CARACTÉRISATION SPATIALE DES TERROIRS ET CONSTITUTION DES RAISINS EN A.O.C. CÔTES-DU-RHÔNE MERIDIONALES (BASSIN DE NYONS-VALREAS)

SPATIAL TERROIR CHARACTERIZATION AND GRAPE COMPOSITION IN THE SOUTHERN CÔTES-DU-RHÔNE VINEYARD (NYONS-VALREAS BASIN)

Emmanuelle VAUDOUR*,[1], M.-Cl. GIRARD*,
L.-M. BREMOND** et L. LURTON***

*UER D.M.O.S, Institut National Agronomique, 78850 Thiverval-Grignon (France)
**Syndicat Général des Vignerons Réunis des Côtes-du-Rhône, Service technique,
6, rue des Trois Faucons, 84000 Avignon (France)
***Comité Interprofessionnel des Vins d'A.O.C. Côtes-du-Rhône et de la Vallée du Rhône,
Service technique, 2260, route du Grès, 84100 Orange (France)

Résumé : Une démarche exploratoire de caractérisation des terroirs viticoles est conduite dans le Bassin sédimentaire de Nyons-Valréas (A.O.C. Côtes-du-Rhône). Les outils et méthodes de l'analyse spatiale sont couplés à l'analyse fréquentielle de la composition des vendanges de 14 parcelles de Grenache sur 15 millésimes (1982-1996). Combinées à des données géologiques et pédologiques, des informations tirées de la photo-interprétation, du traitement d'image satellitale, d'un Modèle Numérique de Terrain, conduisent à définir 7 terroirs viticoles potentiels. Le découpage spatial de 4 de ces terroirs est validé, sur la période considérée, par 5 variables discriminantes correspondant à des données de constitution de la vendange.

Abstract : In order for the characterization of terroir in vineyard situations to benefit both viticultural and wine making practices, it is necessary to consider the spatial aspect of the vineyard environment. An exploratory approach at characterising terroir in the Nyons-Valreas Basin (figure 1) considers both the spatial analysis and frequency analysis of the harvest. Data gathered from stereoscopic aerial photographic examination, satellite image processing, land surveys, and the Digital Elevation Model are combined and structured within a Geographic Information System along with the existing soil and geological data (figure 2). The result is a comprehensive soils model applicable to a relatively large area (11,340 ha). The Nyons-Valreas Basin is a neogene and quaternary sedimentary basin, and the soils found there are described by 21 soil landscape units which integrate 15 variables (table I). The area examined is considered to be representative of the surrounding regional diversity. The variables used in characterising terroir include soil types, geomorphology, lithology, stratigraphy, vegetation, land form, and land use. The various viticultural terroirs are regarded as parts of agricultural land consistent with both soil landscapes and harvest/wine responses. Multivariate clustering of the soil landscape units indicates that there exists 7 distinct viticultural terroirs, essentially on the basis of geomorphology and soils (figures 3 and 4, table II). Four distinct terroirs were compared (figures 5 and 6) using data gathered from 14 sites over the course of 15 vintages (1982-1996). Grenache is the grape variety planted at each site, and the variables measured at harvest (pH, sugar content, titratable acidity, the weight of 200 berries, and the sugar/acidity ratio) appear to significantly discriminate the sites examined according to the terroir modeling performed (tables III, IV and V).

Mots-clés : terroir viticole, pédopaysage, composition fréquentielle de la vendange, SIG, télédétection

Key-words : viticultural « terroir », soil landscape, harvest composition frequency, GIS, remote sensing

INTRODUCTION

Le concept de terroir appliqué à la viticulture (CARBONNEAU, 1993 ; FALCETTI, 1994) repose sur une caractérisation plurielle à partir de différents critères du système « terroir/vigne » ou du système « terroir/vigne/vin » (MORLAT, 1989 ; LEBON, 1993 ; RIOU *et al*., 1995). L'étude des mécanismes de fonctionnement et des interactions entre les compartiments de ce système, depuis l'écosystème de la vigne jusqu'au vin, suppose l'acquisition d'un volume appréciable de données de mesure en réseaux de parcelles expéri-

1 : correspondance : vaudour@lacan.grignon.inra.fr

J. Int. Sci. Vigne Vin, 1998, **32**, n°4, 169-182
©Vigne et Vin Publications Internationales (Bordeaux, France)

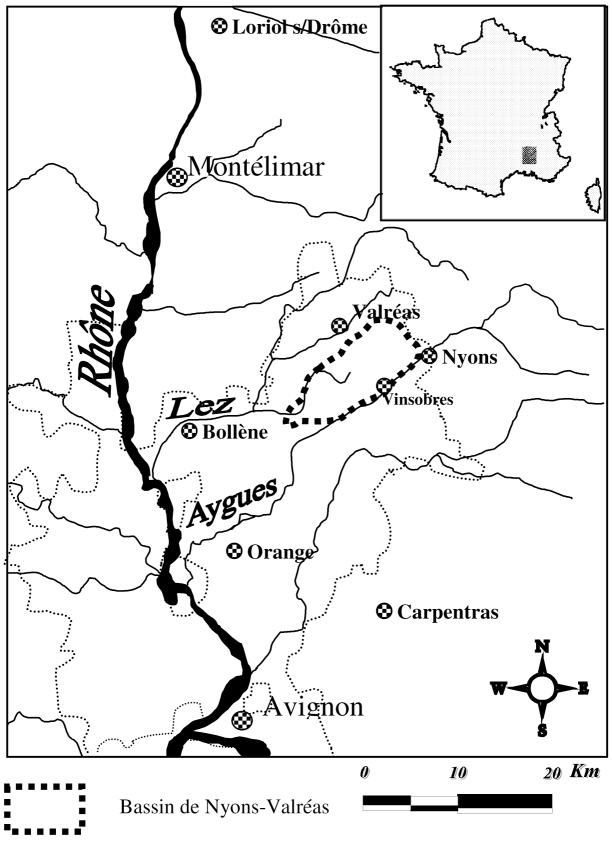


Fig. 1 - Localisation géographique du Bassin viticole de Nyons-Valréas

Fig. 1 - Location of the Nyons-Valreas viticultural Basin

mentales. La nature ponctuelle de ces mesures implique que le réseau d'observations soit formé de parcelles représentatives des différentes unités de terroir susceptibles de s'exprimer dans le vin (MORLAT, 1997). À la base de toute caractérisation des unités de terroir appliquée à la gestion et à la connaissance du comportement du vignoble, s'impose une approche de la dimension spatiale du terroir. Cette dernière est particulièrement rendue possible par la cartographie pédologique (VAN LEEUWEN, 1991 ; LEBON, 1993 ; DOLEDEC, 1995).

Les structures professionnelles de la région des Côtes-du-Rhône (56 000 ha) souhaitent gérer l'ensemble des terroirs qui composent l'A.O.C. Diverses démarches de connaissance du produit, en lien avec des terroirs, ont été initiées au travers de réseaux de parcelles d'observation comme l'Observatoire Grenache (VAUDOUR *et al*., 1997) ou dans le cadre des communes de Saint-Hilaire d'Ozilhan (BARCELO *et al*., 1997) ou encore de Buisson, Vinsobres, Saint-Maurice-sur-Eygues (COTENCIN *et al*., 1992). Cependant, la combinaison spatiale des données œnologiques et viticoles avec les paramètres naturels jugés stables demeure encore limitée temporellement et/ou spatialement.

L'étude conduite sur une superficie de 11 340 ha dans la partie orientale du Bassin sédimentaire néogène de Valréas (VAUDOUR, 1997) correspond à l'objectif d'une double caractérisation spatiale et viticole des terroirs, en intégrant 15 années de résultats de contrôle de maturité. Elle est basée sur l'analyse spatiale (JAMAGNE *et al*., 1993 ; GIRARD *et al*., 1989), définissant un modèle d'organisation spatiale de la couverture pédologique en lien avec des éléments dominants du paysage (modèle chorologique).

Il s'agissait de réaliser un zonage des terroirs viticoles, ici définis en tant que portions de l'espace cultivé susceptibles de présenter une double cohérence, par leur organisation spatiale et leur réponse viticole, en terme de constitution des raisins. Ce zonage a été confronté à la composition fréquentielle de la vendange de 14 parcelles de Grenache sur la période 1982-1996. La démarche fait appel à l'interprétation et au traitement de documents de télédétection aérienne et satellitaire, l'ensemble des données spatialisées se trouvant structurées au sein d'un Système d'Informations Géographiques (SIG).

MATÉRIELS ET MÉTHODES

I - LOCALISATION ET CARACTÉRISTIQUES GÉNÉRALES DU MILIEU

Le Bassin sédimentaire de Nyons-Valréas (figure 1) inclut près du dixième du vignoble d'A.O.C. Côtes-du-Rhône. Il constitue une région de transition, entre les pays du Rhône moyen (BENEVENT, 1926 ; MANDIER, 1988) et du bas Rhône, entre domaine tempéré et domaine méditerranéen, entre plaines rhodaniennes et rebord des Préalpes du Sud. Il correspond aux bassins hydrologiques du Lez et de l'Aygues, torrents montagnards à régime méditerranéen au débouché des Baronnies. Situé entre 550 m et 100 m d'altitude, il constitue un piémont disséqué en bas plateaux et plaines alluviales, ouvert sur la Vallée du Rhône à l'Ouest et dominé à l'Est par les contreforts des Baronnies. Le bassin sédimentaire est formé de dépôts miocènes et pliocènes emboîtés, de faciès marins (sables calcaires, grès et marnes argileuses, etc.) et de faciès continentaux détritiques (marnes sableuses et conglomérats). Les formations détritiques alluviales quaternaires, à cailloutis et galets calcaires, correspondent à trois, voire quatre niveaux étagés de terrasses.

