INFLUENCE DE LA DURÉE DE MACÉRATION SUR LA CONSTITUTION EN POLYPHENOLS ET SUR LA DÉGUSTATION DES VINS ROUGES

M. BOURZEIX, J. MOURGUES, S. AUBERT (*)

Station d'Œnologie et de Technologie des Produits végétaux
Institut national de la Recherche agronomique
Narbonne

Cet article relate l'essai d'un protocole expérimental en microvinification, en vue de l'étude de l'influence de la durée de macération sur la constitution et les caractéristiques gustatives d'un vin rouge.

Les résultats essentiels portent, d'une part, sur la relation entre les qualités gustatives et les teneurs en certains polyphénols et, d'autre part, entre l'état d'oxydoréduction des vins et leur stabilité.

Il apparaît aussi que les polyphénols ne sont pas les seuls systèmes d'oxydoréduction prépondérants.

A. - INTRODUCTION

L'augmentation de la teneur des vins en matières colorantes et tanniques par macération de la vendange a fait l'objet de nombreuses études avec des conditions et des moyens très divers, (FLANZY et POUX, 1958 ; RIBÉREAU-GAYON et NEDELCHEV, 1965).

Le présent travail, effectué à l'échelle de la microvinification, a pour objectif essentiel de confronter des indices classiques de constitution des vins en composés phénoliques avec des mesures plus originales dont la représentativité des caractères organoleptiques des vins est encore mal précisée.

On associe généralement l'accroissement du goût « tannique » des vins avec l'augmentation de leur couleur obtenue par cuvaison d'une vendange rouge ; des anomalies à cette observation apparaissent pour les vins de plus longue macération. A couleur égale, une même vendange peut donner des vins plus ou moins « astringents ». L'extraction maximale des colorants est réalisée avant celle des tanins totaux.

(*) Travail réalisé avec la colloboration technique de N. HEREDIA.

Pour une matière première donnée, il serait intéressant de situer la qualité gustative optimum des vins, généralement associée à une teneur moyenne en tanins, par rapport à des mesures de couleur ou à des indices de polyphénols plus représentatifs.

Les dosages individuels des anthocyanes et flavonols donnent, tout d'abord, des composants de la couleur, mais l'évolution de ces pigments est en relation avec d'autres substances réductrices, tanins leucoanthocyanique par exemple qui conditionnent leur stabilité au cours de la conservation du vin.

Le potentiel d'oxydo-réduction du vin est un autre repère qui est envisagé pour exprimer l'équilibre de constitution et, par suite, la qualité sur le plan gustatif. Des valeurs élevées de cette mesure traduisent, en effet, un vin oxydé et généralement inférieur sur le plan couleur et goût, aux échantillons à potentiel bas.

L'évolution en parallèle et les corrélations possibles entre cette mesure de l'état d'oxydoréduction du milieu et les différents indices de polyphénols examinés peut permettre de mieux préciser l'intérêt de cette méthode physico-chimique sur un plan pratique. En effet, cette méthode se prête bien à des contrôles continus au niveau des cuves industrielles et va dans le sens de l'automatisation des caves.

L'expérimentation proposée, réalisée sur de petits volumes, permet de multiplier les essais sans mettre en œuvre une matière première et des moyens importants qui imposeraient des cuvaisons exagérées et aléatoires pour la qualité des vins à valoriser (autofinancement des caves expérimentales).

B. - MATERIEL ET METHODES EXPERIMENTALES

1° - PROTOCOLE EXPERIMENTAL

Dans ces recherches nous nous limitons à un cépage commun, le Carignan noir et à une vinification en vendange éraflée pour faciliter un échantillonnage homogène. Les raisins proviennent du domaine expérimental I.N.R.A. de Pech-Rouge par Gruissan (Aude). Les baies sont prélevées, sans rafle à l'aide de ciseaux et homogénéisées à la main afin de faire des lots de trois kilogrammes chacun. Les raisins de chaque lot sont écrasés, puis introduits dans une bonbonne de quatre litres, préalablement remplie de gaz carbonique. Il n'y a aucun sulfitage.

Les dix échantillons sont mis à fermenter dans une salle conditionnée à température constante (25° C).

Le contenu de la première bonbonne est égoutté au bout de 24 h., celui de la seconde au bout de 48 h., ceux des autres successivement après 75 h., puis 4, 5, 6, 8, 11, 15 et 20 jours de macération.

Après égouttage le jus poursuit sa fermentation dans les mêmes conditions.

