

# QUALITÉ ET FERTILITÉ DES SOLS DES VIGNOBLES CONSACRÉS À LA CULTURE DE *VITIS VINIFERA* L, VARIÉTÉ ALBARIÑO DANS LA RÉGION DE EL SALNÉS (GALICE, ESPAGNE)

## QUALITY AND FERTILITY OF SOILS DEDICATED TO THE CROP OF *VITIS VINIFERA* L., VAR. ALBARIÑO IN THE DISTRICT OF THE SALNÉS (GALICIA)

P. MARCET<sup>1</sup>, L. ANDRADE<sup>1</sup>, F. MAILLO<sup>1</sup>, L. REYZABAL<sup>2</sup> et M.J. MONTERO<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Departamento de Biología Vegetal y Ciencia del Suelo,  
Universidad de Vigo, Las Lagoas, Marcosende 36200 Vigo, Espane

<sup>2</sup>Departamento de Agronomía, Universidad Nacional del Sur, Bahía Blanca, Argentine

**Résumé** : Ce travail a pour objectif de connaître la qualité et la fertilité des sols consacrés à la culture de *Vitis vinifera* L., en fonction du temps d'implantation de celle-ci et des manipulations effectuées. Pour cela, on a évalué l'effet de cette culture sur diverses propriétés physiques et chimiques du sol à deux profondeurs : superficielle et sous-superficielle.

Bien que la fertilité chimique de celui-ci augmente généralement en fonction de l'âge de la culture, l'entretien du sol exige la modification des méthodes de culture, pour éviter la diminution du contenu de matière organique et l'augmentation de la concentration de Cu et de pesticides organochlorés.

**Abstract** : This work tries to know the quality and fertility of soils dedicated to the crop of *Vitis vinifera* L., var. Albariño, taking into account the time of implantation of the crop and farm works employed.

Four farms have been selected in Meis (Pontevedra, Spain) where vineyard in grown with different antiquity in the implantation of this monocrop. One is three years old, two are six years old (one on a slope and other on a terrace) and the last one is seventy-five years old in the vineyard implantation.

On other hand as reference controls three soils with natural vegetation of the area were chosen.

In the selected soils quality and fertility soil indicators were determined. To do that it was evaluated the effect of the monocrop on different physical and chemical properties of the soils in two depths, surface (0-20 cm) and subsurface (20-40cm). The knowledge of the present state of the soils and their evolutive trends will allow us to correct possible disequilibria, to increase fertility and productivity maintaining soil and vineyard quality.

All data were submitted to a statistic analysis, carrying out Levene test, ANOVAS and DMS. Partial correlation of the different parameters studied was made too, so as to observe possible relations among them.

The texture of all soils is mainly sandy, and in most of them the water movement is ruled by forces with a gravitatory origin that determine the water flow in depth without flooding danger. Rockiness decreases with the age of the crop in two studied depths.

Generally talking every soil is characterised by having a neuter pH with acid tendency, pointing up the high pH of the subsurface layer of the oldest vineyard significantly different from the rest.

The contents of organic matter decreases with the crop implantation time in the surface area, on the contrary the values of organic matter in the subsoil of different vineyards do not show significant differences statistically talking. The C/N relation is adequate in every soil and there aren't differences among the soils of vineyards with different age. Neither exist differences among the available P contents in the surface layer of the soils of different age, while in the subsurface increases this content with the age of vineyard.

The contents of exchangeable Ca and the effective capacity of cationic exchange are higher in the oldest vineyards soils, though they are relatively low in all of them.

In the surface area the level of exchangeable bases is adequate and equilibrated with a pH close to neutrality and low contents of exchangeable Al.

In the surface layer the content of available Cu increases with the organic matter content and the age of vineyard. In every soils studied there is deficit of Zn in both layers.

Organochlorine pesticides levels are relatively high in all vineyards while organophosphorus compound levels are practically null.

Chemical fertility of the soil increases generally with the age of the crop though its maintenance requires modifying the cultural practices in order to avoid the diminishing organic matter content and the increasing Cu and organochlorine pesticides concentrations

**Mots-clés** : sol, vignoble, qualité, fertilité

**Key words**: soil, vineyard, quality, fertility

## INTRODUCTION

Il existe de nombreux travaux dans lesquels sont analysées la situation des sols consacrés à la culture de la vigne et la réponse de ceux-ci à diverses manipulations et à une fertilisation différente (HANSON et HOWELL, 1995 ; MATHEWS *et al.*, 1996 ; RAATH et SAAYMAN, 1996 ; SPRING et MAYOR, 1996), ainsi que des études sur le thème de leurs propriétés (NEYROUD et CHRISTINET, 1983). On peut évoquer en particulier diverses études dans lesquelles sont analysées leurs propriétés physiques, conductivité hydraulique et capacité de rétention d'eau utile par exemple (SEGUIN, 1980) ; celles-ci étant modifiées par la résistance de cette monoculture (NEYROUD et CHRISTINET, 1989) à l'érosion produite (GRIL *et al.*, 1989 ; RICHTER *et al.*, 1989) ou aux effets sur la structure du sol (FIGUEIREDO *et al.*, 1993 ; MULLER, 1993).