Le climat régional (RAMEL, 1997) se caractérise par une température moyenne annuelle voisine de 13°C

©Vigne et Vin Publications Internationales (Bordeaux, France)

et une pluviométrie moyenne d'environ 800 mm/an (annexe 1), variant de 500 à 1100 mm selon les années. Le vignoble connaît des pluies irrégulières, souvent très intenses (pouvant atteindre 100 mm/h), plus de 70 jours de vent fort (>16 m/s) et un ensoleillement annuel de l'ordre de 2600 heures.

II - DÉMARCHE DE CARACTÉRISATION DES TERROIRS

La démarche adoptée (figure 2) et ses différentes étapes reposent sur l'établissement d'un modèle chorologique définissant des pédopaysages : « ensemble des horizons pédologiques et des éléments paysagiques : végétation, effets des activités humaines, géomorphologie, hydrologie, substrat ou roche-mère, dont l'organisation spatiale permet de définir dans son ensemble une (ou une partie d'une) couverture pédologique » (GIRARD, 1983). La saisie et la structuration de données sur le paysage en relation avec des données de connaissance des sols permettent de construire ce modèle. Les cartes topographiques, géologiques, pédologiques, les différents travaux de référence et les observations de terrain sont exploités conjointement à l'interprétation stéréoscopique de photographies aériennes et au traitement d'une image satellitale SPOT multispectrale, afin de caractériser 21 unités cartographiques de pédopaysages selon les critères : relief, lithologie, stratigraphie, sols, végétation et occupation des sols.

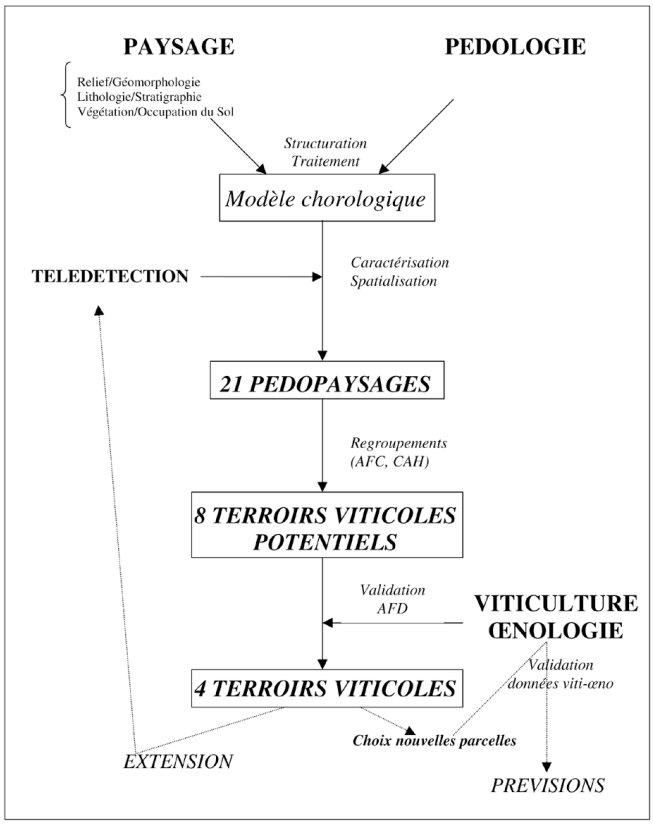


Fig. 2 - Schéma directeur de la caractérisation des terroirs viticoles

Fig. 2 – Approach at characterising viticultural terroirs

Les 21 unités de pédopaysage sont renseignées sémantiquement par 15 variables qualitatives ou qualitatives ordonnées qui décrivent leurs caractères dominants. Les modalités de ces variables (annexe 2)se réfèrent, non seulement aux données de base de 86 solums (60 répertoriés dans le secteur cartographié, 26 répertoriés dans sa proche périphérie) qui correspondent à 1400 données analytiques pour 230 horizons (SCP, 1982 ; LETESSIER, 1994, 1997), mais encore aux informations tirées de l'interprétation des documents de télédétection ainsi que d'une vingtaine de coupes et sondages que nous avons décrits sur le terrain. Les variables intrinsèques utilisées sont, pour leur majorité, celles considérées comme marquantes dans un sol de vignoble méridional (BONFILS, 1977) : pierrosité (CAIL), profondeur explorée (PRF), présence d'accumulations carbonatées (CRC), texture dominante du profil cultural (TEXT), aptitude au drainage (DRAI), capacité d'échange cationique dominante (CEC), engorgement de profondeur (ENG), calcaire actif (CAA), luminance de la surface du sol en photographie aérienne panchromatique (LUM). Les variables extrinsèques décrivant les éléments du paysage sont les suivantes : morphologie (MORPH, désignant les principales unités de relief), association de végétations cultivées ou spontanées (VEG), association de lithofaciès (LITH), unités stratigraphiques (STR), forme du parcellaire (FORM), taille des parcelles (PARC).

La segmentation de l'espace étudié en 8 terroirs procède ensuite de regroupements des unités de pédopaysages, à l'aide de classifications ascendantes hiérarchiques (CAH) et d'analyses factorielles des correspondances (AFC) (LEBART *et al.*, 1995). Outre la parenté de certaines unités de pédopaysages, la décision de regrouper les unités de pédopaysages en 8 classes se justifie ainsi :

1/ il est nécessaire d'effectuer les traitements statistiques des données de constitution des raisins sur des unités spatiales comportant suffisamment de parcelles d'observation ; en effet, 11 des 21 unités ne comportent aucune parcelle sur plus de 13 ans ;

2/ dans ce vignoble où le secteur coopératif représente près des 2/3 de la production, les professionnels opèrent par regroupements de parcelles pour les apports de vendange à la cave. Les potentiels qualitatifs de la vendange correspondent, dans le secteur étudié, à une dizaine de zones au plus pour les vignerons

©Vigne et Vin Publications Internationales (Bordeaux, France)

et œnologues. Aussi estime-t'on, dans le cadre de cette démarche, que des unités de pédopaysages, proches au point de vue des 15 variables utilisées pour les décrire, ne sont pas significativement différentes en terme de réponse viticole.

Dans cette étude, les terroirs sont définis par l'assemblage de critères dominants des pédopaysages, et ceux pourvus de vignes, qualifiés de « terroirs viticoles potentiels », avant toute confrontation à des données de réponse de la vigne. Afin de mettre en évidence la pertinence du découpage spatial des « terroirs viticoles potentiels », en tant que terroirs viticoles qualifiés par des données sur la constitution des raisins, on réalise des analyses factorielles discriminantes (AFD) (TOMASSONE, 1988) sur des descripteurs de composition de la vendange, tirés des contrôles de maturité de 14 parcelles de Grenache.

III - SIG ET TÉLÉDÉTECTION

La délimitation graphique des plages se rapportant aux unités de pédopaysage repose sur un tracé à 1/25.000 d'après le modèle chorologique, en s'aidant conjointement de l'interprétation visuelle stéréoscopique des photographies aériennes, d'échelle voisine de 1/30.000, et des autres informations spatialisées, dont les échelles diffèrent selon les documents (1/5.000, 1/25.000 et 1/50.000). Le calque des pédopaysages est intégré dans un SIG après scannage, recalage en coordonnées Lambert III, vectorisation, puis jointure des fichiers de données sémantiques. On caractérise chaque unité de pédopaysage par ses valeurs modales pour la pente et l'altitude, en se basant sur le Modèle Numérique de Terrain.

La télédétection satellitale intervient dans la démarche, comme un double outil d'aide à la construction des pédopaysages et d'aide à la synthèse d'informations déjà acquises à diverses échelles, dans un but d'extrapolation spatiale. Une sous-image de l'image SPOT multispectrale du 18 avril 1995 a fait l'objet d'un traitement assisté utilisant la méthode de classification par maximum de vraisemblance (Bayes). Prise au début du cycle végétatif de la vigne, et de résolution 20 m x 20 m, elle permet, conjointement à des observations de terrain et à l'utilisation de photographies aériennes, de voir les sols de la vigne. Ces derniers ont un comportement spectral très proche du sol nu, car le feuillage recouvre moins de 30 p. cent de la surface du sol (GIRARD, 1995). La radiométrie de l'image révèle par ailleurs les zones non viticoles occupées par des bois, des garrigues ou des cultures annuelles, ce qui permet de les exclure.

IV - DONNÉES SUR LA CONSTITUTION DES RAISINS

Les données sur la constitution des raisins (annexe 3, source CIVCRVR) se rapportent au dernier prélèvement de maturité avant récolte, pour le cépage Grenache noir. La constitution des raisins est décrite par les 5 variables suivantes : date de prélèvement (jour/mois/année), poids moyen de 200 baies/200 (P1b, en grammes), teneur en sucres convertie en titre alcoométrique potentiel (TAP, en pourcentage), acidité totale (AT, en g H_2SO_4/l), pH. Les variables acide malique (en g H_2SO_4/l) et potassium (en mg/l) ne sont pas prises en compte en raison de séries de valeurs incomplètes. D'autres variables, élaborées à partir de variables de base, sont introduites : numéro du jour de prélèvement, rapport TAP/AT (noté DSA), « précocité » = (jour n°260) - (jour du prélèvement). La formule proposée pour la variable « précocité » cherche à caler la date de prélèvement d'une parcelle, lors d'une campagne donnée, par rapport au 260^e jour de l'année, c'est-à-dire vers le 20 septembre. En effet, les dates moyenne, médiane et modale de la récolte du Grenache, calculées pour l'ensemble des parcelles sur la période 1982-1996, coïncident au 260^e jour ± 1-2 jours (VAUDOUR, 1997).

