

Conservation frigorifique du raisin de table en emballage de polyéthylène et en présence d'une émission d'anhydride sulfureux continue et contrôlée

par **A. PAULIN**
Ingénieur au C. N. R. S.

CONSERVATION FRIGORIFIQUE DU RAISIN DE TABLE
EN EMBALLAGE DE POLYÉTHYLÈNE
ET EN PRÉSENCE
D'UNE ÉMISSION D'ANHYDRIDE SULFUREUX
CONTINUE ET CONTRÔLÉE

par A. PAULIN (C. N. R. S.).

Fruits, vol. 21, n° 3, mars 1966, p. 127 à 137.

RÉSUMÉ. — L'auteur décrit un procédé qui permet de réaliser une émission continue et à un taux constant d'anhydride sulfureux à partir de métabisulfite de potassium. Dans ces conditions, il a été possible de conserver par réfrigération et en emballage de polyéthylène du raisin de table (Muscat de Hambourg et Gros Vert) pendant 17 semaines.

Nous avons montré antérieurement ⁽¹⁾ qu'il était possible de conserver des grappes de la variété de raisin Alphonse Lavallée pendant trois mois dans un emballage de polyéthylène en présence de métabisulfite de potassium. Nous avons toutefois estimé nécessaire (les résultats avec la variété Gros Vert étant moins encourageants) de rechercher un procédé permettant de mieux répartir dans le temps le dégagement du gaz sulfureux à partir du produit générateur. Le métabisulfite émet en effet au contact de l'humidité ambiante des quantités importantes de gaz sulfureux (parfois toxiques) dans les premiers temps, pour ne plus rien donner au bout de quelques semaines. Pour éviter cet inconvénient, nous avons enfermé le métabisulfite dans un sachet de polyéthylène et nous avons donné à l'ensemble le nom de sachet générateur ⁽²⁾.

LE SACHET GÉNÉRATEUR

Ce que nous savions d'une part de la perméabilité à l'anhydride sulfureux de la membrane de polyéthylène, et d'autre part des quantités d'anhydride nécessaires pour inhiber le développement des moisissures, nous a conduit à utiliser pour la conservation de 500

à 600 g de raisin sous emballage plastique perforé, un sachet présentant les caractéristiques moyennes suivantes : 6 cm × 6 cm, épaisseur 100 microns, renfermant une solution de 1 g de métabisulfite dans 15 ml d'eau.

A partir de ce sachet générateur moyen, nous pouvons obtenir une gamme d'émissions d'anhydride sulfureux en jouant isolément ou simultanément sur l'épaisseur de la membrane, sur la quantité de métabisulfite introduite, ou sur le nombre de sachets placés

(1) A. PAULIN et P. VIARD. — *Rev. Gén. Froid*, 1964, p. 1445-1451.

(2) Le dispositif a fait l'objet d'un dépôt de brevet au nom du Centre National de la Recherche Scientifique sous les caractéristiques suivantes : « Procédé pour la protection d'organes végétaux contre les altérations fongiques » (invention PAULIN André brevet France n° P. V. 10.383 déposé le 23 mars 1965).

au contact du raisin dans un même emballage ⁽¹⁾.

Les différentes combinaisons ainsi réalisées sont données dans les tableaux I et II.

(1) Précisons que l'on aurait pu agir également sur la surface de a membrane.

Un état d'équilibre s'établit entre les quantités d'anhydride sulfureux émises d'une façon continue par le sachet générateur et celles qui diffusent à travers la paroi (et les perforations) de l'emballage vers l'extérieur, grâce à quoi on obtient dans l'atmosphère ambiante au sein de l'emballage un taux d'anhydride sulfureux pratiquement constant.

TABLEAU N°1

RESULTATS CONCERNANT LA VARIETE MUSCAT DE HAMBOURG

Désignation du lot	Nature de l'emballage	Aspect général. des baies et des rafles					Saveur 24heures après l'ou- verture des emballages					Appréciation générale				
		P1	P2	P3	P4	P5	P1	P2	P3	P4	P5	P1	P2	P3	P4	P5
T.N.E. ⁽¹⁾		TB	AB	AB	M		TB	TB	B	AB		TB	B	AB	M	
T1 ⁽²⁾	P ⁽⁷⁾	TB	B	M	M		TB	B	SM	SM		TB	B	M	M	
T1	S ⁽⁸⁾	TB	B	M	M		TB	TB	AB	SM		TB	B	Me	M	
T.N.C. ⁽³⁾	P	B	Me	M	M		TB	TB	SM	SM		B	Me	M	M	
T2 ⁽⁴⁾	P	AB	M	AB	Me	M	SE	SE	SE	SM	SM	M	M	M	M	M
0,5/150 ⁽⁵⁾	P		TB	AB	Me	Me		TB	B	B	SM		TB	AB-B	Me	M
1/150	P	TB	B	B	AB	B	TB	TB	B	B	B	TB	B	B	AB-B	B
(1/150) x 2	P	TB	TB	TB	AB	B	TB	B	B	B	AB-B	TB	B	B	AB	AB-B
(1/150) x 3	P	TB	AB	AB	B	Me	TB	SE	SE	SE	SE	TB	Me	Me	Me	M
0,25/100	P		M	AB	Me	M		Me	B	B	SM		M	AB	Me	M
1/100	P	TB	B	Me	B	B	TB	B	B	B	AB	TB	B	AB	B	AB
(1/100) x 2	P	TB	B	Me	AB	AB	TB	B	SE	SE	SE	TB	B	Me	Me	Me
1/60	P	TB	TB	B	B	B	TB	B	AB	B	AB-B	TB	B	AB	B	AB-B
1/150+0,5/60	P	TB	TB	AB	B	AB	TB	B	B	AB	SE	TB	B	AB	AB	Me
1/150	S	TB	AB	TB	B	M	TB	AB-B	AB	B	AB-B	TB	AB	AB-B	B	Me
0,5/100	S	TB	TB	B	TB	AB	TB	B	B	B	AB	TB	B	B	B	AB
T ⁽⁶⁾	P			M	M	M			SM	SM	SM			M	M	M
(1/150) x 6 ⁽⁶⁾	P			AB		AB			AB-B		AB			AB		AB
(1/60) x 3 ⁽⁶⁾	P		B	AB-B	B	AB		B	B	B	B		B	B	B	AB-B

(1) TNE : Témoin non emballé.

(2) T1 : Témoin emballé sans S₂O₅K₂.

(3) TNC : Témoin emballé dans des conditions évitant toute condensation. Pas de S₂O₅K₂.

