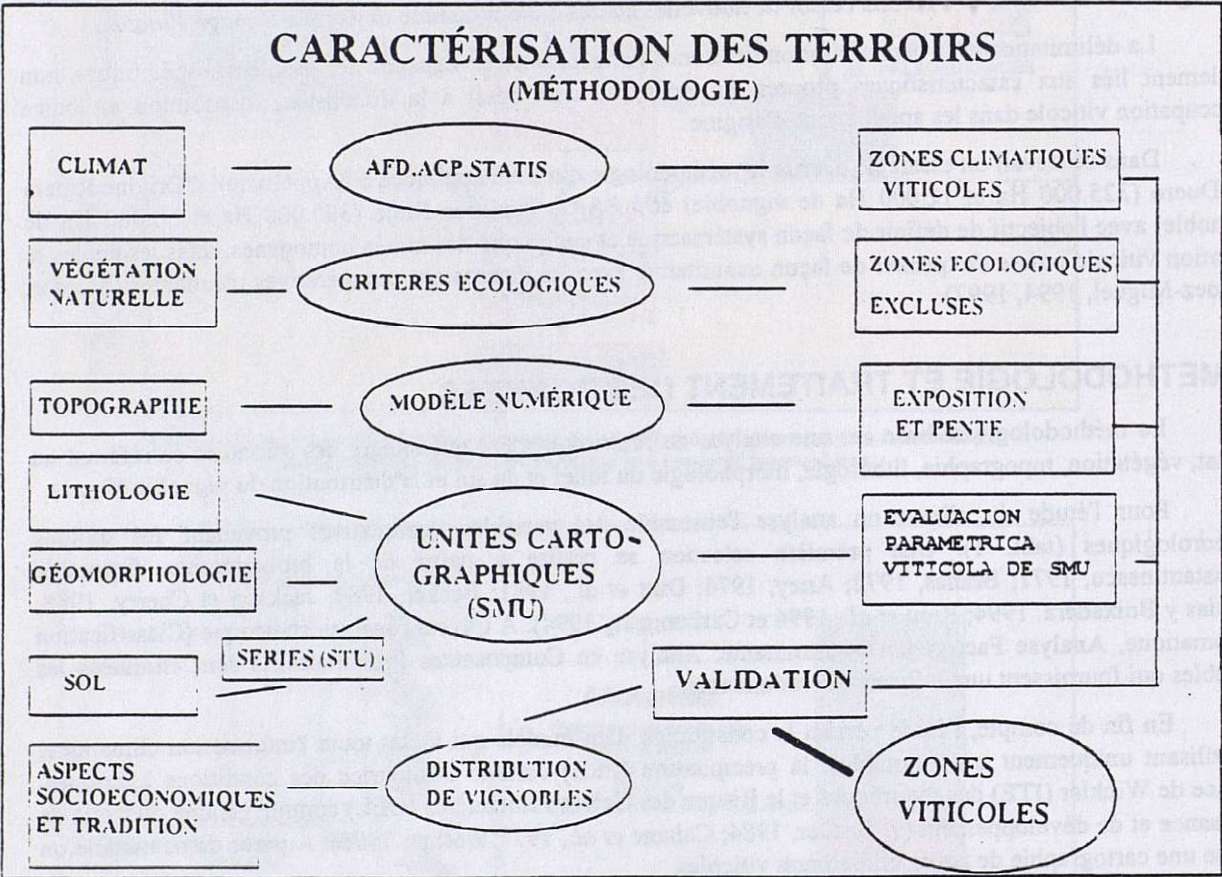


Figure 1. Méthodologie pour la Caractérisation des Terroirs

Tableau 2. Critères Limitants pour le Zonage Viticole

COMPOSANTE		ELEMENT	UNITÉ IMPLIQUÉE
VÉGÉTATION	POTENTIELLE	Riparia (<i>de riberas</i> , rives)	
	NATURELLE	Montagne Régression et évolution en Montagne	
		En Friche Cultures	
	CULTURES	Vigne	En zone adéquate En zone inadéquate
GÉOLOGIE	GÉOMORPHOLOGIE/ PHYSIOGRAPHIE/ LITOLOGIE	Altitude (> 850/900 m) Orientation	Étendues (partiellement) Versants et Côtes N
		Lithologie (Gypses et marnes gypseuses)	Côtes et Thalwegs

