

La PHYSIOLOGIE des FRUITS en EMBALLAGE

par **R. ULRICH.**

PROFESSEUR A LA FACULTÉ DES SCIENCES DE PARIS
DIRECTEUR DU LABORATOIRE DE BIOLOGIE
DE LA STATION DU FROID (C. N. R. S.)

Les pratiques commerciales horticoles ont souvent comme conséquence de placer les fruits dans des conditions susceptibles de modifier leur physiologie ⁽¹⁾ ; c'est particulièrement le cas lorsqu'on les dispose en tas, en silo, en sachets sur les arbres, ou quand on les emballe pour le transport ou la vente.

Les emballages utilisés offrent la plus grande diversité depuis la caissette à claire-voie qui permet des échanges gazeux aisés entre les fruits et l'atmosphère ambiante, jusqu'à la feuille individuelle d'aluminium, au sachet de cellophane ou de polyéthylène, à l'enveloppe de pliofilm étroitement appliquée sur l'épiderme, susceptibles d'apporter une plus ou moins grande perturbation à ces échanges.

Les caractéristiques de l'emballage capables d'influencer la physiologie normale du fruit sont en particulier les suivantes :

- 1° *caractéristiques mécaniques* : pression exercée sur les fruits, dureté ou grossièreté de structure du fond ou des parois (bois...) ;
- 2° *conductibilité thermique* ;
- 3° *perméabilité aux gaz* : gaz carbonique, oxygène, vapeur d'eau principalement ;
- 4° *constitution chimique*.

Nous étudierons successivement ces divers points.

1. CARACTÉRISTIQUES MÉCANIQUES

La présence d'un emballage protège d'ordinaire le fruit contre les actions mécaniques néfastes ; les chocs et pressions sont atténués ; les lésions étant moins nombreuses, les chances d'attaque par les parasites de bles-

sure sont diminuées. Ainsi, les citrons enveloppés sont finalement moins attaqués par les Champignons (*Penicillium*) que les citrons nus (LAURIOL). La présence de l'emballage offre en outre l'avantage d'opposer une barrière matérielle à l'extension des champignons, d'un fruit infecté au voisin resté indemne, mais certaines espèces sont cependant capables de franchir une telle barrière.

Les fruits reposant sur un support offrant des arêtes ou des surfaces irrégulières, ou seulement dépourvu de souplesse, présentent facilement des altérations. Ainsi, on trouve parfois des oranges déformées par la pression sous le couvercle des caisses. Or, les fruits mûrs ne cicatrisent pratiquement pas leurs blessures (ULRICH, 1936). Il en résultera une dévalorisation par suite de l'aspect défectueux du produit et, très souvent, de l'installation de microorganismes d'altération fréquents au niveau des lésions humides (*Penicillium* par exemple, fig. 1 et 2).

Les pressions exercées sur les fruits d'agrumes peuvent briser les poches sécrétrices, l'essence écoulee intoxiquant les cellules voisines qui brunissent (oléocellose ; fig. 3).

2. CONDUCTIBILITÉ THERMIQUE

Le problème de la conductibilité thermique des emballages se pose particulièrement pour les fruits destinés à l'entreposage et au transport frigorifiques, surtout quand la récolte a lieu à température élevée. La chaleur à éliminer comprend la chaleur accumulée par les fruits pendant leur séjour au soleil ou dans l'air chaud, et la chaleur constamment libérée par les tissus eux-mêmes du fait des combustions respiratoires. Les

(1) Voir sur la physiologie des fruits R. ULRICH, *La vie des fruits*.

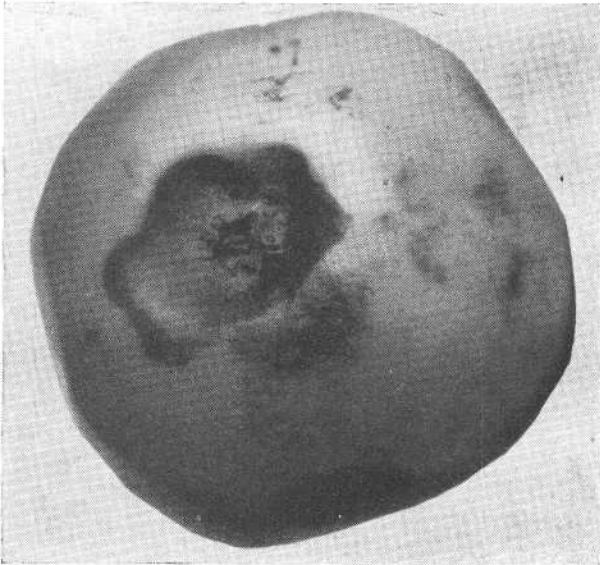


FIG. 1. — Pomme déformée par suite de la pression exercée par les fruits voisins dans un emballage trop étroit ; développement de moisissures au niveau des lésions.

surfaces d'échange du colis avec l'air ambiant dépendent grandement de sa forme et de l'importance des surfaces de contact avec les colis voisins ; l'épaisseur et la conductibilité thermique spécifique des substances constituant l'emballage sont également à considérer.

Dans une caisse, la température des fruits est très variable suivant la place qu'ils occupent ; ce point a retenu notamment l'attention de SMITH, GANE et DREOSTI (pommes).

