

Comportement des agrumes dans l'entreposage frigorifique

par P. ILDIS

Directeur du Laboratoire du Froid et de la Conserve Aïn-Sebaa (Maroc).

Après la banane, les agrumes viennent en second lieu pour l'importance de la consommation en dehors des zones de production. Pour le premier de ces fruits, le contrôle rigoureux de la température, assorti d'une puissante réfrigération, sinon d'une basse température, s'est immédiatement imposé pour en permettre le transport; il n'en est pas de même du second.

Cependant, l'accroissement de la consommation dans les pays non producteurs, l'extension de la zone de distribution, le désir aussi de pouvoir consommer ces fruits en toute saison, ont conduit à une augmentation de la distance et de la durée des transports, parfois d'un hémisphère à l'autre. Concurrément, on a songé aux possibilités de conservation à long terme.

Le contrôle de la température s'est alors avéré indispensable et le stockage des agrumes au froid a posé des problèmes aussi variés que celui, plus ancien, des fruits à pépins.

Évolution des fruits sur l'arbre.

Le comportement et l'évolution des fruits à basse température ne peut s'expliquer qu'en fonction de l'évolution normale des fruits pendant leur maturation sur l'arbre. Des études détaillées ont été publiées, notamment par HARDING, WINSTON et FISHER, 1939 (36) et 1940 (37) pour l'orange, HARDING et FISHER, 1945 (34) pour le polémo, HARDING et SUNDAY, 1949 (35) pour la tangerine, BARTHOLOMEW et SINCLAIR, 1951 (1) pour le citron.

Brièvement résumée, cette évolution est la suivante.

L'amidon initialement présent dans toutes les parties du fruit, disparaît assez tôt pendant le développement et n'existe pratiquement pas dans le fruit mûr [WEBBER et BATCHELOR, 1948 (8)]. Il n'intervient donc plus dans la phase de maturation du fruit qui le rend consommable.

En l'absence d'une chair similaire à celle de la banane ou de la pomme, il n'y a pas amollissement du fruit et les transformations des matières pectiques, notamment l'accroissement du pourcentage de pectines solubles, qui interviennent certainement dans la séparation des segments et des vésicules à jus, dans l'amincissement de la peau, ne présentent qu'une importance secondaire.

Vers la fin de l'évolution du fruit, on constate simplement une baisse continue de l'acidité du jus et un enrichissement en substances dissoutes (en grande partie constituées par des sucres). Parallèlement, il y a augmentation de la quantité de jus que l'on peut extraire et apparition de la couleur caractéristique. Ces quatre éléments servent à fixer l'état de maturité du fruit. On sait que dans les

normes de récolte ou d'exportation, interviennent la coloration, le pourcentage de jus, le rapport de l'extrait sec soluble à l'acidité et un minimum de sucres.

La variation de composition du jus est assez lente. Le gain journalier de rapport E/A serait, selon BLONDEL, 1952 (19) de 0,10 à 0,15 pour les clémentines, mandarines et oranges précoces, de 0,08 pour la navel, de 0,04 à 0,05 seulement pour la Valencia. Les variétés les plus tardives évoluent donc le plus lentement; la même observation est rapportée par HARDING, WINSTON et FISHER (37).

La maturité une fois atteinte, les variations de composition du fruit sont encore plus lentes. Les oranges précoces et de saison peuvent, selon (37), se conserver en excellente qualité, sur l'arbre, pendant 2 à 3 mois, parfois jusqu'à 6 mois. Les variétés tardives ne pourraient cependant se maintenir aussi longtemps pendant la saison d'été. Pour HENDRICKSON et Mac RILL, 1947 (46), il n'y a aucun doute que les oranges ainsi conservées soient supérieures à celles entreposées en chambre froide. La méthode évidemment ne coûte que par les risques encourus et par le préjudice ainsi porté aux arbres. Cela suffit pour la faire abandonner. Nous en retiendrons simplement que, si la date de récolte des agrumes peut être surveillée et attendue à quelques jours près, en ce qui concerne les premiers fruits à mettre sur le marché, il n'en sera plus de même par la suite.