Les vins sont mis en bouteilles neuf semaines après (3 décembre). Les mesures sont faites à la mi-décembre de l'année suivante, c'est-à-dire sur les vins ayant un peu plus d'une année de conservation, ce qui est une durée normale de conservation avant consommation.

2° - DETERMINATIONS ANALYTIQUES

a) **Analyses courantes** : Les analyses courantes rapportées ont été prises dans l'ouvrage : « Analyse des Vins » de JAULMES (1951).

b) **Potentiel oxydo-réducteur** : Les mesures du potentiel d'oxydo-réduction sont faites à + 20° C, à l'aide d'un potentiomètre Photovolt, modèle 125, selon la technique DEIBNER (1966) modifiée (DEIBNER, MOURGUES, 1966).

c) **Polyphénols totaux :**

1 - **Indice de permanganate** : l'ensemble des composés phénoliques oxydables par le permanganate est exprimé par l'indice de permanganate (I Mn) selon la méthode de RIBÉREAU-GAYON et MAURIE (1942).

2 - **Indice au réactif de Folin-Denis** : la méthode spectrophotométrique adoptée par l' « Association of Official Agricultural Chemist » (1952,1955) permet d'exprimer les composés phénoliques totaux en fonction de leur pouvoir réducteur sur le réactif phospho-molybdo-tungstique. On mesure l'absorption sur la couleur bleue développée (760 nm). L'étalonnage de la technique est fait sur l'acide gallique (SINGLETON et ROSSI, 1965).

3 - **Matières tannoïdes totales** : les composés phénoliques du type catéchines et leucoanthocyanes, principalement, peuvent être dosés globalement grâce à leur absorption dans l'ultra-violet, au maximum situé dans la zone 275-280 nm (BATE-SMITH et SWAIN, 1953 ; GEISSMAN, 1955 ; RIBÉREAU-GAYON, 1957; FLANZY et POUX, 1958; RIBÉREAU-GAYON, 1970). Les courbes sont effectuées à partir des vins dilués au 1/50^{e} dans le

mélange éthanol-eau (50-50) à l'aide d'un spectrophotomètre JOBIN et YVON, type « Algérie », (cuves en quartz de 1 cm).

d) **Anthocyanes** : Les anthocyanes totaux sont dosés par deux méthodes proposées par RIBÉREAU-GAYON et STONESTREET (1965) :

— la méthode de dosage par différence de pH ;

— la méthode utilisant la réaction de décoloration avec le bisulfite de sodium.

Les valeurs spectrophotométriques (densités optiques) sont traduites en nombre de milligrammes d'anthocyanes par litre sur la base des courbes-étalons établies par ces auteurs.

e) **Flavonols** : Les flavonols totaux sont isolés par chromatographie sur couche mince de cellulose, (BOURZEIX et BANIOL, 1966), et dosés globalement, (BOURZEIX, 1967). En outre, la méthode d'isolement utilisée permet de suivre l'évolution qualitative des flavonols grâce à un examen des plaques, soit à la lumière ordinaire, soit à la lumière ultraviolette, avec et sans révélateur (NH_3).

f) **Leucoanthocyanes** : Les composés leucoanthocyaniques sont dosés par la méthode donnée par MASQUELIER, VITTE et ORTEGA (1959). Cette technique est adaptée à notre appareillage avec le mode opératoire suivant :

Le vin est désalcoolisé dans un évaporateur rotatif BREWER HOULIER à température inférieure à 65° C (contre 80° C dans la technique originale). Les formes les plus polymérisées sont précipitées par le chlorure de sodium.

En opérant avec un très léger excès de chlorure de sodium non dissous, un prélèvement pour dilution au 1/50^{e} avec de l'eau est fait directement sur le liquide surnageant limpide après centrifugation à 4000 g.

On effectue en parallèle les solutions suivantes :

1° - 5 ml vin désalcoolisé et relargué, dilué au 1/50^{e} + 5 ml acide chlorhydrique pur ;

2° - 5 ml vin pur au 1/50^{e} + 5 ml acide chlorhydrique pur ;
(Témoin à blanc : 5 ml eau + 5 ml acide chlorhydrique pur).

Les mesures colorimétriques sont effectuées à l'aide d'un spectrophotomètre JOBIN et YVON, (type « Algérie ») ; on prend le maximum à 550 nm.

L'augmentation d'intensité de la couleur rouge par chauffage, spécifique des composés leucoanthocyaniques, est faite en 30 minutes à 100° C.

Les mélanges précédents donnent, d'une part, les formes peu condensées (leucocyanidol) et, d'autre part, les leucoanthocyanes totaux. L'écart des deux valeurs exprime les formes polymérisées (leucotannoïdes).

