Connaissance Vigne Vin, 1983, **17**, N° 4, 219-246.

CARACTÉRISATION INTÉGRÉE DE QUELQUES TERROIRS DU VAL DE LOIRE INFLUENCE SUR LA QUALITÉ DES VINS

R. MORLAT *, C. ASSELIN *, P. PAGES **, Huguette LEON *
Jacqueline ROBICHET *, M. REMOUE *, J. SALETTE * et Monique CAILLE **

* Institut National de la Recherche Agronomique
Beaucouzé 49000 Angers (France)
** Ecole Nationale Supérieure Agronomique
Chaire de Mathématiques appliquées
35000 Rennes (France)

INTRODUCTION

Depuis longtemps, le milieu naturel est reconnu comme l'un des facteurs majeurs de la qualité des vins. Il est assez curieux de remarquer qu'à l'inverse de pays de tradition viticole récente, la France, où la vigne est établie depuis longtemps, possède peu de travaux scientifiques sur ce sujet.

Au fil des différentes réunions internationales, il semble que l'élaboration de la méthodologie de l'étude du concept relations milieu viticole et qualité du vin soit ardue. Il est frappant de constater que, suivant les auteurs, les méthodes d'évaluation et de caractérisation du milieu viticole (en particulier édaphique) sont fort diverses et ne suivent pas toujours les méthodologies utilisées en science du sol. Les termes usités sont souvent équivoques. Dans cette note nous tentons d'aborder à partir d'une caractérisation du milieu viticole (MORLAT, 1978) son influence sur le vin en mettant en œuvre une démarche largement employée en pédologie. Pour cela nous avons mis en place, depuis 1979, un essai multilocal (Essai TERROIR) dont nous présentons ici certains résultats.

RECHERCHES CONCERNANT L'INFLUENCE DU MILIEU

On peut envisager plusieurs possibilités pour aborder l'étude de telles relations :

— On peut rechercher les liaisons entre des caractéristiques du milieu et certains paramètres de qualité du moût ou du vin. Beaucoup de travaux ont porté sur l'influence des composantes du macroclimat (BRANAS, 1946 ; WINKLER, 1962 ; CONSTANTINESCU, 1967 ; HUGLIN, 1978 ;

Etude subventionnée par le Comité interprofessionnel des Vins d'Anjou et de Saumur.

HIDALGO, 1980), du mésoclimat (BECKER, 1969-1977-1978 ; ROCHAIX et PONT, 1978) et du microclimat (CARBONNEAU, 1980 ; CARBONNEAU et *al.*, 1978-1981 ; SMART, 1976 ; BECKER et KLEIN, 1981 ; BECKER, 1978) sur la qualité de la vendange. Ces études sont à l'origine d'un grand nombre d'indices climatiques utilisés dans la caractérisation des régions viticoles. D'autres auteurs ont recherché des relations entre certains paramètres du sol (pH, calcaire, argile, etc.) et la qualité du vin (NOBLE, 1979 ; FREGONI, 1977 ; SCIENZA et *al.*, 1979). D'autres ont seulement considéré l'influence du milieu édaphique (SAAYMAN 1977 ; WINKLER, 1944 ; RANKINE et *al.*, 1971 ; SCIENZA et *al.*, 1979).

Les conclusions de ces études sont souvent contradictoires, et il est bien difficile d'en tirer une idée générale. Cet état de fait est, à notre avis, dû en partie aux risques engendrés par ce type de démarche qui ne repose pas sur une préétude de la variabilité du milieu viticole (les facteurs sont considérés isolément) et qui n'aborde pas le problème sous l'angle du fonctionnement de la vigne.

— On peut rechercher certaines variables de fonctionnement du système milieu/vigne, et étudier leurs répercussions sur la qualité de la vendange. C'est ainsi que l'équipe de l'Institut d'Œnologie de Bordeaux (France) étudie plus spécialement l'influence de l'alimentation en eau de la vigne sur la qualité des moûts (SEGUIN, 1970 ; DUTEAU, 1976 ; GUILLOUX, 1981).

Ce type d'approche semble beaucoup plus satisfaisant car il intègre la physiologie de la vigne, mais un problème demeure : la focalisation engendrée par cette démarche évite certes une dispersion des efforts et permet la mise sur pied d'essais relativement légers, mais présente l'inconvénient de ne pas explorer totalement le spectre des variables de fonctionnement. C'est une méthode qui, à notre avis, n'est justifiée que si un paramètre ou groupe de paramètres possède une influence prépondérante sur la qualité des vins. C'est, semble-t-il, le cas du vignoble bordelais (SEGUIN, 1982).

— On peut considérer le milieu viticole comme un ensemble d'écosystèmes caractérisés par certaines composantes principales comme le macro, méso et microclimat, le sol et la roche géologique et le couple porte-greffe/greffon. On étudie alors la réaction du cépage et du porte-greffe à différents écosystèmes (ASTRUC et *al.*, 1981). Dans le vignoble du Sud de la France, ces auteurs ont appliqué cette méthode qui les renseigne sur le comportement de la vigne vis-à-vis de l'influence globale de plusieurs écosystèmes.

Cette démarche prend en compte l'ensemble des facteurs du milieu par l'intermédiaire des écosystèmes, mais, à notre connaissance, elle n'intègre pas les variables de fonctionnement du système milieu/vigne.

Dans nos recherches sur les terroirs du Val de Loire nous nous efforçons de prendre en compte ces deux aspects.

CARACTERISATION DU MILIEU VITICOLE APPLICATION AU VIGNOBLE ROUGE DE LA MOYENNE VALLEE DE LA LOIRE

Elle comprend deux étapes successives :

1. Caractérisation du milieu

Dans une région viticole on réalise des cartes en procédant à une caractérisation du milieu physique général (macroclimat, géomorphologie, géologie, végétation spontanée), et des sols développés dans ce contexte [étude des différents types de profils, de la distribution des sols dans le paysage, de leurs dépendances et filiations génétiques (MORLAT, 1978)]. Ce travail a permis de définir une zone test qui, dans une première approche, offre un maximum de variabilité du milieu ; à ce stade les relations entre caractéristiques du milieu et potentialités viticoles ne sont pas établies.

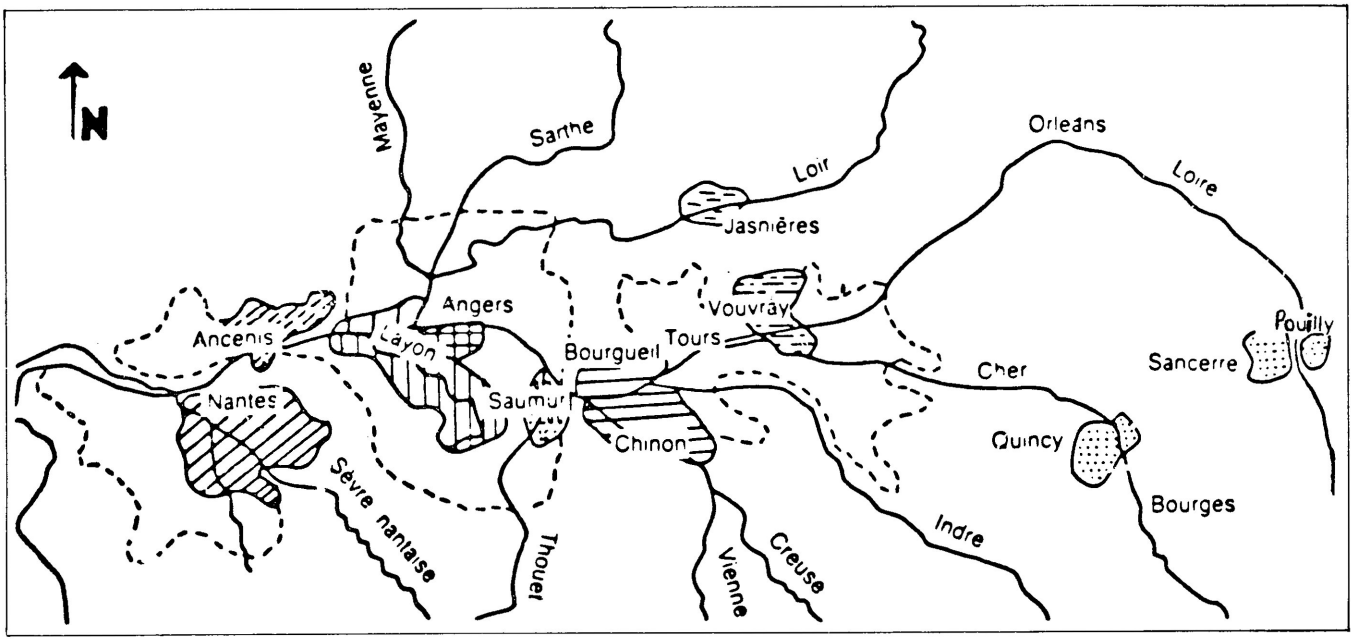
2. Notion de séquence écogéopédologique

Une région viticole est constituée d'une juxtaposition d'unités naturelles regroupant des milieux élémentaires qui possèdent une somme de caractères communs permettant de les identifier et de les séparer d'autres milieux (MORLAT, 1979 ; SALETTE et *al.*, 1980).