Les variables relatives à la **lithologie, morphologie du relief et du sol** sont évaluées à partir du concept de Série de Sols (SSS, 1952; USDA, 1992). Une définition traditionnelle

du "sol" implique divers facteurs dans le cadre de la Géologie (lithologie et géomorphologie), le climat et la végétation, la faune et l'homme. Le concept du "**terroir**" fait référence à l'influence du milieu environnant, climat et sol, associé à des cépages, dans une situation concrète où, en plus il faut considérer les facteurs humains, viticoles et œnologiques. La relation entre les deux concepts, sol et terroir, est évidente.

Le *terroir* conditionne fortement les caractéristiques des vins, comme le montrent différentes études en diverses régions viticoles (Scienza et Falcetti, 1990; Falcetti et Scienza, 1991; Asselin *et al.*, 1992; Falcetti *et al.*, 1992; Jourjon *et al.*, 1992; Morlat *et al.*, 1992). Ainsi, la culture d'une cépage (et porte-greffe) et l'utilisation de techniques culturales identiques dans un même *terroir* doivent garantir une qualité et une typicité. Précisément, cette idée est celle qui permet de comprendre l'utilité véritable de la cartographie pédologique du Zonage Viticole.

Bien qu'en principe on puisse considérer le problème d'un point de vue analytique, Laville (1990) et Laville et Morlat (1991) se réfèrent au concept de *terroir* en soulignant l'importance de sa cartographie, vu sa pertinence pour la synthèse et la simplification de l'étude des facteurs environnementaux. La résultante est une carte dont les unités cartographiques synthétisent les composantes géologiques, pédologiques, géomorphologiques et climatiques du milieu naturel.

Le traitement de l'information engendrée dans différentes couches cartographiques réalisé par un Système d'Information Géographique (SIG) donne comme résultat la quantification des contenus et une possibilité de traitement statistique.

3. ZONAGE

Pour la vigne on a utilisé le terme *vocación vitícola* en intégrant l'information climatique, pédologique, topographique culturelle avec l'expression végétative, productive et qualitative du vignoble. Dans un premier temps, on peut associer le terme de "zonage" à une subdivision (classification en fin de compte) d'un territoire grâce aux caractéristiques écopédologiques et topographiques (Fregoni *et al.*, 1992).

Même si on prend par convenance l'usage du *terroir* comme unité de classification viticole, la définition correcte des relations entre celui-ci et la qualité du raisin (Armstrong et Wetherby, 1976; Dubos, 1984) reste l'un des problèmes n'ayant pas de solution immédiate en viticulture.

Dans ce sens, il sera nécessaire de déterminer les composantes de la qualité du moût et du vin qui sont corrélables aux conditions **édapho-climatiques** de l'environnement dans lequel ils sont produits. Comme ce problème n'est pas encore résolu, il est nécessaire de travailler avec des critères de comparaison régionale. Pour autant, la connaissance de la méthodologie utilisée est importante pour résoudre des problèmes similaires dans des régions plus ou moins différentes.

Climat. La caractérisation macroclimatique peut être faite d'une façon appropriée avec le modèle qui inclut la Précipitation (PRE), l'Intégral Thermique Efficace (ITE) et un indice des gelées (SAL). Les résultats dans la Ribera du Duero sont les suivants (fig 2).

Les conclusions sont assimilables à celles obtenues par Becker (1978) pour des vignobles plus septentrionaux: il faut une somme suffisante des températures et une durée minimale d'une période active sans gelée, pour obtenir une bonne maturation du raisin.