Le graphique 3 rassemble les mesures effectuées sur 10 vins. En ordonnée sont portées les différences de densité optique (avant et après chauffage ; ces valeurs (diff. D.O. 550 nm) donnent un indice de leucoanthocyanes.

g) **Dégustation** : On a comparé les vins sur la base de trois critères de qualité gustative des vins rouges (la couleur a fait l'objet d'une étude particulière sous l'angle des « anthocyanes ») :

1 - bouquet ou odeurs particulières,

2 - souplesse ou acidité,

3 - finesse ou astringence.

La dégustation a été faite par les auteurs en attribuant une note globale traduisant l'harmonie et l'agrément de l'ensemble.

Test de tenue à l'air : La tenue à l'air permet de juger rapidement la stabilité des vins vis-à-vis des casses ou altérations biologiques. On place le vin à 35° C dans un verre recouvert d'une plaque de verre ; on observe au bout de quelques heures l'évolution de la couleur, d'un dépôt ou d'une pellicule en surface.

C. - RESULTATS ET DISCUSSION

Diverses réserves sont à faire avant toute confrontation et interprétation des résultats obtenus.

Tout d'abord, les conclusions que l'on peut tirer ne sont valables que pour le cépage étudié (Carignan), dans le cas d'une vendange éraflée, et pour une microvinification en bonbonne.

Le vin de goutte, seul analysé avec notre mode opératoire, ne représente pas les conditions pratiques. Néanmoins, on peut admettre qu'il traduit assez bien les composés phénoliques qui passent normalement dans les jus par diffusion en faisant abstraction de tout effet mécanique artificiel qui peut accentuer ou masquer ces phénomènes de macération.

Le tableau I groupe les résultats des analyses courantes. L'examen de ce tableau, et plus particulièrement des indices peu touchés par les phénomènes de macération (densité globale, degré alcoolique, sucres, acidités), tend à montrer que la matière première des 10 bonbonnes est sensiblement homogène et les conditions de déroulement des fermentations assez voisines sans levurage.

Néanmoins, ces quelques repères sur les vins faits ne permettent pas d'affirmer que la cinétique de chaque fermentation a été identique dans tous les cas.

Par ailleurs, l'influence de la fermentation alcoolique n'a pas été dissociée de la macération proprement dite des parties solides en milieu hydroalcoolique.

De plus, il faut rappeler l'imprécision relative de toutes les méthodes de dosage des composés phénoliques actuellement disponibles (RIBÉREAU-GAYON, 1968).

Ces remarques montrent qu'il faut être prudent dans les comparaisons entre les différents indices de composés phénoliques pour un échantillon pris isolément, ainsi que dans des interprétations hâtives.

On se bornera donc à ne considérer que le profil des courbes d'évolution des indices de comparaison choisis en analysant les similitudes ou les différences sur l'ensemble des points. Le parallélisme ou la divergence de ces courbes d'évolution devraient permettre de mieux préciser l'influence respective des divers groupes de composés phénoliques envisagés.

1° - ANALYSES COURANTES

L'examen des résultats rassemblés dans le tableau I permet de faire quelques remarques.

La densité au décuvage montre que c'est entre le 4e et le 5e jour que l'effet de la fermentation est le plus sensible (densité : 1081 à 1065). Après 15 jours de macération la transformation des sucres n'est pas encore

TABLEAU I

Influence de la durée de macération sur quelques résultats analytiques

Durée de macération	24 h.	48 h.	75 h.	4 j.	5 j.	6 j.	8 j.	11 j.	15 j.	20 j.
Densité des moûts au décuvage.	1087	1085	1084	1081	1065	1050	1035	1010	1004	993
Densité des vins (15° C)	991	992	991	992	992	992	991	992	992	992
Degré alcoolique	12°50	12°50	12°65	12°40	12°30	12°30	12°50	12°60	12°50	12°00
Extrait sec à 100° C	15,9	18,4	16,7	18	17,3	17,5	17,2	17,2	18,2	14,5
Sucres réducteurs (g par l)	1,00	1,10	1,30	1,30	1,40	1,50	1,50	1,60	1,80	1,70
Acidité totale (g H_2 SO_4 par l) .	3,1	3,4	3,1	3,7	3,2	3,1	3,2	3,1	3,3	3,4
Acidité volatile (g H_2 SO_4 par l).	0,53	0,37	0,34	0,37	0,43	0,49	0,39	0,41	0,49	0,75
pH	3,85	3,85	3,86	3,72	3,76	3,82	3,79	3,80	3,82	3,68

totalement terminée. Il faut retenir que la teneur en alcool du milieu intervient sensiblement sur la macération, à partir du 4e ou du 5e jour pour cette expérimentation. Les gradients sucre et alcool varient ensens inverse et on ne peut dire comment ils interviennent dans la diffusion des polyphénols dans le milieu. On se bornera donc à l'analyse du résultat global sur les vins finis.