RÉSULTATS

I - PÉDOPAYSAGES AUX TERROIRS

La carte des pédopaysages (VAUDOUR, 1997) comprend 1 040 plages qui se répartissent en 21 unités cartographiques, dénommées dans le Référentiel Pédologique (AFES, 1995), d'après leur principale référence typologique de sol (tableau I). Douze références typologiques sont requises pour dénommer les motifs principaux d'organisation de la couverture pédologique, marquée par la présence des matériaux carbonatés, de nappes de cailloutis et de galets calcaires, et de sols à caractères fersiallitiques, que l'on parvient à identifier radiométriquement sur l'image satellitale. Il n'y a aucune unité dominante sur les autres en ce qui concerne leur extension : 18 unités ont une extension inférieure ou égale à 6 p. cent de la superficie cartographiée et seules 3 unités représentent une extension supérieure, ne dépassant pas toutefois 15 p. cent de cette superficie (PL6, TW15, PL4).

Les CAH et AFC opérées sur les variables descriptives des unités de pédopaysage font apparaître le rôle prépondérant des variables liées à l'interprétation géomorphologique et des variables pédologiques. Dans l'AFC (figure 3), les variables MORPH, LITH, STR et TEXT sont représentées par l'axe 1 (60,5 p. cent de l'iner-

©Vigne et Vin Publications Internationales (Bordeaux, France)

TABLEAU I
Description des unités de pédopaysage
Table I - Description of the soil landscape units

Code	Référence principale de sol (AFES, 1995)	Superficie totale (%)
PL1	FERSIALSOLS, cailloutiques et calciques, issus de conglomérats du Miocène Supérieur	5
PL2	CALCOSOLS, cailloutiques, faiblement fersiallitiques, issus de conglomérats et de marnes sableuses du Miocène Supérieur	3
PL3	CALCOSOLS, cailloutiques, argileux, issus de marnes et conglomérats du Miocène Supérieur	4
PL4	CALCARISOLS, issus de marnes sablo-cailloutiques du Miocène Supérieur et du Pliocène	9
CL13	ARENOSOLS, carbonatés, sur altérites de grès molassiques	5
TR10	CALCOSOLS, calcariques, peu calcaires en surface, issus des alluvions des terrasses intermédiaires	3
VRS7	ANTHROPOSOLS, carbonatés, cailloutiques et calcariques, aménagés en terrasses de culture	5
PL5	PEYROSOLS CAILLOUTIQUES, colluviaux, calcaires, issus de marnes et conglomérats du Miocène Supérieur et du Pliocène	3
PL6	REGOSOLS, RENDOSOLS, d'éboulis, issus de marnes et conglomérats du Miocène Supérieur et du Pliocène	15
TW15	COLLUVIOSOLS, argileux, calcaires des fonds de talwegs boisés	9
TR12	COLLUVIOSOLS, RENDOSOLS, sur colluvions de pente, safres et cailloutis des rebords des terrasses	1
VL17	FLUVIOSOLS TYPIQUES, cailloutiques, calcaires, d'apport alluvio-colluvial	6
TR8	FERSIALSOLS, tronqués, pétrocalcariques, colluviaux, issus des alluvions anciennes des plus hautes terrasses	3
TR9	FERSIALSOLS, carbonatés, issus des alluvions anciennes des hautes terrasses	1
GT11	COLLUVIOSOLS, argileux, calciques, des glacis-terrasses	2
CD17	CALCOSOLS, colluviaux, pachiques, récents, sablo-argilo-limoneux, d'épandage alluvio-colluvial	3
BV14	CALCOSOLS, colluviaux, pachiques, rédoxiques	6
BF16	CALCOSOLS, carbonatés, sablo-argilo-limoneux, à engorgement de profondeur des zones dépressionnaires	1
VL18	FLUVIOSOLS TYPIQUES, carbonatés, sablo-argilo-limoneux	5
VL19	FLUVIOSOLS TYPIQUES, sablo-limoneux, réductiques, de lit majeur	7
VL20	REDUCTISOLS TYPIQUES, issus des alluvions récentes des rivières	4

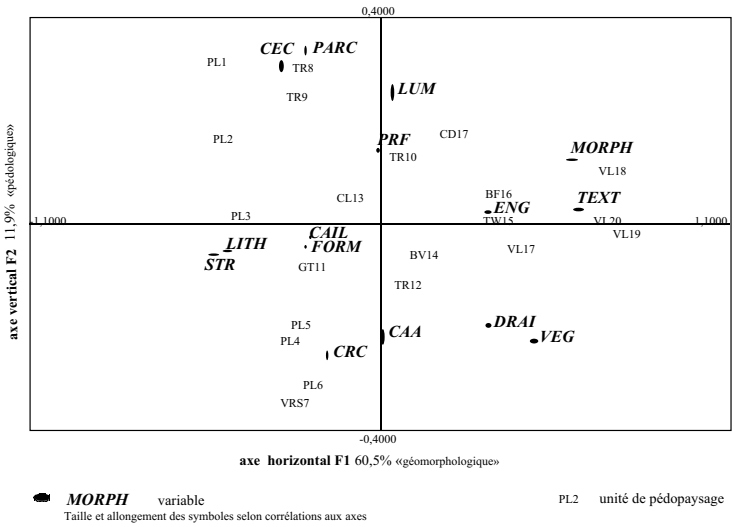


Fig. 3 - Analyse factorielle des correspondances des unités de pédopaysage : premier plan factoriel

Fig. 3 - Correspondence analysis on soil landscape units : factor 1-2 plan

©Vigne et Vin Publications Internationales (Bordeaux, France)

tie totale). Les variables CEC, CAA, LUM sont représentées par l'axe 2 (11, 9 p. cent de l'inertie totale) tandis que CRC est représentée par l'axe 3 (10,3 p. cent de l'inertie totale). Lors de la décision finale de regroupement, on définit 8 unités de terroir (tableau II) qui s'étagent selon 5 grands contextes morphologiques (figure 4).

1) Plateaux

En position culminante, sur les plateaux miocènes dont l'altitude s'abaisse de 550 m à 375 m d'est en ouest, deux terroirs sont identifiés. Le terroir ESC des

En position intermédiaire des plateaux (d'altitude le plus souvent comprise entre 325 m et 375 m) et sur les basses collines, au niveau des assises de marnes et de grès molassiques, le terroir CST se caractérise par la référence typologique principale des CALCARISOLS, et, dans une moindre mesure, par la référence des ARENOSOLS carbonatés.

3) Talus et versants escarpés

Sur les pentes fortes (> 15 p. cent) et les talus bordant les lanières de plateaux, alternent l'unité des versants aménagés en terrasses de culture et caillouteux

TABLEAU II
Description des terroirs

Table II- Description of the terroirs

Terroir (*)	Composition en unités de pédopaysage	Superficie (ha)	Pourcentage	Situation morphologique
ESC	PL1	521	3,8	Sommets des serres
PRE	PL2, PL3	808	6,0	croupes culminantes, rebords des serres
CST	PL4, CL13, TR10	1957	14,5	collines, niveau intermédiaire
JAR	VRS7, PL5	855	6,3	versants pentus caillouteux, versants aménagés
INC	PL6, TW15, TR12, VL17	3597	26,6	talwegs, talus des plateaux et de terrasses, majoritairement incultes et boisés
COS	TR8, TR9	480	3,5	hautes terrasses
LEU	GT11, CD17, BV14	1204	8,9	glacis d'épandage de versant, glacis-cônes
CLA	BF16, VL18, VL19, VL20	1920	14,2	plaines et zones dépressionnaires

(*) dénomination abrégée d'un lieu-dit de référence.

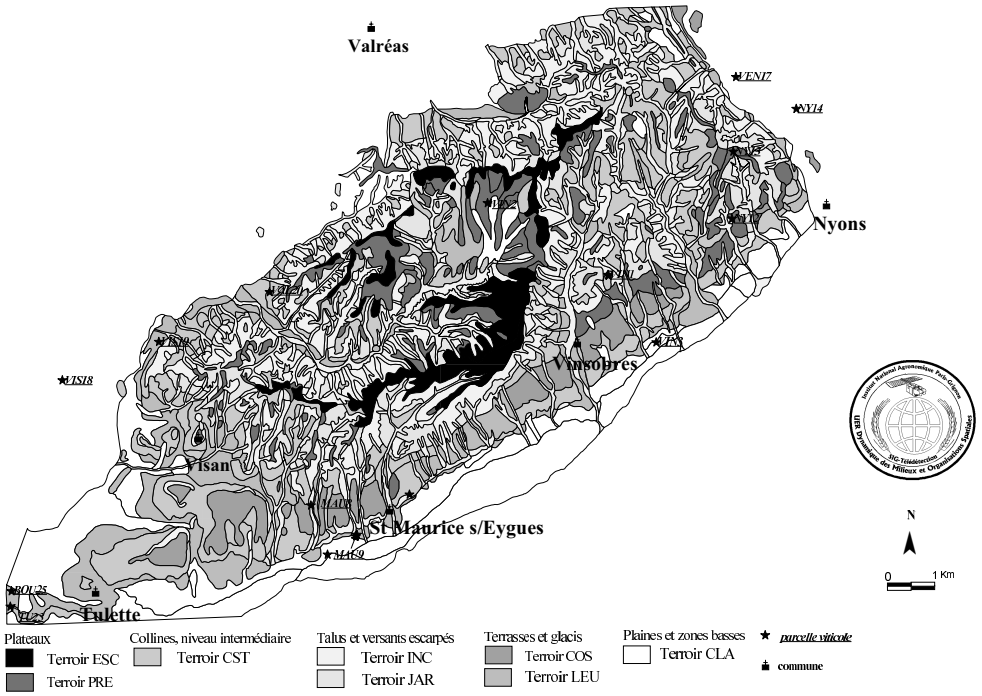


Fig. 4 – Carte des terroirs viticoles du Bassin de Nyons-Valréas

Fig. 4 – Map of the viticultural terroirs of the Nyons-Valreas Basin

©Vigne et Vin Publications Internationales (Bordeaux, France)