Pour une formation géologique donnée, l'analyse des stades d'évolution et des dépendances génétiques entre sols, permet de dégager des types de sols homogènes, avec filiation d'un certain nombre de caractères physiques et chimiques. C'est le concept de séquence **pédologique.**

On doit intégrer, au même titre que le sol, les couches profondes puisque l'enracinement de la vigne est susceptible de les prospecter. Nous appelons l'ensemble *sol-roche* géologique, séquence **géopédologique**. Pour chaque séquence, l'évolution pédogénétique progressive permet l'apparition de plusieurs variantes qui ont toujours un certain nombre de caractères originels en commun, mais qui s'individualisent chacune par un ou plusieurs critères propres. Il peut même y avoir, à une profondeur donnée, disparition ou apparition d'un caractère. Ces variations à l'intérieur d'une séquence peuvent entraîner une augmentation ou une diminution des potentialités viticoles.

Généralement, une même formation géologique apparaît dans une certaine fourchette d'altitudes en raison de la superposition stratigraphique et entraîne des reliefs relativement identiques. On peut lui adjoindre un couple macrotopographie/altitude bien défini, avec l'hypothèse qu'un mésoclimat typique peut en découler. On complète alors la notion de



- Coteaux Ancenis
- Muscadet Sèvre et Maine
- Coteaux du Layon
- Coteaux de la Loire
- Coteaux de l'Aubance
- Saumur
- Coteaux du Loir
- Bourgueil-Chinon
- Vouvray
- Vignobles Cher-Nièvre
- Appellation courante
  - Touraine
  - Anjou
  - Muscadet
  - Coteaux de la Loire

Vignobles de la Vallée de la Loire

TABLEAU I

Interactions milieu/vigne et vin dans les vignobles AOC rouges de la Moyenne Vallée de la Loire

Cépage : Cabernet franc (sélections massales)
Porte-greffe : SO_4
Age : (gamme 9 à 12 ans) en 1982
Orientation des rangs : (gamme NO à N 45°E)
Système de conduite : palissé 3 fils taille Guyot 5000 pieds/ha
Entretien du sol : désherbage chimique intégral

Aire géographique	Saumur Champigny	Bourgueil	Chinon
Type de séquence écogéopédologique Craie sablo-glauconieuse du Turonien moyen	Séquence de référence Pararendzine intergrade sol brun calcaire peu argilisé sur pente, < 10 p. 100 1DAM (orthotype), 2DAM, 1POY	Séquence de référence Sol brun calcaire peu argilisé sur pente < 10 p. 100 1BEN, 2BOUR, 1BOIS (orthotype)	Séquence de référence Paradenzine intergrade sol brun calcaire peu argilisé sur pente < 10 p. 100 2BEAU (orthotype)
Sables calcaires à aspect falunier du Turonien supérieur			Sol brun calcique sableux à rubéfaction 1DOM
Formations non carbonatées meubles du Sénonien	Sol brun faiblement lessivé sableux saturé sur II Bt argillique ancien 2EL - 3EL Sol lessivé hydromorphe à peusdo-gley sur argiles 4EL	Sol peu évolué sableux colluvial à brun faiblement lessivé sur II (B) argilisé 1ING, 2ING	Sol brun lessivé limono-argileux caillouteux (limons à silex de Touraine) 1VAU
Formations meubles non carbonatées du Tertiaire et de la Moyenne Terrasse de la Loire	Sol brun acide à mésotrophe sablo-caillouteux 1CHA Sol lessivé dégradé tronqué et secondairement resaturé sans différenciation texturale sur argiles hydromorphes 1PER	Sol brun acide resaturé sablo-caillouteux 1FON	Sol lessivé dégradé sans différenciation texturale sur argiles hydromorphes 1ROC
Formations d'apports éoliens. Limons des plateaux	Sol brun lessivé à faible hydromoryhie de profondeur avec cailloutis de base 1TUR		

TABLEAU II

Protocole expérimental de l'essai « Terroir »

données variables		Démarche suivie	Critiques de la démarche	Justification de la démarche
	Milieux Séq. écogéopédo	Chaque orthotype de séquence écogéopédologique est représenté par une microparcelle de 100 souches contrôlées, sélectionnée dans une parcelle. Des répétitions d'une même séquence (séquence de référence) sont faites.	Chaque microparcelle représente une faible quantité de vendange ne permettant pas d'envisager une vinification en grand volume.	. moyens insuffisants pour vinification en grand . une surface de parcelle trop importante entraînerait dans certains cas une variation de séquence écogéopédologique.
	facteurs agrophytotechniques	. Fertilisation minérale modulée selon le niveau chimique de chaque parcelle. Pas de restitutions organiques. . Désherbage chimique intégral. . Même orientation (NS) des rangs avec exposition Sud sauf pour 2BEAU (Nord). . Même mode de conduite. Vigne palissée à 3 fils avec une densité de plantation de 5000 pieds/ha (2 m x 1 m) et même hauteur foliaire (1 m). Même hauteur de tronc (40 cm). Taille Guyot simple. . Contrôle de la charge et du rendement. . Principaux traitements phytosanitaires effectués (excoriose, mildiou, oïdium, botrytis, etc)	Palliatif à une caractéristique naturelle du milieu. Est-ce l'orientation qui capte le maximum d'énergie solaire ? Potentialité du milieu n'est pas atteinte.	Il s'agit d'une opération de transformation du milieu facilement accessible au viticulteur. pas d'effet perturbateur de ce facteur. Pour les comparaisons il faut une gamme restreinte de rendements.
		. Etablir un profil caractérisant la croissance, le développement et la physiologie d'un même système de conduite pour un même cépage (Cabernet franc) et un même porte-greffe (SO_4) dans différents milieux. . Etablir les relations et les dépendances entre ce profil et les facteurs extérieurs.	Populations du Cabernet franc sont-elles les mêmes dans toutes les parcelles ? Possibilité d'employer un clone ?	. Tester l'homogénéité par ampélométrie. - Il s'agit de sélections massales à priori stables dans le Val de Loire. . L'emploi d'un clone serait difficile dans la mesure où on ne connaît pas suffisamment sa stabilité et où il pourrait exister une interaction milieu-clone.

données fixes	végétal		Le choix d'un porte-greffe unique est critiquable dans la mesure où chaque milieu peut nécessiter un porte-greffe adapté pour le valoriser au mieux. L'âge retenu ne permet pas la pleine expression de la vigne et du terroir par la trop grosse production qu'il entraîne et l'exploration incomplète du milieu par le système racinaire.	Pour employer différents porte-greffes il faudrait multiplier les parcelles de façon importante. Le choix du SO_4 correspond aussi à la tendance de la région et permet de tester des sols calcaires sans problème de chlorose. . Il n'existe que très rarement des sélections massales de Cabernet franc en vignes plus âgées. . Possibilité d'étudier la dynamique racinaire au cours du temps et de sa répercussion sur le vin produit. . Possibilité de cerner l'âge d'expression optimale de la vigne et de ses variations en fonction des milieux.
	vinification	. Utiliser une méthode facilement reproductible, légère, fiable et permettant un contrôle du maximum de facteurs. Il s'agit de minivinification sur vendange égrappée et foulée pour un volume de 40 à 50 l de vin. Ensemencement avec une même race de levure pour la fermentation alcoolique et une même culture de bactéries pour la malolactique. Chaptalisation dans les limites de la législation.	La minivinification peut modifier le type de vin et peut ne pas extraire le maximum des composants nobles de la vendange.	Le volume de vendange produit sur la parcelle ne permet pas une vinification en vraie grandeur. Meilleur contrôle de tous les paramètres.
données variables	interactions années climatiques x milieu x végétal	Etablir une expérimentation sur une durée suffisamment longue pour englober un cycle climatique (10-15 ans).	Ce type d'expérimentation ne permet pas d'avoir une réponse rapide sur l'influence de la plupart des facteurs.	Une expérimentation de longue durée permettra: . de cerner la cinétique d'évolution du rapport qualité/rendement en fonction des milieux. . d'étudier l'effet année exceptionnellement favorable en fonction des milieux. . d'étudier l'effet année exceptionnellement défavorable en fonction des milieux. . de situer chaque année par rapport aux moyennes connues, ainsi nous pourrons obtenir certains résultats rapidement.

« séquence géopédologique » par celle de « séquence **écogéopédologique** » (MORLAT, SALETTE, 1981).

La caractérisation d'un terroir viticole peut se concevoir comme une cartographie de plusieurs séquences écogéopédologiques définies dans la zone test au moyen de l'ensemble des facteurs disponibles.

Sur des bases purement techniques et scientifiques, on peut formuler une hypothèse de hiérarchisation des séquences (hiérarchisation inter-séquences) en fonction de caractéristiques à priori favorables à la vigne. Il est alors possible de retenir une séquence de référence qui aura les meilleures potentialités. Dans la Moyenne Vallée de la Loire, nous avons choisi la séquence sur craie sablo-glauconieuse et micacée du Turonien moyen, présente dans les appellations étudiées. (MORLAT, 1977).

