

## ETUDE DE LA PHASE PREFERMENTAIRE DE LA VINIFICATION : EXTRACTION ET FORMATION DE CERTAINS COMPOSES DE L'AROME ; CAS DES TERPENOLS, DES ALDEHYDES ET DES ALCOOLS EN C<sub>6</sub>\*

R. CORDONNIER et C. BAYONOVE

Station de Technologie Végétale  
Institut National de la Recherche Agronomique  
Centre de Recherches Agronomiques  
9, place Viala, 34060 Montpellier Cedex (France)

L'arôme des vins couvre un vaste domaine qui va de la récolte du raisin jusqu'à la bouteille sur la table du consommateur. Il se caractérise par une grande complexité d'origine.

C'est pourquoi nous avons choisi pour notre exposé deux exemples ponctuels pris dans les arômes d'origine variétale et préfermentaire. Il s'agit de l'extraction des terpénols et de la formation des composés en C<sub>6</sub>.

Mais tout d'abord, que faut-il entendre par arôme variétal et préfermentaire ?

*L'arôme variétal*, est la partie de l'arôme du vin reliée à la variété de raisin dont il est issu. Il peut être transmis directement par des substances odorantes ou par des précurseurs odorigènes. Il s'agit des constituants spécifiques à une variété qui apporteront, par exemple, la note Muscat, Cabernet-Sauvignon ou Syrah.

C'est le cas des terpénols particulièrement abondants dans certaines variétés aromatiques, muscats (USSEGLIO-TOMASSET, 1966 et 1969 ; BAYONOVE et CORDONNIER, 1971 ; RIBÉREAU-GAYON et *al.*, 1975) ou non muscats (SCHREIER et *al.*, 1976), c'est aussi le cas de la méthoxy-2 isobutyl-3 pyrazine de Cabernet-Sauvignon (BAYONOVE et *al.*, 1975). Les précurseurs d'arôme variétal nous sont moins bien connus. Pour l'instant, seule a été mise en évidence, une fraction terpénique, liée vraisemblablement sous forme d'hétéroside, et révélable par les  $\beta$ -glucosidases du raisin (CORDONNIER et BAYONOVE, 1974).

*L'arôme préfermentaire*, est la partie de l'arôme du vin reliée à toutes les manipulations que subit la vendange depuis sa récolte jusqu'à sa prise en charge par la levure au départ de la fermentation alcoolique.

---

\* Communication présentée au Symposium d'Œnologie de Trente du 16-18 avril 1980.

Durant ces manipulations, le raisin est soumis à de multiples agressions mécaniques ou au contraire engrangé intact avec le maximum de soins par exemple dans des cuves saturées de gaz carbonique (macération carbonique) ou dans un pressoir (pressurage champenois).

Cette phase de la vinification correspond au plan biochimique à une période d'activités enzymatiques intenses que nous connaissons bien dans leur manifestation oxydative ou clarifiante mais qui ont aussi des conséquences sur les arômes.

L'expérience montre, nous le verrons plus loin, que les composés volatils formés sont étroitement dépendants des traitements subis par le raisin et des conditions dans lesquelles ces traitements ont été réalisés.

Cette composante préfermentaire de l'arôme est passée longtemps inaperçue du fait de moyens d'investigation insuffisants. Maintenant, la mise en évidence de son importance justifie selon nous qu'on lui fasse une place à part (CORDONNIER et BAYONOVE, 1977). C'est pourquoi à l'ancienne classification arôme primaire (ou fruité), secondaire (ou de fermentation) et tertiaire (ou bouquet) nous pensons opportun, avec DRAWERT (1975), d'en substituer une nouvelle qui distingue les composantes variétale, préfermentaire, fermentaire et post-fermentaire. Ces dernières sont reliées aux processus physicochimiques de la conservation et du vieillissement au cours desquels l'arôme est considérablement enrichi et remanié (CORDONNIER et BAYONOVE, 1978 a).

Au total, toutes les étapes de la vinification, depuis la récolte du raisin jusqu'au mode de conservation du vin, comptent dans la formation de l'arôme.

## I. — EXTRACTION DES AROMES VARIETAUX — CAS DES TERPENOLS

### a) La localisation des arômes.

La compréhension du mécanisme d'extraction des arômes suppose d'abord la connaissance de leur localisation dans la baie de raisin. Nous l'avons étudiée sur différents cépages (BAYONOVE et *al.*, 1974, tableau I).

En général, les pellicules fournissent à elles seules plus de la moitié des constituants volatils de la baie et avec la pulpe 70 p. 100 environ.

Ainsi pour l'essentiel, le potentiel aromatique du raisin est localisé dans les pellicules et les débris cellulaires de la pulpe.

Mais cette distribution entre phase solide et liquide du grain de raisin est quelque peu différente suivant les composés. Par exemple, en ce qui concerne les terpénols : le géraniol et le nérol se localisent préférentiellement dans la pellicule alors que le linalol se répartit à parts à peu près égales entre le jus d'une part et les pellicules et les débris cellulaires d'autre part (Tableau II).

En d'autres termes, la composition de l'arôme du raisin n'est pas la même dans toutes parties constitutives de la baie. Il s'ensuit que l'arôme de la pellicule peut être différent de l'arôme du jus non seulement en intensité mais aussi en qualité.

Ainsi est-on en mesure de mieux connaître ce qui se passe lors de l'extraction des arômes.