TABLEAU III
Caractérisation viticole des terroirs (1982-1996, cépage Grenache noir)

Table III - Harvest characterization of the terroirs (1982-1996, Grenache variety)

Terroir	Effectif Parcelle x Millésime	P1b Poids moyen de 200 baies/ 200 (g)	TAP Teneur en sucres convertie en titre alcoométrique potentiel (%)	AT Acidité totale (g H_2SO_4/l)	pH pH	DSA Rapport TAP/AT	Précocité (jour n°260 – jour du prélèvement)
F de Fisher-Snedecor (3/204) au seuil de 5 p. cent		9,76	17,15	6,90	16,91	13,82	0,96
Proba		0,00^{s}	0,00^{s}	0,02^{s}	0,00^{s}	0,00^{s}	41,33^{ns}
PRE	29	2,17±0,23	11,9±1,3	5,2±1,7	3,07±0,11	2,47±0,70	0,0±6,3
CST	74	1,95±0,26	12,0±1,2	4,8±1,4	3,12±0,12	2,70±0,74	1,7±7,3
LEU	45	1,84±0,32	12,0±0,9	4,1±0,9	3,25±0,12	3,05±0,61	2,7±7,9
CLA	60	2,08±0,34	10,7±1,0	5,2±1,5	3,14±0,12	2,21±0,63	0,9±7,6
global	208	1,99±0,32	11,6±1,2	4,8±1,4	3,15±0,13	2,61±0,74	1,4±7,4

(s) : variable significativement discriminante dans l'AFD ; (ns) : variable non signicativement discriminante dans l'AFD

logique des FERSIALSOLS et la présence d'un horizon calcarique ou d'un horizon pétrocalcarique. Les glacis-cônes construits sur les basses terrasses par les ravins rectilignes, et les glacis d'épandage de versant issus du rebord du niveau culminant, forment le terroir LEU des formes d'accumulation alluvio-colluviales.

5) Plaines et zones basses

Enfin, le terroir CLA des plaines et zones basses présente des sols peu évolués à caractères d'hydromorphie, en particulier FLUVIOSOLS TYPIQUES et REDUCTISOLS.

II - VALIDATION

Une validation par les données sur la constitution des raisins est initiée à partir des 14 parcelles de Grenache disposant d'un suivi de maturation de 1982 à 1996 (15 ans). Deux parcelles n'ont été suivies que pendant 14 ans. On dispose donc de 208 individus « parcelle x millésime ». Le croisement de ces parcelles avec la carte des pédopaysages aboutit à leur répartition parmi 11 unités de pédopaysage correspondant à 4 terroirs (PRE, CST, LEU, CLA), et à des effectifs par terroir compris entre 2 et 5 parcelles.

Différents auteurs, parmi lesquels notamment QUINTANA GANA et GOMEZ PIÑOL (1989), ASSELIN *et al.* (1992), VAN LEEUWEN et SEGUIN (1997) utilisent les méthodes statistiques multidimensionnelles pour étudier la constitution des raisins de diverses parcelles. Une AFD est calculée sur les 208 individus « parcelle x millésime », à partir des 6 variables suivantes, disponibles pour analyser la constitution des raisins : P1b, TAP, AT, pH, DSA, précocité. Les valeurs du test F au niveau de 5 p. cent

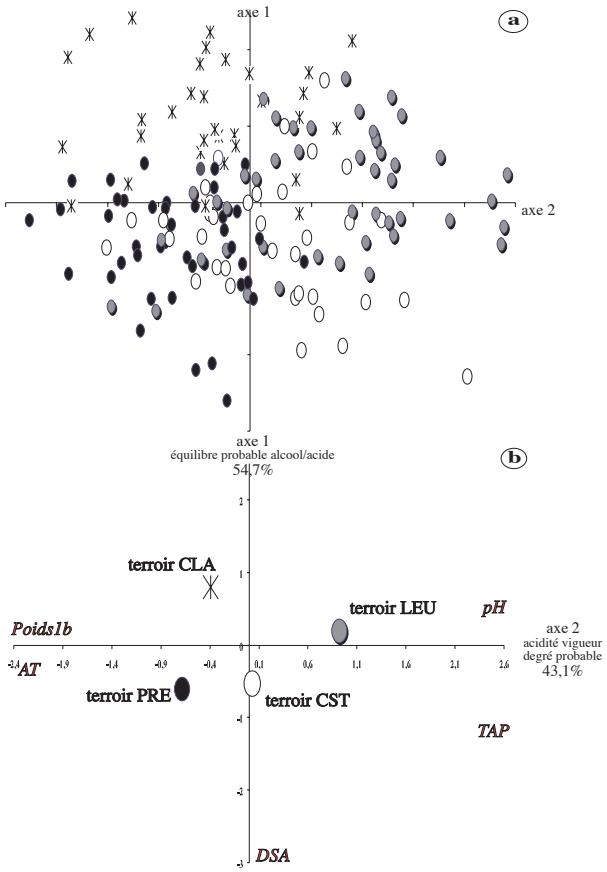


Fig. 5a, b.- Analyse factorielle discriminante des vendanges de Grenache (1982-1996)
(a) premier plan factoriel : 163 individus des 11 parcelles les plus régulières (dont VAL20, reclassée en PRE)
2 individus sont manquants : correspondant aux 2 parcelles analysées seulement sur 14 ans
(b) premier plan factoriel : barycentres et variables

Fig. 5a, b.- Discriminant function analysis on Grenache harvest (1982-1996)

J. Int. Sci. Vigne Vin, 1998, **32**, n°4, 169-182
©Vigne et Vin Publications Internationales (Bordeaux, France)

(tableau III) permettent de conclure que les variables P1b, TAP, AT, pH, DSA, suffisent pour discriminer les 4 terroirs (probabilités inférieures ou égales à 0,2 p. cent sous l'hypothèse nulle H0).

TABLEAU IV
Distances de Mahalanobis entre les barycentres

Table IV – Mahalanobis distances among cluster means

Terroir	PRE	CST	LEU	CLA
PRE	0,000			
CST	0,824	0,000		
LEU	1,796	1,177	0,000	
CLA	1,463	1,400	1,451	0,000

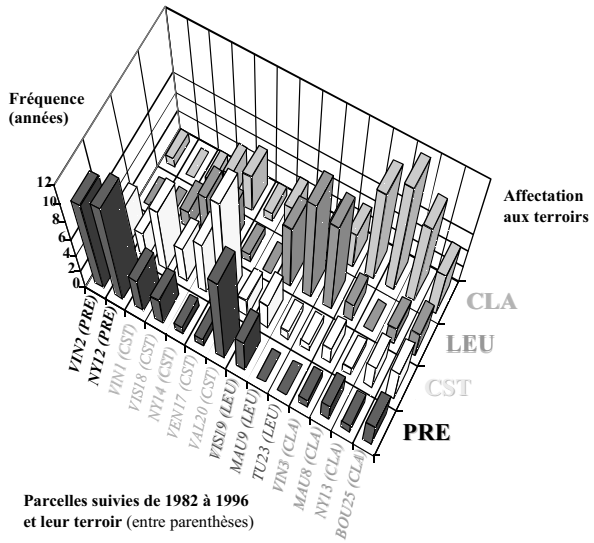


Fig. 6 - Fréquences d'affectation, sur 15 ans, des « parcelle x millésime » aux terroirs dans l'AFD
cépage Grenache noir, Bassin de Nyons-Valréas

Fig. 6 - Frequencies of the « site x vintage » assignation to the terroirs within the Discriminant function analysis over 15 years
black Grenache variety, Nyons-Valreas Basin

La figure 5 illustre la position de ces terroirs dans l'espace défini par les deux premières composantes principales (axe 1, 54,7 p. cent de l'inertie totale et axe 2, 43,1 p. cent de l'inertie totale). L'axe 1 représente bien le rapport DSA avec lequel il est significativement corrélé (- 0,84) ; l'axe 2 représente bien AT, P1b, pH et TAP (corrélations respectives de – 0,98 ; - 0,95 ; 0,90 ; 0,88). Les distances de Mahalanobis entre les barycentres (tableau IV, figure 5b) montrent que, parmi les terroirs d'affectation, les terroirs LEU et PRE, CLA et PRE, puis LEU et CLA sont les mieux singularisés.

Les tendances de chacun des terroirs pour la période 1982-1996 sont décrites par les valeurs de moyenne et d'écart-type de ces variables, significativement discriminantes des terroirs (tableau III).

1/ Pour le terroir PRE des plateaux, la vendange se caractérise par une acidité totale (AT) et une vigueur (P1b fort, grosses baies) plutôt élevées, un pH faible.

2/ Pour le terroir CST des collines et niveau intermédiaire, la vendange se caractérise par une acidité totale moyenne, un degré probable (TAP) élevé.

3/ Le terroir LEU des glacis montre aussi un degré probable élevé, associé à une acidité faible, c'est-à-dire un rapport DSA élevé.

4/ Enfin, le terroir CLA des plaines et zones basses présente un degré probable faible, tandis qu'acidité et vigueur sont plutôt élevées.