Ainsi, l'absence d'amidon comme matière de réserve transformée ultérieurement en sucres, l'absence de modifications brutales de la composition chimique, donnent à la conservation des agrumes un caractère particulier.

Conservé à long terme les pommes et les poires, ou

assurer le transport des bananes, cela consiste essentiellement à ralentir l'évolution de ces fruits, encore insuffisamment mûrs, pour les amener en l'état de maturité parfaite au moment de la vente au détail. Cette évolution peut être conduite entièrement en chambre froide ou nécessiter une période de maturation complémentaire.

Conservé les agrumes, cela signifie maintenir le plus longtemps possible le fruit en l'état déjà acquis. On ne peut réellement parler de maturation après récolte, encore qu'une certaine évolution se produise dans ce sens.

La dépréciation des fruits après récolte.

Les altérations les plus visibles sont celles provoquées par l'envahissement des fruits par les champignons parasites. Chacun connaît les *pourritures*, vertes, bleues ou brunes, pour ne citer que l'appellation banale des plus fréquentes de ces maladies.

La transpiration qui affecte tous les fruits est principalement responsable de la *perte de poids*. A partir d'un certain taux, le fruit ridé et desséché est fortement déprécié.

Les *altérations de la peau* qui, sans être d'origine parasitaire, affectent plus ou moins gravement la coloration seule ou la structure et la coloration de l'épiderme, déprécient gravement l'aspect du fruit, bien que la qualité interne soit souvent moins altérée.

Enfin, la composition chimique se modifie peu à peu, entraînant une *perte de saveur ou d'éléments nutritifs*.

Nous laisserons volontairement de côté les altérations provoquées par les champignons parasites, ainsi que les méthodes de lutte, sujets déjà fréquemment traités ici (*), non pas qu'ils soient dépourvus d'intérêt et d'utilité dans l'entreposage frigorifique, mais parce qu'ils constituent un aspect particulier de la question, qui peut être traité indépendamment de l'action de la température.

Modifications d'ordre physique pendant l'entreposage.

Perte de poids.

Vers la fin de son évolution le fruit gagne peu de poids. Le citron pourrait même en perdre, selon COPEMAN (28), dans les derniers stades de la croissance, la transpiration devenant prédominante.

Pendant le stockage, la perte de poids est principalement due à l'évaporation de l'eau. Dans l'air et à température

(*) LAURIOL, 1951 : Quelques aspects de la lutte contre les *Penicillium* des agrumes (*Fruits*, 9, p. 412-420). — 1952 : La protection des agrumes contre les moisissures à *Penicillium* (*Fruits*, 7, n° 10, p. 465-475). — 1954 : Les traitements chimiques des *Penicillium* des agrumes (*Fruits*, 9, n° 1, p. 3-15). — MOREAU, 1954 : Le problème de la protection des agrumes dans les transports et en entrepôt (*Fruits*, 9, n° 2, p. 51-59). — LEMONNIER (M. A.), 1955 : Les traitements chimiques des agrumes (*Fruits*, 10, n° 9, p. 418-425). — MOREAU, 1956 : Les composés organiques du bore (albotènes), leur intérêt dans le traitement des agrumes en entrepôt (*Fruits*, 11, n° 9, p. 375-379).

ambiante, STAHL et CAIN, 1937 (69) attribuent 20 % de cette perte à la respiration.

Il est évident que la perte de poids totale augmente avec la durée du stockage ; elle varie en raison directe de la température et en raison inverse de l'humidité relative de la chambre.