**TABLEAU I**

**Répartition des substances volatiles dans les différentes parties de la baie**

(en p. 100 des substances volatiles totales)

	Muscats d'Alexandrie	Cabernet- Sauvignon	Chardonnay	Sauvignon
Pellicules	57	50	59	49
Pulpe	14	10	18	22
Jus	29	40	23	29

**TABLEAU II**

**Répartition des alcools terpéniques dans les différentes parties de la baie de Muscat**

	ALCOOLS TERPENIQUES					
	pour 100 g de baies			pour 100 de chaque alcool		
	Linalol	Nérol	Géranol	Linalol	Nérol	Géranol
Pellicules	14,2	15,7	100	26	95,6	94,2
Pulpe	13,5	0,45	3,5	24	2,7	3,3
Jus	27,5	0,30	2,5	50	1,7	2,5

**b) Extraction des arômes.**

La figure 1 rend compte de la cinétique d'extraction des terpénols, d'une part, au cours du pressurage fractionné d'une vendange foulée et non foulée de Muscat de Frontignan, d'autre part, au cours de macérations de vendanges foulées de Muscat d'Alexandrie (BAYONOVE et *al.*, 1976).

Le pressurage et la macération des baies avec le jus s'accompagnent d'un enrichissement du moût en composés terpéniques.

— Ainsi, les jus des dernières pressées sont, dans les expériences citées, environ quatre fois plus riches en terpénols totaux que le jus de première pressée (essai n° 1 en vendange non foulée) ou que le jus de goutte (essai n° 2 en vendange foulée). En général, les jus de presse sont deux à quatre fois plus riches en terpénols que les jus de goutte correspondants.

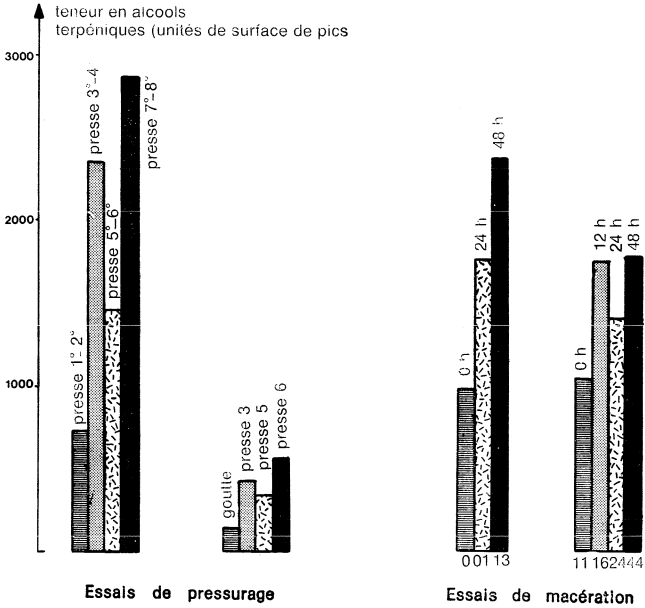


Fig. 1. — Extraction des alcools terpéniques au cours du pressurage et de la macération

De plus, si on fait le détail des terpénols extraits au cours du pressurage, on voit que la composition des jus de presse est modifiée au cours du pressurage dans le sens d'un enrichissement relatif en nérol et géraniol (figure 2). Ce qui traduit bien les différences de localisation des terpénols dans la baie.

— La macération de la vendange foulée s'accompagne des mêmes effets quantitatifs et qualitatifs, que le pressurage sur l'extraction différentielle du nérol et du géraniol mais de moindre amplitude.

Par ailleurs, il est intéressant de remarquer que l'extraction des terpénols paraît reliée moins à la durée de macération qu'à la formation des premiers degrés d'alcool. Cela peut signifier que l'éthanol intervient en tant que solvant d'extraction même à faible dose ou bien que l'extraction

est reliée au développement des levures dans le milieu. Dans ce cas, plus que d'une extraction, il pourrait s'agir d'une révélation enzymatique de terpènes liés sous forme d'hétérosides par une  $\beta$ -glucosidase dont on sait que la levure est pourvue (CORDONNIER *et al.*, 1975).

Sur le plan pratique, ces résultats soulignent l'intérêt technologique de la pellicule du raisin. La pellicule est bien la partie noble du raisin, tant par la spécificité des composés qu'elle contient que par sa richesse en ces composés. Il en résulte que l'exploitation du potentiel aromatique repose sur l'application de méthodes susceptibles de favoriser les échanges entre les parties solides de la vendange et le jus.

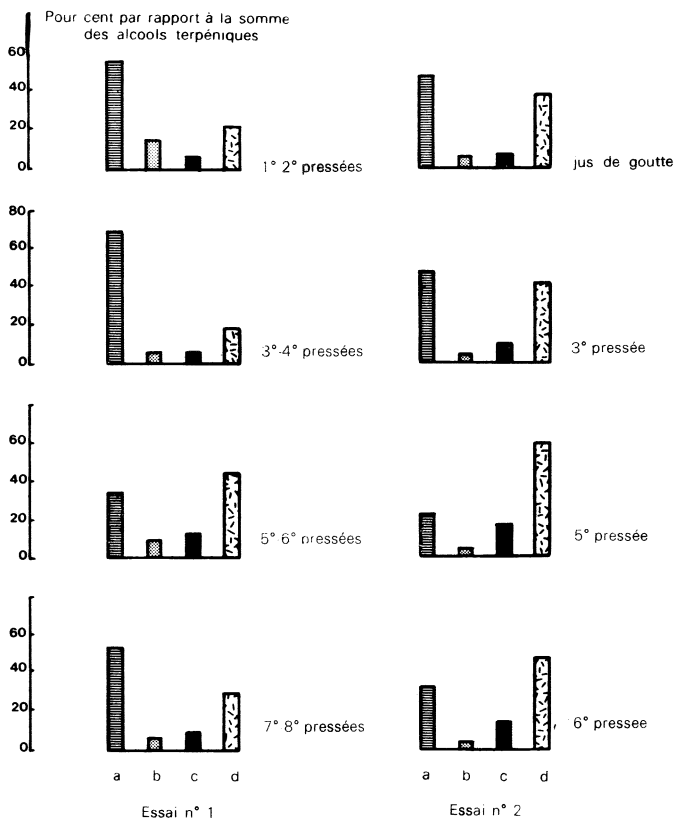


Fig. 2. — Proportions relatives des alcools terpéniques dans les jus des différentes pressées : Linalol (a), Terpinéol (b), Nérol (c), Géraniol (d)

Il n'y a pas lieu de discuter ici de ces méthodes mais on ne peut s'empêcher de remarquer que les techniques habituelles de la vinification en blanc reviennent à laisser inexploitée la majeure partie de l'arôme du raisin.