La figure 6 illustre, pour chacune des 14 parcelles considérées, les relations entre l'appartenance spatiale à un terroir et la régularité de composition de la vendange, typique d'un terroir. La régularité (tableau V) est interprétée à partir des fréquences d'affectation, dans l'AFD, aux différents groupes de parcelles représentant chacun des terroirs. Une concordance entre le

TABLEAU V
Régularité de composition de la vendange et effet terroir attendu

Table V - Regularity of harvest composition terroir linked expected effect

Fréquence f de composition de la vendange sur 15 millésimes	f ≥ 10 millésimes sur 15	7 m. / 15 ≤ f ≤ 10 m. / 15	f < 7 millésimes sur 15
conforme au profil type du terroir d'extraction (*)	VIN2 (PRE), NY12 (PRE) VEN17 (CST), MAU9 (LEU), TU23 (LEU), VIN3 (CLA), MAU8 (CLA)	VIN1 (CST), VIS19 (LEU), NY13 (CLA)	NY14 (CST), BOU25 (CLA)
conforme au profil type d'un autre terroir	VAL20 (CST) se comporte en PRE		VIS18(CST) s'est comportée 5 années selon LEU
Interprétation comportement	régulier	assez régulier	irrégulier

(*) noté entre parenthèses à côté du nom de la parcelle viticole

©Vigne et Vin Publications Internationales (Bordeaux, France)

comportement attendu d'après l'analyse spatiale et le comportement le plus fréquent dans l'AFD permet d'envisager la notion d'une typicité de la vendange liée au terroir.

En effet, pour 10 des 14 parcelles, la composition des vendanges correspond à la composition type à laquelle on s'attend par l'analyse spatiale, avec la fréquence d'affectation la plus élevée, supérieure à un millésime sur deux. Cette fréquence est supérieure ou égale à deux millésimes sur trois pour la moitié des parcelles, et conforme à la tendance de comportement que l'on attend par l'analyse spatiale.

DISCUSSION

Les parcelles appartiennent à un réseau préexistant de suivi de maturité, qui fonctionne dans un cadre professionnel. Taille et fertilisation (vigueur), âge des vignes, matériel végétal, traitements phytosanitaires, façons culturales, sont en principe semblables, mais de fait non systématiquement maîtrisés, liés à différentes exploitations viticoles dont l'historique et le fonctionnement diffèrent. S'ajoutent à cela les possibles biais et contraintes inhérents au prélèvement, à l'échantillonnage et à sa représentativité spatiale, à l'analyse chimique des moûts ainsi qu'à la météorologie de la campagne.

Le point fort de ce réseau de parcelles est l'antériorité de son suivi, sur une période relativement longue en viticulture (15 ans). La prise en compte du comportement des parcelles dans la durée dégage les tendances moyennes de la composition de la vendange. Les écart-types associés à ces moyennes (tableau III) sont les témoins des fluctuations intermillésimes. Ils correspondent à des coefficients de variation d'ampleurs différentes : faible pour le titre alcoométrique (8-11 p. cent), minimale pour le pH (3-4 p. cent), maximale pour l'acidité totale (28-32 p. cent). Pour la population des 208 individus « parcelle x millésime » considérée, l'incidence des facteurs concourant à l'effet « millésime » et à sa variabilité est ici secondaire en regard de la variabilité induite par le terroir. En effet, dans l'AFD, la variabilité de la composition de la vendange restitue de façon significative une stratification de la population des parcelles selon les terroirs.

La caractérisation des tendances les plus marquées de la composition de la vendange en relation avec le terroir devra se poursuivre, par l'apport d'informations nouvelles. Deux parcelles, pour lesquelles l'affectation spatiale à un terroir est remise en cause (figure 6), illustrent cette nécessité. En particulier, le fait que la parcelle VAL20, située en terroir CST, révèle un comportement régulier en terroir PRE, tout en se trouvant exposée au nord (contrairement aux autres parcelles du terroir CST), conduit à s'interroger sur le rôle des critères relatifs au mésoclimat dans le bassin étudié. Une modélisation des expositions et insolations peut être envisagée à partir du MNT. De même, la parcelle VIS18 est affectée, 1 millésime sur 3, au terroir LEU, alors qu'elle est classée, par l'analyse spatiale, en terroir CST. Pour cette parcelle, comme pour 2 autres parcelles (NY14 et BOU25), la composition de la vendange est irrégulière : la fréquence la plus grande d'affectation à un terroir donné est inférieure à 1 millésime sur 2. L'irrégularité des comportements ne fait pas apparaître la prépondérance de l'effet terroir chez ces dernières parcelles, contrairement aux 11 autres parcelles. En effet, pour les 11 parcelles plus régulières, c'est-à-dire au moins 1 millésime sur 2, la dissociation des individus selon les terroirs apparaît le plus nettement, sur le premier plan factoriel de l'AFD (figure 5a).

Pour la poursuite de la caractérisation des terroirs et la mise en évidence de l'effet terroir, plusieurs aspects sont envisagés.

1/ Spatialement, la construction des terroirs doit s'enrichir de données climatiques afin d'étudier la variabilité mésoclimatique liée à la diversité des situations topographiques. Parallèlement, des données pédologiques plus complètes préciseront la variabilité intraparcellaire des sols.

2/ La validation viticole doit reposer sur un volume plus important de résultats, issus des parcelles déjà suivies ainsi que de parcelles supplémentaires. On évalue à 14 le nombre de sites supplémentaires requis pour disposer d'au moins 4 répétitions par terroir.

3/ La caractérisation par la constitution des raisins pourrait s'affiner par des paramètres de réponse connus à plus court terme tels que : acide malique, potassium, polyphénols totaux, anthocyanes, composés précurseurs d'arômes. L'étape future sera celle d'une caractérisation œnologique par des données issues l'analyse physico-chimique ou de l'analyse sensorielle des vins.

CONCLUSION

La connaissance de l'aspect spatial du terroir est l'une des clefs de sa caractérisation. Le zonage des unités de terroir nécessite une modélisation de l'organisation spatiale de nombreuses caractéristiques du milieu, dont l'interaction complexe, reconnue dans la durée, est susceptible de produire l'effet terroir. Cette modélisation est rendue possible par l'approche spatiale

©Vigne et Vin Publications Internationales (Bordeaux, France)

pédologique, à travers la définition synthétique des pédopaysages, envisagés dans cette étude en tant qu'éléments d'assemblage des terroirs.

Il en résulte une maquette de caractérisation des terroirs, mise en œuvre dans le Bassin de Nyons-Valréas, qui a été intégrée sous SIG. Une validation du découpage spatial, à partir des données de réponse d'un réseau préexistant de 14 parcelles de contrôle de maturité, montre que le terroir explique la variabilité de la constitution de la vendange sur une période de 15 ans. Elle doit être confirmée et précisée par l'apport d'informations supplémentaires et la densification du réseau d'observations.

La démarche proposée semble à même de répondre aux enjeux d'une caractérisation des terroirs viticoles en vue de son application au bénéfice des professionnels. Elle sert d'anticipation à un zonage à terme de l'ensemble du vignoble des Côtes-du-Rhône.

Remerciements : Ce travail a bénéficié du soutien financier et des données du CIVCRVR, du SGVRCDR, et de l'Institut Rhodanien. Les auteurs remercient très vivement Mlle Ophélie Faignaert et M. Fouad Mohamed Ali, respectivement pour la réalisation du SIG et le traitement de l'image satellitale, au sein du laboratoire DMOS de l'Institut National Agronomique Paris-Grignon. Ils tiennent également à remercier MM. les rapporteurs pour leurs critiques et remarques constructives, qui ont contribué à l'amélioration de ce manuscrit.

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

A.F.E.S, 1995. Référentiel pédologique, INRA éditions, 332 p.

ASSELIN C., PAGÈS J. et MORLAT R., 1992. Typologie sensorielle du Cabernet franc et influence du terroir. Utilisation de méthodes statistiques multidimensionnelles. *J. Int. Sci. Vigne Vin*, **26**, n°3, 129-154.

BARCELO J.M., BREMOND L.M., FABRE F. and GOUEZ B., 1997. Un exemple de valorisation d'une étude de terroir au sein d'une unité coopérative de production à Saint Hilaire d'Ozilhan (Gard), dans les Côtes-du-Rhône. *In : 1er Coll. Int. « Les Terroirs Viticoles »*, Angers (France). INRA, Angers-Montpellier, p. 480-486.

BENEVENT E., 1926. *Le climat des Alpes françaises*. Mémorial de l'O.N.M., 426 p.

BONFILS P., 1977. Les sols viticoles du Midi Méditerranéen : grands groupes pédologiques et données pour la fertilisation K. *Communication Colloque sur le Potassium dans ses rapports avec la vigne et le vin*, INRA-Montpellier, 4 mars 1977, 15 p.

CARBONNEAU A., 1993. Définition du terroir ou des terroirs. *In : Comm. 8e session G. E. « Physiologie de la vigne »*. O. I. V., Paris.

COTENCIN R., GALANT P. et ROUSTAN B., 1992. Terroir viticole et typicité organoleptique : proposition d'un système applicable à la gestion des vignobles. *Rev. Fr. Œnol.*, **139**, 59-63.

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 Doctorat*, INA-Paris Grignon, 218 p..

FALCETTI M., 1994. Le terroir : qu'est-ce qu'un terroir ? pourquoi l'étudier ? pourquoi l'enseigner ? *Bull. O.I.V.*, **757-758**, 246-275.

GIRARD M.C., 1983. Recherche d'une modélisation en vue d'une représentation spatiale de la couverture pédologique. *Thèse Doct. Etat*, Sols n°12, Institut National Agronomique Paris-Grignon, 430 p..

GIRARD M.C., AUROUSSEAU P., KING D. et LEGROS J.P., 1989. Apport de l'informatique à l'analyse spatiale de la couverture pédologique et à l'exploitation des cartes. *Sci. Sol*, **27**, n°4, 335-350.

GIRARD M.C., 1995. Apport de l'interprétation visuelle des images satellitaires pour l'analyse spatiale des sols. Un exemple dans la région de Lodève. *Étude et Gestion des Sols*, **2**, n°1, 7-24.

JAMAGNE M., KING D., GIRARD M.C. et HARDY R., 1993. Quelques conceptions actuelles sur l'analyse spatiale en pédologie. *Sci. Sol*, **31**, n°3, 141-169.