(4) T2 : Témoin emballé renfermant 1 g de S₂O₅K₂ non enfermé.

(5) 0,5/150 : Sachet d'épaisseur 150 microns renfermant 0,5 g de S₂O₅K₂ (voir texte p. 136).

(6) : Grand emballage renfermant environ 3 kg de raisin.

(7) P : Sachet perforé.

(8) S : Sachet non perforé.

M : Mauvais.

Me : Médiocre.

AB : Assez bon.

B : Bon.

TB : Très bon.

S. E. : Saveur étrangère de SO₂.

S. M. : Saveur de moisi.

CARACTÉRISTIQUES DE PERMÉABILITÉ A L'ANHYDRIDE SULFUREUX DES SACHETS GÉNÉRATEURS

La perméabilité à l'anhydride sulfureux des pellicules de polyéthylène utilisées a été mesurée, soit par pesée, soit par dosage chimique de l'anhydride dégagé.

Mesures par pesée.

Elles ont été effectuées à 0°, à + 15°, à + 20°. Dans tous les cas, on a comparé les pertes de poids d'un sachet générateur renfermant du métabisulfite et d'un

sachet témoin de mêmes caractéristiques mais rempli d'eau uniquement. La quantité d'anhydride sulfureux émise a été appréciée par la différence de perte de poids enregistrée entre les deux sachets (1).

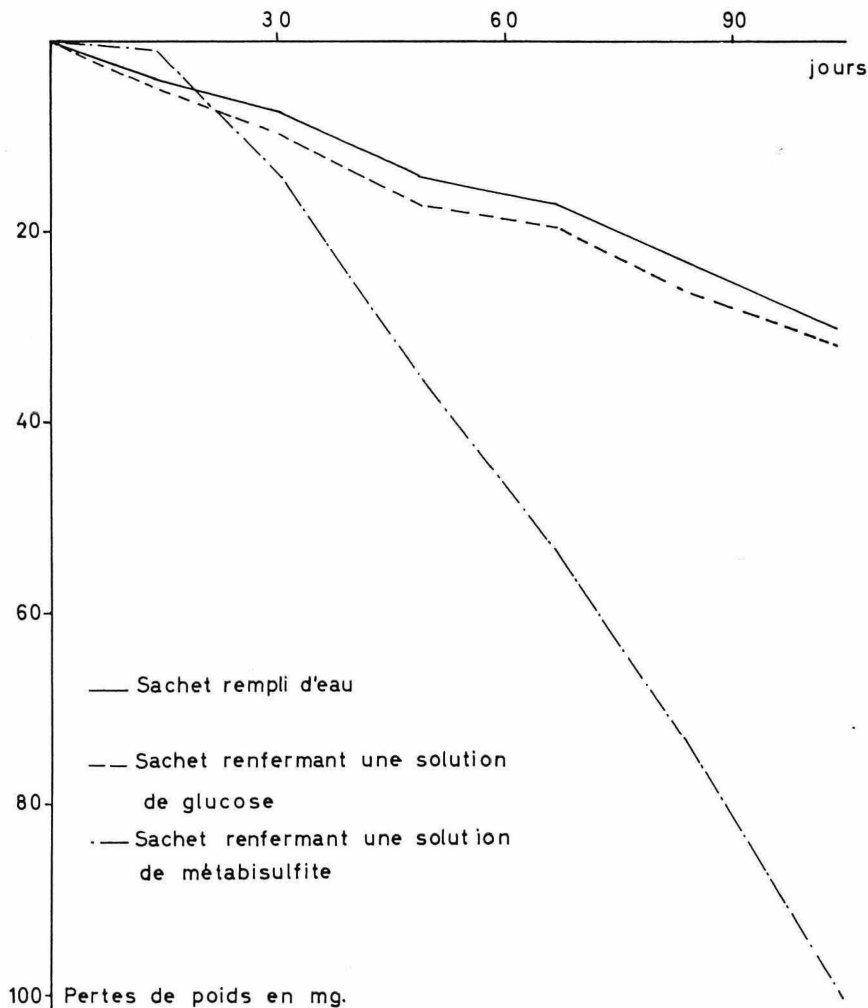
(1) Nous avons vérifié que la perte d'eau d'un sachet de mêmes caractéristiques mais renfermant une solution de glucose de même concentration moléculaire que la solution de métabisulfite, était très comparable à celle enregistrée avec un sachet témoin rempli d'eau (fig. n° 1).

TABLEAU N° 2
RESULTATS CONCERNANT LA VARIÉTÉ GROS VERT

Désignation du lot	Nature de l'emballage	Aspect général des baies et des ratles					Saveur 24 heures après l'ouverture des emballages					Appréciation générale				
		P1	P2	P3	P4	P5	P1	P2	P3	P4	P5	P1	P2	P3	P4	P5
T.N.E. (1)		AB	AB	Me	M		B	TB	Me	M		AB-B	AB-B	M	M	
T1 (2)	P (9)	TB	AB	M	Me		AB	AB-B	B	SM		B	AB	Me	M	
T1	S (10)	B	TB	AB	M		TB	AB	AB	B	SM	B	B	AB	M	
T.N.C. (3)	P	AB-B	Me	Me	M		B	SM	SM	SM		AB-B	M	M	M	
T2 - 0,25 (4)	P	TB	B	B	AB	AB-B	B	B	B	AB	AB-B	B	B	B	AB	AB-B
T2 - 0,5 (5)	P	TB	B	B	AB	M	B	AB	B	AB	M	B	AB	B	AB	M
T2 - 1 (6)	P	TB	B	B	AB	AB	SE	SE	B	SE	SE	Me	Me	B	M	M
0,5/150 (7)	P	B	AB-B	M	AB	AB	AB-B	B	B	B	SM	AB-B	AB-B	AB	AB-B	M
1/150	P	TB	B	B	B	Me	B	B	B	B	AB-B	B	B	B	B	AB
1/150+0,5/150	P	TB	B	AB-B	AB	M	B	B	AB	B	M	B	B	AB	AB-B	M
0,5/100	P	B	TB	AB-B	Me	M	B	B	B	AB	AB	B	B	AB-B	Me	Me
1/100	P	TB	B	TB	AB-B	B	B	B	B	B	AB-B	B	B	B	AB-B	AB-B
0,25/60	P	TB	TB	Me		Me	B	B	AB-B		AB	B	B	Me		Me
0,5/60	P	B	B	Me	M	AB	B	AB	AB	SM	Me	B	AB-B	Me	Me	Me
1/150+0,25/60	P	TB	B	B	TB	B	B	B	B	B	AB	B	B	B	B	AB-B
1/150+0,5/60	P	B	B	AB	B	B	B	B	B	B	AB	B	B	AB-B	B	AB-B
0,25/150	S	B	B	B	B	AB	B	B	B	TB	B	B	B	B	B	AB-B
0,5/150	S	TB	TB	B	TB	M	AB-B	B	B	TB	AB	B	B	B	TB	Me
0,25/100	S	TB	TB	B	B	M	B	B	B	TB	Me	B	B	B	B	Me