Le fruit qui reste chaud conserve une respiration

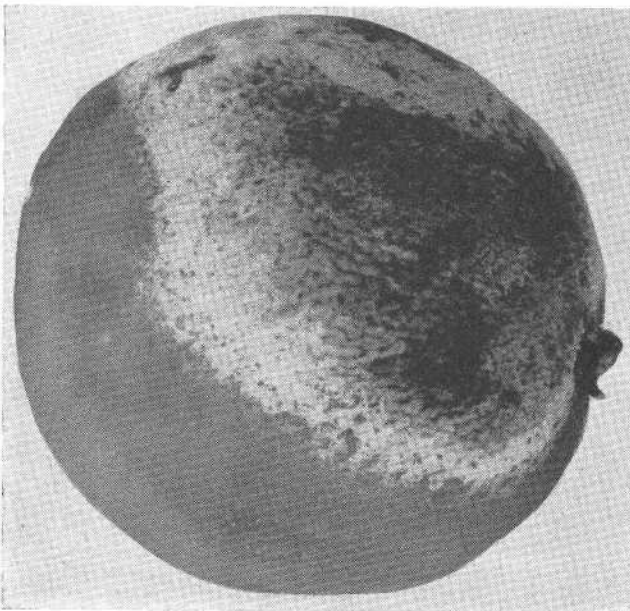
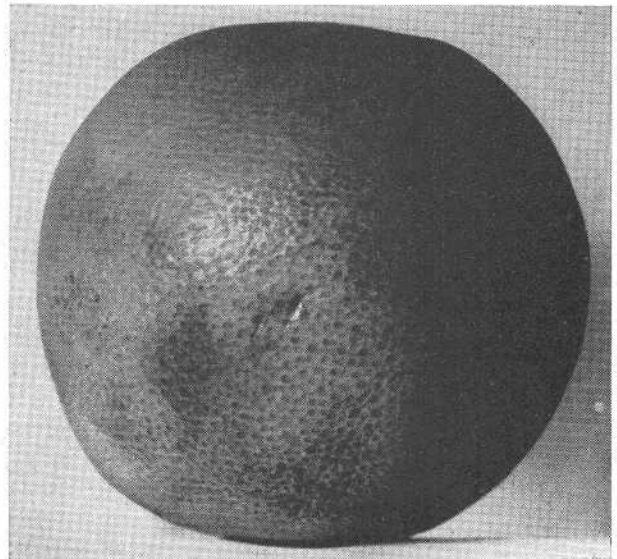


FIG. 2 (à gauche). — Orange attaquée par un *Penicillium* qui s'est installé grâce à une blessure superficielle.

FIG. 3. — Orange atteinte d'oléocellose.



active, perd beaucoup d'eau donc de poids, et mûrit trop vite. Ces faits sont particulièrement importants à considérer dans le cas de la banane. Certains auteurs (DEVE) pensent que la circulation de l'air est nécessaire à l'intérieur des colis alors que DEULLIN a observé en Guinée et en Côte-d'Ivoire que la fermeture complète des emballages n'empêche pas une bonne réfrigération, pourvu que l'air circule convenablement à leur surface externe.

Du point de vue de l'isolation thermique, il faut enfin noter que l'emballage diminue utilement l'importance des variations de température.

3. PERMÉABILITÉ AUX GAZ

Les fruits échangent divers gaz avec l'atmosphère ambiante ; de l'oxygène est absorbé, du gaz carbonique, de la vapeur d'eau, de l'éthylène et divers autres produits organiques volatils sont libérés. Les conditions créées à l'intérieur d'un emballage quelque peu étanche sont d'abord celles de l'entreposage en atmosphère contrôlée (gas storage) qui freine la maturation et peut favoriser la conservation [KIDD et

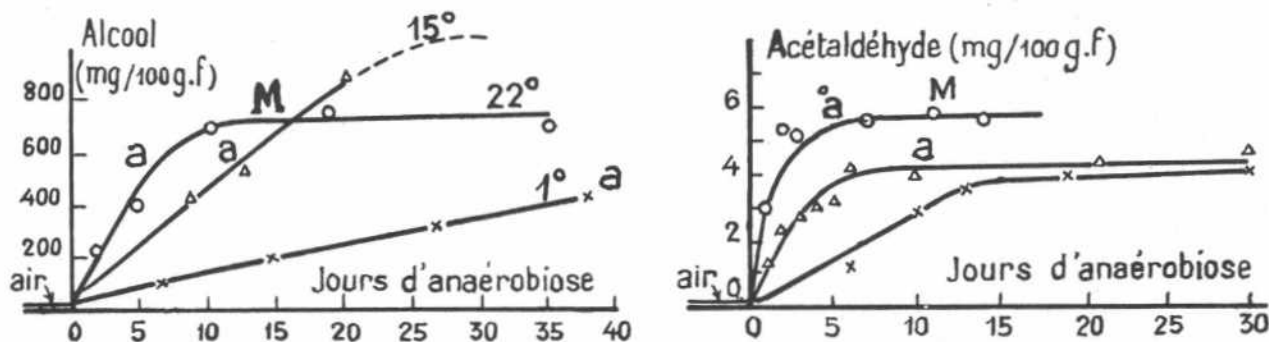


FIG. 4. — Production d'alcool et d'acétaldéhyde dans les pommes Newton Wonder — a : altération visible — M : mort des tissus. D'après THOMAS.

WEST, puis de nombreux auteurs (1)]. Il faut toutefois bien noter que, dans l'entreposage en atmosphère contrôlée, on rectifie constamment la composition de l'atmosphère pour qu'elle varie peu au cours de la conservation. Dans un emballage trop étanche, il ne se produit rien de tel, et, même si un régime d'échanges de gaz s'établit, aboutissant à un équilibre, l'oxygène peut manquer et le gaz carbonique s'accumuler dangereusement.

Inconvénients du manque d'oxygène.