PROTOCOLE MIS EN PLACE : « L'ESSAI TERROIR »

L'objectif général de l'essai terroir est d'observer dans différents milieux, le fonctionnement et le développement de la vigne ainsi que le type de vin obtenu. Pour cela, nous avons installé, depuis 1979, un essai situé dans trois vignobles de la Moyenne Vallée de la Loire produisant des vins rouges (Saumur-Champigny, Chinon, Bourgueil) (carte) Celui-ci comprend 19 parcelles retenues en fonction de la première étape de l'étude (tableau I).

Nous avons d'abord choisi des séquences soit fréquentes dans le vignoble, soit présentant des caractéristiques extrêmes. Les parcelles retenues sont très typiques de ces séquences. En ce qui concerne la séquence de référence, 7 parcelles permettent d'explorer la variabilité intraséquence. En outre, 4 d'entre elles représentent un « terme moyen » de la séquence (1DAM, 2BOUR, 2BEAU, 1BEN).

Afin de réaliser des comparaisons entre séquences, nous nous sommes fixés les contraintes décrites dans le tableau II.

Pour cet essai, il est nécessaire de distinguer deux étapes synchrones ou successives :

— **la phase descriptive** consiste en une acquisition de données (données phytotechniques, maturation, minivinifications) pour mettre en évidence des différences, sans pour autant leur apporter d'explication (influence globale de la séquence écogéopédologique).

— **la phase explicative** doit apporter une réponse aux différences observées entre les parcelles.

• On peut rechercher l'influence du milieu viticole sur les variables de développement de la vigne. Un exemple en est donné dans le tableau III. On peut aussi étudier certaines variables de fonctionnement de la vigne

(alimentation hydrique, minérale, carbonée) qui peuvent expliquer en partie les différences constatées sur les vins.

TABLEAU III

Enracinements comparés dans les différents types de sol pour deux séquences géopédologiques sur craie, du vignoble Saumurois

SEQUENCE GEOPEDOLOGIQUE	CRAIE SABLO-GLAUCONIEUSE				CRAIE LIMONO-ARGILEUSE		
TYPE DE SOL	Pararendzine	Sol brun calcaire	Sol brun calcique argilisé	Sol brun eutrophe argilisé planosolique	Rendzine grise et brun calcaire mince	Brun calcaire à Bca	Brun calcique à Bca
$\frac{\Sigma\ RP}{\Sigma\ RC}$	< 1	< 1	> 1	$\gg 1$	$\gg 1$	$\gg 1$	$\gg 1$

Σ RP : enracinement total existant dans le profil pédologique.
Σ RC : enracinement total existant dans la roche-mère sous jacente (craie).

• Il est possible d'aborder des paramètres ne concernant pas directement le fonctionnement de la plante entière mais qui interviennent sur certains processus physiologiques au niveau d'organes déterminés, exemple :

microclimat qui agit sur la maturation des baies

température du sol → fonctionnement des racines.

• On peut tenter d'aborder des relations simples entre une variable définie du milieu (pierrosité, teneur en argile, richesse chimique, couleur du sol, etc.) et une ou plusieurs caractéristiques du vin.

Les résultats présentés dans cette note concernent exclusivement la **phase descriptive** et les données obtenues sur le vin.

La technologie des vins est déterminée par les contraintes notées dans le tableau II qui correspond à une vinification, en petit volume, d'environ 50 kg de raisins. Les différentes opérations (ASSELIN et *al.*, 1983) tendent à ne faire subir aux vins que le minimum de modifications chimiques. Le rendement a été contrôlé autant que possible, néanmoins on observe des différences entre parcelles (tableau IV).

ACQUISITION DES DONNEES SUR LE VIN

Dans la caractérisation d'un vin, l'outil que constitue la dégustation est indispensable bien qu'imparfait car empreint de subjectivité et confron-

TABLEAU IV

Rendement kg/souche

2EL	1CHA	1FON	1VAU	1DAM	2BOUR	1BOIS	3EL	1DOM
1,87	1,73	1,49	1,69	1,70	1,19	1,31	1,61	1,23
a	a	a	a	a	a	a	a	a

1TUR	4EL	1PER	2DAM	1BEN	1POY	1ING	1ROC
0,98	1,35	1,63	—	1,35	1,27	1,43	1,15
b	a	a		a	a	a	b

* a significativement différent de b par test de NEWMAN et KEULS 5 %

té au difficile problème de vocabulaire. Nous avons élaboré une fiche de dégustation basée sur la caractérisation d'un certain nombre de paramètres du vin (ASSELIN et *al.*, 1983) en essayant d'éviter toutes références hédoniques. Notons que cette fiche est un document de travail qui pourra être amélioré.

Les vins sont dégustés après un an de vieillissement en cave et en bouteilles par un collège de 32 dégustateurs comprenant des viticulteurs des différents vignobles étudiés, des techniciens, des œnologues et des négociants. Les étapes de la dégustation seront largement développées par ailleurs (ASSELIN et *al.*, 1983).

La fiche de dégustation comporte des critères plus ou moins élémentaires pouvant être séparés en trois grands groupes :

- œil ou vision
- nez ou olfaction
- bouche ou gustation.

auxquels s'ajoute un jugement d'ensemble sur la typicité du cépage.

Ces paramètres donnent lieu à une notation sur une échelle ordonnée d'amplitude variable. Ils sont référencés par un code et un numéro. Deux critères qui ne font pas appel à une notation ordonnée, sont analysés indépendamment. Il s'agit de la qualité des arômes par voie rétronasale et du jugement d'ensemble sur le plan olfactif.

Caractéristiques chimiques

Les principales caractéristiques chimiques du vin ont été déterminées (tableau V).

TABLEAU V

Résultats analytiques des vins de l'essai « Terroir » au moment de la dégustation - Récolte 1980

	IFON	I ING	3EL	ICHA	IPER	4EL	IVAU	2EL	ITUR	IROC	IBEN	IDAM	2BOUR	IPOY	IBOIS	2DAM	IDOM
Masse volumique à 20°	992.80	991.50	991.65	992.60	992.35	992.05	992.00	993.15	993.70	991.65	992.20	992.00	991.70	991.55	992.30	992.05	991.65
Extrait densimétrique	20.87	21.10	22.36	23.20	22.82	21.78	22.36	23.64	24.35	21.04	25.65	21.00	22.67	22.39	23.82	20.26	20.39
Degré alcoolique	10°00	11°22	11°45	10°93	11°03	10°92	11°17	10°63	10°40	11°03	11°72	10°70	11°50	11°55	11°35	10°45	10°80
Sucres g/l	1.00	0.95	1.00	0.97	1.00	0.80	1.05	0.90	1.10	0.95	0.90	1.20	1.25	1.25	1.10	1.05	1.30
SO_2 libre mg/l	6	8	6	6	6	6	12	8	6	6	8	8	8	10	6	8	8
SO_2 total mg/l	26	32	30	32	28	32	36	32	30	30	46	32	30	38	30	30	34
Acidité volatile H_2SO_4/l	0.29	0.30	0.28	0.27	0.26	0.38	0.35	0.38	0.42	0.31	0,35	0,36	0,31	0,28	0,41	0,30	0,33
Acidité totale H_2SO_4/l	3.45	3.75	3.70	3.05	3.92	3.70	4.05	3.95	4.10	3.45	4.50	3.70	4.30	3.75	4.25	3.82	3.90
pH	3.55	3.45	3.55	3.75	3.50	3.60	3.47	3.55	3.52	3.57	3.27	3.47	3.35	3.55	3.42	3.40	3.32
Acide tartrique g/l	1.38	0.98	1.13	0.98	1.05	1.02	1.33	1.30	1.07	1.32	2.14	1.03	1.68	1.20	1.67	1.21	1.55
Rendement extraction Jus de goutte % après macération	15.70	18.70	19.00	14.30	19.90	16.20	17.50	13.10	15.10	15.00	17.70	15.40	19.00	17.40	16.60	14.20	14.10
Intensité colorante	2.93	3.73	4.29	2.78	4.15	2.39	2.19	1.77	2.37	3.62	5.63	2.91	4.97	4.70	4.84	2.78	3.29
Nuance	0.67	0.59	0.59	0.81	0.57	0.72	0.67	0.65	0.67	0.71	0.56	0.62	0.55	0.62	0.62	0.59	0.62
Polyphénols totaux en g acide gallique/l	0.75	0.69	0.95	0.74	0.87	0.83	0.94	0.75	0.64	0.99	0.68	0.73	0.93	0.88	0.90	0.82	0.79
Degré ionisation %	11.45	13.80	12.70	7.96	12.96	14.66	9.91	8.29	12.42	11.27	51.98	20.61	18.90	14.48	19.96	9.29	15.86
Degré polymérisation %	24.52	20.90	23.14	24.21	29.09	43.63	22.39	25.47	25.86	28.06	70.33	52.07	29.24	20.64	49.60	36.49	25.98
monomères %	74.18	74.62	78.95	76.66	77.58	63.36	80.63	80.00	78.18	74.07	40.73	59.79	75.92	80.22	58.11	66.14	81.88
polymères rouges %	21.60	20.38	15.95	13.79	18.20	31.88	16.01	17.01	19.18	17.04	48.94	33.42	20.74	16.83	32.24	28.84	15.22
polymères bruns %	2.35	2.54	5.08	9.50	4.24	4.71	3.32	3.10	2.68	4.44	10.32	6.88	3.28	2.95	9.65	5.03	2.97
Anthocyanes mg/l	183.54	206.30	254.09	180.35	248.17	158.50	179.89	121.17	143.93	184.44	110.70	167.15	208.57	251.82	185.36	169.88	167.60