On a également étudié, dans différentes parties du monde, la capacité des sols de vigne à adsorber des métaux lourds et comportant des risques de pollution, comme le Cu ou le Zn. De même pour ces éléments et pour d'autres éléments à caractère toxique, on a analysé leur contenu et leur disponibilité (BHARGAVA et RAGHUPATHI, 1994 ; FLORES-VELEZ *et al.*, 1996).

Les études qui analysent la qualité et la fertilité du sol et les changements les concernant, changements dus à l'ancienneté et persistance de la culture de la vigne, sont moins nombreux. On peut toutefois citer certains travaux réalisés par différents auteurs, à différents endroits (MORLAT et ASSELIN, 1993 ; KLIK *et al.*, 1994).

Les travaux concernant les sols des vignobles espagnols et plus concrètement les vignobles de Galice sont très rares. Cependant, la grande productivité de ces sols et la qualité des vins obtenus rendent nécessaire un suivi de la qualité et de la fertilité des sols, pour pouvoir, au moment voulu, prendre des mesures de correction afin d'éviter d'en arriver à des situations difficilement réversibles.

L'objectif de ce travail est de connaître la qualité et la fertilité des sols consacrés à la culture de *Vitis vinifera* L, variété Albariño, en fonction du temps d'implantation de la culture et des travaux de manipulation effectués, en déterminant, pour des sols portant des vignobles plus ou moins anciens, des indicateurs de fertilité et de qualité du sol.

Connaître l'état actuel des sols et leurs tendances évolutives permettra de corriger des déséquilibres potentiels, d'augmenter la fertilité et la productivité tout en maintenant la qualité du sol et des vignes. Ce seront

autant de bénéfices pour l'obtention, dans le sud de la Galice, de vins de grande qualité, conformément aux Directives européennes concernant l'amélioration des rendements et la qualité de l'environnement grâce à une manipulation rationnelle du sol.

## MATÉRIEL ET MÉTHODES

### I - MATÉRIEL

On a sélectionné 4 parcelles ( $V_1$ ,  $V_2$ ,  $V_3$  et  $V_4$ ), situées dans la localité de Meis (Pontevedra, Espagne) en tenant compte de l'ancienneté de l'implantation du vignoble. Ainsi pour la première parcelle, le vignoble est âgé de trois ans, pour la seconde il s'agit d'un vignoble de 16 ans d'âge situé en pente, pour la troisième le vignoble a également 16 ans et il est disposé en terrasse et enfin en ce qui concerne la dernière parcelle, le vignoble a 75 ans et il est situé en plaine. D'autre part, et afin de les utiliser comme contrôles de référence, on a choisi trois sols recouverts de végétation naturelle de cette zone, contigus aux différents vignobles.

- Parcelle  $V_1$  : 5800 m<sup>2</sup>, culture implantée depuis 3 ans, pente à 6 p. cent.
- Parcelle  $V_2$  : 3000 m<sup>2</sup>, culture implantée depuis 16 ans, pente à 16 p. cent.
- Parcelle  $V_3$  : 4200 m<sup>2</sup>, culture implantée depuis 16 ans également, terrain disposé en terrasse avant la plantation.
- Parcelle  $V_4$  : 1100 m<sup>2</sup>, culture implantée depuis 75 ans et située en plaine.

Toutes les parcelles ont été soumises au même traitement :

- Arrosage : pas d'arrosage ;
- Fumure : Mg, Lithothane et P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> ;
- Pesticides et fongicides : Antimildiou : Cuivre, Cimoxanile, Folpet, Mancoceb, Zineb, Metalaxil, Benalaxil, Fosetil-Al, Captan, Azoxystrobin ;
- Insecticides : Endosulfán, Fenitrotian, Clorpirifos Propargita, Fosalone ;
- *Botrytis* : Benomilo, Carbendazima, Procimidona .
- Autres : soufre, arsénite, huiles minérales.

### II - MÉTHODES

On a pris des mesures à deux profondeurs, de 0-20 cm (couche superficielle) et de 20-40 cm (couche

sous-superficielle), au moyen d'un échantillonneur Eijkelkamp. Les lieux de prélèvement des échantillons ont été choisis de manière aléatoire pour les parcelles situées en zone de plaine ; pour les parcelles situées en pente, on a prélevé dans les zones de hauteur, de hauteur moyenne et en zones basses.