LEBART L., MORINEAU A. et PIRON M., 1995. *Statistique exploratoire multidimensionnelle*. Ed. Dunod, Paris, 439 p.

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 à climat semi-continental (Alsace). *Thèse Doctorat*, Université de Bourgogne, 165 p.

MANDIER P., 1988. *Le relief de la moyenne Vallée du Rhône au Tertiaire et au Quaternaire ; essai de synthèse paléogéographique*. Documents du BRGM, n°151.

MORLAT R., 1989. Le terroir viticole : contribution à l'étude de sa caractérisation et de son influence sur les vins ; application aux vignobles rouges de la Moyenne Vallée de la Loire. *Thèse Doct. Etat*, Bordeaux II, 289 p.

MORLAT R., 1997. Eléments importants d'une méthodologie de caractérisation des facteurs naturels du terroir, en relation avec la réponse de la vigne à travers le vin. *In : 1er Coll. Int. « Les Terroirs Viticoles »*, Angers (France). INRA, Angers-Montpellier, p. 17-31.

©Vigne et Vin Publications Internationales (Bordeaux, France)

QUINTANA GANA M. et GOMEZ PIÑOL J.M., 1989. Influence des sols, de la climatologie et d'autres facteurs sur le contenu phénolique du raisin de la variété Xarello. *Bull. O.I.V.*, **701-702**, 485-497.

RAMEL J.P., 1997. Caractérisation des diversités climatiques de la Vallée du Rhône. *In : 2e Rencontres Rhodaniennes*, Avignon. Institut Rhodanien, Orange (France), p. 13-18.

RIOU C., MORLAT R. et ASSELIN C., 1995. Une approche intégrée des terroirs viticoles : discussion sur les critères de caractérisation accessibles. *Bull. O.I.V.*, 767-768.

TOMASSONE R., 1988. Comment interpréter les résultats d'une analyse factorielle discriminante ? INA-PG, Collection Stat-ITCF, Paris.

VAN LEEUWEN C.P., 1991. Le vignoble de Saint-Emilion : répartition des sols et fonctionnement hydrique, incidences sur le comportement de la vigne et la maturation du raisin. *Thèse Doctorat*, Université de Bordeaux II, 154 p.

VAN LEEUWEN C. P. et SEGUIN G., 1997. Incidence de la nature du sol et du cépage sur la maturation du raisin, à Saint-Emilion, en 1995. *In : 1er Coll. int. « Les Terroirs Viticoles »*, Angers (France). INRA, Angers-Montpellier, p. 154-155.

VAUDOUR E., LURTON L. et BREMOND. L . M ., 1997. Observatoire Grenache en Vallée du Rhône méridionale : démarche et premiers résultats après une année d'études. *In : 1er Coll. int. « Les Terroirs Viticoles »*, Angers (France). INRA, Angers - Montpellier, p. 474-479.

VAUDOUR E., 1997. Analyse spatiale et caractérisation des terroirs du Bassin Viticole de Nyons-Valréas (AOC Côtes-du-Rhône). *DEA National de Science du Sol*, Université de Nancy I, INA-Paris Grignon, ENSA-Montpellier, ENSA-Rennes, 50 p.

DOCUMENTS CONSULTÉS

BRGM, 1964. Valréas, n°890. Carte géologique au 1/50.000 et notice.

BRGM, 1975. Nyons, n°891. Carte géologique au 1/50.000 et notice.

IGN, 1981. Nyons, 3139 Ouest. Carte topographique au 1/25.000.

IGN, 1985. Valréas, 3039 Est. Carte topographique au 1/25.000.

LETESSIER I., 1994. Visan : étude du milieu naturel : sol-topographie, rapport de synthèse, ONIVINS, Syndicat Général des Vignerons des Côtes-du-Rhône, 44 p, carte au 1/5.000.

LETESSIER I., 1997. Étude du milieu naturel : sol-topographie, éléments de synthèse « Est-Drôme », régions Rhône-Alpes, Syndicat Général des Vignerons des Côtes-du-Rhône, Syndicats locaux et Mairies, Centre Œno-Agronomique de Suze-la-Rousse, rapport provisoire, janvier, 40 p + carte au 1/25.000.

SOCIÉTÉ DU CANAL DE PROVENCE ET D'AMÉNAGEMENT DE LA RÉGION PROVENCALE (SCP), 1982. Etude pédologique et aptitude des sols à la mise en valeur, Atlas n°3 secteur Nord-Ouest, DDA de Vaucluse, Ministère de l'Agriculture ; notice 53 p. +annexes +cartes au 1/50.000.

Reçu le 13 mars 1998 ; révisé le 20 octobre 1998 ;

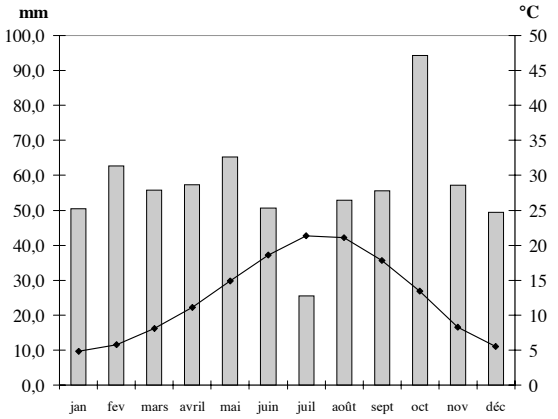
accepté le 2 novembre 1998

 ©Vigne et Vin Publications Internationales (Bordeaux, France)

ANNEXE 1 - Données médianes mensuelles 1961-1995 du poste de Visan-Valréas (source CIRAME Carpentras-Serres)

APPENDIX 1 – Monthly median data of the Visan-Valreas meteorological station over 1961-1995 (from CIRAME Carpentras-Serres)

Poste	T°C minimales	T°C maximales	Pluies (mm)
janvier	0,6	9,0	50,5
février	1,5	10,1	62,6
mars	3,1	13,1	55,8
avril	5,7	16,5	57,4
mai	8,9	20,9	65,2
juin	12,7	24,5	50,6
juillet	14,8	27,9	25,4
août	14,6	27,5	52,8
sept	12,3	23,4	55,6
octobre	8,4	18,4	94,4
novembre	3,8	12,7	57,2
décembre	1,2	9,9	49,4



ANNEXE 3 - Données sur la constitution des raisins (source CIVCRVR)

APPENDIX 3 – Data about grape composition (from CIVCRVR)

Parcelle x Millésime	*Terroir d'extraction*	*P1b*	*TAP*	*AT*	*pH*	*DSA*	*"précocité"*	*affectation aux terroirs dans l'AFD*
VIN1_1982	CST	2,32	13,70	3,72	3,39	3,68	1,00	LEU
VIN1_1983	CST	1,98	11,80	3,94	3,19	2,99	-5,00	CST
VIN1_1984	CST	1,97	9,50	7,86	2,80	1,21	11,00	PRE
VIN1_1985	CST	1,80	13,20	3,96	3,19	3,33	-11,00	CST
VIN1_1986	CST	1,91	13,30	3,13	3,17	4,25	-10,00	CST
VIN1_1987	CST	2,29	12,60	4,31	3,18	2,92	-7,00	PRE
VIN1_1988	CST	2,18	13,20	4,01	3,31	3,29	0,00	LEU
VIN1_1989	CST	2,30	13,20	3,87	3,25	3,41	1,00	PRE
VIN1_1990	CST	1,53	14,40	3,60	3,25	4,00	3,00	CST
VIN1_1991	CST	1,77	10,10	4,50	3,20	2,24	20,00	CLA
VIN1_1992	CST	2,31	13,00	4,41	3,17	2,95	-2,00	PRE
VIN1_1993	CST	1,92	13,40	4,16	3,20	3,22	15,00	CST
VIN1_1994	CST	1,86	13,80	5,04	3,13	2,74	9,00	CST
VIN1_1995	CST	1,89	11,90	7,40	3,13	1,61	3,00	CST
VIN2_1982	PRE	1,99	11,70	4,45	3,12	2,63	1,00	CST
VIN2_1983	PRE	2,02	11,00	4,70	3,05	2,34	1,00	CLA
VIN2_1984	PRE	1,56	6,90	10,93	2,68	0,63	11,00	PRE
VIN2_1985	PRE	1,80	12,00	5,83	2,93	2,06	-3,00	CST
VIN2_1986	PRE	2,42	12,70	3,62	3,10	3,51	-10,00	PRE
VIN2_1987	PRE	2,60	11,30	5,48	3,00	2,06	-7,00	PRE
VIN2_1988	PRE	2,15	11,20	6,62	3,05	1,69	0,00	PRE
VIN2_1989	PRE	2,31	12,60	3,57	3,13	3,53	1,00	PRE
VIN2_1990	PRE	1,85	11,20	4,06	3,09	2,76	3,00	CST
VIN2_1991	PRE	2,49	13,30	4,48	3,20	2,97	-3,00	PRE
VIN2_1992	PRE	1,81	11,40	4,94	3,06	2,31	6,00	CST
VIN2_1993	PRE	2,16	10,90	4,70	3,03	2,32	-2,00	PRE
VIN2_1994	PRE	2,22	12,40	4,70	3,11	2,64	0,00	PRE
VIN2_1995	PRE	2,12	12,10	6,07	3,05	1,99	9,00	PRE
VIN2_1996	PRE	2,17	11,20	8,19	2,93	1,37	-4,00	PRE
VIN3_1982	CLA	2,29	11,50	3,96	3,37	2,90	1,00	CLA
VIN3_1983	CLA	2,00	11,10	3,75	3,26	2,96	1,00	CLA
VIN3_1984	CLA	1,64	8,10	8,80	2,86	0,92	11,00	CLA
VIN3_1985	CLA	1,69	11,40	3,67	3,30	3,11	-11,00	LEU
VIN3_1986	CLA	1,75	10,40	3,62	3,15	2,87	-10,00	CLA
VIN3_1987	CLA	2,58	11,30	4,48	3,21	2,52	-7,00	CLA
VIN3_1988	CLA	2,34	10,30	4,50	3,27	2,29	0,00	CLA
VIN3_1989	CLA	1,88	10,30	3,82	3,19	2,70	1,00	CLA
VIN3_1990	CLA	1,84	10,40	3,64	3,23	2,86	3,00	CLA
VIN3_1991	CLA	2,16	12,00	4,06	3,27	2,96	-3,00	LEU
VIN3_1992	CLA	2,15	10,40	4,16	3,18	2,50	0,00	CLA
VIN3_1993	CLA	2,32	11,90	4,31	3,23	2,76	-2,00	CLA
VIN3_1994	CLA	1,70	10,80	6,62	3,04	1,63	0,00	CST
VIN3_1995	CLA	1,61	11,10	6,30	3,13	1,76	9,00	CST
VIN3_1996	CLA	2,31	11,20	6,52	3,08	1,72	-4,00	PRE
MAU8_1982	CLA	2,42	10,70	4,90	3,41	2,18	1,00	CLA
MAU8_1983	CLA	2,02	9,70	6,32	3,15	1,53	1,00	CLA
MAU8_1984	CLA	2,18	7,90	9,60	2,85	0,82	11,00	CLA
MAU8_1985	CLA	2,27	10,90	5,29	3,22	2,06	-3,00	CLA
MAU8_1986	CLA	2,52	9,70	4,50	3,17	2,16	-10,00	CLA
MAU8_1987	CLA	2,73	10,10	5,60	3,16	1,80	-7,00	CLA
MAU8_1988	CLA	2,47	9,30	6,50	3,16	1,43	0,00	CLA
MAU8_1989	CLA	2,36	10,50	4,82	3,26	2,18	1,00	CLA
MAU8_1990	CLA	1,76	10,8	4,43	3,29	2,44	3,00	CST