FICHE DE DEGUSTATION « ACTION TERROIR »

OEIL OU VISION

1 OI INTENSITE : 0, 1 - faible
2 - moyenne, 3 - forte

2 OL LIMPIDITE : 0 - non, 1 - oui

3 ON NUANCE : 0, 1 - jaune
2 - rouge, 3 - violet

NEZ OU OLFACTION

odeur - voie directe

4 NOI INTENSITE : 0 - mauvaise, 1 - faible,
GLOBALE : 2 - moyenne, 3 - forte

5 NOQ QUALITE : 0 - défaut, 1 - grossier-commun,
2 - fin-élégant, 3 - très fin

arômes voie rétrosanale

6 NAI INTENSITE : 0 - nulle, 1 - faible
2 - moyen, 3 - fort

7 NAP PERSISTANCE : 0 à 15 secondes après
AROMATIQUE (caudalies) : avoir craché

8 NAQ QUALITE DES AROMES : 0 - défaut, 1 - grossier-commun
2 - fin-élégant, 3 - très fin

BOUCHE OU GUSTATION - APPRECIATION GLOBALE

9 BIA INTENSITE D'ATTAQUE : 0 - nulle, 1 - faible,
2 - moyenne, 3 - forte

10 BIF INTENSITE DE FIN DE BOUCHE : 0 - nulle
1 - faible
2 - moyenne
3 - forte

JUGEMENT D'ENSEMBLE

11 TC TYPICITE DU CEPAGE : 0 - atypique, 1 - moins typique
2 - moyen, 3 - typique

OBSERVATIONS

FICHE DE DEGUSTATION : « ACTION TERROIR »			
12 OS	IMPRESSION DE SURFACE : 0, 1 - faible, 2 - moyenne, 3 - forte		
13 ONU	NUANCE : 0, 1 - groseille, 2 - cerise, 3 - rubis, 4 - rubis intense, 5 - grenat 6 - pourpre.		
14 NOIN	INTENSITE : 0, 1 - fermé, 2 - discret-subtil, 3 - ample		
15 NOQFU	QUALITE - FRUITE : 0, 1, 2, 3,		
16 NOQFO	FLORALE : 0, 1, 2, 3,		
17 NOQE	EPICEE : 0, 1, 2, 3,		
	DEFAUTS : H_2S, moisi, acétate d'éthyle, bouchon, croupi... QUALITE - odeur de marc (bretonné) - noyau DES - cassis - framboise AROMES - poivre - tabac - pruneau - violette		
18 BAC	ACIDE : 0, 1, 2, 3, 4, 5,		
19 BAS	ASTRINGENT : 0, 1, 2, 3, 4, 5,		
20 BAL	BRULANT (alcool) : 0, 1, 2, 3, 4, 5,		
21 BE	EQUILIBRE ENTRE LES 3 DOMINANTES : 0, 1, 2, 3,		
22 BAG	HARMONIE - STRUCTURE 0, 1 - creux 2 - mince 3 - battu 4 - lié 5 - fondu 6 - volumineux		
	fleur fruit végétal vert végétal sec empyreumatique		
	OBSERVATIONS		

Tous ces vins sont exempts de sucres fermentescibles et ont terminé leur fermentation malolactique.

Les degrés alcooliques sont compris entre 10 ° et 11 ° 70, et pour onze d'entre-eux entre 10 ° 50 et 11 ° 50.

Les teneurs en anhydride sulfureux libre et total sont très voisines et faibles, en accord avec le type de vin produit. Les acidités volatiles sont normales.

Pour la région de production, le Val de Loire, ce sont des vins peu acides. Les pH sont normaux, de même que les teneurs en acide tartrique.

Seul 1BEN se différencie du groupe. Il contient une grande quantité d'acide tartrique et par conséquent son acidité totale est supérieure à celle des autres vins. On peut aussi noter que ce vin, dont la teneur en anthocyanes est faible, l'intensité colorante élevée, a un fort degré de polymérisation, en particulier au niveau des polymères rouges. 1DAM et 4EL présentent aussi cette particularité à un degré moindre. Enfin, 1BEN est le vin le plus riche en polymères bruns.

Il est possible que la teneur élevée en acide tartrique confère à 1BEN une certaine dureté, responsable du mauvais jugement des dégustateurs. D'autre part, la matière colorante instable, en voie de polymérisation, a pu contribuer visuellement et gustativement à déprécier ce vin.

On peut noter pour 2EL une faible teneur en anthocyanes accompagnée d'une intensité colorante peu élevée. Cette parcelle a produit peu d'anthocyanes. On retrouve ces caractères à un degré moindre dans la parcelle 1TUR.

TRAITEMENT DES DONNEES

Dans cet article, nous nous limitons à la description et au traitement des données sensorielles, ne faisant référence qu'occasionnellement aux analyses chimiques. Telles qu'elles sont recueillies, ces données peuvent être rangées dans un tableau à trois dimensions : 19 vins, 32 dégustateurs et 22 variables.

A partir de ce tableau, nous avons agrégé les 32 dégustateurs pour obtenir un tabeau à deux dimensions croisant les 19 vins et les 22 variables. Son terme général x (i, j) est la moyenne des notes attribuées par les 32 dégustateurs au vin **i** du point de vue de la variable **j**.

Rappelons que les variables peuvent être regroupées en trois ensembles qui correspondent aux trois sens mis en jeu lors de la dégustation (vision, olfaction, gustation). Dans les traitements statistiques, nous équilibrons le rôle de ces trois groupes. Enfin, l'une de ces variables ne se réfère à aucun sens particulier : l'appréciation de la typicité, par rapport au cépage. Elle n'interviendra pas directement dans les calculs.

Tableau des données brutes

(i,j,k) est la note attribuée au vin **i**,
pour la variable **j** par le dégustateur **k**.

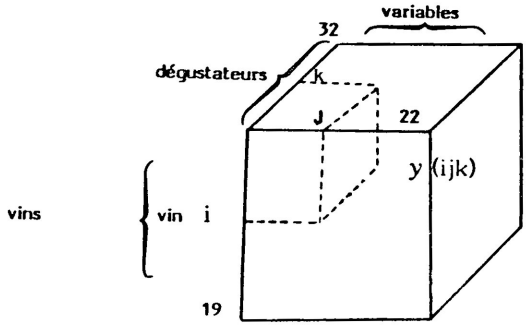
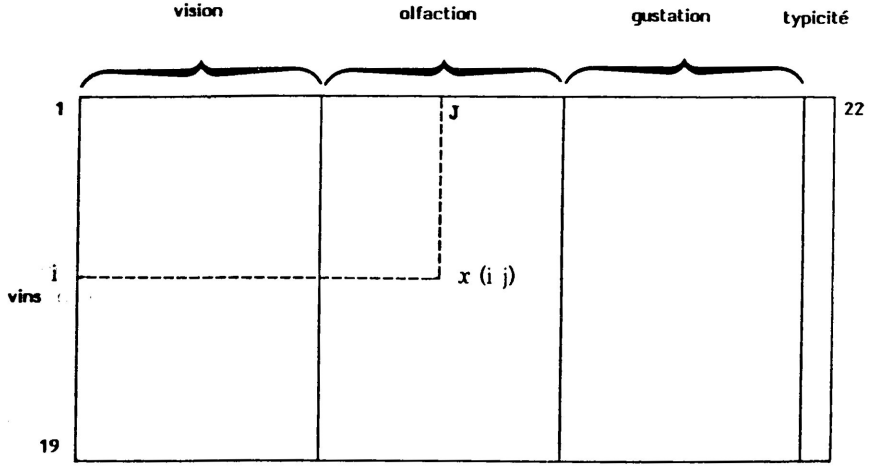


Tableau des données agrégées



L'objet de l'étude de ces données est d'abord la caractérisation organoleptique des 19 vins. La démarche adoptée comprend schématiquement trois étapes :

a) Mise en évidence des relations entre les variables (en particulier, par le calcul de variables synthétiques),

b) Typologie des vins,

c) Illustration des types de vins (obtenus en b) à l'aide de quelques variables (choisies à partir de a).

Les méthodes regroupées classiquement sous le terme d'Analyse Factorielle correspondent parfaitement à cette démarche.

De nombreuses Analyses Factorielles ont été réalisées sur le tableau brut comme sur le tableau agrégé. Toutes ont conduit à des résultats concordants, ce qui est dû à la structure très forte des données. Nous présentons ici quelques résultats de l'Analyse Factorielle Multiple (ESCOFIER et PAGES, 1982) particulièrement bien adaptée aux tableaux multiples. Plus précisément, afin de ne pas alourdir ce texte par des considérations de technique statistique, nous ne décrirons que le premier plan factoriel représentant les vins et les variables issus de l'analyse du tableau agrégé. En effet, ce plan s'interprète comme celui de l'Analyse en Composantes Principales Normées dans laquelle, à priori, l'influence des groupes de variables est rendue constante. Nous adoptons pour cette interprétation le point de vue de l'Ecole Française d'Analyse des Données tel qu'il est décrit dans LEBART et *al.* (1977).