En somme, on peut se demander si le principal souci de l'œnologue d'élaborer des vins blancs pauvres en composés phénoliques ne lui a pas

fait, par trop, perdre de vue cette autre composante de la qualité qu'est l'arôme venant du fruit.

La vinification en rouge des cépages aromatiques n'est pas toujours conduite non plus avec un souci suffisant d'exploiter au mieux leur capital d'arôme dont une bonne partie est perdue dans les marcs.

## II. — FORMATION DES AROMES PREFERMENTAIRES — CAS DES ALCOOLS ET ALDEHYDES EN C<sub>6</sub>

Dans le domaine des produits végétaux que ce soit celui des fleurs, des fruits ou des organes herbacés, il est connu que le stockage, l'altération des tissus par contusion et à plus forte raison par broyage, entraînent des modifications de couleur, du parfum, de la flaveur. Ces modifications sont principalement le fait de l'intervention d'enzymes variées hydrolases, oxygénases, oxydo-réductases ; les unes peuvent être favorables, d'autres nettement défavorables.

**TABLEAU III**

### **Formation des composés en C<sub>6</sub> par les baies de Sylvaner** (RAPP et *al.*, 1976)

(Résultats exprimés en hauteurs de pic en mm)

COMPOSES	INHIBITION (par le méthanol à 65 p. 100)		
	Immédiate	Après 10 minutes	Après 20 minutes
n-hexanal	194	14.938	8.750
hexanol-1	100	2.563	11.350
<i>trans</i> -2-hexénal-1	3.163	15.750	20.250
<i>trans</i> -2-hexéno-1	143	4.500	15.500
<i>cis</i> -3-hexénal-1	55	5.265	1.500
<i>cis</i> -3-hexéno-1	14	191	320

Ainsi la fleur de jasmin contusionnée, échauffée, livre de mauvais produits chez lesquels domine l'odeur de verdure (NAVES, 1977).

Les travaux sont nombreux qui montrent par exemple que le broyage à l'air de divers fruits (banane, pomme, prune, concombre, tomate, pois vert...) induit la formation de composés carbonylés. Il n'en est pas autrement du raisin.

### a) Circonstances de formation dans le raisin.

Le broyage des baies en présence d'air, induit dans les minutes qui suivent, l'apparition d'hexanal, de *cis*-3-hexéanal, de *trans*-2-hexéanal ainsi que des alcools qui leur correspondent (DRAWERT et *al.*, 1966) ; cette observation a été confirmée par RAPP et *al.*, (1976) (Tableau III) et par nous-mêmes (CORDONNIER et BAYONOVE, 1977).

Les rafles et, davantage encore, les feuilles, sont également productrices de composés en C<sub>6</sub> — comme nous l'avons démontré (Tableau IV).

TABLEAU IV

#### Formation des composés en C<sub>6</sub> par les baies les rafles et les feuilles d'Ugni Blanc

(Résultats exprimés en µg par kg)

Broyage à l'air inhibition au TCA après 10 mn	Hexanal	<i>Trans</i> -2 hexéanal	Hexanol	<i>Cis</i> -2 hexéanol	<i>Trans</i> -2 hexéanol
Raisin	918	5.700	78	61	6.846
Plus raffle	1.014	6.798	159	115	8.245
Plus feuilles	1.218	14.289	133	164	15.990

*Des parties aliquotes de raisin sont broyées, puis exposées à l'air 10 minutes soit seules, soit additionnées de 2 p. 100 de feuilles ou de la quantité de rafles correspondant au pourcentage de cet éléments dans la grappe ; de l'acide trichloracétique est ensuite ajouté jusqu'à une concentration de 2 p. 100.*

Cette aptitude dépend de l'état physiologique ou de l'âge de l'organe : les feuilles sèches ont une production d'aldéhydes très diminuée par rapport aux feuilles vertes fraîchement ramassées (JOSLIN et OUGH, 1978), de même les baies mûres produisent moins d'aldéhydes que les baies vertes (BIGOU, 1977). Par ailleurs, d'après les premiers résultats que nous avons obtenus au laboratoire, il semble bien que le maximum de production des alcools se situe à un stade intermédiaire de la maturation, différent de celui des aldéhydes qui correspond au stade vert (figure 3).

Si ces faits étaient confirmés on pourrait en trouver une explication dans la mise en évidence d'une alcool-déshydrogénase dans la baie de raisin mais non détectable dans la baie verte (WOLFE, 1976).

### b) Inhibition et cinétique de formation.

Dans le fruit ou les organes végétaux intacts, on ne trouve ces composés qu'à l'état de traces. Ils se forment *de novo* lors du broyage en présence d'air.

Pour éviter leur formation, il suffit d'inhiber les systèmes enzymatiques concernés ou d'opérer à l'abri d'oxygène. Le tableau III et la figure 4 relatent des expériences de broyage réalisées sous inhibition immédiate et différée des enzymes ou sous gaz carbonique.