Tableau 3. Eléments Utilisables dans le zonage

Profondeur effective (solum)
Réserve d'eau (conditions de sécheresse et humidité)
Calcaire total
Lithologie et Réserves minérales (B)
Matière organique
Fertilité
Potassium échangeable et son pourcentage
Capacité d'Échange Cationique
Texture
Altitude
Exposition
Pente
Conditions de drainage et hydromorphie
Phases de sol

Sol. La méthodologie se limite à une sélection des variables influentes, à leur caractérisation et plus spécialement à leur intégration. Pour évaluer les Séries de Sol on utilise un système paramétrique déjà employé en Viticulture (Budán et Popa, 1978; Astruc *et al.*, 1980; Meriaux *et al.*, 1981; Morlat et Salette, 1977; Morlat *et al.*, 1984) qui cherche à quantifier chacune des variables en intégrant des facteurs extrinsèques (mésoclimatique...) et intrinsèques (texture...). Le problème réside dans la généralisation de l'indice résultant, dans la mesure où une même valeur peut être obtenue avec des facteurs très distincts qui donnent des résultats qualitativement et quantitativement très différents quant au potentiel. Les éléments d'évaluation des Terroirs utilisés sont présentés dans le tableau 3.

À partir de l'information précédente on a obtenu une pondération de chaque Série de sol. C'est pour cela qu'on a utilisé la caractérisation moyenne obtenue dans le traitement statistique et le reste d'information qualitative. L'indice final obtenu de façon multiplicative pour chaque taxon, a été pondérée en donnant la valeur de 100 % aux plus grand d'eux. Finalement, l'évaluation de chaque Unité Cartographique (SMU) correspond à la moyenne (pondérée avec la fréquence de participation) des Indices de pondération de chacun des taxons qui la compose.

De cette manière, dans le tableau 4 on a représenté l'évaluation de toutes les Unités Cartographiques existantes et représenté d'une façon synthétique, l'aptitude viticole de chacune d'entre elles déclinée en optimale, adéquate, défavorable, inapte et exclue, en fonction d'un barème exprimé en pourcentage par rapport à 100. Ce pourcentage est en relation avec la vocation viticole dans la zone d'étude de chaque unité Cartographique (fig. 3). De même, on a rajouté quatre colonnes qui complètent l'information pour certaines unités cartographiques correspondant à des terrains qui présentent des contraintes agronomiques pour la vigne: hydromorphie, fertilité, profondeur effective de sol.

4. VALIDATION DE LA METHODE

La question concernant la relation sol-qualité, afin de délimiter des zones viticoles pertinentes, a été abordée de différentes façons (Seguin, 1982).

Dans notre étude on a travaillé selon deux axes: d'un côté on évalue les unités de paysage préalablement générées selon la pondération de leur propriétés (source bibliographique et comparative); d'un autre côté, on aborde la répartition actuelle du vignoble dans les différentes unités et on cherche l'existence des causes de cette distribution.

Cette cartographie de la distribution actuelle du vignoble dans l'appellation peut permettre de valider les résultats, grâce à une comparaison avec les unités cartographiques précédemment définies. L'idée se fonde sur le fait que le viticulteur a réalisé une sélection de parcelles tenant compte plus ou moins des changements de sol. En somme on considère que la classification est l'outil pratique utilisé dans la liaison entre l'homme et son environnement (Webster et Oliver, 1990).