Si l'oxygène manque, la fermentation propre apparaît, génératrice de profondes altérations : formation d'alcool et d'acétaldéhyde, brunissement au retour à l'air caractéristique du bletissement, accumulation de gaz carbonique, épuisement de l'oxygène de l'atmosphère intercellulaire et des sucres des cellules, altération des constituants azotés (formation d'azote ammoniacal et aminé), alcalinisation des tissus et envahissement par les microorganismes (LECHARTIER et BELAMY, MATRUCHOT et MOLLIARD). Selon la teneur en oxygène du milieu, la durée de l'essai et la température, la production d'acétaldéhyde et d'alcool varie grandement (fig. 4) ; selon la concentration d'oxygène, la respiration s'observe seule (plus ou moins ralentie lorsque le taux d'oxygène baisse), la respiration s'associe à la fermentation (zones moyennes de teneurs en oxygène) ou enfin la fermentation subsiste seule (oxygène très raréfié ; fig. 5). Le gaz carbonique fermentaire dégagé par des fruits placés en sachets étanches peut provoquer le gonflement de ceux-ci.

(1) Voir : R. ULRICH, La conservation par le froid des denrées d'origine végétale.

Inconvénients de l'accumulation de produits organiques volatils.

Lorsque les produits volatils organiques s'accumulent autour du fruit, ils sont capables de tuer des cellules superficielles ; celles-ci deviennent brunes ou noirâtres, et le fruit présente les symptômes de la maladie dénommée échaudure (scald). BARKER et FURLONG ont observé que des poires en caisse présentent une altération du cœur plus précoce dans la profondeur du colis qu'à la surface ; ils attribuent cette maturation anormale à une accumulation de produits volatils. Si l'on injecte de l'air au centre de la masse des fruits, les altérations sont moindres (Poires Bosc).

Inconvénients de l'accumulation de vapeur d'eau.

L'accumulation de vapeur d'eau dans une enceinte aux parois trop étanches présente, elle aussi, des inconvénients : la maturation est troublée ; en particulier, la saveur devient défectueuse ; enfin le fruit est facilement attaqué par des microorganismes tels que les moisissures, toujours présents à la surface sous la forme de spores prêtes à germer. On a parfois observé, au centre des colis, des attaques de pommes par *Botrytis* plus graves qu'à la périphérie (FURLONG et BARKER).

BOEKE a attiré l'attention sur le danger de l'eau de condensation qui se dépose sur la face interne des sachets transparents faits d'une matière plastique peu perméable. La figure 6 montre une pomme qui a éclaté au contact de cette eau liquide. Ces fines gouttes peuvent former une sorte de brouillard qui empêche de voir les fruits à l'intérieur des emballages de cellophane ou de pliofilm. Ces inconvénients ne s'observent pas avec l'acétate de cellulose qui est perméable à la vapeur d'eau ; malheureusement cette substance peut

TABLEAU I.
Caractéristiques de perméabilité (P) de quelques pellicules organiques.
(D'après DUBOIS.)

	ÉPAISSEUR (mm)	t (° C)	HUMIDITÉ RELATIVE (%)	P		
				CO ₂	O ₂	N ₂
Cellophane	0,020	21°	0	3	0,5	0,5
d°	d°	d°	75	52	19	2,4
Acétate de cellulose	0,022	21°	75	10.000	970	120
Chlorure de polyvinyle	0,030	8°	0	820	300	
Chlorure de polyvinylidène	0,033	21°	50	12	2,4	
Nylon	0,046	21°	50	200	25	
Polyéthylène	0,025	22°	0	12.000	1.900	
Caoutchouc chlorhydraté (groupe compre- nant le pliofilm)	0,010	3°	0	260	46	

communiquer aux raisins une saveur désagréable. De petits trous percés dans l'enveloppe sont peu efficaces contre la condensation (fig. 7). L'application d'un détergent à la face interne de l'emballage supprime le brouillard ; l'eau condensée s'étale alors sur la lame en couche transparente. En doublant intérieurement la pellicule d'un papier poreux on peut éviter l'apparition d'eau liquide mais l'emballage perd l'avantage commercial de la transparence. Ces inconvénients réels

Discontinuités de l'emballage et échanges de gaz.

Lorsque la paroi de l'emballage est largement discontinuë, les échanges gazeux se poursuivent normalement. Lorsqu'elle est seulement poreuse (feuille de papier ou d'aluminium serrée autour du fruit), le danger est déjà plus grand. Des poires Williams conservées en emballages variés à 0° puis mises à mûrir 5 jours à

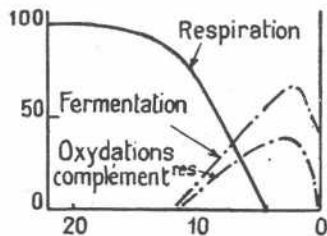


FIG. 5. — Variations d'intensité de la respiration et de la fermentation en fonction de la concentration en oxygène de l'atmosphère. Les oxydations complémentaires correspondent à la combustion totale des produits de la fermentation, D'après PLANTÉFOL.

ne doivent pourtant pas faire oublier les excellents résultats qu'on peut obtenir en ce qui concerne le maintien de la turgescence par l'emploi des emballages plastiques et, en particulier, des emballages adhérents (stretch wrapping ; fig. 8).

FIG. 6. — Pomme Cox's Orange Pippin éclatée au contact de l'eau condensée à l'intérieur d'un sachet étanche. D'après BOEKKE (1951).
(Cliché I. B. V. T.) (1)

(1) Les clichés 6, 7 et 8 nous ont été aimablement fournis par le Dr BOEKKE de l'Institut voor bewaring en verwerking van tuinbouwproducten, à Wageningen. Nous l'en remercions vivement.