- (1) TNE : Témoin non emballé.
 (2) T1 : Témoin emballé sans S₂O₅K₂.
 (3) TNC : Témoin emballé dans des conditions évitant toute condensation. Pas de S₂O₅K₂.
 (4) (5) (6) T2 : Témoin emballé renfermant respectivement 0,25 g, 0,50 g, 1 g de S₂O₅K₂ non enfermé.
 (7) 0,50/150 : Sachet de 150 microns d'épaisseur renfermant 0,50 g de S₂O₅K₂ (voir texte p. 136).
 (9) P : Sachet perforé.

- (10) S : Sachet non poreux.
 M : Mauvais.
 Me : Médiocre.
 AB : Assez bon.
 B : Bon.
 TB : Très bon.
 S. E. : Saveur étrangère de SO₂.
 S. M. : Saveur de mois.



Mesures effectuées à 0°. Les mesures ont porté sur des sachets soumis à un balayage continu par un courant gazeux humidifié de débit 10 l/h, en armoire isotherme. Elles ont intéressé des sachets de 60, 100 et 150 microns d'épaisseur. Les résultats obtenus ont été portés sur le graphique de la figure 2. A 0°, un sachet générateur de 6 cm × 6 cm renfermant 1 g de métabisulfite dans 15 ml d'eau émet en 150 microns d'épaisseur 0,5 mg d'anhydride sulfureux par 24 heures, en 100 microns d'épaisseur 0,7 mg d'anhydride sulfureux par 24 heures, en 60 microns d'épaisseur 1,2 mg d'anhydride sulfureux par 24 heures (après soustraction des pertes de poids des sachets témoins respectifs).

Mesures effectuées à + 15° C. Ces mesures ont été faites à la balance enregistreuse. Elles ont permis de voir qu'un sachet générateur de 60 microns émet 4 mg d'anhydride sulfureux par 24 heures c'est-à-dire environ 3 fois plus qu'à 0°.

FIG. 1 (à gauche). — Pertes de poids comparées de 3 sachets de 100 microns d'épaisseur renfermant respectivement de l'eau, une solution de glucose dans l'eau, une solution de métabisulfite dans l'eau (mêmes concentrations moléculaires).

FIG. 2 (en haut et à droite). — Perméabilité au SO₂ à 0° de 3 sachets générateurs d'épaisseurs respectives de 150, 100, 60 microns.

FIG. 3 (en bas et à droite). — Perméabilité au SO₂ à + 20° de sachets générateurs de 100 microns d'épaisseur.

Mesures effectuées à + 20° C. Les mesures effectuées à + 20° ont été reportées sur le graphique de la figure n° 3. L'examen de celui-ci permet les remarques suivantes :

— 1 sachet de 6 cm × 6 cm de 100 microns d'épaisseur émet à 20° (dans nos conditions expérimentales de balayage continu par un courant gazeux humidifié circulant à 10 l/h) entre 4 et 4,5 mg de SO₂ par 24 heures, c'est-à-dire environ 6 fois plus qu'à 0°.

— Succédant à une période d'émission continue et régulière, les taux d'anhydride sulfureux dégagés deviennent très faibles après environ 40 jours pour être nuls aux environs du 50^e jour.

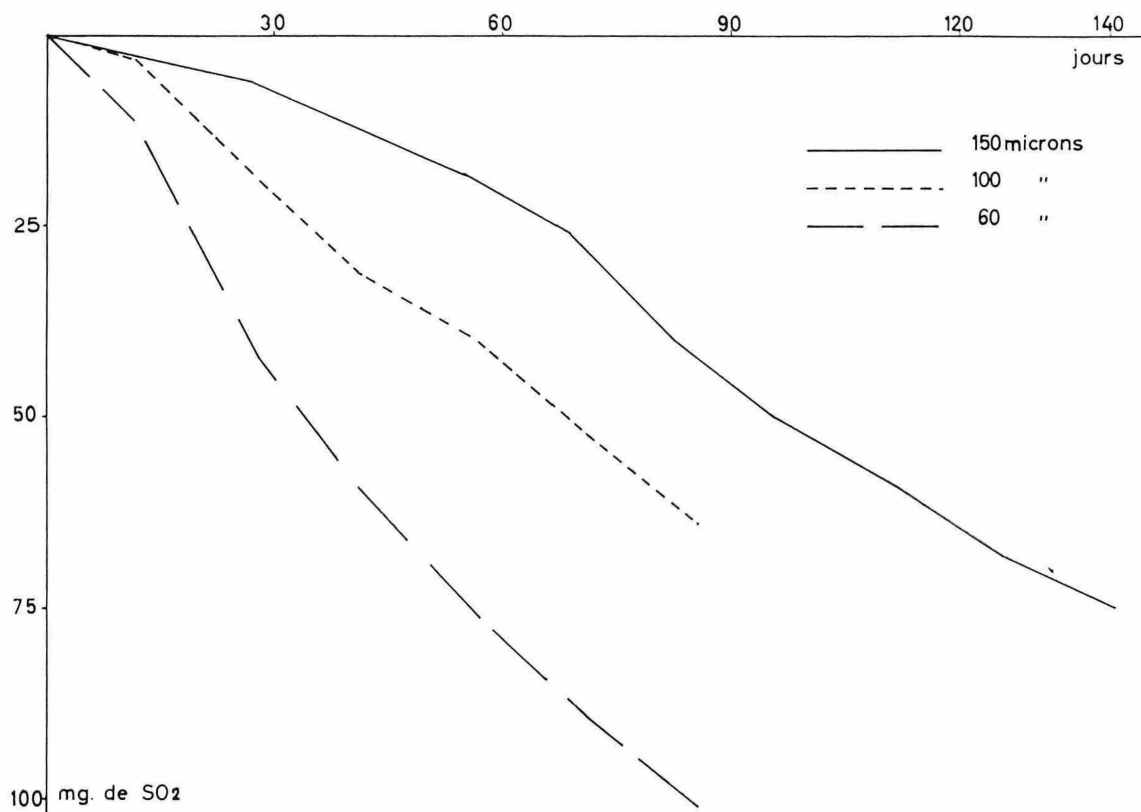
— Au bout de ce dernier temps,

les quantités d'anhydride sulfureux totales libérées représentent environ un quart de la quantité de gaz sulfureux émise à partir d'un gramme de métabisulfite (1 g de métabisulfite donne naissance dans les conditions normales à 520 mg d'anhydride sulfureux).