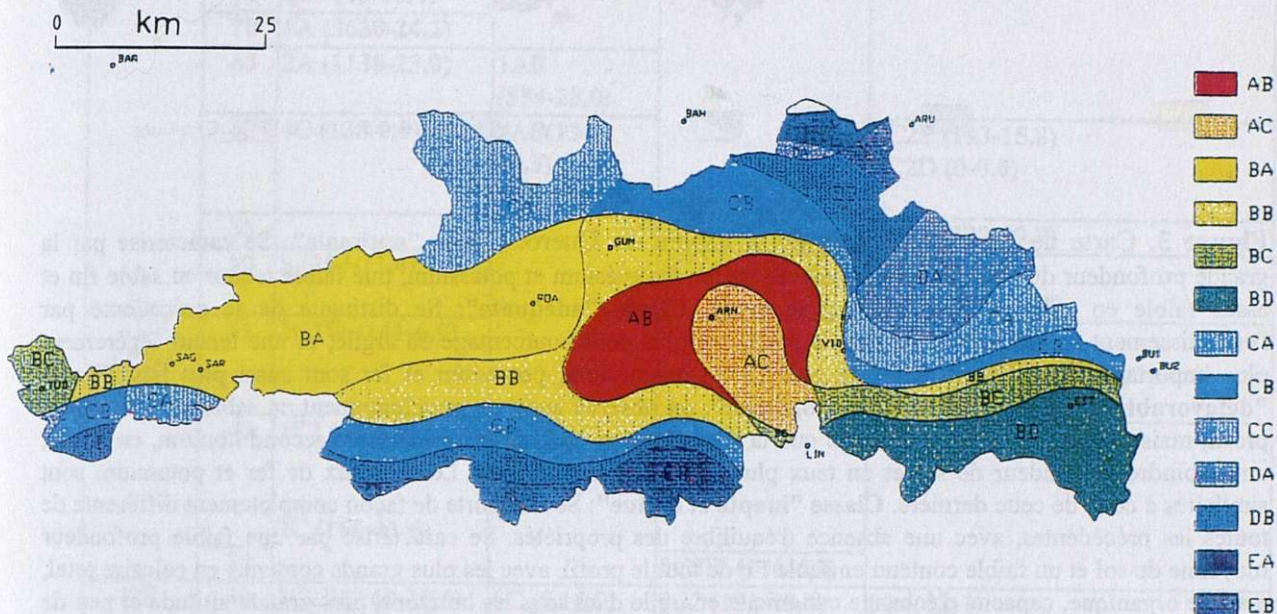


Figure 2. Zonage climatique en Ribera du Duero: **Zone 1:** Constitue la R. D. proprement dite (sauf la Zone plus orientale). Se caractérise par de faibles valeurs des températures moyennes (ITE), faibles ressources hydriques (PRE) et faibles risques de gelées (SAL). Correspond à de faibles altitudes en régions de plaine et vallée du Duero et paysages de collines associés. **Zone 2:** C'est la Zone Nord-orientale, avec des altitudes plus élevées, qui s'allongent sur les étendues avec influences des montagnes adjacentes. Se caractérise par les plus importantes ressources en eau (PRE) et une basse disponibilité thermique (ITE). **Zone 3:** Correspond à des Zones périphériques, avec de basses altitudes et ressources hydriques (PRE), dans des situations environnementales comparables à celles de la Classe 1, mais avec plus grande disponibilité thermique (ITE).

La répartition du vignoble par unité pédologique a été déjà considérée dans d'autres occasions (Dioujev, 1973) et malgré tout son utilité comme indice de validation peut être discutable. Dans notre cas, son utilisation se justifie à cause de la sélection empirique séculière des terrains les plus aptes par les viticulteurs, surtout si on tient compte de la grande disponibilité globale des terres dans la région par rapport à une faible surface de vignoble. En effet, certains séries de sols semblent clairement choisies pour l'implantation du vignoble, d'autres avec des occupations intermédiaires et enfin d'autres ont clairement été écartées. En plus, l'analyse statistique démontre que ces relations sont indépendantes de la surface disponible.

Ainsi il existe une relation entre la distribution du vignoble et la classification paramétrique objective. Les zones les mieux qualifiées ont un plus grand indice d'occupation (ou bien uniquement plus de surface de vignoble, dans la mesure où en cas de surfaces disponibles très vastes, il est difficile d'atteindre de forts pourcentages d'occupation).