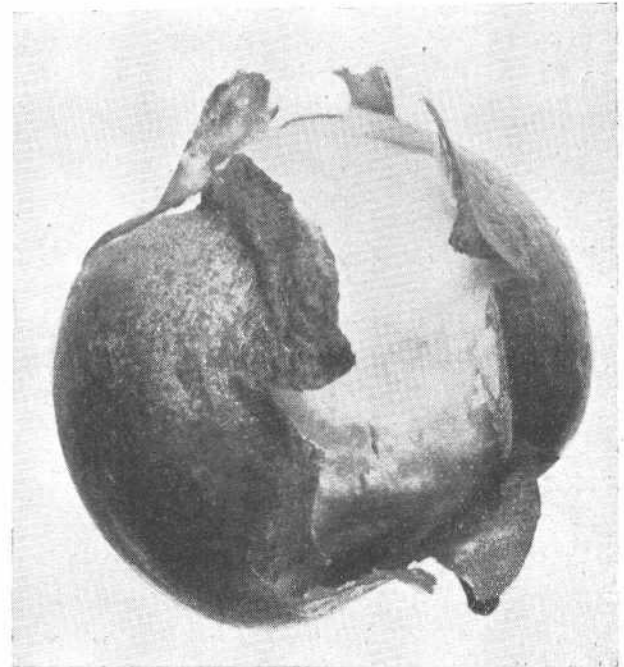
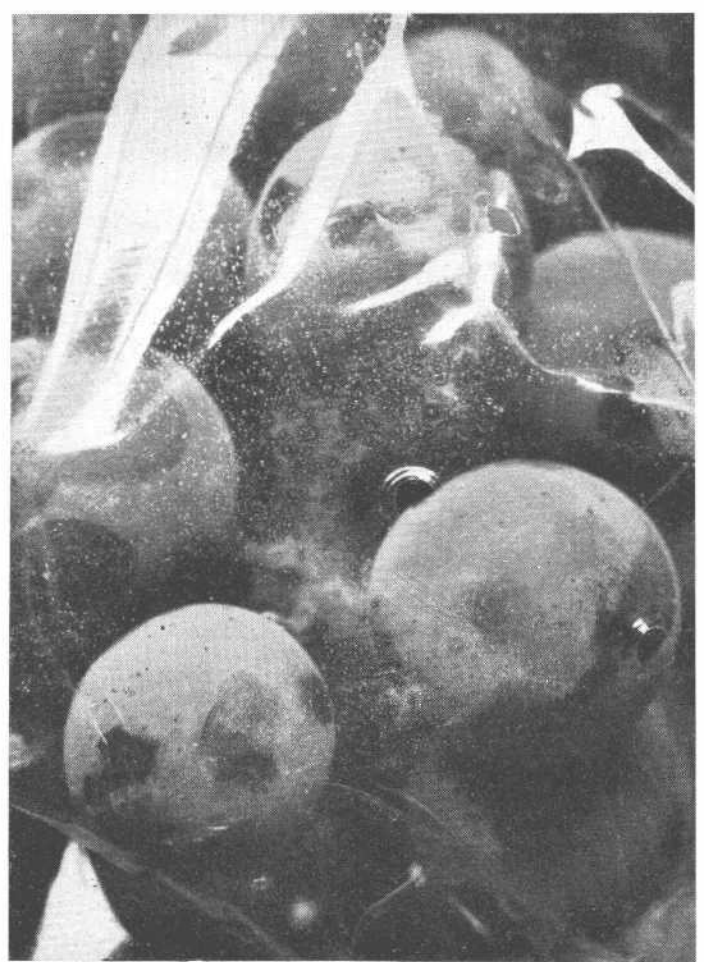


FIG. 7. — Condensation à l'intérieur d'un sachet de cellophane perforé renfermant du raisin. D'après BOEKE (1951). (Cliché I. B. V. T.)



+ 18° se sont comportées de manière très variable dans l'une de nos expériences (ULRICH et col., 1950) : alors qu'en papier mousseline elles n'ont pas noirci, le noircissement a été faible en feuille d'aluminium mince (10 μ) et très notable en feuille d'aluminium épaisse (15 μ), surtout dans le cas des fruits ayant conservé leur emballage pendant la maturation complémentaire à 18° (fig. 9). D'après DEULLIN (1953) les emballages des régimes de bananes sont suffisamment perméables aux gaz pour que la teneur en gaz carbonique de l'atmosphère qui environne les fruits soit seulement de l'ordre de 0,5 %.

Enfin, si l'on envisage d'emballer des fruits dans des sachets formés d'une pellicule soudée d'une substance plastique telle que cellophane, acétocellulose, polyéthylène, pliofilm, etc., de grandes précautions doivent être prises. Étudions de plus près cette importante question.

Précisions sur les enveloppes plastiques.

Les papiers paraffinés ont été parfois conseillés pour envelopper les fruits ; or nous avons eu l'occasion de montrer que des poires Passe Crassane enveloppées non pas d'un sachet mais d'une couche de paraffine perdent peu d'eau (0,47 % contre 4,5 % pour les témoins non paraffinés, du 25 février au 10 mars à + 18°), mais que les fruits restent fermes et verdâtres ; la transformation des protopectines en pectines, phénomène normal de la maturation ne s'y réalise pas (ULRICH et MI-MAULT ; fig. 10).

Les enveloppes de matière plastique susceptibles de servir à la confection de sachets soudables ont des propriétés de perméabilité diverses, étudiées par plusieurs auteurs (tableaux 1 et 2).

Ainsi que l'a noté BOEKE, la perméabilité des sachets peut être différente des valeurs théoriques par suite des traitements subis par les films plastiques : pliages, soudures, etc.

Pour ce qui concerne la perméabilité à la vapeur d'eau, BALIVET classe les pellicules dans l'ordre suivant (perméabilité croissante, à épaisseur égale) : chlorure de vinylidène, polyéthylène (très peu perméable), chlorure de vinyle semi-rigide, cellophane, chlorhydrate de caoutchouc, chlorure de polyvinyle plastifié, acétate de cellulose, téréphtalate de polyéthylène. Enfin, dans le même article, les pellicules sont également classées du point de vue de leur perméabilité aux produits odorants ; par perméabilité croissante, on trouve : les pel-

licules cellulosiques, l'acétate de cellulose, le chlorure de vinyle semi-rigide, le chlorure de vinylidène, le chlorhydrate de caoutchouc, le téréphtalate de polyéthylène et le polyéthylène (très perméable).