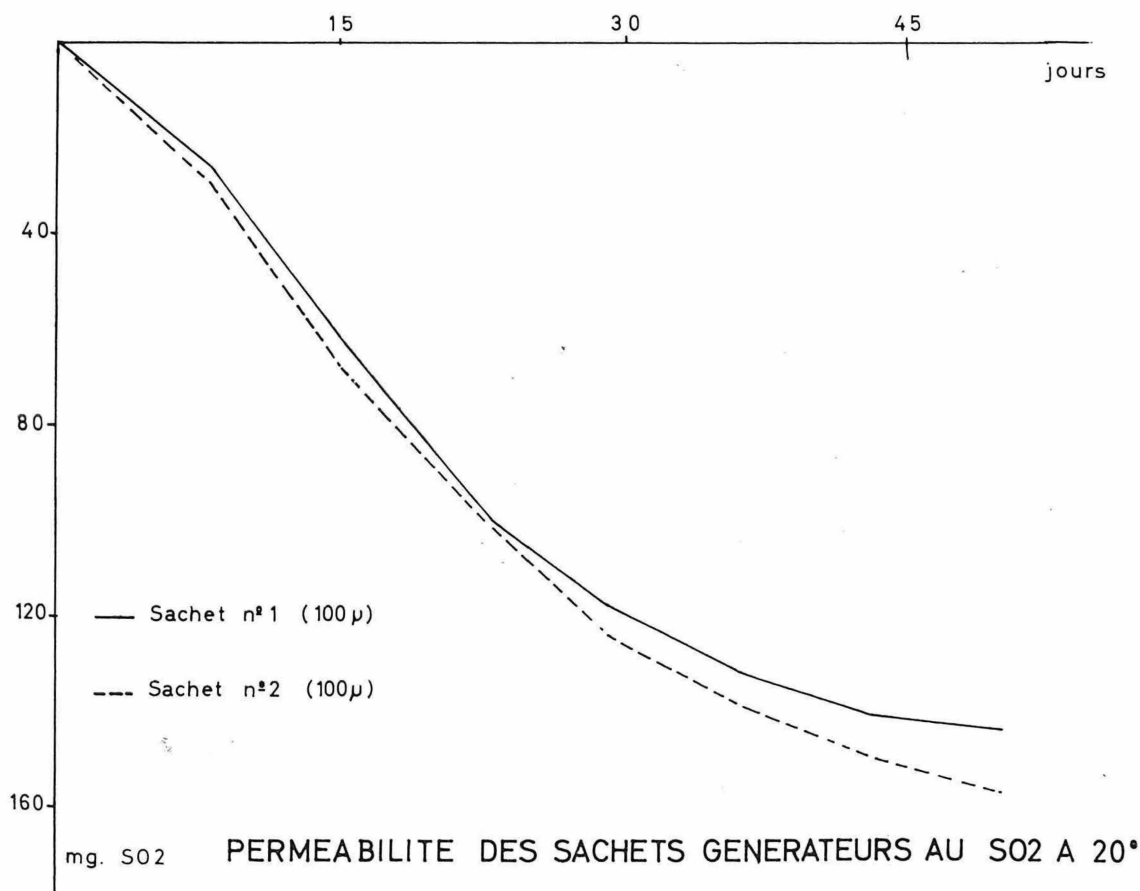
A titre indicatif, des mesures effectuées en air calme, condition qui se rapproche des conditions d'utilisation des sachets générateurs, ont permis de montrer que des sachets de 6 cm × 6 cm de 150, 100 et 60 microns d'épaisseur émettent à 20° respectivement 2, 3,2 et 5 mg d'anhydride sulfureux par 24 heures, que des sachets de 150 microns renfermant 1, 0,5 ou 0,25 g de métabisulfite émettent respectivement 3, 1,5 et 0,5 mg de gaz actif par 24 heures.

Dosages chimiques.

Un sachet générateur est placé dans un bocal



PERMEABILITE DES SACHETS GENERATEURS AU SO₂ A 0°

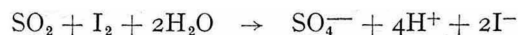


PERMEABILITE DES SACHETS GENERATEURS AU SO₂ A 20°

étanche et soumis à un balayage continu par de l'air circulant à 10 l/h. L'anhydride sulfureux ainsi entraîné au fur et à mesure de sa formation est recueilli dans une solution de potasse à 10 %.

Lors du titrage, la solution de potasse est acidifiée jusqu'à pH 1. On ajoute ensuite une quantité connue d'iode que l'on dose en retour par une solution de thiosulfate en présence d'empois d'amidon.

La réaction mise en jeu est la suivante



L'expérience a été effectuée à 0° et à + 20°.

Les dosages effectués par cette méthode ont donné les résultats suivants :

1 sachet 6 cm × 6 cm de 150 microns d'épaisseur libère à 0°, 0,3 mg d'anhydride sulfureux par 24 heures.

2 sachets de mêmes caractéristiques libèrent à 0°, 0,70 mg d'anhydride sulfureux par 24 heures.

A 20°, une mesure qui a porté sur 15 sachets géné-

rateurs a montré qu'à cette température un sachet émet 5 mg d'anhydride sulfureux par 24 heures.

Par ailleurs nous avons, grâce à cette technique, tenté de mesurer le taux d'anhydride sulfureux présent dans l'atmosphère de l'emballage. Les dosages effectués en 1965 avec des lots de 3 kg de raisin renfermant 4 sachets générateurs de 100 microns d'épaisseur ont révélé la présence de 1 mg d'anhydride sulfureux dans l'atmosphère de l'emballage, ce qui approximativement représente une concentration de l'ordre de 1/10 000.