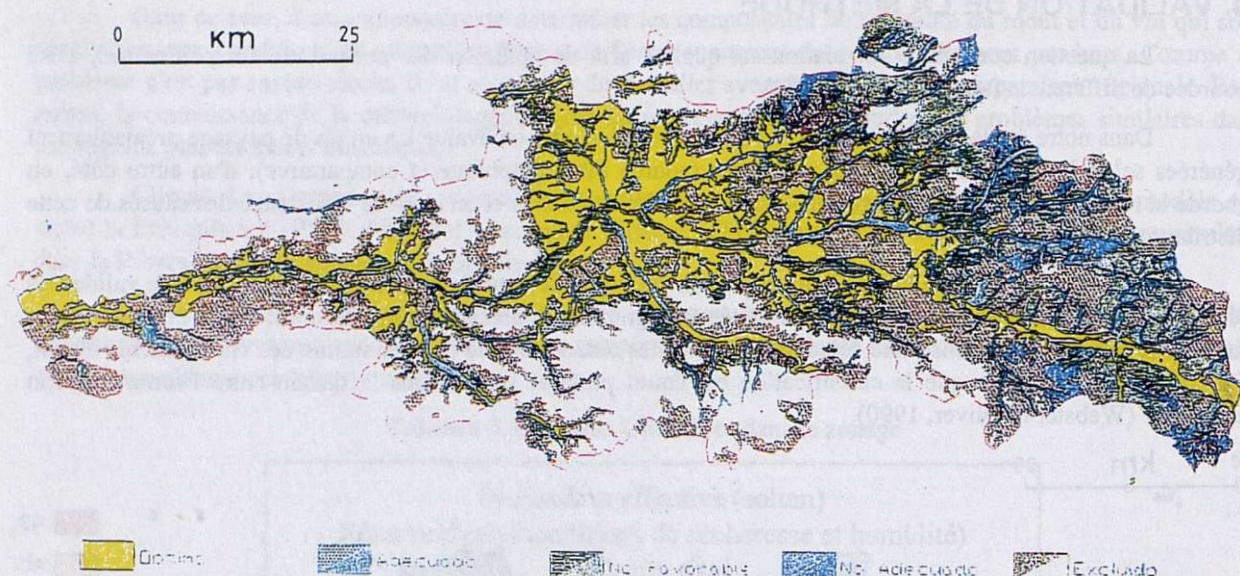


Figure 3. Carte de Zonage Viticole de la Ribera du Duero: Classe "optimale": Se caractérise par la grande profondeur du sol, des niveaux élevés en fer, magnésium et potassium, une faible teneur en sable fin et assez faible en calcaire total sur tout le profil. Classe "adéquate": Se distingue de la précédente par l'enrichissement en sables fins de tout le profil, un plus petit pourcentage en argile, et une teneur légèrement plus importante en calcaire total. Les niveaux en magnésium, potassium et fer sont aussi plus bas. Classe "défavorable": par rapport à la classe "optimale", on observe aussi un enrichissement en sable fin sur tout le profil, mais avec un contenu plus faible que la Classe "adéquate", en magnésium du second horizon, en argile, une moindre profondeur de sol et un taux plus élevé en calcaire total. Les niveaux de fer et potassium sont similaires à ceux de cette dernière. Classe "inapte et exclue": Se comporte de façon complètement différente de toutes les précédentes, avec une absence d'équilibre des propriétés. Se caractérise par une faible profondeur moyenne de sol et un faible contenu en sable fin de tout le profil, avec les plus grands contenus en calcaire total, matière organique, capacité d'échange cationique et argile dans tous les horizons, plus grande altitude et peu de magnésium dans le deuxième horizon.

Tableau 4. Caractérisation des Zones Viticoles de la D.O. avec la méthode "objectif" du Niveau de Productivité (NP). Entre parenthèses se présente pour chaque Unité la surface du vignoble (ha) et ensuite la surface en pourcentage.