On remarquera, d'après ce qui précède, la grande perméabilité au gaz carbonique, la perméabilité modérée à l'oxygène et la quasi-imperméabilité à l'eau du polythène ; les propriétés du pliofilm (chlorhydrate de

TABLEAU 2.

Perméabilité comparée, à 25°, de trois échantillons (a, b, c) de polyéthylène, à l'oxygène, à l'azote et au gaz carbonique.

(D'après D. W. BRUBAKER et K. KAMMERMEYER.)

GAZ	P \times 10 ⁹		
	a	b	c
O ₂	0,306	0,278	0,350
N ₂	0,093	0,080	0,123
CO ₂	1,32	1,18	1,40

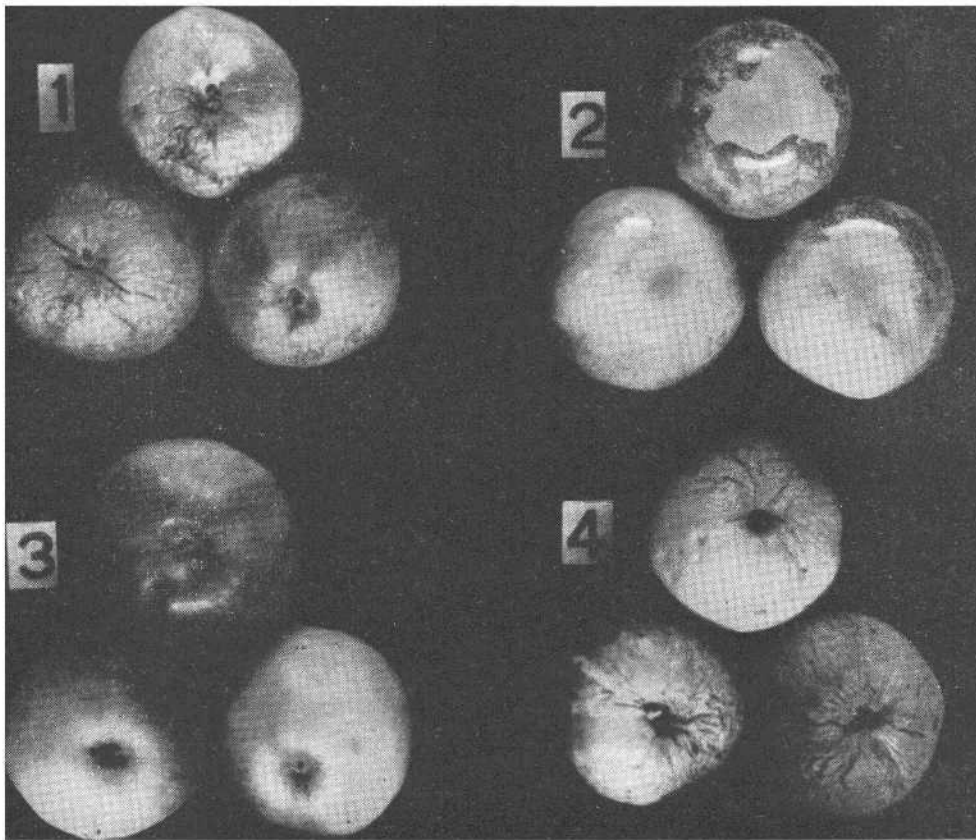


FIG. 8. — Pommes Jonathan conservées 5 mois 1/2 au froid. 1 : témoin non enveloppé ; 2 : fruit emballé dans du pliofilm ; 3 : fruit emballé de la même manière que 2, mais déballé au moment de l'exécution du cliché ; 4 : fruit emballé dans du papier. D'après BOEKE (1949). (Cliché I. B. V. T.)

caoutchouc) ou de l'acétate de cellulose sont très différentes.

La pellicule double cellophane + polyéthylène offre, ainsi qu'on peut s'y attendre d'après les données ci-dessus une grande imperméabilité aux gaz.

La caisse doublée d'une feuille de substance plastique a été recommandée et utilisée déjà aux États-Unis dans le traitement des pommes et des poires.

De nombreux essais d'emballage de fruits avec ces diverses sortes de pellicules ont été effectués. Pour ce qui a trait aux pertes d'eau (c'est-à-dire à la transpiration des fruits ensachés), nous rapportons ici comme exemples les données de STAHL et FIFIELD (fig. 11) et de MC MAHON (fig. 12). MOULTON a indiqué l'intérêt d'une couverture de cellophane, pliofilm ou acétate de cellulose à la surface des paniers ou caissettes de fraises : les fruits restent plus turgescents grâce à leur faible transpiration, mais si les différences de température provoquent une condensation à la face interne de la pellicule, cette eau liquide peut favoriser l'altération des fraises ; une grande prudence est donc nécessaire, et les enveloppes incomplètement étanches à l'eau (acétate de cellulose par exemple) sont peut-être les plus recommandables.

MOULTON a également observé que le choix de la pellicule n'a aucune influence significative sur la teneur en vitamine C, en sucres ou en acides des fraises emballées.

Tous les fruits n'ont pas la même fragilité aux humidités élevées. Ainsi STAHL et FIFIELD recommandent les enveloppes étanches à l'eau (aluminium, certaines cellophanes) pour favoriser la conservation des oranges et grapefruits. Nous avons fait nous-mêmes quelques expériences de conservation de pommes en emballages de polyéthylène ; nous les résumerons rapidement (ULRICH et collab., 1954). Des pommes Canada, groupées par cinq dans un même emballage, ont été conservées à + 4° à partir du 28 septembre 1953 en sachets de polyéthylène de 0,12 mm ou de 0,05 mm d'épaisseur. Les pertes d'eau après 6 mois de conservation ont été très faibles (1 % environ) mais dans le film le plus épais, des altérations sont apparues dès le 28 décembre et se sont peu à peu généralisées ; les fruits sont devenus d'un gris violacé en surface alors que le centre brunissait. Dans le polyéthylène mince par contre, les fruits se sont bien conservés.