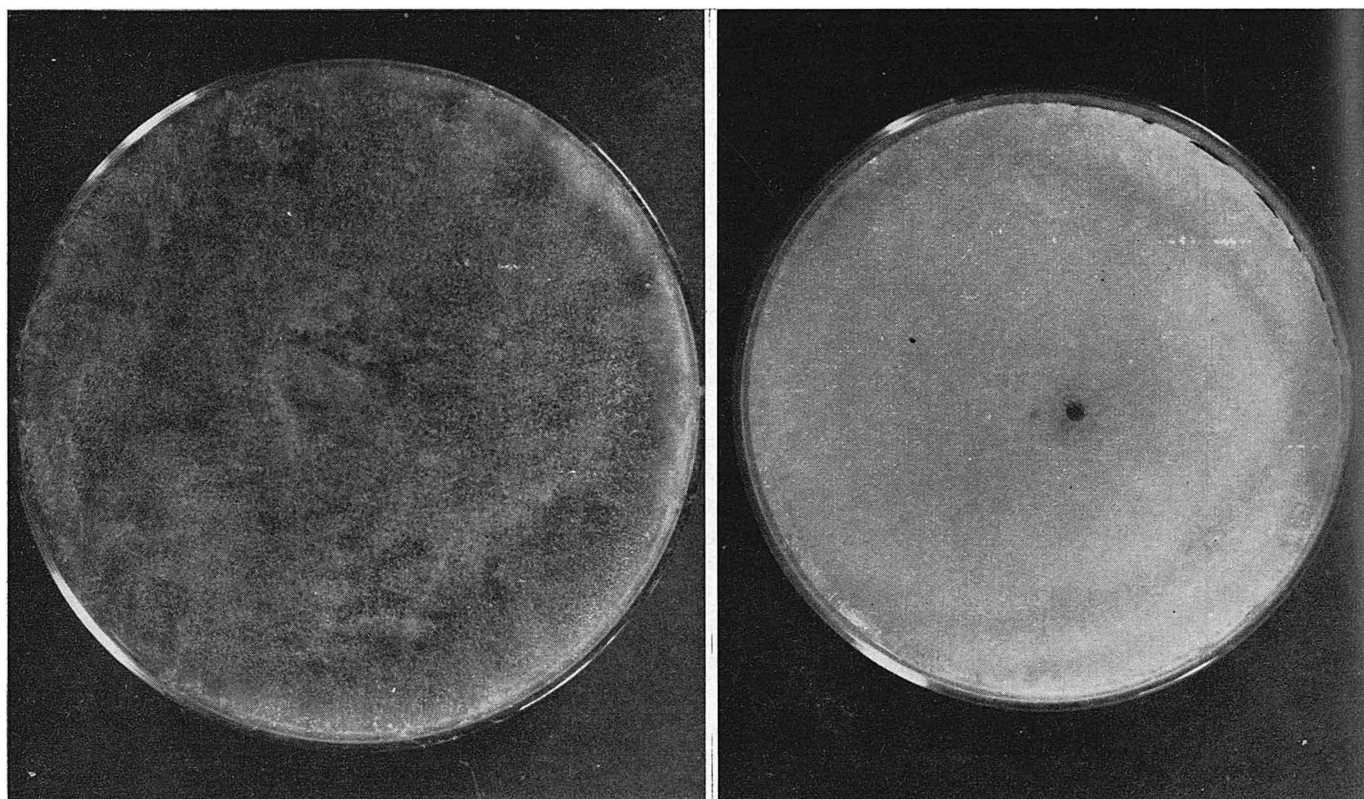
En résumé un sachet générateur de caractéristiques moyennes 6 cm × 6 cm, d'épaisseur 150 microns renfermant 1 g de métabisulfite dans 15 ml d'eau émet environ :

- à 0° 0,3-0,5 mg d'anhydride sulfureux,
- à 20° 2-3 mg d'anhydride sulfureux.

Le même sachet de 100 microns d'épaisseur émet
à 0° 0,6-0,7 mg d'anhydride sulfureux,
à 20° 4,5-5 mg d'anhydride sulfureux.

FIG. 4. — Action fongistatique du sachet générateur :

à gauche : culture de *Botrytis cinerea*, témoin ; à droite : la même culture en présence d'un sachet générateur (on remarquera au centre le cylindre de mycélium qui sert à l'ensemencement).



ACTION FONGISTATIQUE DU GAZ ISSU DU SACHET GÉNÉRATEUR

L'action fongistatique a été mise en évidence par une série d'expériences.

Des boîtes de Pétri (sans couvercle) renfermant un milieu gélosé à base de flocons d'avoine ont étéensemencées avec les espèces suivantes qui sont parmi celles rencontrées le plus fréquemment sur les fruits

Botrytis cinerea Pers.

Sclerotinia fructigena Aderh. et Ruhl.

Penicillium expansum Lk.

Rhizopus nigricans Ehrh.

Trichothecium roseum (Bull.) Lk.

Gloeosporium perennans (*Pezicula Malicorticis* Jackson (Nannf.)).

Gloeosporium album (*Phyctanea vagabunda* Desm.).

Après ensemencement, elles ont été enfermées dans un emballage de polyéthylène de 20 cm × 30 cm de

50 microns d'épaisseur et présentant 4 perforations de 1 mm de diamètre, avec un sachet générateur de polyéthylène de 6 cm × 6 cm de 150 microns d'épaisseur, contenant une solution de 1 g de métabisulfite de potassium dans 15 ml d'eau, ces conditions étant celles dans lesquelles se trouve conservé le raisin. L'expérience a été réalisée à 0°, + 4°, + 12°. Après des temps de séjour variables avec la température et les genres étudiés, aucun développement de filaments mycéliens n'était visible dans aucun récipient de culture, alors que la surface des boîtes de Pétri témoins ensemencées le même jour et placées dans les mêmes conditions mais en l'absence de sachets générateurs, était recouverte de mycélium présentant souvent d'abondantes fructifications (fig. nos 4 et 5).

Le tableau n° 3 fait apparaître pour chaque espèce et pour chaque température, les résultats obtenus.

FIG. 5. — Action fongistatique du sachet générateur :

à gauche : culture de *Penicillium expansum*, témoin ; à droite : culture de *Penicillium* en présence d'un sachet générateur.