Parcelle x Millésime	*Terroir d'extraction*	*P1b*	*TAP*	*AT*	*pH*	*DSA*	*"précocité"*	*affectation aux terroirs dans l'AFD*
MAU8_1991	CLA	1,99	11,4	4,58	3,18	2,49	-3,00	PRE
MAU8_1992	CLA	1,87	10,4	5,24	3,2	1,98	0,00	CLA
MAU8_1993	CLA	2,35	10,4	5,19	3,27	2,00	-2,00	CLA
MAU8_1994	CLA	2,07	10,00	4,31	3,36	2,32	0,00	CLA
MAU8_1995	CLA	2,16	11,10	6,81	3,16	1,63	9,00	CLA
MAU8_1996	CLA	2,39	10,6	7,2	3,16	1,47	-4,00	PRE
MAU9_1982	LEU	2,16	12,30	3,52	3,43	3,49	1,00	LEU
MAU9_1983	LEU	1,73	11,80	3,62	3,28	3,26	1,00	LEU
MAU9_1984	LEU	1,73	10,30	6,91	2,97	1,49	11,00	CST
MAU9_1985	LEU	1,56	12,00	3,52	3,33	3,41	-11,00	LEU
MAU9_1986	LEU	1,85	11,70	4,41	3,30	2,65	-10,00	CLA
MAU9_1987	LEU	2,10	11,10	4,41	3,19	2,52	-2,00	CLA
MAU9_1988	LEU	2,16	13,00	4,31	3,40	3,02	0,00	LEU
MAU9_1989	LEU	1,80	11,40	3,43	3,30	3,32	1,00	LEU
MAU9_1990	LEU	1,08	11,30	3,13	3,32	3,61	3,00	LEU
MAU9_1991	LEU	1,54	12,80	3,01	3,34	4,25	-3,00	LEU
MAU9_1992	LEU	1,83	12,00	3,33	3,30	3,60	0,00	LEU
MAU9_1993	LEU	2,09	11,70	3,82	3,31	3,06	-2,00	LEU
MAU9_1994	LEU	1,72	12,60	3,43	3,35	3,67	15,00	LEU
MAU9_1995	LEU	1,66	12,80	4,31	3,26	2,97	9,00	LEU
MAU9_1996	LEU	2,12	11,60	6,17	3,17	1,88	-4,00	CLA
VIS18_1982	CST	2,17	11,40	4,00	3,21	2,85	1,00	CLA
VIS18_1983	CST	1,73	11,40	4,85	3,11	2,35	1,00	CST
VIS18_1984	CST	1,93	9,20	8,80	2,97	1,05	11,00	CLA
VIS18_1985	CST	2,10	13,00	4,85	2,90	2,68	-3,00	PRE
VIS18_1986	CST	1,92	12,20	4,10	3,22	2,98	-2,00	LEU
VIS18_1987	CST	1,78	11,70	5,00	3,13	2,34	0,00	CST
VIS18_1988	CST	2,26	12,80	4,20	3,20	3,05	-6,00	PRE
VIS18_1989	CST	2,19	12,00	4,40	3,13	2,73	9,00	CST
VIS18_1990	CST	1,62	13,40	3,90	3,35	3,44	3,00	LEU
VIS18_1991	CST	2,23	13,00	3,80	3,17	3,42	-3,00	PRE
VIS18_1992	CST	1,97	11,90	3,40	3,27	3,50	0,00	LEU
VIS18_1993	CST	2,44	10,50	4,25	3,05	2,47	14,00	CLA
VIS18_1994	CST	2,10	12,40	3,25	3,26	3,82	2,00	LEU
VIS18_1995	CST	1,60	11,50	4,30	3,16	2,67	10,00	LEU
VIS18_1996	CST	1,80	11,80	5,50	3,08	2,15	-2,00	CST
VIS19_1982	LEU	1,70	11,20	3,90	3,30	2,87	1,00	LEU
VIS19_1983	LEU	1,63	12,80	3,95	3,26	3,24	-5,00	LEU
VIS19_1984	LEU	1,78	10,40	7,60	3,05	1,37	11,00	CLA
VIS19_1985	LEU	1,58	13,40	3,50	3,60	3,83	-11,00	LEU
VIS19_1986	LEU	2,28	12,80	4,10	3,17	3,12	-10,00	PRE
VIS19_1987	LEU	1,74	12,60	4,35	3,12	2,90	0,00	CST
VIS19_1988	LEU	2,60	13,00	4,10	3,08	3,17	2,00	PRE
VIS19_1989	LEU	2,40	12,00	3,60	3,11	3,33	9,00	PRE
VIS19_1990	LEU	1,94	12,50	3,35	3,28	3,73	3,00	LEU
VIS19_1991	LEU	2,05	12,00	3,75	3,13	3,20	4,00	CST
VIS19_1992	LEU	2,10	12,20	3,35	3,25	3,64	6,00	LEU
VIS19_1993	LEU	2,70	12,10	3,50	3,19	3,46	8,00	PRE
VIS19_1994	LEU	1,78	12,80	3,25	3,34	3,94	16,00	LEU
VIS19_1995	LEU	1,70	12,60	3,75	3,29	3,36	2,00	LEU
VIS19_1996	LEU	1,92	12,60	4,60	3,09	2,74	5,00	CST
NY12_1982	PRE	2,07	13,30	4,36	3,24	3,05	1,00	CST
NY12_1983	PRE	2,09	12,40	4,26	3,09	2,91	11,00	CST

ANNEXE 3 (suite) - Données sur la constitution des raisins (source CIVCRVR)

APPENDIX 3 (suite) – Data about grape composition (from CIVCRVR)