SCOTT et TEWFIK ont observé les modifications de composition de l'atmosphère de sachets renfermant des

fruits ou des légumes au bout de 2-7 jours à 3-22°. Avec des pommes en cellophane, ils ont observé des taux de gaz carbonique atteignant 14 à 30 % et d'oxygène de l'ordre de 0,3 à 5,6 %. Avec tous les films utilisés, à la fin de l'expérience, il était sorti plus de gaz carbonique du sachet qu'il ne s'en était accumulé à l'intérieur. Les auteurs ont également vérifié que les fruits emballés ont une respiration moins intense que les fruits laissés à l'air libre.

Ex : gaz carbonique produit par des pommes en 120 heures à 22° :

non emballées :

3.278,4 mg de CO₂ par kg en cellophane :

2.328,9 mg de CO₂ par kg en pliofilm :

2.204,8 mg de CO₂ par kg

On connaissait déjà l'action déprimante [sur la respiration des atmosphères riches en gaz carbonique et pauvres en oxygène. Lorsque le taux d'oxygène est trop faible, nous savons que la fermentation apparaît.

La perméabilité sélective de certaines pellicules peut permettre la réalisation d'un régime stationnaire d'échanges et la stabilisation de la composition du gaz du sachet ; si cette composition est favorable à la conservation du fruit, mais dans ce cas seulement, l'imitation du « gas storage » est parfaite ; c'est ce qu'on observe pour les régimes de bananes ou pour les pommes emballés dans le polyéthylène, d'après TORRILHON (Ex. d'atmosphère : 1-3,5 % de CO₂ et 13-18 % d'O₂).

Une application intéressante de la faible perméabilité des emballages est relative à la conservation dans le sachet, au voisinage du fruit, d'une substance

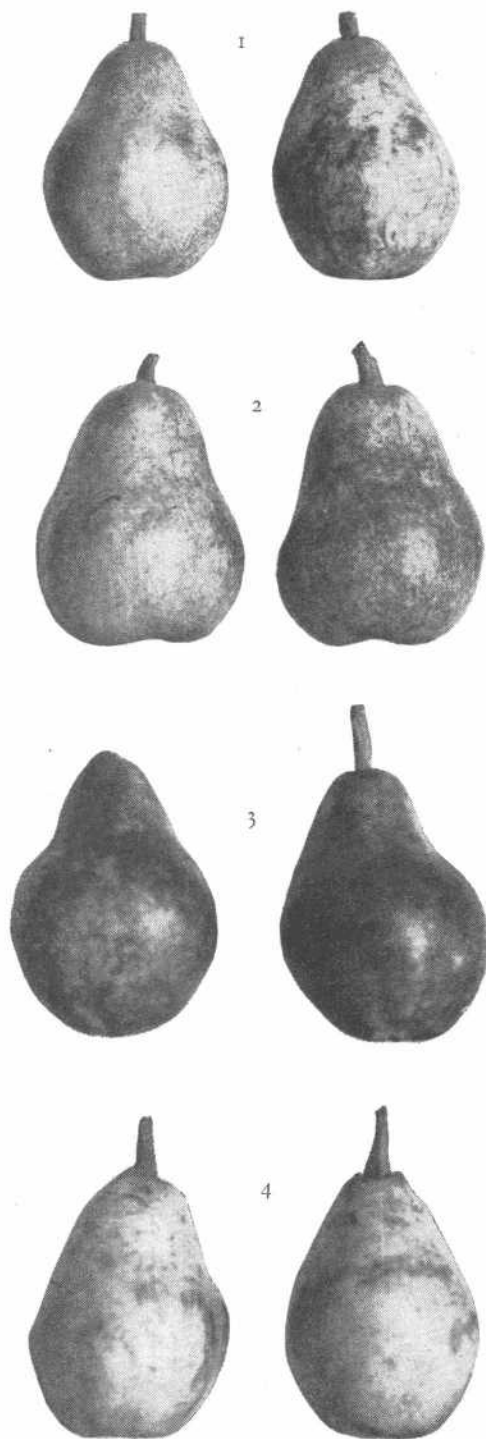


FIG. 9. — Paires Williams conservées en emballages variés à 0° puis mise à mûrir à + 18° ; 1 : fruits enveloppés dans du papier (noircissement faible ou nul) ; 2 : fruits enveloppés dans des feuilles d'aluminium minces ; 3 : fruits enveloppés dans des feuilles d'aluminium épaisses ; 4 : fruits emballés dans des feuilles d'aluminium épaisses, mais débarrassés avant la maturation à + 18°.

volatile antiseptique. Ainsi, on peut placer dans les emballages de raisin du métabisulfite de potasse qui libère du gaz sulfureux (ex. : emballage de chlorure de caoutchouc avec fenêtre d'acétocellulose, et addition de quelques grammes de métabisulfite à l'intérieur ; APP, LORANT, WORTHINGTON et WIEGAND).

La perméabilité de l'emballage aux gaz tient parfois au pouvoir dissolvant du premier ; ainsi, la présence d'eau dans la pellicule peut favoriser la sortie de gaz solubles (gaz carbonique) ; la présence de corps gras peut priver l'atmosphère qui entoure le fruit de substances liposolubles (essences odorantes ; BROOKS et collab.), mais ceci nous conduit à considérer la composition chimique de l'emballage.

4. CONSTITUTION CHIMIQUE

Les papiers ordinaires paraissent peu susceptibles de provoquer, du fait de leur composition, des lésions sur les fruits, mais on utilise parfois, pour lutter contre les maladies physiologiques (échaudure) ou contre les champignons, des papiers imprégnés d'huile minérale ou d'antiseptiques. Examinons ces deux cas de plus près.