Une valeur intéressante est la perte de poids par semaine. Il semble assez général d'observer pendant la première semaine une perte nettement plus élevée et parfois de l'ordre du double de celle constatée ultérieurement. Elle peut parfois se maintenir plus élevée pendant plusieurs semaines et chuter ensuite assez brusquement. STAHL et CAMP, 1936 (70) ont même signalé que cette valeur pouvait augmenter avec la durée du stockage pour des oranges conservées à basse température. Cela semble exceptionnel.

La perte de poids au stockage augmente avec la maturité du fruit à la récolte [oranges et pomélos (70), citrons (38), mandarines (78)]. Les citrons et pomélos présentent une perte de poids supérieure à celle des oranges.

On peut remédier à la perte de poids par le papillotage individuel des fruits, ce qui présente d'autres avantages sur lesquels nous reviendrons.

La perte de poids de fruits apparemment identiques, placés dans des conditions semblables, est extrêmement variable. Avec des citrons pesés individuellement et conservés à 0° ; + 4° ; + 8° ; + 12°, les pertes de poids individuelles se répartissent en courbes de fréquences assez irrégulières et d'autant plus étalées que la température de conservation était plus élevée. On a observé, par exemple, les valeurs suivantes pour la perte de poids (%) et la fréquence correspondante :

après 12 semaines à 0°

Δp	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
fréquence	0	12	15	18	30	9	9	3	3	0

après 12 semaines à + 12°

Δp	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25
fré- quence	0	3	6	6	6	8	14	11	11	8	3	8	3	0	3	0

Les fruits ont été examinés un à un et il n'a pas été observé de relation bien nette entre les maladies physiologiques notées et la perte de poids individuelle de chaque fruit. L'aspect momifié de certains ne correspondait pas constamment à la perte de poids la plus élevée. A + 12° seulement et pour une seule origine, la perte de poids des plus petits fruits a été nettement plus forte que celle des gros (ILDIS et d'ERSÛ, résultats non publiés).

La raison d'être de ces variations individuelles semble difficile à expliquer, faute de pouvoir réaliser au départ des lots de fruits se comportant d'une façon homogène quant à la perte de poids.

La perte de poids réduit notablement le diamètre des

fruits, modifiant leur classement par *calibre*. Ceci n'est pas sans avoir une répercussion intéressante sur les conditions de vente et favorise le stockage des gros fruits. C'est aussi un argument contre le stockage des agrumes en caisses d'expédition, dans lesquelles les fruits sont rangés en une disposition particulière à chaque calibre et doivent être serrés sans aucun jeu pour le transport.

Pourcentage de jus, de pulpe et de peau.

La diversité des avis émis sur les pourcentages relatifs de ces différents constituants au cours de la conservation, provient peut-être du stade de maturité des fruits ayant servi aux expériences, ou de la façon d'exprimer les résultats. Au point de vue du consommateur et des réglementations sur la maturité, l'élément important est le pourcentage de jus rapporté au poids de fruits au moment de l'examen. Mais du point de vue physiologique, il est intéressant de rapporter les résultats au poids de fruits initial.

BARBER et HARVEY cités par BARTHOLOMEW et SINCLAIR, 1951 (1), ont fait des mesures sur citrons à différents stades de maturité pendant 11 à 27 semaines aux températures de + 16 et + 20°. Les fruits initialement les plus verts ont présenté la plus forte augmentation de la richesse en jus, rapportée au poids de fruits examinés.

PLANK et RATTRAY, 1938 (61) et PLANK, RATTRAY et CROUS, 1938 (63), sur citrons et pomélos ont observé une forte augmentation de la teneur en jus par rapport au poids initial, excepté à 4°. L'augmentation la plus forte se trouvait entre + 10 et + 15°.

Nous avons effectué des essais analogues sur citrons conservés à + 10°, pomélos à + 12°, oranges Navel à + 4°, oranges Valencia à + 3°, pendant 8 à 12 semaines (48).