Signalons que, dans l'année étudiée (1980), 2 parcelles (2BEAU, 2ING) n'ont pu être récoltées. Aux 17 vins restants, soumis à la dégustation, s'ajoutent deux autres vins, dits vins témoins. Enfin, en raison de son caractère très particulier, le vin 1BEN intervient en élément supplémentaire.

CARACTERISATION DES VINS

Elle se fonde sur la représentation factorielle des vins vus au travers des trois groupes de variables (fig. 1).

1. Interprétation générale des facteurs

Nous nous limitons aux deux premiers facteurs qui correspondent à des pourcentages d'inertie respectivement de 68 p. 100 et 13 p. 100.

La plupart des variables sont corrélées positivement avec le **« premier facteur »**. Mais ce sont les variables d'intensité visuelle, olfactive ou gustative qui possèdent les plus forts coefficients de corrélation. On peut appeler ce facteur : **« puissance du vin »** au sens de la fiche. En effet, ce terme est habituellement utilisé par les dégustateurs pour qualifier l'ensemble des intensités olfactives et gustatives. Le plan factoriel indique que, au moins dans cet échantillon, les variables se référant à la vision, exceptée la limpidité, sont très liées à la puissance au sens usuel du terme ; le facteur **« puissance du vin »** mis en évidence par l'analyse statistique intègre ces variables visuelles.

On peut quantifier le rôle des trois sens dans la construction de ce facteur par leur contribution à l'inertie. Ces contributions sont respectivement 32 p. 100, 34 p. 100 et 34 p. 100. Les trois sens ont une importance équivalente dans ce que nous appelons ici **« puissance du vin »**.

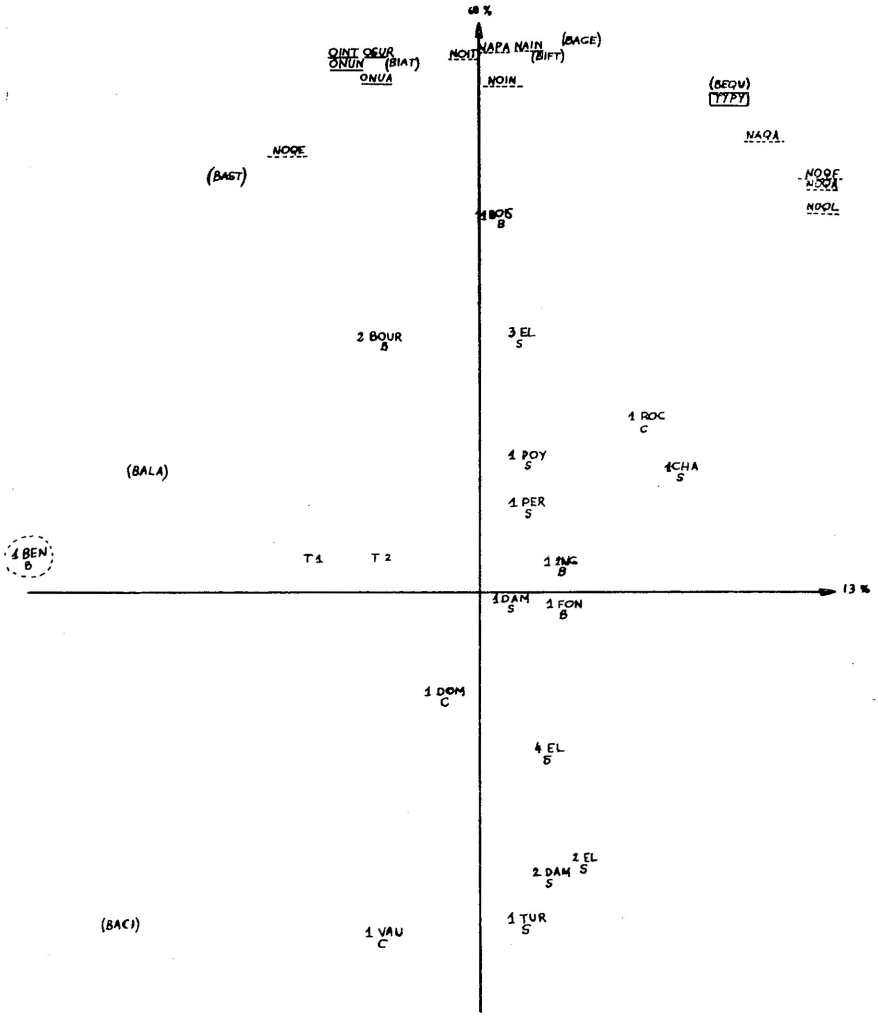


Fig. 1. — Analyse des critères organoleptiques et des vins en composantes principales
Récolte 1980

Le **« deuxième facteur »** oppose, d'une part, les qualités des arômes et l'équilibre gustatif à, d'autre part, l'astringence, le brûlant et l'acidité. Nous résumons cette opposition par le terme **« finesse »** au sens que possède ce mot dans la dénomination « vin fin ». Ce facteur oppose les vins « fins » (présentant une bonne qualité d'arômes et n'étant pas qualifiés d'astringents, de brûlants ou d'acides) à des vins « grossiers » (présentant une « mauvaise » qualité d'arômes et étant qualifiés d'astringents et/ou de brûlants, et/ou d'acides). La variable « qualité épicée » constitue une exception : elle est plutôt liée aux vins « grossiers ». Ceci est peut-être en relation avec le fait que le caractère épicé est rarement associé au Cabernet franc.

Seules l'olfaction et la gustation interviennent dans ce deuxième facteur, ce qui confirme leur contribution à l'inertie, respectivement de 37 p. 100 et 51 p. 100. Remarquons toutefois que les 12 p. 100 restants, dûs à la vision, présentent une particularité : toutes les variables (exceptée la limpidité) relatives à ce sens sont corrélées négativement à ce deuxième facteur. Il semble, mais ce n'est qu'une présomption compte tenu de la faible valeur des coefficients de corrélation, qu'une forte intensité visuelle et surtout une nuance violette soient associées plutôt à des vins peu fins.

Il importe de bien souligner que ces deux facteurs **puissance** et **finesse** sont indépendants. Ils représentent bien l'ensemble des variables puisqu'ils rendent compte de 81 p. 100 de la variabilité des données. Toutefois, le premier facteur reste largement prépondérant et c'est à lui que nous accordons le plus d'importance dans le commentaire.

Enfin, la tradition accorde une valence à ces deux facteurs : au moins en ce qui concerne ce type de vin, on considère généralement que les meilleurs vins possèdent une grande puissance et une grande finesse. Dans un strict objectif de caractérisation des vins, cette remarque n'est pas indispensable ; nous nous sommes d'ailleurs attachés, dans la conception de la fiche de dégustation, à éviter les références hédoniques. Toutefois, elle enrichit l'interprétation. Par exemple, selon cette optique, la position de « typicité » du cépage est cohérente : les dégustateurs ont considéré un vin comme d'autant plus typique qu'ils l'ont jugé puissant et fin. La typicité se réfère à un vin idéal et non à un vin moyen.

2. **Caractérisation des vins à partir d'une typologie**

Le plan factoriel réalise une synthèse entre les variables. Caractériser un vin par les 22 variables revient à examiner sa position sur le plan factoriel. Pour expliciter cette position, nous effectuons un retour aux données de base en indiquant pour un vin les modalités qui le caractérisent. Le plan factoriel joue ici le rôle précieux de guide de lecture du tableau des données : il suggère des regroupements de vins semblables (car proches sur le plan) et indique leurs caractéristiques (par le biais des corrélations entre variables initiales et facteurs).

Nous distinguons 6 groupes de vins. Ce découpage présente une part d'arbitraire, sans influence sur la nature des résultats, mais simplifie considérablement l'exposé.

• Les vins des parcelles 1BOIS, 3EL et 2BOUR présentent les coordonnées les plus fortes le long de l'axe 1 et apparaissent comme les plus puissants. Ils ont obtenu de fortes notes pour la majorité des critères. Leur nuance est jugée soit « rubis intense », soit « grenat », leur persistance aromatique forte et l'intensité olfactive de « subtil à ample ». Les dégustateurs leur trouvent une forte intensité d'attaque et de fin de bouche.

Ces vins ont un bon équilibre et une structure qui varie de « fondu » à « volumineux ».

• Les vins 2EL, 2DAM, 1TUR et 1VAU s'opposent, du point de vue de l'axe 1, au groupe précédemment cité et apparaissent comme les vins les moins puissants. Ils présentent une faible intensité visuelle et une nuance « groseille ». L'intensité globale olfactive est considérée comme « faible » et « fermé » (1VAU) à « moyenne » et « discret » (2EL, 1TUR, 2DAM). A l'ntérieur de ce groupe, 1VAU se distingue par sa coordonnée négative le long du deuxième axe, c'est-à-dire une absence de finesse. Il est considéré comme peu équilibré et ne présentant aucune qualité aromatique : il est jugé « grossier », les trois autres étant qualifiés de « commun » à « fin ».