On a déterminé l'humidité, la porosité et la densité grâce à la méthode décrite par GUITIAN et CARBALLAS (1976), et l'indice de flétrissure permanente et la réserve d'eau utile grâce à la méthode proposée par RICHARDS (1973). Le contenu en matière organique a été évalué au travers de la méthode de WALKEY et BLACK (1934), la quantité de nitrogène total a été déterminée en suivant la méthode Kjeldahl (BREMNER, 1965), modifiée par GUITIAN et CARBALLAS (1976). Les bases d'échange et la capacité d'échange cationique effective  $CEC_{e(+)}$  ont été déterminés grâce à la méthode de HENDERSHOT et DUQUETTE (1986), le phosphore assimilable grâce à la méthode OLSEN *et al.* (1954), le Cu et le Zn disponible au travers de la méthode de LINDSAY et NORVELL (1978) et les pesticides organochlorés et organophosphorés grâce à la méthode EPA-608 (1980).

Toutes les données ont été soumises à une analyse statistique au moyen du programme informatique SPSS/PC+ (NORUSSIS, 1986), les analyses statis-

**TABLEAU I**  
**Densité et porosité des sols.**

**Table I – The soils density and porosity**

SOL	Dr ( $mg.m^{-3}$ )	Da ( $mg.m^{-3}$ )	% Porosité
B1 (0-20 cm)	2,21	0,59	73,35
B1 (20-40 cm)	2,49	1,07	57,00
V1a (0-20 cm)	2,45	1,16	52,73
V1a (20-40 cm)	2,52	1,27	49,61
V1m (0-20 cm)	2,47	1,03	58,23
V1m (20-40 cm)	2,63	1,35	48,73
V1b (0-20 cm)	2,51	1,30	48,23
V1b (20-40 cm)	2,53	1,52	39,90
B2 (0-20 cm)	2,34	0,70	70,03
B2 (20-40 cm)	2,52	1,12	55,61
V2a (0-20 cm)	2,51	1,28	48,93
V2a (20-40 cm)	2,56	1,18	53,83
V2b (0-20 cm)	2,59	1,21	53,22
V2b (20-40 cm)	2,52	1,16	53,90
V2m (0-20 cm)	2,39	1,01	57,69
V2m (20-40 cm)	2,46	1,11	54,82
V3 (0-20 cm)	2,46	0,99	59,80
V3 (20-40 cm)	2,58	1,42	44,92
V4 (0-20 cm)	2,51	1,37	45,52
V4 (20-40 cm)	2,58	1,55	39,89

tiques effectuées ont été : le test de Levene, ANOVAS et DMS. De même, on a aussi établi des corrélations partielles entre les différents paramètres étudiés afin d'observer de possibles relations entre eux.

**RÉSULTATS ET DISCUSSION**

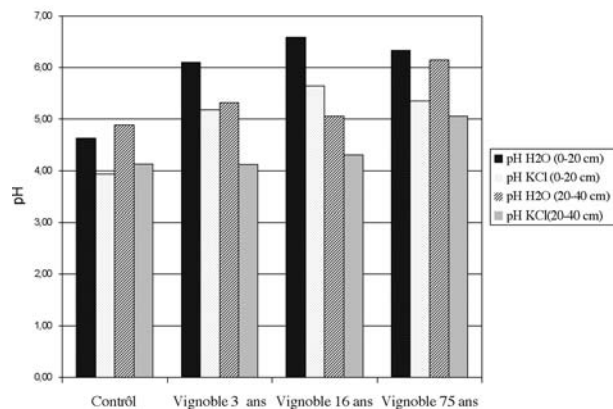
**I - QUALITÉ PHYSIQUE DES SOLS**

La texture de tous les sols étudiés est en majorité sableuse, cependant l'évolution des fractions granulométriques plus fines est directement liée à l'ancienneté de la culture et aux travaux de culture réalisés. Ainsi, si l'on compare en surface le contenu de limon, on remarque que plus la culture est ancienne plus celui-ci augmente. Le caractère poreux du sol de tous les vignobles varie à l'intérieur d'une fourchette comprise entre 30 et 70 p. cent, ce qui est le niveau normal (tableau I) selon les indications apportées par CARTER et BALL (1993). En ce qui concerne la couche sous-superficielle, la porosité tend, avec le temps, à atteindre des valeurs similaires à celles relevées pour les sols dits ici de référence. Les analyses statistiques confirment l'existence d'écarts très significatifs, surtout entre les vignobles de 16 et 75 ans d'âge.

Pour la plupart des sols, le mouvement de l'eau est géré par des forces de gravitation qui détermineront le flux descendant de l'eau sans danger d'inondation. Il y a davantage de macropores que de micropores, ce qui permet un bon drainage.