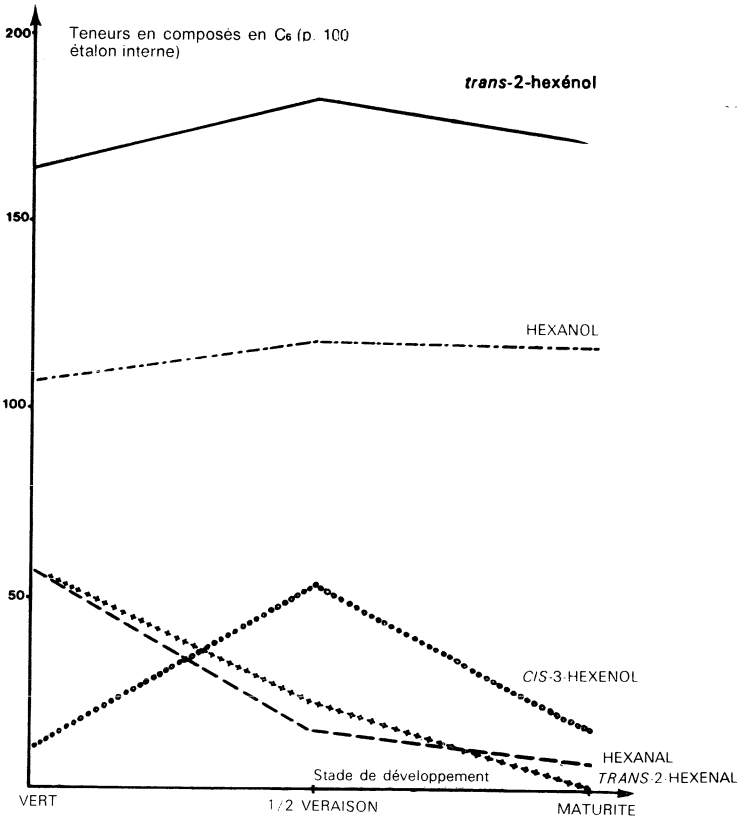


Fig. 3. — Influence de la maturation sur la production des composés en C<sub>6</sub> par le raisin

SO<sub>2</sub> est également inhibiteur (DRAWERT et *al.*, 1966 ; BAYONOVE et *al.*, 1976). Mais ces inhibitions ne sont vraiment efficaces que dans des conditions expérimentales réalisables au laboratoire. Il faut pratiquement que le fruit soit broyé en présence de l'inhibiteur.

C'est qu'en effet la cinétique de formation de ces composés est très rapide comme on peut le voir sur les données d'expériences réalisées sur des macérations de feuilles de vigne (figure 5), ou sur des broyats de raisin en présence d'air, comme nous l'avons nous mêmes montré (figure 6).

En quelques minutes les aldéhydes analysées, l'hexanal et le *trans*-2-hexénoïl, atteignent leur taux maximal puis diminuent.

La formation des alcools est également très rapide puis se ralentit. L'hexanol continue à croître tandis que le *trans*-2-hexénoïl et le *cis*-3-hexénoïl évoluent de façon très parallèle à celle du *trans*-2-hexénoïl.

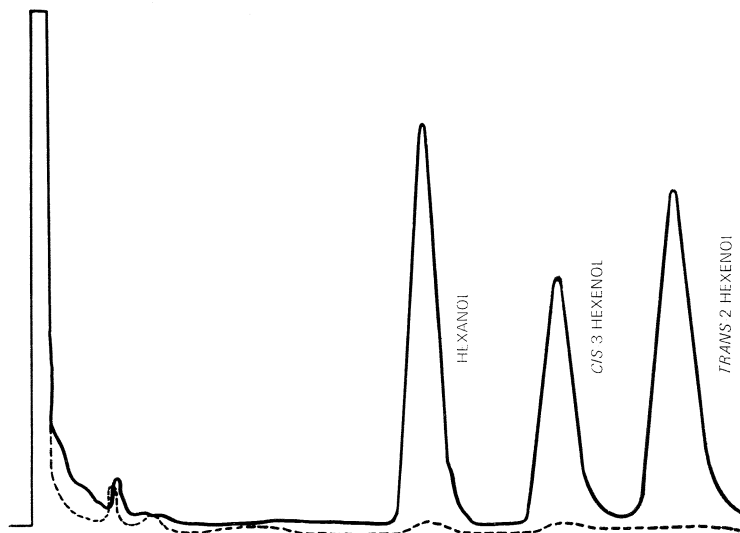


Fig. 4. — Influence de l'aération au cours du broyage du raisin sur la formation en composés en  $C_6$ . Raisins broyés en présence d'air ———, sous  $CO_2$  - - - - - (BIGOU, 1977)

Ces données démontrent bien l'état dynamique des composés en  $C_6$ . Mais les résultats de l'expérience relatée sur la figure 7 démontrent mieux encore cet état dynamique mais aussi l'interdépendance entre la formation des aldéhydes et des alcools (JOSLIN et OUGH, 1978).

On y voit la rapide réduction du *trans*-2-hexénoïl et la formation concurrentielle du *trans*-2-hexénoïl et de l'hexanol. Après 24 heures le taux de *trans*-2-hexénoïl diminue tandis que celui de l'hexanol continue à croître comme dans l'expérience précédente.

Le schéma théorique des voies possibles de formation de ces composés (figure 8) explique bien ce qui se passe dans les broyats de raisins. Il fait intervenir des substrats et des enzymes que l'on retrouve dans le raisin : les acides linoléique et linoléique (HIGGINS et PENG, 1976), l'alcool-déshydrogénase (WOLFE, 1976), la lipoxygénase ou un système enzymatique de type lipoxygénase récemment mis en évidence dans les baies de Carignan (CAYREL, 1979).

Il y a donc dans le raisin un système enzymatique producteur d'aldéhydes en  $C_6$  et un autre système consommateur qui les transforme en alcools.