• Les vins 1POY, 1ROC et 1CHA possèdent une coordonnée assez forte le long de l'axe 1. Ce sont des vins assez puissants. Leur nuance est rubis intense. Au niveau gustatif, ils apparaissent comme liés et bien équilibrés. Les vins 1ROC et 1CHA possèdent la plus forte coordonnée le long de l'axe 2, c'est-à-dire la plus grande finesse ; leurs arômes sont plus caractérisés par leur qualité que par leur intensité. Ils ont aussi été jugés comme très typiques du cépage Cabernet franc.

• Les vins 1PER, 1ING, 1FON, 1DAM apparaissent comme moyens du point de vue de l'ensemble des caractères. On peut rattacher à ce groupe les vins témoins malgré leur manque de finesse.

• 4EL et 1DOM sont caractérisés par une puissance plutôt faible et une finesse moyenne. Leur nuance varie de « groseille » (4EL) à « cerise » et « rubis » (1DOM). Leur intensité olfactive est ressentie de « faible » ou « fermé » à « moyenne » ou « discrète ». Les dégustateurs ont attribué une note florale à 4EL qui contribue à séparer cette parcelle de 1DOM le long de l'axe de finesse. Enfin, ces vins se révèlent plutôt mal équilibrés et de structure « mince ».

• 1BEN constitue un groupe à lui tout seul. De puissance moyenne, ce vin est excessivement mal jugé du point de vue de la finesse. Il est noté comme très acide, très astringent, très brûlant et absolument pas équilibré, ce qui explique sa très faible coordonnée le long de l'axe 2.

Quant à sa position moyenne le long du premier axe, elle résulte du compromis entre une intensité visuelle très (trop ?) forte et une intensité olfactive très faible.

Ce vin peut être considéré comme une anomalie, ce que confirme l'examen des résultats analytiques (tableau V).

La mise en supplémentaire de ce vin diminue l'inertie du deuxième facteur, mais lui confère plus de généralité (l'analyse de ce même tableau, dans laquelle 1BEN intervient en élément actif, donne les mêmes résultats, au pourcentage d'inertie près).

3. Liaison entre la caractérisation des vins et leur origine

Cette phase se situe à un niveau exploratoire. En effet, même en utilisant certains résultats de l'année 1979, les données sur lesquelles s'appuie cette phase sont peu nombreuses (17 parcelles). Or, le suivi très fin de ces parcelles, comprenant des mesures dont l'analyse dépasse le cadre de cette présentation, en limite le nombre. Seules, des observations répétées au cours de plusieurs années, dans des conditions climatiques différentes, permettraient de dépasser ce stade exploratoire. Ainsi les considérations qui suivent constituent plus des hypothèses que des résultats généraux.

Les vins appartenant à une même sous-région (S=Saumur, C=Chinon, B=Bourgueil) sont très dispersés sur le plan factoriel. L'appartenance à une sous-région viticole n'est pas liée aux principaux facteurs de variabilité de ces vins. Un résultat identique a été obtenu en 1979 (même s'il le suggère, ce résultat n'implique pas en toute rigueur qu'il soit impossible de reconnaître la sous-région dont est issu un vin ; en effet, il est toujours possible d'imaginer l'existence d'une variable qui n'aurait pas été prise en compte par la fiche). Le rendement ne semble pas lié aux principaux facteurs de l'analyse. Ainsi les 2 parcelles (1TUR, 1ROC), affectées des rendements significativement les plus faibles sont très séparées sur le plan factoriel.

Certains vins sont bien jugés par les dégustateurs (1BOIS, 2BOUR, 3EL, 1POY, 1ROC et 1CHA). Ceux-ci proviennent de parcelles situées sur des séquences écogéopédologiques différentes. Au moins, pour l'année 1980, le privilège de la qualité et de la typicité ne revient pas à un seul type de séquence.

Les vins les plus mal jugés (1VAU, 1TUR, 2DAM, 2EL) proviennent de séquences différentes.

Parmi les vins issus des 6 parcelles appartenant à la séquence de référence définie (tableau I), 3 ont été très bien jugés (1BOIS, 2BOUR, 1POY), l'un moyennement (1DAM) et les deux autres très mal (2DAM, 1BEN). Ce résultat semble au premier abord assez négatif puisque ces terroirs appartiennent à une même séquence qui possède à priori de bonnes potentialités viticoles. En réalité, il faut se rappeler que le terroir n'est que l'un des facteurs de la qualité du vin. Cet essai vise à éliminer l'influence des autres facteurs, mais ne peut prétendre à une réussite parfaite. C'est ainsi que pour 1BEN nous nous demandons si un accident (vinification ?) n'est pas à l'origine de sa position anormale sur le plan factoriel, et pour 2DAM une importante coulure à l'origine de sa mauvaise qualité. Si l'on excepte ces deux cas, les terroirs appartenant à la séquence de reférence ont conduit à des vins de bonne qualité. L'hypothèse de la séquence est donc plutôt confirmée par l'examen des résultats 1980.