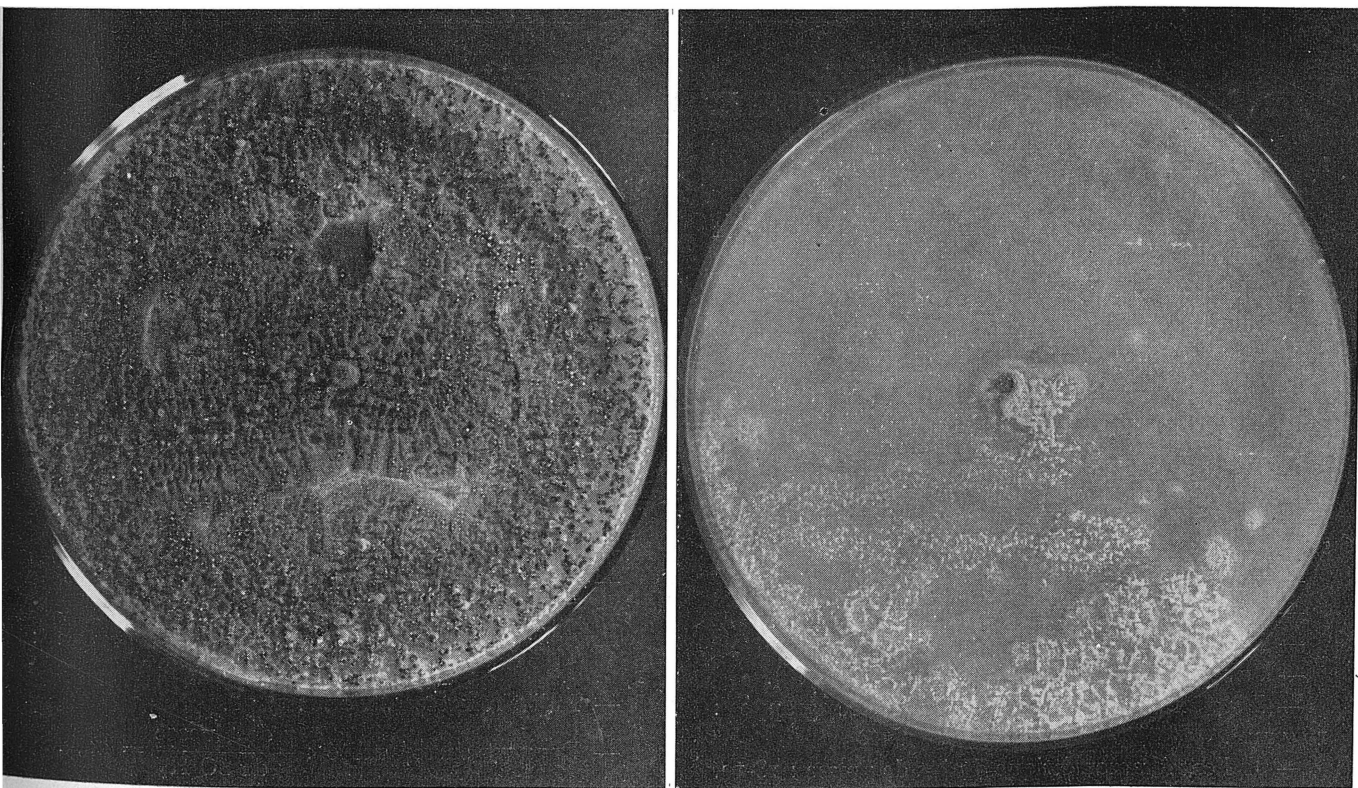


TABLEAU N° 3.

ESPÈCES	CULTURES TÉMOINS			CULTURES SOUMISES ACTION SO ₂		
	0°	4°	12°	0°	4°	12°
<i>Botrytis cinerea</i>	65 (1)	52 (3)	95 F	0	0	0
<i>Penicillium expansum</i>	52 F (2)	95 F	95 F	0	0	20 (4)
<i>Monilia fructigena</i>			55			0
<i>Gloeosporium perennans</i>		33 F	95 F		0	0
<i>Gloeosporium album</i>			35 F			0
<i>Rhizopus nigricans</i>			95 F			0
<i>Trichothecium roseum</i>			50			0

(1) 65 signifie surface en centimètres carrés recouverte de mycélium.

(2) F : présence de nombreuses fructifications.

(3) Après 2 mois seulement de culture.

(4) Avec 2 sachets générateurs on inhibe complètement le développement du *Penicillium*.

LES FRUITS UTILISÉS

1. Origine et caractéristiques initiales.

Les essais ont porté sur 2 variétés de raisin : Muscat de Hambourg et Gros Vert.

Les grappes de la variété *Muscat de Hambourg*, en provenance de Ville-sur-Auzon (Vaucluse) ont été récoltées le 15-9-1964 par beau temps. A leur arrivée au laboratoire elles ont fait l'objet d'un tri rigoureux. L'aspect général des grappes entreposées était excellent et leur état sanitaire parfait ; elles ont été placées en chambre froide le 16-9-1964.

Les caractéristiques initiales des grappes étaient les suivantes :

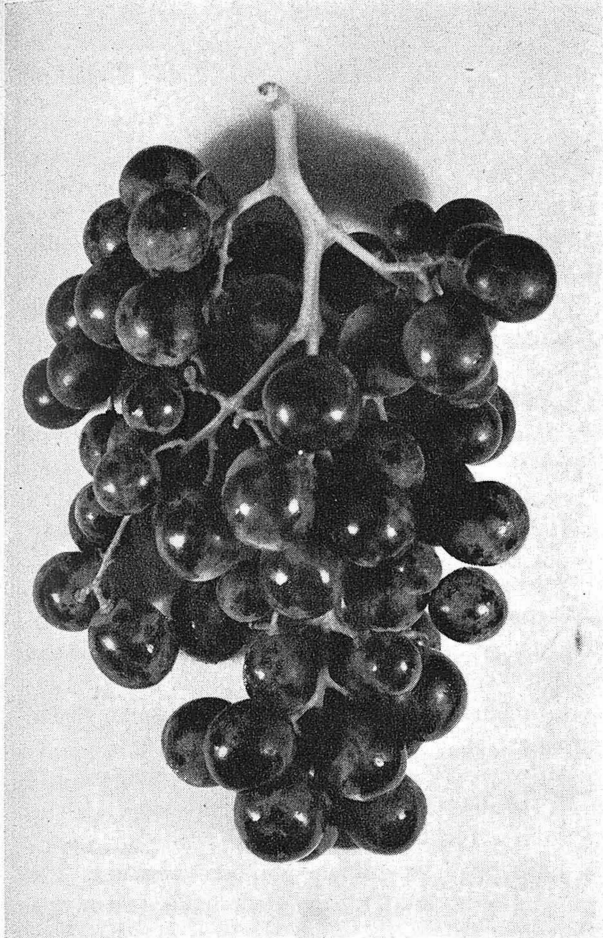
- Poids frais moyen d'une grappe : 289 g.
- Couleur : violet 639 à 641 du Code de Séguy.
- Raffles : bien vertes et turgescents.
- Saveur : très bonne (très sucrée, parfumée).
- Diamètre moyen des grains d'une grappe : 16,7 mm.
- Indice réfractométrique du jus de presse : 18-19.

— Rapport sucre/acidité (mesure effectuée sur 100 g de fruits frais) $\frac{\text{g de glucose}}{\text{g de SO}_4\text{H}_2} = 28,4$.