Ce que l'on dose dans le raisin broyé ou le moût exposé à l'air correspond à un certain état qui est la résultante de l'activité de ces deux

systèmes enzymatiques qui peuvent répondre différemment à des incitations extérieures.

Par exemple, nous avons pu observer que les températures basses inhibent davantage la production des alcools que celle des aldéhydes si bien que l'on obtient à 0 °C par exemple un rapport aldéhydes/alcools plus élevé qu'à 30 °C.

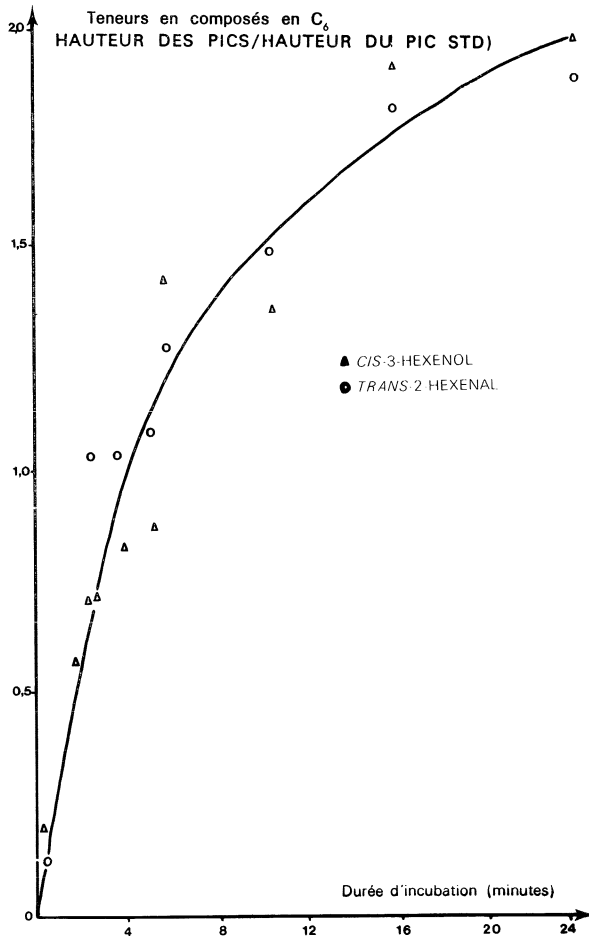


Fig. 5. — Effet de la durée d'incubation sur la formation des composés en C<sub>6</sub> dans une macération de feuilles de vigne (JOSLIN et OUGH, 1978)

De même le broyage énergique des baies exalte la production des aldéhydes par rapport à celle des alcools. Ainsi le rapport aldéhydes/alcools est-il beaucoup plus élevé dans les jus obtenus par broyage intense que par pressurage modéré des baies (Tableau V). Des observations similaires ont été faites sur la tomate (STONE et al., 1975).

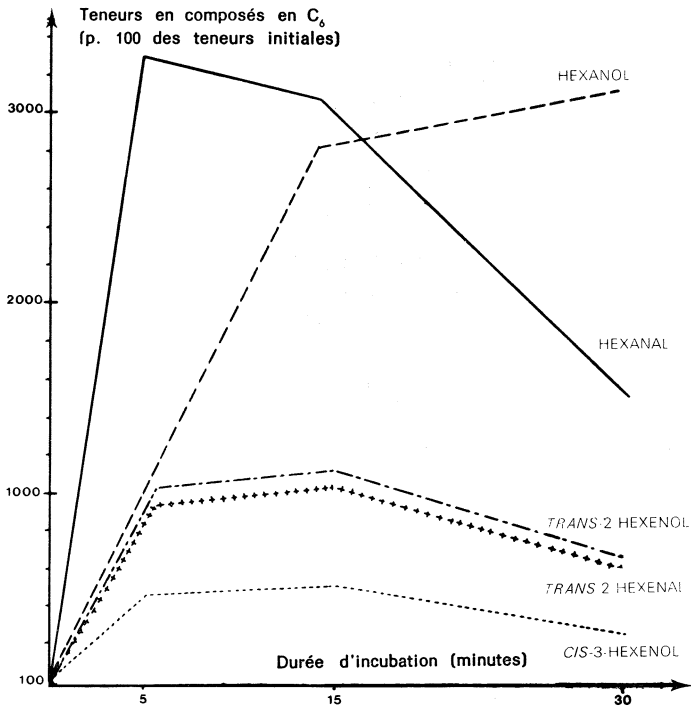


Fig. 6. — Effet de la durée d'incubation sur la formation des composés en C<sub>6</sub> dans un broyat de raisin

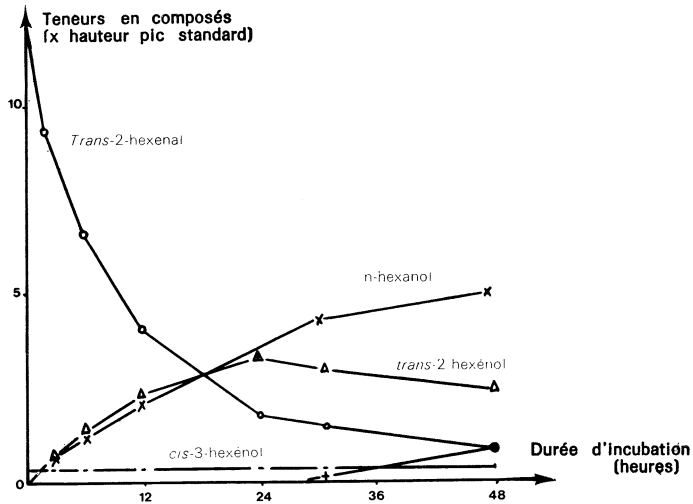


Fig. 7. — Réduction du *trans*-2-hexénal en *trans*-2-hexénol dans un moût de raisin additionné de feuilles incubé à -1,1 °C (JOSLIN et OUGH, 1978)