Papiers huilés. BROOKS, COOLEY et FISHER ont préconisé comme moyen de protection contre l'échaudure des pommes, l'emballage des fruits dans des feuilles de papier huilé tenant plus de 15 % d'huile minérale ; un contact étroit du papier avec le fruit est recommandé. L'expérience a prouvé que cette méthode est souvent efficace. Toutefois, nous avons fait quelques expériences sur ce sujet avec la pomme Belle de Boskoop et observé les faits sui-

vants. La transpiration (perte de poids) n'a pas été plus faible en emballage huilé qu'en papier mousseline ordinaire. En papier huilé, il a été observé une échaudure très sensible (33 % de fruits atteints en papier faiblement huilé, 31 % en papier fortement huilé contre 67 % cependant en papier mousseline non huilé). Des brunissements internes ont été également observés (ULRICH et LEBLOND).

Les papiers imprégnés d'antiseptiques destinés à l'emballage des oranges ont fait l'objet de recherches importantes. On a utilisé par exemple des emballages à l'iode, au diphényle, au salicylanilide, à l'orthophénylphénate de soude, au céquartyl.

TOMKINS, à qui l'on doit d'importantes études sur ces produits, a montré que le diphényle altère les bananes et les pommes. L'iode des emballages altère aussi

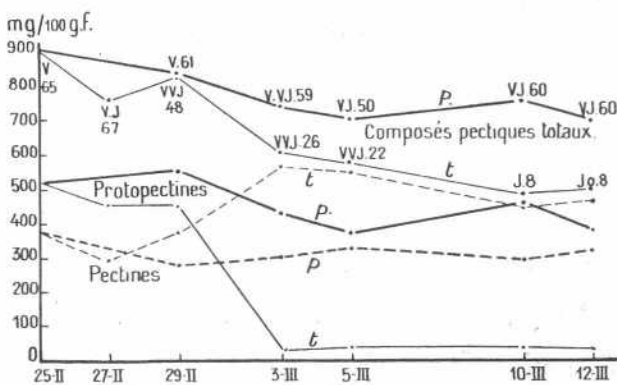


FIG. 10. — Variations, en fonction du temps, de la teneur composés pectiques totaux, en protopectines et en pectines de poires paraffinées (P) et de poires non paraffinées (t). Les lettres suivies de nombres expriment respectivement la couleur et la dureté moyenne des fruits analysés. V : vert ; VJ : vert jaune ; VVJ : vert avec trace de jaune ; J : jaune ; Jo : jaune virant à l'orangé.

certains fruits. TOMKINS a montré que l'o-phénylphénol présent dans les emballages à dose élevée provoque de graves lésions sur les oranges ; la dose dangereuse est plus élevée si l'antiseptique est dissous dans l'huile ou accompagné d'hexamine ou de benzidine. D'après VAN DER PLANK et ses collaborateurs, les oranges d'Afrique du Sud sont très sensibles à l'orthophénylphénol ; la banane est également sensible à ce produit.

TOMKINS et ISHERWOOD ont démontré, par des dosages, qu'une partie du diphényle ou de l'orthophénylphénol des papiers se retrouve dans le zeste des oranges, en faible quantité d'ailleurs.

Ainsi, la vie des fruits peut être fortement affectée par la présence de l'emballage. Si l'on fait abstraction des meurtrissures qui nuisent à l'aspect du produit et facilitent grandement l'installation des germes d'altération, on remarquera que c'est surtout en modifiant

la composition de l'atmosphère que l'emballage intervient. Trop étanche aux gaz, il entraînera inévitablement tôt ou tard l'apparition de la fermentation propre génératrice d'anomalies de la saveur et de brunissements. Choisi correctement quant à sa perméabilité

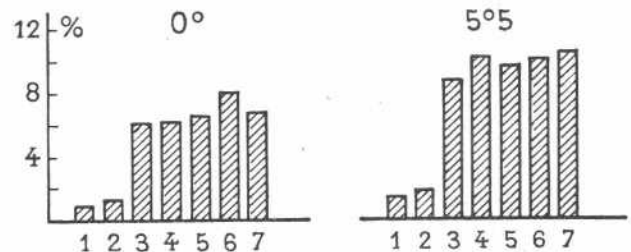


FIG. 11. — Relation entre la nature de l'emballage et les pertes de poids d'oranges Valencia, après deux mois d'entreposage à 0° ou 5°5. 1 : aluminium PL 45 ; 2 : cellophane MT étanche à la vapeur d'eau ; 3 : papier paraffiné ; 4 : papier huilé ; 5 : papier ordinairement employé pour l'emballage des oranges ; 6 : sorte de parchemin indestructible par l'eau ; 7 : témoin non emballé. D'après STAHL et FIFIELD.

aux gaz, il permettra de réduire les pertes d'eau, donc les pertes de poids, d'assurer le maintien de la turgescence des tissus, et même de ralentir la maturation en créant autour du fruit des conditions voisines de celles de la conservation en atmosphère contrôlée de composition optimum (gas storage). Si l'emballage est très perméable, son rôle ne sera plus que mécanique, à moins qu'on ne l'ait imprégné d'un antiseptique à une dose non excessive convenablement choisie.