ZONE	NP	DIFFERENTIATION QUANT À VOCATION OU MANIEMENT			
		A	B	C	D
OPTIMALES	100				
	90	1C2W (913-14,9)			
	85	1C2 (683-16,2) 1C3W (580-18,7)	1C2WE (5-2,8)		
	80				
	75	1C3 (43-13,6)			
	70	1A (3630-24,2)			
	65	2A (1138-23,0)	1AE (554-28,0)		
	60	4C (135-0,9)	2AE(114-16,3) 4CE (38-1,5)		1C2Z (193-15,8) 1C2D (0-0,0)
	55				1C3Z (299-19,7)
	50	S (264-11,4)		6C (41-3,8)	1C3D (3-1,4) 1ADE (100-17,9)
ADÉQUATES	45	2C2W (141-6,9)			1AD (888-28,2) 1C4Z (3-8,1)
	40	2C2 (42-4,0)			
		2C (166-11,6)			
	35			8C2W (146-6,7)	
DÉFAVORABLES	30	3C2W(169-10,6) 3A(398-3,9) 3C2(17-3,9) 3C3W(13-8,0)	5C (5,16,5) 5CE (76-19,7)	8C2 (191-15,6) 8C3W (97-13,7) 4Ch (17-0,2)	Mt4(12)
	25	3C3 (2-1,9)		8C3 (2-1,0) 4ChE (3-0,1)	2C3Z (238-8,4), 2C3D (4-20,7) Mt4(10)
	20		8A (0-0,0)	10C2W (6-2,7) 10C3W (0-0,0)	3AD (244-3,5) 3C2Z (0-0,0) 3C3Z (226-8,7) 3C2D (19-28,8)
		4A (100-2,4)			2C4Z (40-2,7) 2CD (87-2,1) Mt3(12)
INAPTES	15			7C (692-5,2) 7Ca (49-1,6)	4CH(1-0,3) 10CD (36-5,8) Mt3(10) Mt2(12)
	10			9C2 (3-1,2) 9C3W (0-0,0) 7CA (32-1,2)	Mt2(10),Mt1(12),Mt3(14) 2CL (2-0,2)
EXCLUS	5	9C3Z (0-0,0), Mt1(10), 5A (45-0,8), 3AL (208-1,7), Mt2(14), 3ADL (0-0,0), 7A (143-0,3), Mt1(14), 6A (0-0,0), 3AY (12-0,3), 3C3WY (37-3,8), 3C3Y (0-0,0), 3ADY (0-0,0), 3C2ZY (11-2,8), 3C3ZY (52-5,3), 3C4ZY (4-1,2), 3C4DY (6-28,8), 9C2Y (9-1,5), 9C3WY (0-0,0), 9C3ZY (0-0,0), 7AP (7-0,7), 4AL (0-0,0)			
	0	Mt4(13),Mt3(13),Mt2(13),Mt1(13); Ma (11-0,3), Mu (82-1,7), Mc (101-16,7), Mm (626-1,2), Mk (16-6,3) Mp (20-6,6)			