TABLEAU V

Effets des traitements mécaniques sur la production des alcools et aldéhydes en C<sub>6</sub>

(Résultats exprimés en µg par kg)

Traitement du raisin	Hexanal	Trans-2 hexénal	Hexanol	Cis-3 hexénol	Trans-2 hexénol	aldéhydes/
Broyage puis maintien 10 mn à l'air	918	5.700	78	61	89	28
Premier jus d'une vendange pressée en raisin entier	91	62	72	37	47	1

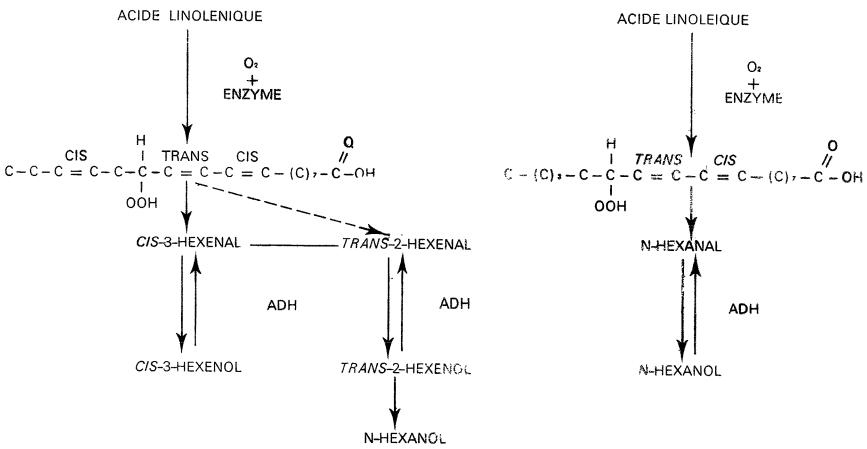


Fig. 8. — Voies de formation des alcools et aldéhydes en C<sub>6</sub>

En fait, dans les vins, les alcools constituent l'état final du système car les aldéhydes sont rapidement réduites par la levure. C'est ainsi par exemple que 10 p.p.m. de *trans-2*-hexénal peuvent être réduites en *trans-2*-hexénol en 45 minutes à - 1,1 °C par la levure en phase non proliférante (JOSLIN et OUGH, 1978).

c) Facteurs technologiques de formation des alcools.

Nous avons cherché à les apprécier dans le cas de l'égrappage, du foulage et du pressurage.

1°) *L'égrappage*. Un jus de vendange égrappée est plus riche en alcools en C<sub>6</sub> qu'un jus de vendange non égrappée.

L'élimination des rafles par l'égrappage n'a pas entraîné une diminution des composés carbonylés comme on aurait pu le penser. L'égrappage a donc des effets plus importants que les rafles elles-mêmes. Ils mettent en relief l'importance des meurtrissures et de l'aération que provoquent les égrappoirs et donc toute l'importance qu'il faut donner à la qualité de l'égrappage et aux performances mécaniques des appareils.

**TABLEAU VI**

**Effets de l'égrappage sur la formation des alcools en C<sub>6</sub>**

(Résultats exprimés en µg par kg)

Jus de goutte plus jus de presse	Hexanol	Cis-3 hexénol	Trans-2 hexénol	Total
Vendange non égrappée	116	61	105	282
Vendange égrappée	168	90	240	498

*La vendange est égrappée, foulée et pressée au cellier expérimental. Le jus, dès son obtention, est stabilisé au SO<sub>2</sub>.*

2°) *Le foulage et le pressurage*. Nous avons cherché à apprécier leurs effets dans le cas du pressurage de vendanges foulées et non foulées (CORDONNIER ET BAYONOVE, 1978 b).

La figure 9 rend compte de ces effets. Dans les deux cas, on observe du début à la fin du pressurage, un enrichissement considérable des jus en alcools en C<sub>6</sub> dont la teneur est multipliée par un facteur dix de la goutte (ou première pressée) à la dernière pressée. Le jus de presse total est, dans le cas de la vendange foulée, trois fois plus riche que le jus de goutte total.

Les effets du foulage peuvent s'apprécier en comparant le jus de première pressée de la vendange non foulée (figure 9 et tableau VII) ou encore le jus total extrait dans les deux expériences (Tableau VII).

Ces effets sont importants, le foulage double la teneur en alcools du jus de goutte et accroît de plus de 40 p. 100 celle du jus total (goutte plus presse) malgré les opérations de pressurage qui suivent le foulage.

Les effets du foulage ne sont donc pas effacés comme on aurait pu le penser par les effets du pressurage.

Sur le plan théorique, pour mieux comprendre ce qui se passe au niveau du pressurage, il nous a paru nécessaire de mieux connaître et

donc de mettre à l'étude la distribution des acides linoléique et linoléique dans la grappe de raisin et leur devenir au cours de la vinification.