Les analyses courantes effectuées ne font apparaître que de faibles variations entre les dix échantillons. En particulier, les extraits secs à 100° ont des écarts peu significatifs.

2° - COMPOSES PHENOLIQUES TOTAUX

On observe sur la figure 1 une augmentation progressive des polyphénols totaux jusqu'au 8e jour de macération ; puis, un palier. La chute des indices de l'échantillon à 20 jours est à noter, mais avec des réserves sur sa signification.

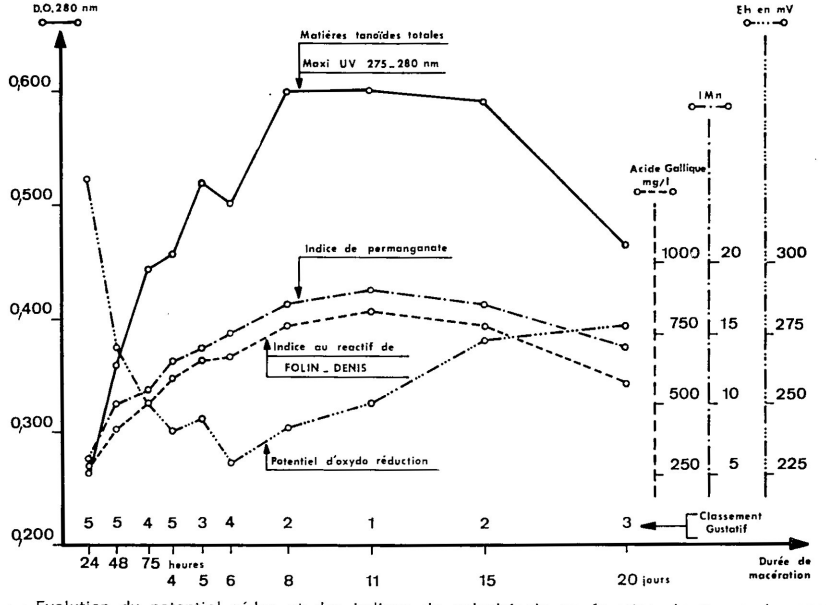


Fig. 1. — Evolution du potentiel rédox et des indices de polyphénols en fonction du temps de macération.

3° - POTENTIEL OXYDO-REDUCTEUR

On note sur les figures 1 et 2 une diminution importante du potentiel jusqu'au 4e jour de cuvaison, suivi d'un palier et d'une augmentation à partir du 11e jour.

Jusqu'à 6 jours de macération, le potentiel évolue en sens inverse des divers indices de polyphénols. On retrouve les constatations faites à ce sujet sur les potentiels de vins de goutte et de presse élaborés selon plusieurs techniques de vinification (DEIBNER et MOURGUES, 1964 : MOURGUES et al., 1967). Les vins riches en matières polyphénoliques possèdent des potentiels beaucoup plus bas que les vins de goutte correspondants (la durée de cuvaiton étant de l'ordre de 4 à6 jours dans ces précédentes expérimentations).

Au delà de 6 jours de macération, on observe une évolution vers un état moins réducteur malgré de fortes teneurs en polyphénols (vins de 8 jours, 11 jours et 15 jours). Les polyphénols n'apparaissent plus prépondérants dans les variations du potentiel rédox des vins.