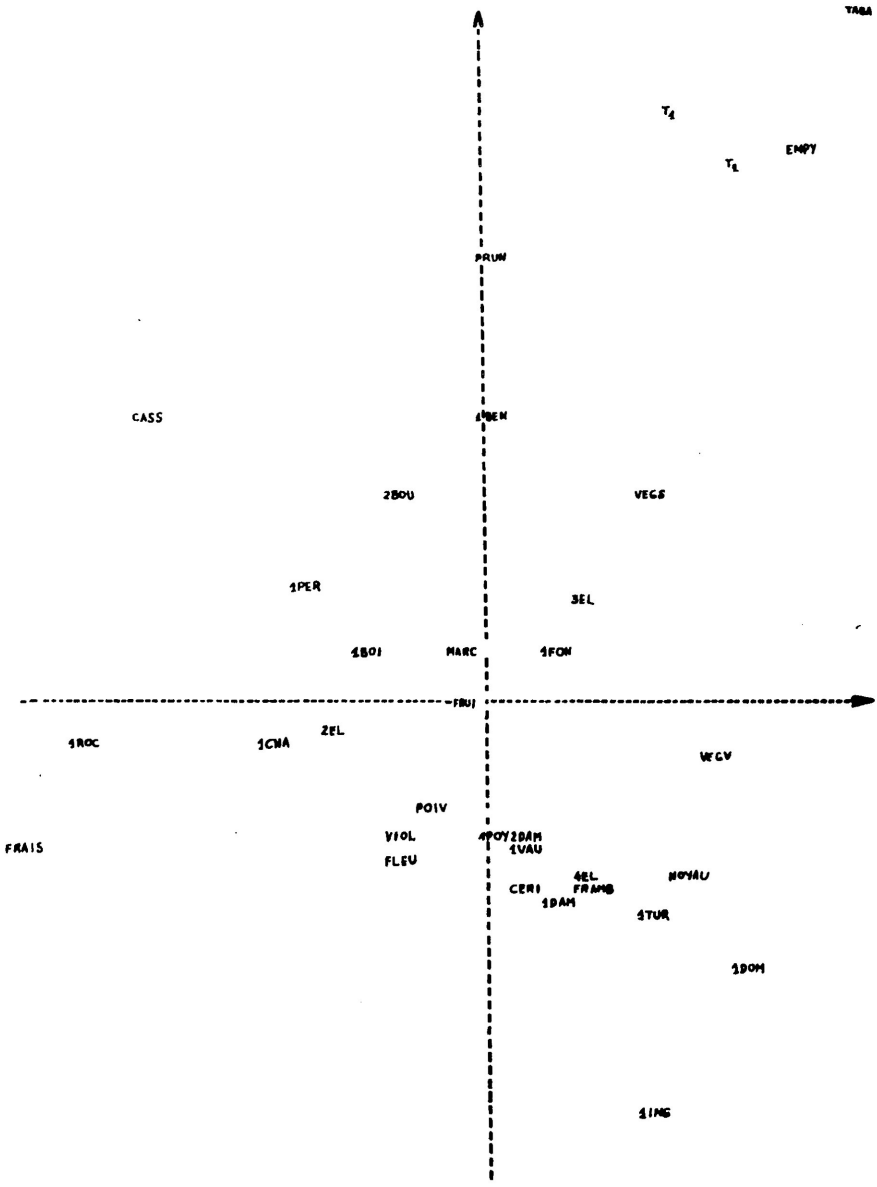


Fig. 2. — AROMES 1980 — Axe horizontal 2 — Axe vertical 1

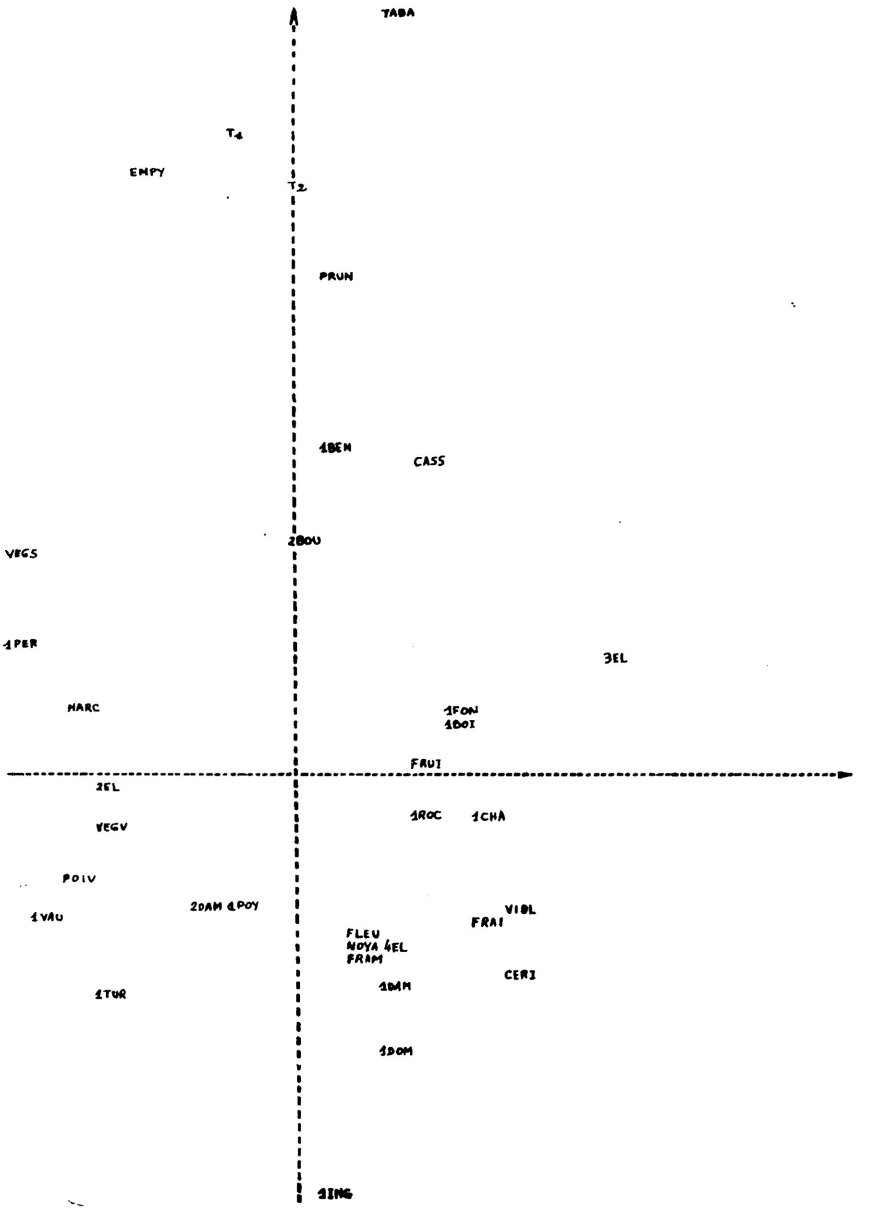


Fig. 3. — AROMES 1980 — Axe horizontal 3 — Axe vertical 1

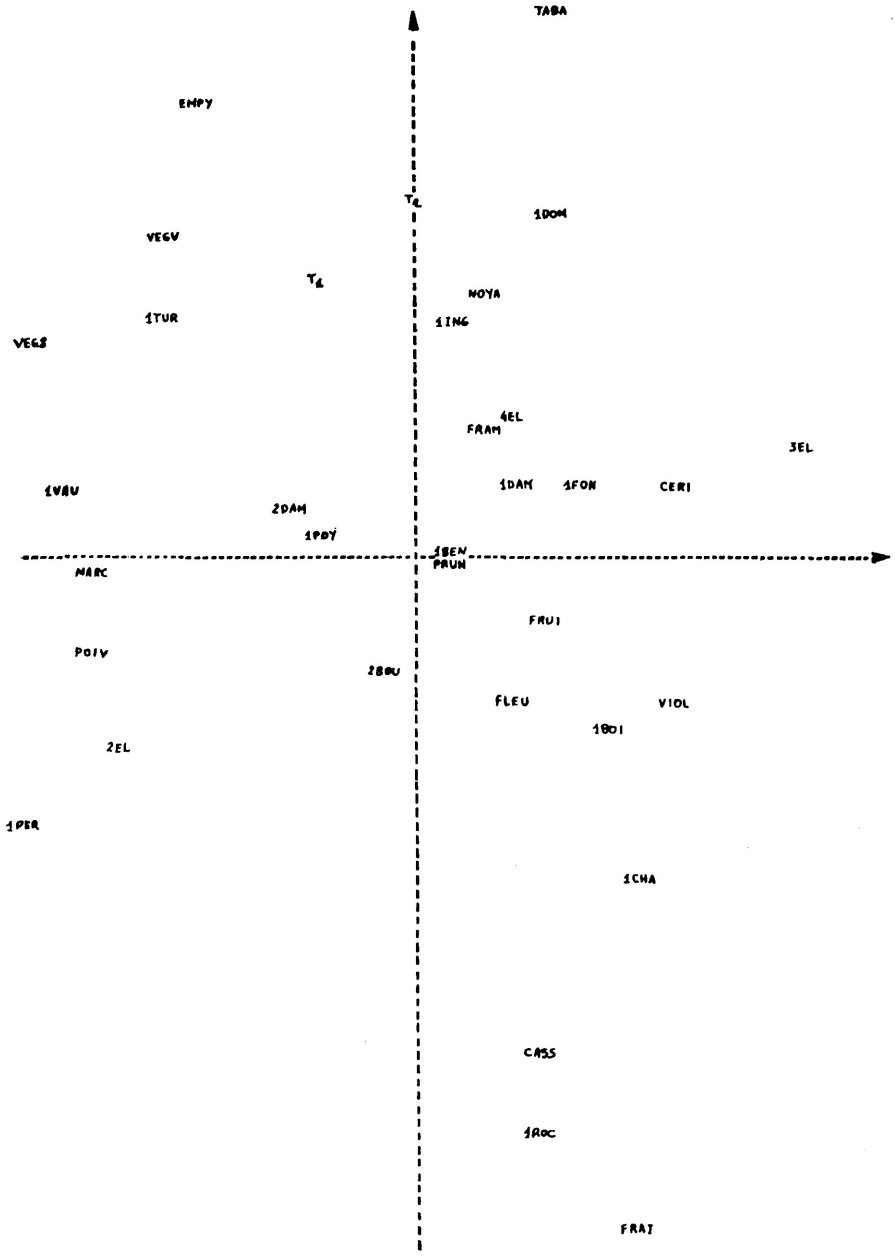


Fig. 4. — AROMES 1980 — Axe horizontal 3 — Axe verticle 2

Ces considérations montrent le caractère exploratoire de l'interprétation de résultats obtenus sur une seule année.

4. Les arômes — Jugement d'ensemble et qualité

Le jugement d'ensemble fait ressortir la qualité fruit comme caractère dominant de l'essai.

Sur les plans issus de l'analyse factorielle des correspondances, on peut noter que le groupe « empyreumatique - végétal sec » s'oppose au groupe « fruit - fleur » (fig. 2, 3, 4).

De même, la qualité « tabac - pruneau » s'oppose à la qualité « framboise - cerise - noyau - violette ».

Sur les 3 plans factoriels, les témoins sont associés à « tabac et empyreumatique ».

1BEN, qui n'a obtenu aucun jugement caractéristique, se trouve éloigné des dominantes citées et de ce fait paraît se rapprocher de la qualité « pruneau », ce que confirme le tableau des données brutes.

Les vins 1PER, 1VAU et 2EL sont caractérisés par le « poivre » et le « marc », 2BOUR, 1CHA, 1ROC, 1BOIS, par le « cassis » et 1ING par la « framboise ».

Cet arôme « framboise » a été le plus souvent cité ; serait-il caractéristique du cépage et non du terroir ?

CONCLUSION

Après avoir défini une méthodologie d'étude du milieu viticole (aspects géologique, pédologique, climatique), les premiers résultats obtenus dans le cadre de l'essai Terroir ne nous permettent pas de dépasser la phase descriptive. A ce stade de l'étude, seule l'influence globale de chaque séquence écogéopédologique sur les caractéristiques du vin peut être dégagée.

Il apparaît nécessaire de préciser le rôle de certains facteurs ou groupes de facteurs, d'expliquer quels sont les critères prépondérants sur la qualité du vin et leur mode d'action.

L'analyse sensorielle (outil indispensable dans ce genre d'étude) est difficile à manier tant au niveau de la dégustation qu'à celui de l'interprétation des résultats. Le traitement des données par l'analyse multidimensionelle tel qu'il a été effectué dans ce travail permet une approche globale de l'influence des milieux sur la qualité des vins. Des conclusions rigoureuses ne pourront être dégagées qu'après plusieurs années d'études prenant en compte une gamme de variabilité climatique suffisante.

Manuscrit reçu le 29 avril 1983 ; accepté pour publication le 1er août 1983.

RESUMÉ

Une méthode originale de caractérisation d'une région viticole est testée dans la Moyenne Vallée de la Loire (Saumur, Chinon, Bourgueil). Elle repose sur la notion de séquence écogéopédologique qui intègre la totalité des facteurs naturels du milieu (géologique, pédologique, mésoclimatique). Dans un essai mis en place, depuis quatre années, une vingtaine de parcelles expérimentales donnent lieu à un suivi agronomique, phytotechnique et technologique. La première phase de cet essai, essentiellement descriptive, permet, grâce à l'analyse sensorielle, une caractérisation des vins issus de différentes séquences.