Parcelle x Millésime	*Terroir d'extraction*	*P1b*	*TAP*	*AT*	*pH*	*DSA*	*"précocité"*	*affectation aux terroirs dans l'AFD*
NY12_1985	PRE	2,04	13,20	3,96	3,17	3,33	-10,00	PRE
NY12_1986	PRE	2,31	12,20	4,26	3,15	2,86	-9,00	PRE
NY12_1987	PRE	2,51	12,20	4,50	3,09	2,71	0,00	PRE
NY12_1988	PRE	2,39	11,30	5,24	3,06	2,16	1,00	PRE
NY12_1989	PRE	2,40	11,50	4,01	3,10	2,87	2,00	PRE
NY12_1990	PRE	2,15	13,20	3,82	3,05	3,46	-3,00	PRE
NY12_1991	PRE	2,41	12,90	4,47	3,19	2,89	5,00	PRE
NY12_1992	PRE	2,02	11,80	4,90	3,15	2,41	-2,00	CST
NY12_1993	PRE	2,33	12,60	4,45	3,13	2,83	15,00	PRE
NY12_1994	PRE	2,26	12,20	4,70	3,10	2,60	-4,00	PRE
NY12_1996	PRE	2,36	12,30	7,11	2,98	1,73	1,00	PRE
NY13_1982	CLA	2,03	11,90	4,38	3,19	2,72	1,00	CST
NY13_1983	CLA	1,51	11,60	4,11	3,08	2,82	11,00	CST
NY13_1984	CLA	1,33	8,40	8,70	2,95	0,97	-11,00	CLA
NY13_1985	CLA	1,55	11,00	3,67	3,24	3,00	6,00	LEU
NY13_1986	CLA	1,45	11,30	3,67	3,14	3,08	-9,00	CST
NY13_1987	CLA	2,49	11,60	4,18	3,23	2,78	0,00	CLA
NY13_1988	CLA	2,08	10,20	5,88	3,11	1,73	1,00	CLA
NY13_1989	CLA	1,66	9,80	3,30	3,28	2,97	2,00	CLA
NY13_1990	CLA	1,65	11,70	3,87	3,26	3,02	-3,00	LEU
NY13_1991	CLA	2,21	11,50	5,26	3,18	2,19	5,00	CLA
NY13_1992	CLA	1,90	10,00	5,29	3,20	1,89	-2,00	CLA
NY13_1993	CLA	1,66	10,20	5,24	3,12	1,95	15,00	CLA
NY13_1994	CLA	1,98	10,60	6,07	3,03	1,75	15,00	CLA
NY13_1995	CLA	1,50	9,30	6,71	3,12	1,39	-4,00	CLA
NY13_1996	CLA	2,20	10,40	8,38	2,95	1,24	1,00	PRE
NY14_1982	CST	2,04	13,90	3,98	3,29	3,49	1,00	LEU
NY14_1983	CST	1,86	12,60	3,96	3,12	3,18	11,00	CST
NY14_1984	CST	1,78	9,30	8,30	2,90	1,12	-3,00	CLA
NY14_1985	CST	1,58	11,80	3,82	3,22	3,09	-10,00	LEU
NY14_1986	CST	1,65	11,90	3,43	3,15	3,47	-9,00	CST
NY14_1987	CST	2,45	11,80	3,82	3,22	3,09	0,00	CLA
NY14_1988	CST	2,06	12,70	4,55	3,15	2,79	1,00	CST
NY14_1989	CST	2,01	11,10	3,35	3,24	3,31	2,00	LEU
NY14_1990	CST	1,79	12,30	3,75	3,19	3,28	3,00	CST
NY14_1991	CST	1,89	13,70	4,50	3,13	3,04	5,00	CST
NY14_1992	CST	1,99	11,30	3,96	3,21	2,85	-2,00	CLA
NY14_1993	CST	1,97	13,50	3,92	3,27	3,44	15,00	LEU
NY14_1994	CST	1,96	13,80	3,82	3,20	3,61	15,00	CST
NY14_1995	CST	1,66	10,20	5,68	3,04	1,80	3,00	CLA
NY14_1996	CST	2,26	12,50	6,86	3,11	1,82	1,00	PRE
VEN17_1982	CST	1,80	12,90	4,25	3,15	3,04	1,00	CST
VEN17_1983	CST	1,58	11,40	4,45	3,01	2,56	1,00	CST
VEN17_1984	CST	1,69	9,40	8,13	2,83	1,16	11,00	CST
VEN17_1985	CST	1,61	13,00	4,45	3,16	2,92	-3,00	CST
VEN17_1986	CST	1,69	12,70	3,38	3,14	3,76	-10,00	CST
VEN17_1987	CST	2,03	11,60	4,60	3,09	2,52	-9,00	PRE
VEN17_1988	CST	1,58	10,90	5,53	3,03	1,97	0,00	CST
VEN17_1989	CST	1,66	11,80	4,11	3,13	2,87	6,00	CST
VEN17_1990	CST	1,65	13,10	3,50	3,22	3,74	2,00	LEU
VEN17_1991	CST	1,67	10,90	4,63	3,16	2,35	-3,00	CLA
VEN17_1992	CST	1,61	11,10	4,41	3,12	2,52	5,00	CST
VEN17_1993	CST	1,80	11,20	4,00	3,08	2,20	2,00	CST
VEN17_1994	CST	1,74	11,60	4,65	3,06	2,49	15,00	CST
VEN17_1995	CST	1,67	11,40	6,32	2,96	1,80	15,00	CST
VEN17_1996	CST	1,73	12,00	5,92	3,03	2,03	-4,00	CST
VAL20_1982	CLA	2,01	11,20	4,70	3,14	2,38	1,00	CLA
VAL20_1983	CLA	1,71	12,00	5,25	3,12	2,29	1,00	CST
VAL20_1984	CLA	1,80	9,20	10,00	2,91	0,92	11,00	PRE
VAL20_1985	CLA	2,00	12,00	4,60	3,25	2,61	-11,00	CLA
VAL20_1986	CLA	2,39	12,60	5,10	3,10	2,47	-10,00	PRE
VAL20_1987	CLA	2,26	10,70	5,75	3,03	1,86	0,00	CLA
VAL20_1988	CLA	2,44	11,9	5	3,1	2,38	-6,00	PRE
VAL20_1989	CLA	2,55	11,1	4,3	3,08	2,58	1,00	PRE
VAL20_1990	CLA	2,16	13,2	3,2	3,28	4,13	-4,00	PRE
VAL20_1991	CLA	2,14	11,8	4,5	3,02	2,62	-3,00	PRE
VAL20_1992	CLA	2,08	11,2	4,5	3,08	2,49	0,00	PRE
VAL20_1993	CLA	2,31	11,40	5,05	2,98	2,26	14,00	PRE
VAL20_1994	CLA	2,04	12,8	4,05	3,18	3,16	2,00	PRE
VAL20_1995	CLA	1,76	10,50	5,35	3,03	1,96	10,00	CST
VAL20_1996	CLA	2,22	10,6	7	2,97	1,51	-2,00	PRE
BOU25_1982	CLA	2,17	11,37	5,01	3,14	2,27	-5,00	CLA
BOU25_1983	CLA	1,92	11,05	5,36	3,04	2,06	11,00	CST
BOU25_1984	CLA	2,22	8,60	9,01	2,84	0,95	-11,00	PRE
BOU25_1985	CLA	2,58	12,20	5,68	3,12	2,15	-10,00	PRE
BOU25_1986	CLA	2,33	10,90	5,74	3,12	1,90	-7,00	CLA
BOU25_1987	CLA	2,74	10,20	5,80	3,09	1,76	7,00	CLA
BOU25_1988	CLA	2,63	10,40	5,63	3,04	1,85	8,00	CLA
BOU25_1989	CLA	2,30	10,20	5,24	3,10	1,95	17,00	CLA
BOU25_1990	CLA	1,83	12,30	3,67	3,23	3,35	-3,00	LEU
BOU25_1991	CLA	2,09	12,70	4,11	3,16	3,09	0,00	CST
BOU25_1992	CLA	2,11	11,70	3,72	3,24	3,15	1,00	LEU
BOU25_1993	CLA	2,30	11,40	4,06	3,28	2,81	29,00	LEU
BOU25_1994	CLA	2,06	11,60	5,14	3,08	2,26	2,00	CST
BOU25_1995	CLA	2,01	12,80	4,60	3,09	2,78	-2,00	CST
BOU25_1996	CLA	2,61	11,20	5,73	3,00	1,95	1,00	PRE
TU23_1982	LEU	1,70	12,90	3,77	3,22	3,42	1,00	LEU
TU23_1983	LEU	1,76	11,70	3,57	3,30	3,28	1,00	LEU
TU23_1984	LEU	1,60	10,30	5,58	3,04	1,85	11,00	CLA
TU23_1985	LEU	1,60	12,70	4,26	3,29	2,98	-3,00	LEU
TU23_1986	LEU	1,39	11,00	3,86	3,26	2,85	-2,00	LEU
TU23_1987	LEU	2,09	11,30	3,70	3,28	3,05	-7,00	CLA
TU23_1988	LEU	2,01	10,30	3,77	3,19	2,73	7,00	CLA
TU23_1989	LEU	1,57	10,80	3,82	3,29	2,83	8,00	LEU
TU23_1990	LEU	1,20	12,20	3,65	3,36	3,34	3,00	LEU
TU23_1991	LEU	1,91	13,80	3,74	3,43	3,69	-3,00	LEU
TU23_1992	LEU	2,08	11,10	3,43	3,35	3,24	0,00	LEU
TU23_1993	LEU	1,80	11,00	4,65	3,17	2,37	13,00	LEU
TU23_1994	LEU	1,54	11,20	4,01	3,23	2,79	29,00	LEU
TU23_1995	LEU	1,57	12,20	4,99	3,12	2,44	17,00	CST
TU23_1996	LEU	2,15	11,80	5,34	3,15	2,21	-2,00	CLA

J. Int. Sci. Vigne Vin, 1998, **32**, n°4, 169-182
©Vigne et Vin Publications Internationales (Bordeaux, France)

ANNEXE 2 - Modalités des variables descriptives des unités de pédopaysage

APPENDIX 2 – Coding of the variables describing soil landscape units

Modalité N° / Variable	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
CEC	faible	assez faible	moyenne	assez élevée	élevée						
CAIL	assez faible	modérée	assez élevée	élevée	très élevée						
LUM	très claire	claire	assez claire	assez sombre	sombre						
ENG	non	probable	oui								
CAA	nul	faible	moyen	élevé	très élevé						
CRC	rares	dalle cimentée	pseudo-mycélium	nodules	nodules et encroûtements	nombreux nodules et	très nombreux nodules				
PRF	assez faible	moyenne	élevée								
MORPH	replat culminant	niveau intermédiaire	glacis-terrasse	très haute terrasse	haute terrasse	colline basse, terrasse moyenne	glacis de bas de versant	talweg	zone dépres-sionnaire	ancien cône de déjection incisé	plaine
TEXT	argilo-limoneuse	argilo-sableuse	sableuse	argilo-limono-sableuse	limono-sablo-argileuse	sablo-limono-argileuse					
VEG	vigne/chêne	vigne	vigne/ verger	vigne/ garrigue	vigne/ annuelles	bois					
DRAI	satisfaisant	suffisant	médiocre	faible	nul						
FORM	rectangulaire	rectangulaire polygonal	polygonal-carré	rectangulaire-carré	polygonal	polygonal allongé					
LITH	alluvions	safres : sables et grès molassiques	alluvions/ colluvions	cailloutis, limons	cailloutis alluviaux	sables et sables marneux	éboulis +marnes	éboulis+ cail-loutis alluviaux	conglomérats, marnes sableuses		
STR	holocène	mio/plio/ actuel	IV récent/actuel	remanié/ actuel	IV	plio/IV	mio/plio/IV	mio/pliocène	miocène		
PARC	variable	très petite (< 2 ha)	petite (2-5 ha)	moyenne (5-10 ha)	grande (>10 ha)						