**II - QUALITÉ CHIMIQUE DES SOLS**

Les valeurs obtenues pour le pH en eau (figure 1) se situent entre 6,9 et 5,7 (de neutre à faiblement acide) pour la couche superficielle et entre 4,9 et 6,1 pour la



**Fig. 1 - Variation du pH en fonction du temps d'implantation de la culture.**

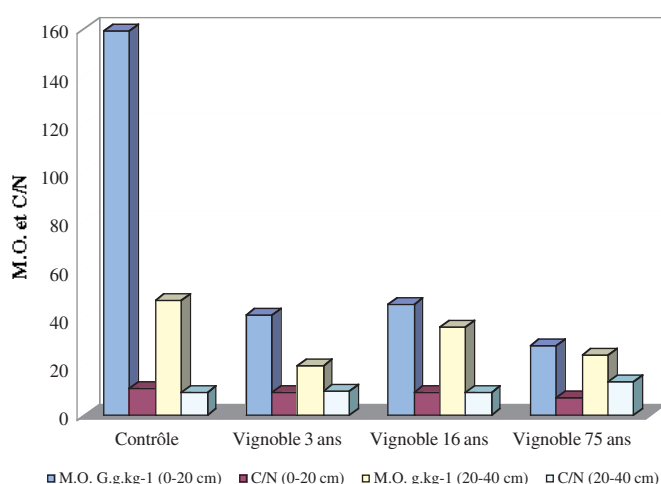
**Fig. 1. – pH soils variation in function of the vineyard age.**

couche sous-superficielle. En général, tous les sols se caractérisent par un pH à tendance acide. Ces valeurs sont comprises parmi celles que la bibliographie considère adaptées pour la culture de la vigne : 5,6-7,0 (YOUNG, 1976), ou se situent à un niveau plus large : 5,2-7,5 (TRUJILLO *et al.*, 1987) surtout dans la couche superficielle, tandis que les échantillons prélevés dans la couche sous-superficielle ont généralement un pH inférieur au pH recommandé. Ces différences sont le résultat des influences de la roche mère (granit) qui donne un caractère acide à la couche sous-superficielle et de l'apport des amendements au niveau de la couche superficielle.

Le contenu de matière organique diminue en fonction du temps d'implantation de la culture dans la zone superficielle (figure 2) ; il est plus faible dans cette zone que dans les terrains de référence. Il existe d'ailleurs des différences significatives entre ces terrains et les différents vignobles, avec des écarts moindres toutefois pour les sols des vignobles les plus jeunes. (tableau II).

La diminution du contenu en matière organique en fonction de l'âge de la culture est due au fait que l'horizon organique et la végétation existant s'éliminent quand on prépare les sols pour planter de la vigne, une opération bien souvent répétée pour faciliter le labourage.

Au contraire, les valeurs concernant la matière organique dans le sous-sol des différents vignobles ne montrent pas de différences significatives statistiquement.



**Fig. 2.- Variation du contenu en matière organique et de la relation C/N en fonction du temps d'implantation de la culture.**

**Fig. 2 - Variation of the organic matter content and relationship C/N in function of the vineyard age**

La comparaison entre les vignobles du même âge, mais de morphologie différente (vignobles en terrasse et en pente, tous les deux de 16 ans) montre des différences dans le contenu en matière organique entre ces deux sols au niveau de la couche superficielle. Dans le sous-sol, les différences sont beaucoup plus faibles bien que le contenu de matière organique soit plus important pour le vignoble disposé en terrasse.

Il n'y a pas de différences significatives en ce qui concerne les contenus en N des différents sols (tableau II). En effet, la présence limitée de matière organique et la consommation annuelle du N par la culture font que, malgré des applications répétées de fertilisants, les niveaux de N dans les différents sols soient très proches.

Si on compare les contenus en N dans les sols des vignobles de même âge, mais dont les terrains ont subi une préparation préalable différente (en terrasse et en pente), on constate, de même que pour le contenu en matière organique, que celui de N est largement supérieur pour le vignoble disposé en terrasse que pour celui situé en pente (tableau II).

En ce qui concerne la relation C/N, les résultats obtenus indiquent que celle-ci est adaptée sur toutes les parcelles. C'est toutefois pour V<sub>4</sub>, la plus ancienne, que les différences les plus importantes pour ce même indice existent entre la couche superficielle et le sous-sol (tableau II).

Les analyses statistiques montrent des différences très significatives entre les valeurs de cette relation C/N, dans la zone située en surface, entre les deux vignobles du même âge mais ayant une morphologie différente.

La variation du contenu en phosphore assimilable du sol en fonction l'âge de l'implantation de la culture (tableau II) dépend essentiellement de deux facteurs. Tout d'abord, il dépend de l'ajout de fertilisants, comme le démontrent les valeurs relevées, plus élevées sur toutes les parcelles que sur les terrains dits de référence. Ensuite, le contenu en phosphore assimilable dans la couche sous-superficielle dépend de la topographie du terrain. Cela est démontré pour la parcelle de 16 ans située en pente forte puisqu'elle présente des contenus très bas en phosphore, à cause des pertes provoquées par les écoulements en surface. Pour la parcelle de 3 ans (pente à 6 p. cent), les pertes par lixiviation sont plus importantes que celles dues aux écoulements et c'est celle de 75 ans, puisqu'elle est en plaine, qui contient la plus grande quantité de phosphore assimilable dans son sous-sol.