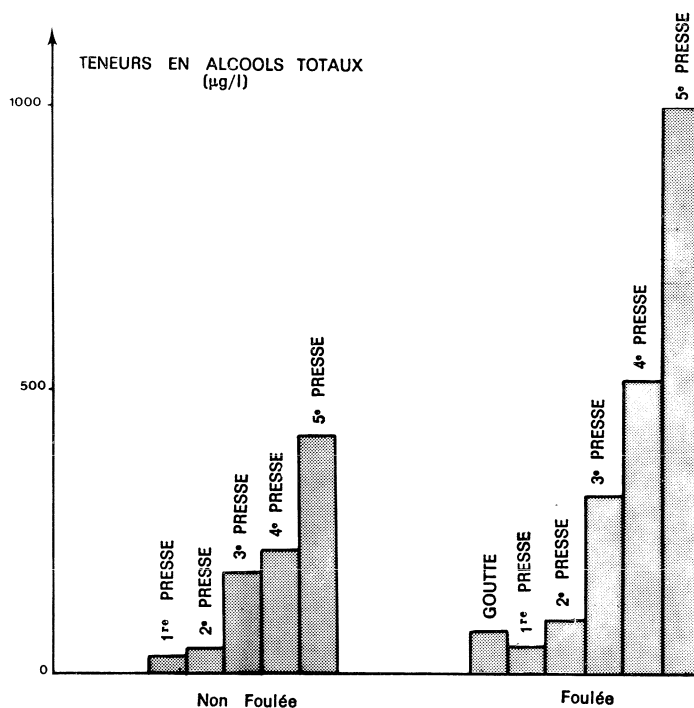


Fig. 9. — Evolution des alcools en C<sub>6</sub> au cours du pressurage de vendanges foulées et non foulées (hexanol, 3-hexéno1, 2-hexéno1)

TABLEAU VII

Effets du foulage sur la teneur en alcools en C<sub>6</sub>

	JUS de 1 <sup>re</sup> PRESSE	JUS de GOUTTE	JUS TOTAL	
	Vendange non foulée	Vendange foulée	Vendange non foulée	Vendange foulée
Hexanol	8	20	29	39
<i>Cis</i> -3-hexéno1	12	16	21	24
<i>Trans</i> -2-hexéno1	13	31	41	64
Total	33	67	91	127

Sur le plan pratique, les conclusions à tirer de ces expériences nous paraissent importantes dans la mesure où elles montrent les effets de l'aération dès le broyage du raisin et des agressions mécaniques sur la vendange (broyage, foulage, égrappage, pressurage), la rapidité de formation de ces composés et par suite la difficulté d'inhiber celle-ci dans la pratique. Elles sont importantes également dans la mesure où il semble bien prouvé que ces aldéhydes et alcools en C<sub>6</sub> ont, à partir d'un certain seuil, un effet défavorable sur la flaveur des vins auxquels ils donnent un goût herbacé et parfois amer (DRAWERT et RAPP, 1965 ; WILDENRADT et *al.*, 1976).

Manuscrit reçu le 2 juillet 1981, accepté pour publication le 8 octobre 1981.

## RÉSUMÉ

En vinification en blanc, le pressurage s'accompagne d'un enrichissement des jus en composés de l'arôme. Parmi eux il convient de distinguer ceux qui, comme les terpénols existant déjà dans la baie, sont simplement extraits et ceux qui, comme les aldéhydes et alcools en C<sub>6</sub>, se forment au cours des différentes manipulations du raisin.

La teneur des jus en ces composés dépend des traitements subis par la vendange et des conditions dans lesquelles ces traitements sont réalisés.

La localisation des arômes dans la baie et l'équipement enzymatique de celle-ci sont responsables des effets observés.

## SUMMARY

During white wine vinification, the juices are enriched in aromatic compounds as the grapes are pressed. We differentiate between the compounds like the terpenols that already exist in the grape and are simply extracted, and those which, like the aldehydes and alcohols in C<sub>6</sub> are formed during the grapes treatment.

The content of these compounds in the juice depends on the type of treatment and the conditions under which treatments are carried out on a harvest.

The position of aromatic compounds in the grape and the grapes enzymatic-structure are responsible for the observed effects.

## ZUSAMMENFASSUNG

Beim Ausbau von Weisswein, entsteht während dem Pressvorgang der Trauben eine Steigerung der Aromastoffe im Most. Bei diesen Aromastoffen sind zu unterscheiden diejenigen die wie Terpenole schon in der Beere vorhanden sind und einfach nur extrahiert werden, und die wie Aldehyde und C<sub>6</sub> Alkoholen die während den verschiedenen Manipulations vorgängen der Trauben entstehen.

Der Gehalt dieser Stoffe im Most ist abhängig von den Behandlungen des Lesegutes und den Bedingungen unter denen diese Behandlungen stattfinden.

Die Lokalisierung der Aromastoffe in der Beere und deren Enzyme sind verantwortlich für die beobachteten Effekte.

## RESUMEN

En la vinificación en blanco, el prensado se acompaña de un enriquecimiento del jugo en compuestos aromáticos. Entre ellos se pueden distinguir los que, como los alcoholes terpénicos existentes en la baya, son simplemente extraídos y los que, como los aldehídos y alcoholes en C6, se forman durante las diferentes manipulaciones de la uva.

La cantidad de esos compuestos en el jugo depende de los tratamientos a los que se haya sometido la cosecha y las condiciones en las que esos tratamientos se hayan realizado.

La localización de las aromas en la baya y los componentes enzimáticos de ella con los responsables de los efectos observados.

## RIASSUNTO

Nella vinificazione in bianco, la torchiatura fa nascere un arricchimento dei sughi in componenti dell'aroma. Tra loro, conviene distinguere quelli che sono semplicemente estratti come i terpenoli già esistenti nella bacca e quelli che si formano durante le differenti esistenti nella bacca e quelli che si formano durante le differenti manipolazioni dell'uva, come gli aldeidi e gli alcolici in C6.

Il tenore dei sughi in questi componenti dipende dai trattamenti sopportati dalla vendemmia e dalle condizioni nelle quali questi trattamenti sono operati.

La localizzazione degli aromi nella bacca e la composizione enzimatica di quella sono responsabili degli effetti osservati.

## REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- BAYONOVE C. et CORDONNIER R., 1971. Le linalol, constituant important mais non spécifique de l'arôme des muscats. *C.R. Acad. Agric.*, **57**, N° 16, 1374-1378.
- BAYONOVE C., CORDONNIER R. et RATIER R., 1974. Localisation de l'arôme dans les baies de raisin ; variétés Muscat d'Alexandrie et Cabernet-Sauvignon. *C.R. Acad. Agric.*, **60**, N° 18, 1321-1328.
- BAYONOVE C., CORDONNIER R. et DUBOIS P., 1975. Etude d'une fraction caractéristique de l'arôme du raisin de la variété Cabernet-Sauvignon ; mise en évidence de la 2-méthoxy-3-isobutylpyrazine. *C.R. Acad. Sci., Paris*, **281**, Série D, 75-78.
- BAYONOVE C., CORDONNIER R., BENARD P. et RATIER R., 1976. L'extraction des composés de l'arôme du muscat dans la phase préfermentaire de la vinification. *C.R. Acad. Agric.*, **62**, N° 10, 734-750.
- BIGOU D., 1977, in CORDONNIER R. et BAYONOVE C., 1978 a. Les composantes variétales et préfermentaires de l'arôme des vins, *Parfums, Cosmétiques Arômes*, **24**, 67-77.

- CAYREL A., 1979. Mise en évidence et mécanisme d'action de la lipoxygénase de raisin. *Thèse Doctorat 3<sup>e</sup> cycle*, Université des Sciences et Techniques du Languedoc, Montpellier.
- CORDONNIER R. et BAYONOVE C., 1974. Mise en évidence dans la baie de raisin, variété Muscat d'Alexandrie, de monoterpènes liés révélables par une ou plusieurs enzymes du fruit. *C.R. Acad. Sci.*, Paris, Série D., **278**, 3387-3390.
- CORDONNIER R., BIRON C. et DUGAL A., 1975. Les invertases du raisin et de *Saccharomyces cerevisiae*. Leur participation respective à l'hydrolyse du saccharose ajouté à la vinification. *Ann. Technol. Agric.*, **24**, N° 2, 171-192.
- CORDONNIER A. et BAYONOVE C., 1977. L'arôme du vin, sa formation enzymatique durant la phase préfermentaire de la vinification. *Riv. Italiana. Essenze, Profumi, piante officinali, aromi, saponi, cosmetici, aerosol.*, **59**, N° 5, 158-163.
- CORDONNIER R. et BAYONOVE C., 1978 a. Les composantes variétales et préfermentaires de l'arôme des vins. *Parfums, Cosmétiques, Arômes*, **24**, 67-77.
- CORDONNIER R. et BAYONOVE C., 1978 b. Caractéristiques biochimiques et physiques de la baie de raisin et caractéristiques analytiques des jus. *Ann. Nutr. Alim.*, **32**, 1111-1122.
- DRAWERT F. et RAPP A., 1965. Appréciation de la qualité des eaux-de-vie par chromatographie en phase gazeuse. *Z. lebensm. Untersch U Forsch.*, **126**, 405-409.
- DRAWERT F., HEIMANN W., EMBERGER R. et TRESSL R., 1966. Biogénèse des substances aromatiques chez les plantes et les fruits. II. Production d'hexène-2 al-1 et d'hexanal et de leurs précurseurs par voie enzymatique. *Ann Chem.*, **694**, 200-208.
- DRAWERT F., 1975. Biochemical formation of aroma components. *Proc. Int. Symp. Aroma Res. Zeits, Pudoc, Wageningen*.
- HIGGINS P.A. et PENG A.C., 1976. Lipid composition of Concord grapes. *Am. J. Enol. Vitic.*, **27**, N° 1, 32-35.
- JOSLIN W.S. et OUGH C.S., 1978. Cause and fate of certain C<sub>6</sub> compounds formed enzymatically in macerated grape leaves during harvest and wine fermentation. *Am. J. Enol. Vitic.*, **29**, N° 1, 11-17.
- NAVES Y., 1977. Les enzymes dans l'industrie des matières premières aromatiques. *Riv. Italiana. Essenze, profumi, piante officinali, aromi, saponi, cosmetici, aerosol.*, **59**, N° 3, 118-127.

- RAPP A., HASTRICH H. et ENGEL L., 1976. Gas chromatographic investigations on the aroma constituents of grape berries. I. Concentration and separation by capillary glass columns. *Vitis*, **15**, 183-192.
- RIBÉREAU-GAYON P., BOIDRON J.N. et TERRIER A., 1975. Aroma of muscat varieties. *J. Agric. Food Chem.*, **23**, N° 6, 1042-1047.
- SCHREIR P., DRAWERT F. et JUNKER A., 1976. Identification of volatile constituents from grapes. *J. Agric. Food Chem.*, **24**, N° 2, 331-336.
- STONE E.J., HALL R.M. et KAZENIAC S.J., 1975. Formation of adhehydés and alcohols in tomato fruit from U<sup>14</sup>. C. Labelled linolenic and liloleïc acids. *J. Food Sci.*, **40**, 1138-1141.
- USSEGLIO-TOMASSET L., 1966. Il linalolo composto responsabile dell'aroma delle uve e dei vini aromatici. *Ind. Agrarie*, **4**, 583-584.
- USSEGLIO-TOMASSET L., 1969. Il costituenti aromatici delle uve. *Riv. Vitic. Enol. Conegliano*, **22**, 223.
- WILDENRADT H.L., CHRISTENSEN E.N., STACKLER B., CAPUTI A., SLINKARD J.K. et SCUTT K., 1975. Volatils constituents of grape leaves. I. *Vitis vinifera* variety chenin blanc. *Ann. J. Enol. Vitic.*, **26**, N° 3, 148-153.
- WOLFE W.H., 1976. Identification of grape varieties by isenzyme banding patterns. *Am. J. Enol. Vitic.*, **27**, N° 2, 68-73.