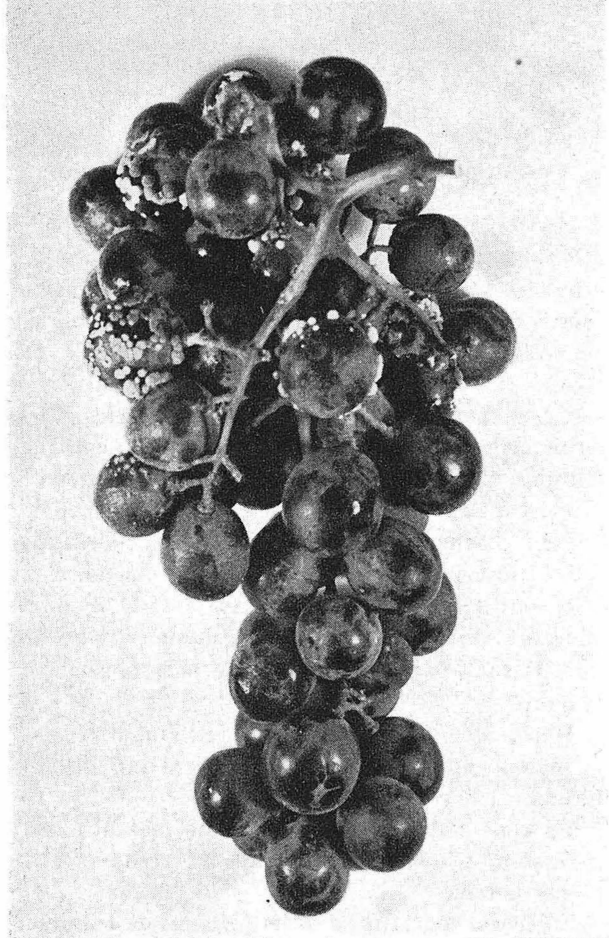
Les grappes de la variété *Gros Vert* en provenance de la région du mont Ventoux (Vaucluse) ont été récoltées le 5 novembre 1964 par beau temps. Parvenues en très bon état au laboratoire, elles ont néanmoins fait l'objet d'un tri rigoureux. Elles ont été placées en chambre froide le 7 novembre 1964.

Les grappes présentaient les caractéristiques initiales suivantes :

- Poids frais moyen d'une grappe : 335 g.
- Couleur : vert 268-269.
- Raffles : bien vertes et turgescents.
- Saveur : bonne (sucrée, parfumée).
- Diamètre moyen des grains d'une grappe : 17 mm.
- Indice réfractométrique : 17-18.
- Rapport sucre/acidité : $\frac{\text{g de glucose}}{\text{g de SO}_4\text{H}_2} = 20,3$.



←6



→7

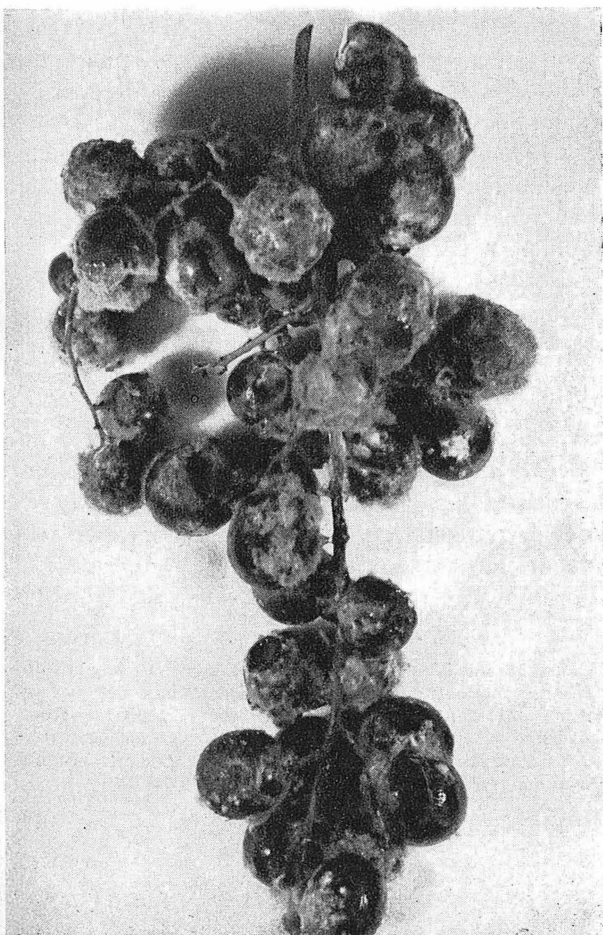


FIG. 6 (*en haut et à gauche*). — Muscat de Hambourg conservé en présence d'un sachet générateur 1/150. Aspect à l'issue de 17 semaines de conservation.

FIG. 7 (*en haut et à droite*). — Muscat de Hambourg conservé en présence d'un sachet générateur 0,25/100. Aspect à l'issue de 17 semaines de conservation. On peut voir que la quantité de métabisulfite présente dans le sachet n'était pas suffisante pour inhiber le développement des moisissures.

FIG. 8 (*en bas*). — Muscat de Hambourg. Lot témoin conservé sans sachet générateur. Aspect à l'issue de 12 semaines de conservation.

2. Conditions particulières de conservation.

Des lots de 500 à 600 g composés de 2 grappes ont été constitués et placés dans des emballages de polyéthylène de 30 cm sur 20 cm, de 50 microns d'épaisseur soudés aux deux extrémités et présentant d'une façon générale 4 perforations de 3 mm de diamètre. Dans chaque emballage est également introduit un (ou plusieurs) sachet générateur placé au contact des grappes entre celles-ci et la face supérieure de l'emballage. (Notons que la densité de l'anhydride sulfureux par rapport à l'air est de 2,26.)

Pour chacun des lots, le nombre de sachets générateurs, ainsi que les caractéristiques de chacun d'entre eux, sont donnés dans les tableaux I et II. Pour chacune des variétés il a été prévu, d'une part quelques sachets sans perforations, d'autre part plusieurs lots témoins :

Témoins conservés dans l'air sans emballage.

Témoins emballés sans générateur d'anhydride sulfureux.

Témoins emballés en présence de métabisulfite de potassium placé dans une capsule recouverte d'un papier poreux.

En ce qui concerne la variété Muscat de Hambourg, des lots plus importants, de 3 kg, ont été en plus préparés dans des emballages de polyéthylène de 30 cm × 50 cm en présence soit de 3 sachets générateurs de 60 microns d'épaisseur (1 gramme de métabisulfite de potassium par sachet), soit de 6 sachets générateurs de 150 microns d'épaisseur (1 g de métabisulfite de potassium par sachet).