6. REFERENCES

- AMSTRONG, D.N., WETHERBY, K.G. 1976. Soils, grapes and quality- Is there a relationship?. *Aust. Wine Brew & Spirit Rev*, 94,9:14-16.
- ANEY, W.W. 1974. Oregon climates exhibiting adaptation potential for vinifera. *Am. J. Enol. Vitic.*, 25,4:212-218.
- ASTRUC, H., HERITIER, J., JACQUINET, J.C. 1980. *Zonage des potentialités agricoles d'un département: méthode appliquée à la viticulture*. Chambre d'Agriculture de l'Aude, 56 pp.
- ASSELIN, C., PAGES, J., MORLAT, R. 1992. Typologie sensorielle du Cabernet Franc et influence du terroir. Utilisation de méthodes statistiques multidimensionnelles. *Journal International des Sciences de la Vigne et du Vin*, 26,3:129-154.
- BECKER, N. 1978. Critères écologiques de la délimitation des vignobles septentrionaux. *Bulletin de l'O.I.V.*, 565:179-183.
- BECKER, N. 1984. Propositions pour une uniformisation des critères topographiques et climatiques utilisés pour la caractérisation des sites viticoles. *Bulletin de l'O.I.V.*, 639:383-392.
- BRANAS, J. 1972. Définition du milieu physique pour les vignobles typiques. Rapport Général. *Bulletin de l'O.I.V.*, 501:929-944.
- BUDAN, C., POPA, V.G.H. 1978. Indices synthétiques utilisés comme moyen d'estimation des principales ressources écoclimatiques dans la culture de la Vigne. in *Écologie de la Vigne. 1^o Symp. Int. sur Écologie de la vigne*. Constanza, Rumania, 1978, 123-124.
- CALAME, F., ROCHAIX, M., SIMON, J.L. 1977. Observations phénologiques et mesures bioclimatiques dans plusieurs sites viticoles valaisans à différentes altitudes en vue de la délimitation de l'aire viticole. *Bulletin de l'O.I.V.*, 559:601-616.
- CARBONNEAU, A. 1994. Le Zonage des potentialités viticoles à l'échelle de l'Union Européenne. *Progrès Agricole et Viticole*, 111,22:505-514.
- CONSTANTINESCU, G. 1971. Caractéristiques bioclimatiques des cépages et des vignobles. Rapport Général. *Bulletin de l'O.I.V.*, 483:399-427.
- COOMBE, B.G. 1987. Influence of temperature on composition and quality of grapes. *Acta Horticulturae*, 206:23-35.
- DIOUJEV, P.K. 1973. Définition du milieu physique pour des vignobles typiques. Rapport Soviétique. *Bulletin de l'O.I.V.*, 507:377-385.
- DUBOS, J. 1984. Importance du terroir comme facteur de différenciation qualitative des vins. *Bulletin de l'O.I.V.*, 639:420-434.
- DUTT, G.R., MIELKE, E.A., WOLFE, W.H. 1981. The use of soils for the delineation of viticultural zones in the Four Corners region. *Am. J. Enol. Vitic.*, 32,4:290-296.
- FALCETTI, M., IACONO, F., SCIENZA, A., PINZAUTI, S. 1990. Un exemple de zonage en Italie du Nord: Influence sur les vins. *Bulletin de l'O.I.V.*, 715-716:741-759.
- FALCETTI, M., SCIENZA, A. 1991. Utilisation de l'Analyse sensorielle comme instrument d'évaluation des choix viticoles. Application pour déterminer les sites aptes à la culture du cépage Chardonnay pour la production des vins mousseux en Trentin. *Journal International des Sciences de la Vigne et du Vin*, 26,1:13-24.
- FALCETTI, M., PINZAUTI, S., SCIENZA, A. 1992. La zonazione dei terreni vitati del Trentino. Aspetti pedologici e nutrizionali. *Vignevini*, 9:57-64.
- FREGONI, M. 1992. La nouvelle loi italienne, n° 164, sur les appellations d'origine. *Bulletin de l'O.I.V.*, 735-736:407-422.
- GOMEZ-SANCHEZ, P (1995) *Desarrollo de una metodología edafoclimática para zonificación vitícola*. Tesis Doctoral. Universidad Politécnica de Madrid.
- IGLESIAS, I., BOIXADERA, J. 1994. El mapa agroclimático de la zona de Lleida. *Hortofruticultura*, 7-8:49-55.