**TABLAU II**  
**Caractéristiques chimiques des sols**

**Table II - Chemical characteristics of the soils**

SOL	g.kg <sup>-1</sup> M.O.	g.kg <sup>-1</sup> N	C/N	mg kg <sup>-1</sup> P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>
B2 (0-20 cm)	117,5	4,4	13,47	71.95
B2 (20-40 cm)	33,3	2,1	9,12	56.23
V2b (0-20 cm)	40,3	2,3	9,97	154.88
V2b (20-40 cm)	43,2	2,7	9,23	42.6
V2m (0-20 cm)	64,3	4,0	9,22	127.34
V2m (20-40 cm)	42,3	2,7	9,18	57.24
V2a (0-20 cm)	33,1	2,0	9,52	213.3
V2a (20-40 cm)	24,7	1,4	10,26	41.20
V3 (0-20 cm)	52,6	2,8	10,71	90.33
V3 (20-40 cm)	12,8	0,6	12,08	74.61
B3 (0-20 cm)	212,8	10,5	10,13	103.73
B3 (20-40 cm)	66,7	4,0	9,67	38.52
V4 (0-20 cm)	29,1	2,2	7,55	172.12
V4 (20-40 cm)	24,9	1,0	14,23	241.9
B1 (0-20 cm)	147,5	7,3	10,06	148.4
B1 (20-40 cm)	42,6	2,3	10,78	100.34
V1a (0-20 cm)	39,4	2,6	8,69	199.20
V1a (20-40 cm)	20,6	1,3	9,38	51.85
V1m (0-20 cm)	37,6	2,1	10,16	163.18
V1m (20-40 cm)	16,4	0,9	10,93	182.36
V1b (0-20 cm)	47,3	2,5	10,88	259.29
V1b (20-40 cm)	25,9	1,4	11,03	296.52

Si on prend en compte qu'en dessous de 14 cmol<sub>(+)</sub> kg<sup>-1</sup>, les valeurs considérées sont réputées très basses pour la culture de la vigne (HERAS *et al.*, 1978), les sols des vignoble étudiés ont une CEC<sub>e(+)</sub> peu adaptée puisqu'un seulement atteint la valeur de 8 cmol<sub>(+)</sub> kg<sup>-1</sup> (tableau III). La faible CEC<sub>e(+)</sub> est quelque chose de fréquent pour les sols de culture de la vigne en Galice (Espagne) (RODRIGUEZ LOVELLE, 1992). Cela est dû au fait qu'ils sont très désaturées en bases d'échange, avec des valeurs de pH acides et un faible pourcentage de substances argileuses.

Au niveau de la couche superficielle, le cation le plus présent est Ca<sup>2+</sup>, suivi de Mg<sup>2+</sup>, K<sup>+</sup> et Na<sup>+</sup>, tandis que Al<sup>3+</sup> est un cation très limité (tableau III.). Cela est dû au fait que le genre d'amendement utilisé pour corriger le pH est essentiellement l'ajout de coquilles de mollusques qui apportent au sol des carbonates de calcium et de magnésium. La couche superficielle ne présente de déficience pour aucun cation.

Ainsi le pourcentage de saturation du complexe d'échange par l'aluminium n'atteint pas 1 p. cent.

Dans le sous-sol, c'est également Ca<sup>2+</sup> le cation d'échange le plus présent et on peut noter nettement que toutes les parcelles, sauf la V4, sont déficientes en Mg<sup>2+</sup>, K<sup>+</sup> et Ca<sup>2+</sup>. Le pourcentage de saturation du complexe d'échange par l'aluminium atteint la valeur de 27 p. cent (tableau III) ; il est donc beaucoup plus important ici que dans la couche superficielle. La variation de la capacité effective d'échange de cations et de chacun des cations échangeables en fonction de l'âge de la culture est démontrée dans le tableau III. On remarque une faible différence entre le terrain dit de référence et le vignoble de 3 ans au niveau de la couche superficielle.

Les contenus en Zn et Cu disponibles en fonction de l'âge d'implantation des cultures démontrent (figure 3) que les contenus en Zn sont dans tous les cas très bas, et la vigne notamment présente des déficits (FREGONI, 1982). Les analyses statistiques indiquent l'absence d'écarts significatifs entre les concentrations de Zn assimilable dans la couche superficielle des sols des vignobles de 16 et 75 ans d'âge et de ce dernier avec le contenu moyen présent dans les sols dits de référence.