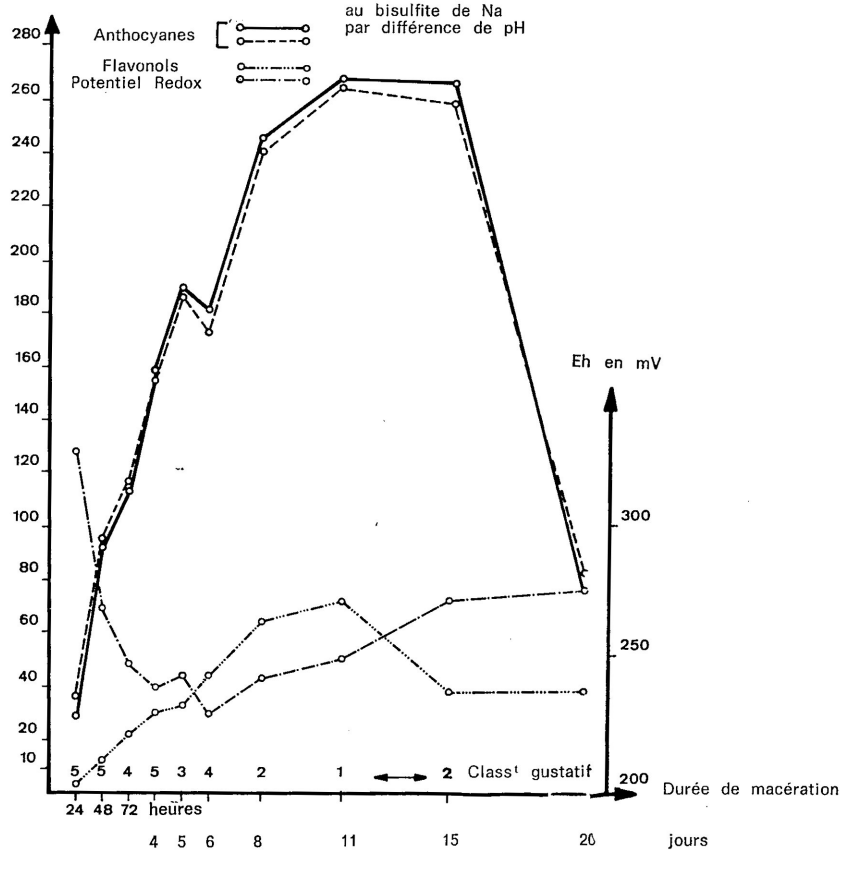


Fig. 2. — Evolution du potentiel rédox et des pigments anthocyaniques et flavonols en fonction du temps de macération.

4° - ANTHOCYANES

On note que les deux méthodes de dosage utilisées conduisent aux mêmes résultats. Les deux courbes d'évolution de la teneur en fonction Ede la durée de cuvaison (fig. 2)coïncident sensiblemnt. Il y a une augmentation très rapide de la teneur pendant les 8 premiers jours de macération. Le vin issu de 8 jours de macération contient 7,5 fois plus d'anthocyanes que le vin soutiré au bout de 24 heures. Ensuite, la dissolution des anthocyanes se ralentit ; les vins issus de 11 jours et de 15 jours de cuvaison contiennent sensiblement la même quantité d'anthocyanes. Dans le dernier échantillon, (20 jours de cuvaison), on observe une forte précipitation des colorants rouges dans les bouteilles. On retrouve seulement 33 p. 100 de la teneur en anthocyanes du vin précédent.

5° - FLAVONOLS

Comme dans le cas des anthocyanes, la teneur des vins en flavonols (fig. 2), augmente rapidement pendant les 8 premiers jours de macération : les vins de 8 jours et 11 jours de macération contiennent 20 fois plus de flavonols que le vin soutiré au bout de 24 heures. Par contre, dans les vins de 15 et de 20 jours, cette teneur a baissé de près de moitié. En examinant les deux types de pigments, on note une différence entre le comportement des anthocyanes et celui des flavonols. La chute des flavonols s'observe avant celle des anthocyanes.

Les vins étudiés contiennent quantitativement beaucoup moins de flavonols que d'anthocyanes. Le rapport flavonols/anthocyanes n'est pas une constante ; cette corrélation approximative montre que l'extraction de ces deux pigments est sous la dépendance de nombreux facteurs plus ou moins prépondérants selon l'échantillon.

Du point de vue qualitatif, on note dans tous les échantillons la présence de trois taches de flavonols aglucones (aux emplacements du quercétol, du myricétol et du kaempférol) et de deux taches de flavonols glucosides. L'évaluation des teneurs respectives peut faire l'objet d'un travail plus particulier ultérieurement ; toutefois, visuellement, il apparaît que la macération ne semble pas accentuer le phénomène d'hydrolyse des glucosides en aglucones.

6° - LEUCOANTHOCYANES

L'évolution des leucoanthocyanes totaux (fig. 3) suit approximativement celle des composés phénoliques exprimés par leur pouvoir réducteur (indice de permanganate et réactif de FOLIN-DENIS) et des matières tannoïdes totales (D.O. 280 nm).