Les progrès des recherches sur les emballages, en

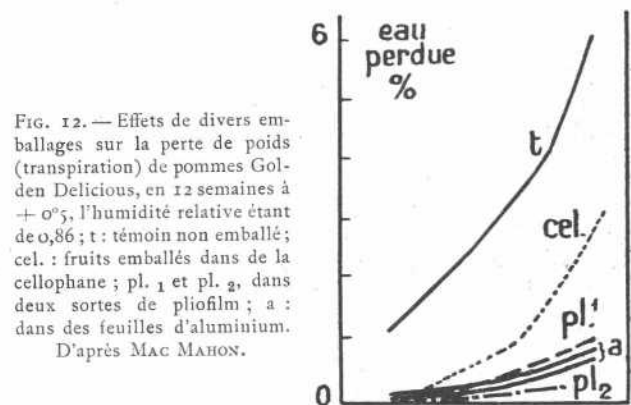


FIG. 12. — Effets de divers emballages sur la perte de poids (transpiration) de pommes Golden Delicious, en 12 semaines à + 5°5, l'humidité relative étant de 0,86 ; t : témoin non emballé ; cel. : fruits emballés dans de la cellophane ; pl. 1 et pl. 2, dans deux sortes de pliofilm ; a : dans des feuilles d'aluminium. D'après МАС МАНОН.

particulier sur les pellicules plastiques et les enveloppes imprégnées d'antiseptiques, permettront certainement d'améliorer grandement la qualité des fruits offerts au consommateur, mais il faudra toujours veiller soigneusement à éviter toute altération des phénomènes physiologiques liés à une survie ou à une maturation normale.

BIBLIOGRAPHIE

- APP (J.), LORANT (G. J.), WORTHINGTON (O. J.) et WIEGAND (E. H.). *Ice and Refriger.*, mai 1951, p. 43.
- BALIVET. *Emballages*, déc. 1954, p. 134.
- BARKER (J.) et FURLONG (C. R.). *Rep. Food Inv. Board f.* 1935, p. 147 and *f.* 1936, p. 160.
- BOEKE (J. E.). Doorzichtige verpakking van fruit, groenten en snijbloemen (Prepackaged fruits, vegetables and cut flowers). *Mededel. Directeur van de Tuinbouw Wageningen*, 1949, 12, n° 8.
- BOEKE (J. E.). Verpakkingsonderzoek. *Verpakking*, 1951, 4, n° 3.
- BOEKE (J. E.). Pliofilm for packaging fresh fruits and vegetables. *Rubber*, 1952, 8, 16 (Delft).
- BROOKS, COOLEY et FISHER. *Journ. agric. Res.*, 1919, 18, 211-7.
- BRUBAKER (D. W.) et KAMMERMEYER (K.). *Ind. Eng. Chem.*, mai 1953, p. 1148.
- DEULLIN (R.). *Fruits*, 1951, 6, 336 ; 1952, 7, 64 ; 1953, 8, 212-32 ; *Rev. Génér. Froid*, 1952, p. 117.
- DEVE. *Rev. Génér. Froid*, 1952, p. 133.
- DUBOIS, cité par SURUGUE, III, p. 268.
- LAURIOL (F.). *Fruits*, 1951, 10, p. 416.
- LECHARTIER (G.) et BELLAMY (F.). *C. R. Acad. Sci.*, 1869, 69, 356 et 466.
- MAC MAHON (M. L.). *Proceed. Amer. Soc. Hort. Sci.*, 1947, 50, 31.
- MATRUCHOT et MOLLIARD. *Rev. Gén. Bot.*, 1903, 15, 193.
- MOLLIARD (M.). *C. R. Ac. Sc.*, 1914, 159, 512.
- MOULTON (J. E.). *Proceed. Amer. Soc. Hort. Sci.*, 1947, 50, 263.
- PLANTEFOL (L.). Respiration et fermentation (tirage à part s. d.).
- SCOTT (L. E.) et TEWFIK (S.). *Proceed. Amer. Soc. Hort. Sci.*, 1947, 49, 130.
- SMITH (A. J. M.), GANE (R.) et DREOSTI (G. M.). *Rep. Food Inv. Board f.* 1936, p. 215.
- STAHL (A. L.) et FIFIELD (W. M.). *Ice and Refrigeration*, 1946, mai, p. 21.
- SURUGUE (J.). — Techniques générales du laboratoire de physique, t. 3, Paris (C. N. R. S.), 1952.
- THOMAS (M.). *Plant Physiology*, London, 1947.
- TOMKINS (R. G.). *Rep. Food Inv. Board f.* 1935, p. 129 ; *f.* 1936, p. 149 ; *f.* 1938, p. 186.
- TOMKINS (R. G.) et ISHERWOOD (F. A.). *Analyst*, 1945, 70, 330-3.
- TORRILHON (J.). *Emballages*, oct. 1954, p. 16.
- ULRICH (R.). *Rev. Gén. Bot.*, 1936, 48-49.
- ULRICH (R.). La vie des fruits, Paris (Masson) 1952.
- ULRICH (R.). Conservation par le froid des denrées d'origine végétale, Paris (Baillière), 1954.
- ULRICH (R.), ILDIS (P.) et MARCELLIN (P.). *Rev. Gén. Froid*, 1950, p. 823.
- ULRICH (R.) et LEBLOND (Cl.). *Rev. Gén. Froid*, 1955, p. 31.
- ULRICH (R.) et MIMAUT (J.). *Fruits*, 1952, 7, 273.
- ULRICH (R.) et PAULIN (A.). *Rev. Gén. Froid*, 1954, p. 1163.
- VAN DER PLANK (J. E.), RATTRAY (J. M.) et VAN WYK (G. F.). *Journ. Pomol. Hort. Sci.*, 1940-41, 18, 135.

CONDITIONNEMENT MODERNE DU FRUIT

POLYÉTHYLÈNE

SACS — SACHETS — Pochettes de 1 à 50 KILOS
TOUTES DIMENSIONS COURANTES EN STOCK

Le spécialiste de l'emballage transparent

ALTEC

S. a. r. l. au cap. de 3.000.000 f.

71, rue Fontaine-au-Roi — PARIS XI^e — OBE. 30-53 & 91-31

Dépôts à LYON — MARSEILLE — BORDEAUX — NANTES — LILLE