**TABLEAU III**  
**CECe(+) et pourcentage de saturation du complexe d'échange par Na, K, Ca, Mg et Al**

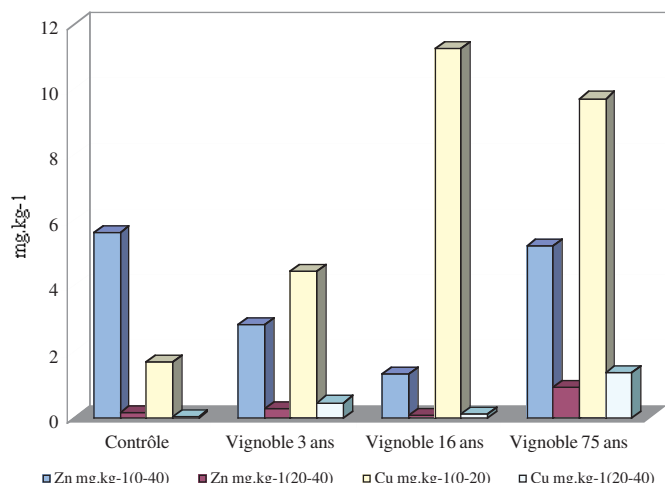
**Table III - CECe(+) and exchangeables base saturation**

Sol	CECe(+)	Na <sup>+</sup>	K <sup>+</sup>	Ca <sup>+2</sup>	Mg <sup>+2</sup>	Al <sup>+3</sup>
B2 (0-20 cm)	0,957	14,94	15,05	4,18	3,03	62,80
B2 (20-40 cm)	0,551	27,77	16,52	4,90	3,99	46,82
V2b (0-20 cm)	4,118	3,69	7,02	82,07	7,20	0,03
V2b (20-40 cm)	0,631	20,46	16,06	32,55	8,19	22,75
V2m (0-20 cm)	8,326	3,61	5,39	82,16	8,81	0,02
V2m (20-40 cm)	0,697	19,70	15,30	41,19	6,19	17,62
V2a (0-20 cm)	5,283	4,49	8,45	72,55	14,51	0,00
V2a (20-40 cm)	0,836	17,58	18,12	29,28	7,04	27,97
V3 (0-20 cm)	3,232	10,18	11,35	71,69	6,72	0,06
V3 (20-40 cm)	1,155	10,37	20,25	54,54	4,48	10,35
B3 (0-20 cm)	5,116	5,49	6,27	67,42	9,40	11,42
B3 (20-40 cm)	0,751	22,64	7,99	8,92	3,06	57,39
V4 (0-20 cm)	4,665	4,93	12,68	73,77	8,61	0,00
V4 (20-40 cm)	3,375	13,28	10,78	54,48	21,40	0,06
B1 (0-20 cm)	5,528	9,87	17,56	42,10	14,94	15,53
B1 (20-40 cm)	0,790	34,89	7,72	17,04	4,44	35,91
V1a (0-20 cm)	4,308	6,96	11,56	63,17	18,29	0,02
V1a (20-40 cm)	1,043	16,68	4,63	61,92	5,65	11,12
V1m (0-20 cm)	1,642	5,91	10,12	72,44	10,56	0,96
V1m (20-40 cm)	1,032	18,31	8,75	53,69	14,04	5,21
V1b (0-20 cm)	3,680	6,68	12,54	65,51	14,93	0,34
V1b (20-40 cm)	1,029	17,39	8,55	40,25	10,59	23,23

**TABLEAU IV**  
**Contenus totaux en pesticides organochlorés et organophosphorés (µg.kg<sup>-1</sup>)**

**Table IV - Organochlorine and organophosphorus pesticide contents**

Sol	Hep-Clor	Aldrin	HCl-epox	Endosulf	DDE	Dieldrin	DDD
V1 (0-20 cm)	0,05	0,88	0,02	0,00	0,05	0,02	0,13
V1 (20-40 cm)	0,28	0,20	0,05	0,00	0,00	0,00	0,06
V2 (0-20 cm)	0,04	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
V2 (20-40 cm)	0,03	23,33	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00
V3(0-20 cm)	0,02	0,2	0	0	0	0	0
V3 (20-40 cm)	0	0	0	0	0	0	0
V4 (0-20 cm)	0,15	0,4	0,59	0	0	0	0,98
V4 (20-40 cm)	0,02	0	0	0	0	0	0
Sol	Endrin	DDT	Clordan	me-Pth	Malath	Organochl.	Organoph.
V1 (0-20 cm)	0,00	0,09	0,19	0,01	0,01	1,66	0,02
V1 (20-40 cm)	0,00	0,00	0,25	0,00	0,02	1,09	0,00
V2 (0-20 cm)	0,00	0,20	0,02	0,00	0,00	20,39	0,00
V2 (20-40 cm)	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	23,52	0,00
V3(0-20 cm)	0	0,04	0	0	0	0,43	0
V3 (20-40 cm)	0	0	0	0	0	0	0
V4 (0-20 cm)	0	0	0	0	0	2,12	0
V4 (20-40 cm)	0	0	0	0	0	0,23	0