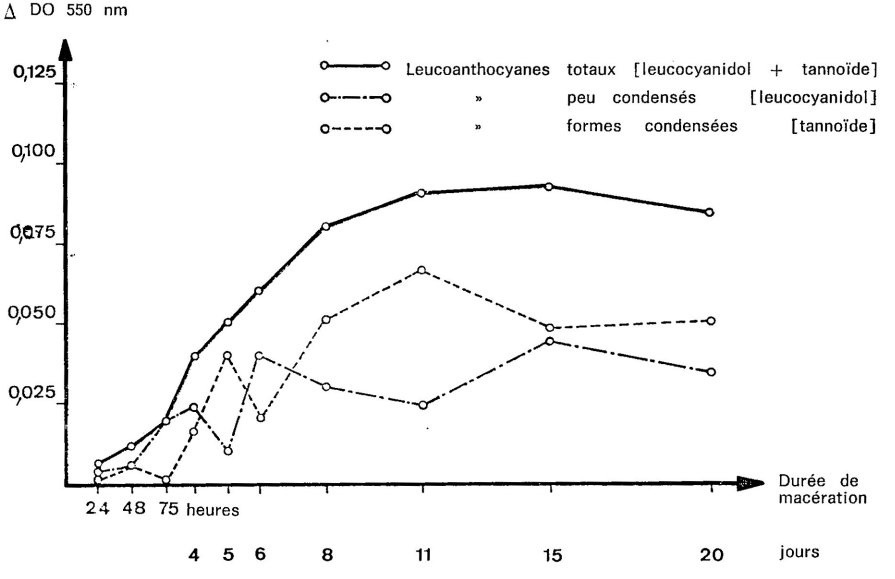


Fig. 3. — Evolution avec la macération des composés leucoanthocyaniques.

La prédominance des formes polymérisées ou peu condensées apparaît assez mal en fonction de la durée de macération. On sait que le rendement de transformation des leucoanthocyanes en cyanidol est faible (10 à 30 p. 100 selon SWAIN), surtout pour les formes polymérisées et ses variations restent sous la dépendance de facteurs encore mal connus.

Pour les quatre derniers vins, le rapport formes peu condensées et formes condensées évolue entre 30 p. 100 et 50 p. 100 ; ce qui est semblable aux valeurs données par MASQUELIER et al. (1969). L'interprétation des variations de ce rapport apparaît assez aléatoire dans le cas des phénomènes de macération et sur ces quelques mesures.

7° - DEGUSTATION

Le classement, avec les observations individuelles, (fig. 1 et 2) est le suivant :

1 - **Vin de 11 jours** : Agréable, un peu astringent mais souple.

2 - **Vins de 8 et 15 jours** : Bons, mais moins bouquetés, le second est chargé.

3 - **Vins de 5 et 20 jours** : Moins bouquetés, légèrement plus durs et le dernier est astringent (âpreté trop sensible).

4 - **Vins de 75 h. et 6 jours** : Moins ronds et moins agréables que les précédents.

5 - **Vins de 24, 48 h. et 4 jours** : Les moins souples, avec des goûts un peu douteux et de qualité très médiocre.

Nous n'avons pas trouvé de corrélation linéaire entre le classement des vins et le potentiel d'oxydoréduction. Néanmoins, cet examen montre que, pour cette expérimentation, la valeur du potentiel rédox la plus convenable serait voisine de 250 mV, mais cette remarque serait à confirmer sur d'autres essais.

On observe que les vins les meilleurs correspondent aussi aux valeurs les plus fortes des divers groupes de composés phénoliques, exception faite, peut-être, pour les leucoanthocyanes peu condensés qui expriment le mieux l'astringence.

Notons l'astringence particulière du vin à 20 jours alors que tous les indices sont plus faibles ; les mesures effectuées sont donc peu représentatives de cette caractéristique gustative.

8° - ESSAIS DE TENUE A L'AIR

Dans l'atmosphère ambiante ou en étuve à 30 - 35° C, ils montrent que tous les échantillons ont une bonne stabilité. On peut signaler une teinte légèrement plus jaune pour les échantillons à 24 et 48 heures, un dépôt plus important à partir du 6e jour de macération et un voile très fin en surface pour 15 et 20 jours. Les échantillons qui ont le moins évolué sont ceux qui ont le potentiel d'oxydo-réduction le plus bas en bouteille à l'abri de l'air.

CONCLUSIONS

Dans le cas du cépage Carignan noir et d'une vendange de la récolte 1965, pour l'expérimentation réalisée en microvinification et après un an de conservation des bouteilles analysées, on peut retenir plusieurs observations :

1° Les vins les mieux notés sur le plan du goût sont ceux qui ont les teneurs en polyphénols les plus élévées. L'indice le plus représentatif est celui qui exprime la teneur en matière tannoïde par mesure de la densité optique à 280 nm.