Température.

Les emballages sont placés en armoires isothermes réglées à 0°. Les ouvertures journalières des portes ont tenu lieu d'aération.

3. Conduite de l'essai.

Des prélèvements ont été effectués toutes les 3 semaines et il a été prévu 5 prélèvements pour chacune des variétés, le dernier prélèvement ayant été effectué au bout de la 16^e semaine de conservation (Muscat de Hambourg) et au bout de la 17^e semaine (Gros Vert).

Ces prélèvements sont désignés respectivement P₁, P₂, P₃, P₄, P₅ sur les tableaux.

Lors de chaque prélèvement, les observations suivantes ont été effectuées : pesée, couleur des baies, couleur et aspect des rafles et des pédicelles, saveur,

appréciée par 3 dégustateurs confrontant leurs résultats après trempage des grappes dans l'eau et séchage, contrôle olfactif de la présence de l'anhydride sulfureux, indice réfractométrique du jus de presse.

4. Résultats expérimentaux.

Les observations effectuées lors de chaque prélèvement ont été reportées sur les tableaux I et II. Leur examen conduit aux remarques suivantes.

Muscat de Hambourg.

— La présence dans l'emballage de 1 ou 2 sachets générateurs de 150 microns renfermant 1 g de métabisulfite de potassium (1) chacun permet d'atteindre une conservation de 16 semaines.

— La même remarque s'applique aux sachets générateurs de 1/60.

— Une conservation d'une qualité légèrement inférieure a été obtenue pour le même temps avec le sachet générateur 1/100.

— En emballage étanche de bons résultats sont observés avec les lots 1/150, 0,5/100 (pour 12 semaines de conservation).

— L'emploi de quantités plus faibles de métabisulfite ne permet pas de lutter avec efficacité contre le développement des moisissures (0,25/100, 1,5/150). On remarquera que les lots témoins renfermant du métabisulfite non enfermé sont attaqués par les moisissures dès le 4^e prélèvement.

— Un nombre trop élevé de sachets générateurs (3 sachets générateurs de 150 microns, 2 sachets de 100 microns) provoque des décolorations et l'apparition d'une saveur étrangère.

— Notons enfin que l'emballage renfermant 3 kg de raisin avec 3 générateurs de 1/60 a permis une bonne conservation de 16 semaines.

Avec cette variété il est possible d'obtenir une conservation de 17 semaines grâce à l'emploi, pour 600 g de raisin environ, d'un sachet générateur de 150, 100 ou 60 microns d'épaisseur renfermant 1 g de métabisulfite.

Les figures 6, 7, 8 font apparaître à l'issue de 17 semaines de réfrigération les états de conservation respectifs des lots 1/150, 0,25/100, T₁.

(1) Dans un but de simplification nous désignerons par la suite les sachets générateurs par 2 chiffres, le premier relatif à la quantité de métabisulfite contenue dans les 15 ml d'eau du sachet, le second se rapportant à l'épaisseur de la membrane : ex. : 1/100 caractérisé 1 sachet de 100 microns d'épaisseur renfermant 1 g de métabisulfite de potassium.

Gros Vert.

— Avec la variété Gros Vert les doses utilisées étaient d'une façon générale plus faibles qu'avec la variété Muscat de Hambourg. De ce fait, nous n'avons enregistré dans aucun lot de décoloration ni d'apparition de saveur étrangère.

— Les meilleurs résultats ont été obtenus avec les sachets ou les combinaisons de sachets suivants : 1/100, 1/150 + 0,25/60, 1/150 + 0,50/60, 0,25/150 (emballage non perforé) permettant une conservation correcte de 17 semaines.

— Des résultats légèrement inférieurs ont été enregistrés avec le sachet 1/150.

— En emballage étanche, de bons résultats sont obtenus pour 12 semaines de conservation avec les lots 0,50/150 et 0,25/100.

— Les sachets aux caractéristiques suivantes se sont révélés insuffisants pour lutter contre le développement des moisissures : 0,25/60, 0,50/60, 0,50/100, 0,50/150.

Pour les 2 variétés, les témoins renfermant avec le raisin des doses de métabisulfite non enfermées dans un sachet (conditions de l'essai de 1963) ont généralement présenté dans un premier temps des altérations de saveur et de couleur caractéristiques des doses

trop élevées d'anhydride sulfureux, et souvent en fin de conservation des altérations fongiques. Ceci confirme le fait cité plus haut selon lequel l'émission d'anhydride sulfureux à partir de métabisulfite est brutale et de courte durée.

Les pesées effectuées à la mise en route et lors de chaque prélèvement nous ont permis en outre de montrer que les pertes de poids sont très faibles ainsi qu'on pouvait le prévoir.

Il semble d'autre part que les caractéristiques limites entre lesquelles on doit se tenir pour lutter efficacement contre le développement des moisissures, sans affecter les caractères organoleptiques du raisin sont assez étroites. C'est ainsi qu'un sachet de 150 microns d'épaisseur renfermant 0,5 g de métabisulfite de potassium est insuffisant, que 1 et 2 sachets renfermant chacun 1 g donnent de bons résultats, mais que 3 sachets provoquent une altération de la couleur et de la saveur.

Des dosages de teneur en anhydride sulfureux fixé par le raisin ont été effectués en 1965. Ils ont permis de montrer que les quantités de gaz sulfureux libre ou combiné fixé par les grappes sont de l'ordre de 1 mg pour 100 g frais. Ces teneurs sont très inférieures à celles rencontrées dans certains produits alimentaires de consommation courante.

CONCLUSIONS

Grâce au procédé décrit ici il est possible de maintenir pendant toute la durée de la conservation, à une valeur pratiquement constante et connue le taux d'anhydride sulfureux émis à partir de métabisulfite de potassium et de s'opposer de ce fait à l'apparition de moisissures sans modifier les caractères organoleptiques du raisin.

Dans nos conditions expérimentales l'emploi de sachets générateurs en polyéthylène de 6 cm × 6 cm, d'épaisseur 150 ou 100 ou 60 microns, et contenant une solution de 1 g de métabisulfite dans 15 cc d'eau permet

une conservation exempte d'accident de 5 à 600 g de raisin au sein d'un emballage perforé de polyéthylène de 50 microns d'épaisseur.

Dans ces conditions nous avons pu, avec une ou plusieurs de ces combinaisons conserver respectivement 16 et 17 semaines des grappes des variétés Muscat de Hambourg et Gros Vert.

*Laboratoire de Biologie Végétale
du C. N. R. S.*