**Fig. 3 - Variation du contenu de cuivre et de zinc assimilables en fonction du temps d'implantation de la culture.**

**Fig. 3 - Variation of the Cu and Zn assimilable content in function of the vineyard age**

Pour le Cu assimilable, on remarque nettement l'influence des apports de fongicides ( $\text{CuSO}_4$ ) sur son contenu dans les différents vignobles (figure 3). C'est pourquoi, le sol du vignoble le plus jeune en contient une plus petite quantité que les deux sols les plus anciens. On doit à un contenu plus important en matière organique dans le vignoble de 16 ans le fait qu'il existe une plus grande concentration de Cu dans ce sol que dans celui de 75 ans. En effet, cet élément est adsorbé de préférence par la matière organique (SCHMITT et STICHER, 1991).

La tableau IV nous présente les contenus totaux en pesticides organochlorés et organophosphorés dans les vignobles d'âges différents. On observe que les contenus en pesticides organophosphorés sont quasiment nuls pour tous les vignobles et, cependant, il n'en est pas de même pour les pesticides organochlorés. Les sols du vignoble le plus jeune sont ceux qui en présentent les plus petites quantités, mais on remarque tout de même que ceux de 16 ans ont les contenus les plus élevés.

Si l'on analyse chacun des pesticides, on peut noter (tableau IV) que leur contenu élevé dans le vignoble de 16 ans est dû à la présence de Lindane en quantité de  $20,01 \mu\text{g.kg}^{-1}$ . Cela a pu être causé par un apport occasionnel de celui-ci dans cette parcelle suite à quelque fléau d'insectes ayant pu l'affecter.

On a détecté la présence de l'un des métabolites du DDT (DDD) sur le vignoble le plus ancien ; qui a sans doute été traité, il y a déjà longtemps, à l'aide d'un de ces produits, peu dégradables. Etant donné la persistance de celui-ci dans l'environnement, on en relève

encore des contenus non négligeables aux deux profondeurs étudiées.

De même, pour le vignoble le plus récemment implanté, on détecte des contenus non négligeables du DDT et de ses métabolites (DDD et DDE) ainsi que de quelques autres pesticides dont l'usage est actuellement interdit ou déconseillé.

## CONCLUSIONS

La teneur en substances nutritives des sols augmente généralement en fonction de l'âge de la culture et la teneur en matière organique diminue. L'entretien et l'amélioration de la qualité des sols exigent la modification des pratiques de culture afin que le contenu en matière organique ne diminue pas et que la concentration de Cu et de pesticides organochlorés n'augmente pas.

Remerciements : Nous remercions le professeur de la Faculté de Traduction et Interprétation Louise Arman qui a réalisé la traduction de ce travail.

## RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- BHARGAVA B.S. et RAGHUPATHI H.B., 1994. Zinc status of soil and petioles of vineyards of Peninsular India. *Agropedology*, **4**, 113-120.
- BREMNER J.M., 1965. *Nitrogen availability indexes In: Methods of soil Analysis. Part. 2. Chemical and Microbiological Properties.* Black, C.A., Evans, D.D., Esminger, L.E. et Clark, F.E. eds. American Society of Agronomy. Madison, Wisconsin, pp.1324-1345.
- CARTER M.R. and BALL B.C., 1993. *Soil Sampling and Methods of Analysis.* Canadian Society of Soil Science. Ed. Martin R. Carter.
- EPA-608. Environmental Protection Agency, 1980. *Manual of Analytical Methods for the Analysis of Pesticides in Human and Environmental Samples. Sec. 4A* (EPA 600/880-038).
- FIGUEIREDO T., DE GONCALVES FERREIRA A. and GALLARDO LANCHO J.F., 1993. Soil erosion in steeply sloping vineyards of the Douro region, Portugal. El estudio del suelo y su degradación en relación con la desertificación. *Actas del 12 Congreso Latinoamericano de la Ciencia del Suelo*, Salamanca, Sevilla (España).
- FLORES VÉLEZ L.M., DUCAROIR J., JAUNET A.M. and ROBERT M., 1996. Study of the distribution of copper in an acid sandy vineyard soil by three different methods. *Eur. J. of Soil Sci.*, **47**, 4, 523-532.
- FREGONI M., 1982. Vademécum sulle carenze tossicità degli elementi meso e micronutritivi della vite. *Vigne vini*, **1**, 19-25.