- JACKSON, D.I., CHERRY, N.J. 1988. Prediction of a District's Grape-Ripening Capacity Using a Latitude-Temperature Index (LTI). *Am. J. Enol. Vitic.*, 39,1:19-28.
- JOURJON, F., MORLAT, R., SEGUIN, G. 1992. Développement de la vigne et maturation du raisin dans différents terroirs viticoles de la moyenne vallée de la Loire. *Journal International des Sciences de la Vigne et du Vin*, 26,2:51-62.
- LAVILLE, P. 1990. Le terroir, un concept indispensable à la protection des appellations d'origine comme à la gestion des vignobles: le cas de la France. *Bulletin de l'O.I.V.*, 709-710:217-241.
- LAVILLE, P., MORLAT, R. 1991. Importance des études de terroir pour établir, maintenir ou accroître les vignobles d'appellation d'origine contrôlée. Atti Convegno "La gestione del territorio viticolo sulla base delle zone pedoclimatiche e del Catasto". *Santa Maria della Versa Broni (Pavia)*, 29-30 junio 1987, 27-43.
- MERIAUX, S., CHRETIEN, J., VERMI, P., LENEUF, N. 1981. La Côte viticole. Ses sols et ses crus. *Bull.Sci.Bourg.*, 34:17-40.
- MORLAT, R., SALETTE, J. 1977. Paramètres du milieu et caractérisation du terroir en zone viticole de cru. Application aux vignobles rouges de la moyenne Vallée de la Loire. *Vignes et Vins, N° especial "Agrometeorologie et Vigne"*:64-72.
- MORLAT, R., ASSELIN, C., PAGES, J., LEON, H. ROBICHET, J., REMOUE, M., SALETTE, J., CAILLE, M. 1984. Le milieu viticole sa caractérisation intégrée et son influence sur le vin. *Bulletin de O.I.V.*, 643-644:707-728.
- MORLAT, R., ASSELIN, C. 1992. Un terroir de référence pour la qualité et la typicité des vins rouges du Val-de-Loire: le craie tuffeau. *Bulletin de l'O.I.V.*, 735-736:329-343.
- MORLAT, R., LEBON, E. 1992. Une expérience des essais multilocaux au travers de l'étude des terroirs viticoles. *Progrès Agricole et Viticole*, 3:55-58.
- MORLAT, R., PENAVAYRE, M., JACQUET, A., ASSELIN, C., LEMAITRE, C. 1992. Influence des terroirs sur le fonctionnement hydrique et la photosynthèse de la vigne en millésime exceptionnellement sec (1990). Conséquence sur la maturation du raisin. *Journal International des Sciences de la Vigne et du Vin*, 26,4:197-220.
- RIOU, C., MORLAT, R., ASSELIN, C. 1994. Une approche intégrée des terroirs viticoles: discussions sur les critères de caractérisation accessibles. *Bulletin de l'O.I.V.*, 767-768:93-106.
- SCIENZA, A., FALCETTI, M. 1990. Le zonage des vignes en pente: Étude d'un cone de dejections dans le Trentin. *Viticulture de Montagne*, 1:33-47.
- SEGUIN, G. 1982. *Les terroirs viticoles des grands crus du Bordelais*. 66 pp (multigrafiado).
- SOTES, V., GOMEZ-MIGUEL, V. 1994. *Delimitación Cartográfica de Zonas Vitícolas en la Denominación de Origen Ribera del Duero*. Universidad Politécnica de Madrid 290+154 pp.
- SOTES, V., GOMEZ-MIGUEL, V. 1997. *Delimitación Cartográfica de Zonas Vitícolas en la Denominación de Origen Calificada Rioja*. Universidad Politécnica de Madrid 325+225 pp.
- SSS. 1952, 1993. *Soil Survey Manual*. Agriculture handbook, 18:503 pp.
- USDA. 1992. *Keys to Soil Taxonomy*, 6^a Ed. Soil Survey Staff. SMSS Techn. Mon. n° 6. Politech. Inst and State Univ., 422 pp.
- VERES, A. 1973. Définition du milieu physique pour des vignobles typiques. Rapport Tchecoslovaque. *Bulletin de l'O.I.V.*, 503:18-34.
- WAMBEKE, A., FORBES, T. 1986. *Guidelines for using Soil Taxonomy in the names of soil map units*. SMSS Technical Monograph N° 10. USDA. 75 pp.
- WEBSTER, R., OLIVER, M.A. 1990. *Statistical Methods in Soil and Land Resource Survey*. Oxford University Press. 316 pp.