2° Les dosages spécifiques des anthocyanes, des flavonols, des leucoanthocyanes n'apportent pas de critères précis pour classer les vins gustativement. On peut cependant remarquer que pour des durées de macération suffisantes, les leucoanthocyanes peu condensés traduisent grossièrement l'astringence.

3° Le potentiel d'oxydo-réduction nous renseigne mieux sur la stabilité des vins que sur leur qualité gustative. Cet indice physico-chimique apparaît inversement proportionnel à la teneur en pigments et tannoïdes pour les cuvaisons inférieures à 6 jours. Pour de plus longues cuvaisons, d'autres facteurs que les polyphénols sont prépondérants dans l'ensemble des systèmes oxydoréducteurs des vins.

Ces premières conclusions devraient être confirmées sur des essais plus exhaustifs. Néanmoins, ce travail propose un protocole relativement simple pour, d'une part, étudier le phénomène de macération sur des vendanges variées et, d'autre part, tester divers indices mis au point pour exprimer la qualité des vins sous l'angle des composés polyphénoliques.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

BATE-SMITH E.C. et SWAIN T., 1953. **Chem. and Industry,** p. 377.

BOURZEIX M. et BANIOL P., 1966. L'isolement des flavonols du vin par **16,** n° 4, 349-355.

BOURZEIX M., BANIOL P., 1966. L'isolement des flavonols du vin par chromatographie sur couche mince de cellulose. **Ann. Technol. agric., 15,** n° 2, 211-217.

DEIBNER L. et MOURGUES J., 1964. Potentiel oxydoréducteur de quelques ducteur des jus de raisin et des vins. **Bull. off. internation. Vigne Vin, 39,** n° 421, 312-326.

DEIBNER L., MOURGUES J., 1964. Potentiel oxydoréducteur de quelques vins. **Industr. aliment. agric., 81,** n° 11, 1075-1080.

DEIBNER L. et MOURGUES J., 1966. Sur les caractéristiques des électrodes de platine destinées à la mesure du potentiel oxydoréducteur des jus de raisin et des vins. **Bull. off. internation. Vigne Vin, 39,** n°425-426, 929-931.

FLANZY M. et POUX Ch., 1958. Les possibilités de la microvinification. Application à l'étude de la macération. **Ann. Technol. agric., 4,** 377-401.

GEISSMAN T.A., 1955. Anthocyanins, chalcones, aurones, flavones and related water soluble plant pigment ; dans PEACH K. et TRACEY M.W. : Modern Method of plant analysis Springer Verlag, Berlin, **3,** p. 494.

JAULMES P., 1951. Analyse des Vins. Libr. Poulain, Montpellier.

MASQUELIER J. VITTE G. et ORTEGA M., 1959. Dosage colorimétrique des leucoanthocyanes dans les vins rouges. **Bull. Soc. pharm.** Bordeaux, 1959, **98,** 145-148.

MOURGUES J., BENARD P., FLANZY C., JOURET C., 1967. Potentiel oxydoréducteur et techniques de vinification en rouge. **Ann. Technol. agric., 16,** 333-347.

PRO M.J., 1952. Report on spectrophotometric determination of tanin in wines and whiskies. **J. Ass. off. agric. Chem., 35,** 255-257.

RIBÉREAU-GAYON P., 1957. Le leucocyanidol dans les vins rouges. **C.R. Acad. agric. Fr., 43,** 821-823.

RIBÉREAU-GAYON P., 1968. Les composés phénoliques des végétaux. Dunod Ed., Paris.

RIBÉREAU-GAYON P., 1970. Le dosage des composés phénoliques totaux dans les vins rouges. **Chim. anal., 52,** n° 6, 627-631.

RIBÉREAU-GAYON P et MAURIE A.,1958. Indice de permanganate des vins rouges dans Analyse et Contrôle des Vins, Libr. Polytechnique 1958, 320-2 et 1942, **Bull. off. internation. Vigne Vin, 15,** n° 150, 60. 1958, 320-2 et 1942, **Bull. off. internation. Vigne Vin, 15,** n° 150, 60.

RIBÉREAU-GAYON P. et NEDELTCHEV N., 1965. Discussion et application des méthodes modernes de dosage des anthocyanes et des tanins dans les vins. **Ann. Technol. agric., 14,** n° 4, 321-330.

RIBÉREAU-GAYON P. et STONESTREET E., 1965. Le dosage des anthocyanes dans le vin rouge. **Bull. Soc. chim. Fr.,** n° 9, 2649-2652.