SUMMARY

An original method for the characterization of wine-producing area was tested in the Moyenne Vallée de la Loire. It is based upon the idea of a sequence which integrates the totality of the natural factors (geological, pedological and climatic). About twenty experimental parcels have been controled continuously for four years in agronomical, phytochemical and technological respects. The first phase of this test, essentially descriptive, permits due to sensorial analysis, a characterization of wines issued from different sequences.

ZUSAMMENFASSUNG

Eine originale Methode um eine Weinregion zu karakterisieren, wird im Mitteltal der Loire ausprobiert. Sie benützt die Sequenzen die alle natürlichen Faktoren der Umgebung zusammenlegen. (geologisch, pedologisch, mesoklimatisch).

In einem Versuch, der nun schon 4 Jahre dauert, werden 20 Experimentalparzellen agronomich, phytotechnisch und technologisch verfolgt.

Der erste Teil dieses Versuches, ausgründlich nur heschreibend, erlaubt, dank der Sensoriumsanalyse, eine Karakterisierung der Weine, die von den verschiedenen Sequenzen herstammen.

RESUMEN

Se ha probado un método original de caracterización de una región viticola del Valle Medio del Loira (Saumur, Chinon y Bourgueil). Se basa en la noción de secuencia ecogeopedológica que integra la totalidad de los factores naturales del medio (geológico, pedológico, mesoclimático). En un ensayo « in situ », a lo largo de cuatro años, se ha realizado el seguimiento agronómico, fitotécnico y tecnológico de una veintena de parcelas experimentales. La primera fase de este ensayo, esencialmente descriptivo, permite, gracias al análisis sensorial, la caracterización de los vinos resultantes de distintas secuencias.

RIASSUNTO

Un metodo originale di caratterizzazione d'una regione viticola é testata nella media valle della Loira (Saumur, Chinon, Bourgueil). Esiste con la nozione di sequenza ecogeopedologica che integra la totalità dei fattori naturali dell'ambiente (geologico, pedologico, mesoclimatico). In una prova messa in posto, quattro anni fa, una vintina di campi sperimentalit sono materia di un'osservazione agro-

nomica, fitotecnica, e tecnologica. La prima fasi di questa prova essenzialmente descrittiva permette grazie a l'analisi sensoriale una caracterizzazione dei vini derivati do differenti sequenze.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

ASSELIN C., MORLAT R., LEON Huguette, ROBICHET Jacqueline, REMOUE M., 1983. Méthode d'analyse sensorielle adaptée à la caractérisation des vins rouges issus de terroirs différents. Sciences des Aliments, **3** 1983, 245-263.

ASTRUC H., JACQUINET J.C. et HÉRITIER J., 1981. Un exemple de zonage synthétique : l'Aude. Séminaire Agrométéorologie/Vigne. Bordeaux. Numéro spécial *Vignes et Vins,* septembre 1982.

BECKER N.J., 1969. Phänologische Beobachtungen an Reben und ihre praktische Anwendung mur Gûtekartierung der Weibergslagen. *Die Wein. Wissenschaft,* **24**, 136-156.

BECKER N.J., 1977. Okologische kriterien für die abgrenzung des Rebgeländes in den nördlichen Weinbaugebieten *Die Wein. Wissenschaft,* **2**, 77-102.

BECKER N.J., 1978. Critères écologiques de la délimitation des vignobles septentrionaux. *Symposium international « Ecologie de la Vigne »,* Constantza, Roumanie, 507-511.

BECKER N.J., 1978. Recherches expérimentales sur l'influence du microclimat sur la composition des baies de raisin et de la qualité de la récolte. *Symposium international « Ecologie de la Vigne »,* Constantza, Roumanie, 113-121.

BECKER N.J. et KLEIN R., 1981. Transpiration und Blattemperaturen von Reben bei hochsommerlichen Kleinklima dreier Standorte im Kaisersthul. *Mitt. Klosterneuburg,* **31**, 190-199.

BRANAS J. et Coll., 1946. *Eléments de viticulture générale,* 400 p., E.N.S.A., Montpellier.

CARBONNEAU A., CASTERAN P. et LECLAIR Ph., 1978. Essai de détermination en biologie de la plante entière, de relations essentielles entre le bioclimat naturel, la physiologie de la vigne et la composition du raisin. Méthololologie et premiers résultats sur les systèmes de conduite. *Ann. Amélior. Plantes,* **28**, N° 2, 195-221.

CARBONNEAU A., 1980. Recherche sur les systèmes de conduite de la vigne. Essai de maîtrise du microclimat et de la plante entière pour produire économiquement du raisin de qualité. *Thèse Docteur-Ingénieur.* Université de Bordeaux II.

CARBONNEAU A., de LOTH Chantal et SMART R.E., 1981. Application à l'étude synthétique des principaux facteurs du milieu expliquant la hiérarchie des crus. Séminaire Agrométéorologie/Vigne. Bordeaux. Numéro spécial. *Vignes et Vins.* Septembre 1982.

CONSTANTINESCU G., 1967. Méthodes et principes de détermination des aptitudes viticoles d'une région et du choix des cépages appropriés. *Bull. OIV,* **441**, 1179-1205.

DUTEAU J., 1976. Le vignoble des côtes de Bourg. Les sols et le climat. Influence sur la croissance des sarments et sur la maturation des raisins. *Thèse Docteur 3e cycle.* Université de Bordeaux II.

ESCOFIER B. et PAGES J., 1982. Comparaison de groupes de variables définies sur le même ensemble d'individus. I.N.R.I.A., n° 149.

FREGONI M., 1977. Effets du sol et de l'eau sur la qualité de la vendange. *Symposium international sur la qualité de la vendange.* OIV, Cape Town, South Africa, 14-21 février 1977, 151-165.

GUILLOUX M., 1981. Evolution des composés phénoliques de la grappe pendant la maturation du raisin. Influence des facteurs naturels. *Thèse Docteur 3e cycle,* Université Bordeaux II

HIDALGO L., 1980. Caracterizacion macrofisica del ecosistema medio-planta en los vinedos espagnoles. *Minist. Agri.* Espagne.

HUGLIN P., 1978. Nouveau mode d'évaluation des possibilités héliothermiques d'un milieu viticole. *C.R. Acad. Agric.,* France, 1117-1126.

LEBART L., MORINEAU A. et TABARD N., 1977. *Quelques techniques de la description statistique,* 351 p. Dunod éd., Paris.

MORLAT R., 1977. Les caractères chimiques des sols dérivés des craies glauconieuses dans le vignoble saumurois. *C.R. Acad. Agric.,* 411-415.

MORLAT R., 1978. Contribution à l'étude des séquences géopédologiques sédimentaires du vignoble saumurois. Essai sur une méthodologie pour la caractérisation d'un milieu viticole de cru. *Connaissance Vigne et Vin,* **12**, N° 4, 219-243.

MORLAT R. et SALETTE J., 1981. Paramètres du milieu et caractérisation du terroir en zone viticole de cru. Application aux vignobles rouges de la Moyenne Vallée de la Loire. Séminaire Agrométéorologie/Vigne, Bordeaux, Numéro spécial *Vignes et Vins,* septembre 1982.

NOBLE A.C., 1979. Evaluation of Chardonnay wines obtained from sites with different soil compositions. *Am. J. Enol. Vitic.,* **30**, N° 3, 214-217.

RANKINE B.C., FORNACHON J.C.M., BOEHM E.N. et CELLIER K.M., 1971. Influence of grape variety, climate and soil on grape composition and on the composition and quality of table wines. *Vitis*, **10**, 33-50.

ROCHAIX M. et PONT M., 1978. Observations sur l'influence de quelques facteurs climatiques sur l'évolution de la maturation de trois cépages cultivés dans trois sites différents *Symposium international « Ecologie de la Vigne »*, Constanza, Roumanie, 667-674.

SAAYMAN D., 1977. Effets du sol et du climat sur la qualité du vin. *Symposium international sur la qualité de la vendange.* OIV, Cape Town, South Africa, 14-21 février 1977, 197-207.

SALETTE J., MORLAT R., PUISSANT A., ASSELIN C., LEON H. et REMOUE M., 1980. Recherche des relations entre le milieu écogéopédologique et le type de vin ; cas du vignoble rouge de la Moyenne Vallée de la Loire. Premiers résultats et principaux problèmes. *Colloque franco-roumain.* Relations sol/vigne, Bordeaux, 86-112.

SCIENZA A., FREGONI M. et BOSELLI M., 1979. Rapporté tra origine géologica del terreno e composizione polifenolica del vino di « Schiava » in Alto Adige. *Symposium international de la vinification en rouge,* Siklos, Hongrie, 22-23 novembre 1979.

SEGUIN G., 1970. Les sols viticoles du Haut-Médoc. Influence sur l'alimentation en eau de la vigne et sur la maturation du raisin. *Thèse Doctorat ès Sciences Naturelles,* 141 p., Bordeaux.

SEGUIN G., 1982. Influence des terroirs viticoles sur la constitution et la qualité des vendanges. *Bull. OIV,* **56**, N° 623, 3-18.

SMART R.E., 1976. Implications of the radiation microclimate for productivity of vineyards. *Ph. D. Thesis Cornell,* Univ. ITHACA, New-York, 174 p.

WINKLER A.J., 1962. *General Viticulture.*