- GRIL J.J., CANLER J.P., CARSOULLE J., SCWERTMANN U., RICKSON R.J. and AUERSWALD K. (Eds) 1989. The benefit of permanent grass and mulching for limiting runoff and erosion in vineyards. Experimentations using rainfall-simulations in the Beaujolais. Soil erosion protection measures in Europe. *Proceedings of the European Community Workshop*, Freising, Germany. 157-166.
- GUTIÁN F.Y. and CARBALLAS T., 1976. *Técnicas de Análisis de Suelos*, 2ª ed. Pico Sacro, Santiago de Compostela.
- HANSON E.J. and HOWELL G.S., 1995. *HortScience*, **30**, 3, 504-507.
- HENDERSHOT Y DUQUETTE, 1986. *Soil Sampling and Methods of Analysis*. Canadian Society of Soil Science. Ed. Martin R. Carter.
- HERAS L., SANZ M., SANCHEZ A. and MONTAÑÉS L., 1978. The fertility of vineyard soils in the Province of Logroño, in Rioja Alta and Rioja Baja, in relation to their designation of origin. *Informacion Tecnica Economica Agraria*, **9**, 30, 4-24.
- KLIK A. and SALOKHE V.M., 1994. Soil and crop productivity in Austrian vineyards. *Proceed. Int. Agricultural Engineering Conference Volume 2*. Asian Institute of Technology, Bangkok, Thailand, 6-9, December, 1994. 422-429.
- LINDSAY and NORWELL, 1978. *Soil sampling and Methods of analysis*. Canadian Society of Soil Science.
- MATHEWS M.A., SIPIORA M.J. and ANDERSON M.M., 1996. Potassium status and soil water content of grapevines on fine textured soils. *Better Crops with Plant Food*, **80**, 2, 24-27.
- MORLAT R. and ASSELIN C., 1993. An objective approach to the « terroirs » and typologie of the « Val de Loire » wines. *C.R. de l'Académie d'Agriculture de France*, **79**, 3, 199-212.
- MULLER K., 1993. The mineralization of the organically bound nitrogen in vineyard soils. III. The annual nitrogen net mineralization. *Vitis*, **32**, 3, 149-157.
- NEYROUD J.A. and CHRISTINET G., 1989. Evaluation of the structural stability of soils. *Bulletin Bodenkundlichen Gesellschaft der Schweiz*, **13**, 133-136.
- NEYROUD J.A. and CHRISTINET G., 1983. Risk of compaction in viticultural soils in relation to the application of various cultural techniques. *Rev. Suisse Vitic. Arboric. Hortic.*, **15**, 2, 113-117.
- NORUSSIS M.J., 1986. *Advanced statistics SPSS/PC for the IBM PC/AT*. SPSS Inc. Chicago.
- OLSEN S.R., COLE L.V.Y. and WATANABE F.S., 1954. *Estimation of available phosphorus in soils by extraction with sodium bicarbonate*. USDA Circ. 939.
- RAATH P.J. and SAAYMAN D., 1996. Nitrogen mineralisation in vineyard soils of the Western Cape as affected by soil management practices. *S. Afric. J. Enol. Vitic.*, **16**, 1, 7-13.
- RICHARDS L.A., 1973. *Suelos salinos y sódicos*. Ed. Limusa. Mexico.
- RICHTER G., SCHWERTMANN U., RICKSON R.J. and AUERSWALD K., 1989. *Erosion control in vineyards of the Mosel Region, FRG. Soil erosion protection measures in Europe*. Proc. European Community Workshop, Freising, Germany. 149-156.
- RODRÍGUEZ LOVELLE B., GARCÍA-RODEJA GAYOSO E., FONTENLA GONZÁLEZ A. and GONZÁLEZ MANTILLA L. 1991. Los suelos de viñedo de Galicia. Un ejemplo de los problemas de la viticultura en suelos ácidos. *Vitivinicultura*, **6**, 25-37.
- SCHMITT H.W. and STICHER H., 1991. Heavy metal compounds in the soil. Metals and their compounds in the Environment, 311-331.
- SEGUIN G., 1980. Les sols gravelo-sableaux du vignoble bordelais : propriétés physiques et chimiques, alimentation en eau de la vigne et conséquences sur la qualité des vendages. *Colloque France-Roumain*, Bordeaux.
- SPRING J.L. et MAYOR J.P., 1996. The management of vineyard soils. *Rev. Suisse Vitic. Arboric. Hortic.*, **28**, 1, 83-86.
- TRUJILLO JACINTO DEL CASTILLO I. FIGUERUELO OJEDA E., GUTIERREZ JEREZ F. and DEL CASTILLO RODRÍGUEZ D., 1987. Viñedos canarios. Zona de Acentejo. III Características químicas de los suelos. *An Edaf. Agrobiol.*, **9-10**, 1189-1201.
- WALKLEY A. and BLACK I.A., 1934. An examination of Degtjareff method for determining soil organic matter and a proposed modification of the chromic titration method. *Soil Sci.*, **34**, 29-38.
- YOUNG A., 1976. *Tropical Soils and Soil Survey*. Cambridge University Press. Cambridge, 468 pp.

---

Reçu le 27 juillet 2000  
 accepté pour publication le 10 septembre 2000

---