SINGLETON V.L. et ROSSI J.A. Jr. 1965. Colorimetry of total phenolics with phosphomolybdic phosphotungstic acid reagents. **Amer. J. Enol. Vitic., 3,** 144-158.

TABLE DES MATIERES

Tome 4 - Année 1970

Acide. — Contribution à l'étude de l' — citramalique dans les vins. I. Identification, par M. G. DUBUS 399

Alcool-déshydrogénase. — Influence du taux d'activité de l'— des « levures de fleur » sur le vieillissement des vins, par Mme G. LLAGUNO et MM. M.J. FERNANDEZ, M.D. GARRIDO et J. GARRIDO 123

Anhydride sulfureux. — Détermination automatique de l' — total dans les vins, par MM. J. SARRIS, J.N. MORFAUX et L. DERVIN. 431

Botrytis cinerea Pers. — Quelques aspects de la biologie du — agent de la pourriture grise, par MM. J. BULIT et R. LAFON 159

— Références bibliographiques sur le —, par MM. J. BOUARD, J. BULIT, R. LAFON et C. ROUSSEL 175

— les modalités de l'action de — sur la baie de raisin, par M. G. RIBÉREAU-GAYON 255

Cépages. — Comparaison du Sauvignon avec quelques — extérieurs à la Gironde, par M. J. BLOUIN 361

Charbons. — Le problème de l'utilisation des — en œnologie, par M. P. SUDRAUD et Mlle N. DUFRESSE 439

Composés phénoliques. — Recherches technologiques sur les — des vins rouges.

I. Influence des différentes parties de la grappe, par MM. RIBÉREAU-GAYON et J.C. MILHÉ 63

II. Les facteurs de dissolution des composés phénoliques, par MM. P. RIBÉREAU-GAYON, P. SUDRAUD, J.C. MILHÉ et A. CANBAS 133

Cytokéinines. — Présence de — dans les feuilles de **Vitis vinifera** L., par Mme N. JAKO 263

Enzyme. — Propriétés de l' — malique des bactéries lactiques isolées de vins, par Mme S. LAFON-LAFOURCADE 273

Extrait. — Les différentes techniques de détermination de l' — sec des vins, par M. P. SUDRAUD et Mlle S. CLERMONT .. 299

Information. — Les développements théoriques et pratiques de l'œnologie moderne, par M. J. RIBÉREAU-GAYON 1

Limpidité. — Numération électronique des particules appliquée à l'étude de la — des vins, par M. E. PEYNAUD et Mme S. LAFON-LAFOURCADE 75

Malolactique. — La fermentation — et son importance dans les vins rouges de table australiens, par B. C. RANKINE 383

Microflore. — Nouvelles études de la — en vinification, par Mme S. SAPIS-DOMERCQ 45

Pesticides. — Effets des — sur la biochimie de la vigne, par M. J. RIBÉREAU-GAYON 231

Polyphénols. — Influence de la durée de macération sur la constitution en — et sur la dégustation des vins rouges, par MM. M. BOURZEIX, J. MOURGUES et S. AUBERT 447

Pourriture. — La — grise : **Botryotinia fuckeliana** de Bary Wetzel (**Botrytis cinerea** Pers.) 145

— Une cause du développement de la — grise sur les sols gravelo-sableux du vignoble bordelais par MM. G. SEGUIN et J. COMPAGNON 203

— Lutte contre la — grise (**Botrytis cinerea**), par MM. J. LAFON et P. COUILLAUD 215

— Essais de lutte contre la — grise en 1969, par M. C. ROUSSEL 227

— Sensibilité des cépages à la — grise et incidences économiques, par M. P. GALET 235

— Etudes récentes sur les facteurs et les effets de la — du raisin, par M. J. RIBÉREAU-GAYON 243

Raisin. — Développement du —. Mise au point d'une méthode photographique de la croissance, par MM. P. SAULNIER-BLACHE et M. PERESSE 31

— Etude de la maturation du — considérée grain par grain, par MM. E. PEYNAUD, G. GUIMBERTEAU et P. NAUZIN .. 285

Traitements. — Les déséquilibres biologiques provoqués par les — de la plante, par M. F. CHABOUSSOU 261

Vendange. — Etude de diverses méthodes d'amélioration de la —. I. La surmaturation, par MM. P. MARTINIERE et P. SUDRAUD. 285
— Exemples de postes de réception de la — en caves particulières de vinification, par M. P. JACQUET 339

Vigne. — La densité de plantation de la — en Espagne, par L. HIDALGO 367

Vins. — La production mondiale des —, par M. P. GALET
I. L'Europe (suite) 1