Les poids de jus retrouvés après stockage gardent à peu près la même valeur qu'à l'origine dans les citrons et pomélos (plus ou moins 1 % environ) ; ils régressent légèrement dans les deux variétés d'oranges (2 à 5 %).

Les poids d'écorce présentent le même phénomène inverse : constance des valeurs pour les oranges (plus ou moins 2 % environ) ; régression pour les citrons et les pomélos (pourcentage proche de la perte de poids totale).

Les poids de pulpe pressée sont toujours en régression ; celle-ci est toutefois légèrement plus faible pour les oranges que pour les pomélos et les citrons.

Cependant STAHL et CAMP (70) ont observé une diminution du pourcentage de jus des oranges, citrons et pomélos conservés 4 mois au froid.

Sur la mandarine, VENTURA (79) a trouvé en 1 mois 1/2 de stockage une très importante baisse du pourcentage de jus, plus importante à 0° qu'à + 3° et sur les fruits initialement mûrs par rapport aux fruits tournants.

Épaisseur de la peau.

Il semble que l'épaisseur de la peau devienne plus fine au moment où l'orange est parfaitement mûre. Elle s'épais-

sit de nouveau si l'orange reste sur l'arbre. En conservation, la peau peut s'amincir notablement puisque c'est généralement à son détriment que s'effectue la plus grande perte de poids. Le fruit prend ainsi un aspect ridé, particulièrement du côté pédonculaire, en même temps qu'il se ramollit.

Coloration des fruits.

La coloration des fruits est susceptible d'évoluer après leur récolte, dans les deux sens opposés, vers une accentuation ou un éclaircissement de la teinte.

La coloration des oranges Navel se produit normalement pendant le stockage entre + 10 et + 12°8 [PLANK, RATTRAY, BOYES, de VILLIERS, 1935-36 (62)]. Il semble que la coloration s'accroisse également dans le jus et la section du fruit aux températures plus élevées. Ce peut être un inconvénient pour les fruits trop mûrs qui deviennent ainsi trop foncés.

Les pomélos conservés entre + 10 et + 12° peuvent prendre un aspect bronzé qui les déprécie légèrement.

Pour PLANK, RATTRAY et CROUS (63), les citrons stockés verts entre + 10 et + 13° prennent une coloration analogue à celle des fruits jaunes stockés à + 4°, peut-être même plus attrayante.

Dans nos essais sur la conservation de l'orange Valencia (49), de la clémentine (14) (50) et de la mandarine (15), nous avons observé une régression de la couleur en dessous de + 5° environ, et une évolution normale au-dessus.

Notons en contrepartie que les basses températures pendant la maturation et même pendant le stockage, augmentent la coloration rouge de la chair des oranges sanguines [KIRPAL SINGH et SHAM SINGH (68) voir également photo n° 1].

Après avoir observé une augmentation de la teneur en caroténoïdes de l'orange pendant le début du stockage à + 4°, CARRANTE, 1941 (26), trouve la teneur en baisse au-delà de 20 jours.

Les fruits cueillis entreposés au froid se comportent cependant assez différemment des fruits restés sur l'arbre et soumis à des températures analogues.

Modifications d'ordre chimique pendant l'entreposage.

WEBBER et BATCHELOR (8) signalent les recherches qui ont montré les différences de composition entre les moitiés pédonculaires et stylaires, principalement sensibles sur l'orange Valencia et l'orange Navel, nettement moins sur pomélos et citrons. Lorsque le fruit arrive à maturité, le jus extrait de la moitié pédonculaire est le moins riche en sucres et autres constituants solubles. Par contre, la relation inverse existe dans l'écorce.

Il semble donc utile d'examiner séparément ce qui se passe d'une part dans la pulpe, soit pratiquement les variations de composition du jus, et d'autre part dans l'écorce.

Jus.

L'*extrait sec soluble*, la teneur en sucres totaux, sucres réducteurs et saccharose, augmentent généralement ou restent à peu près constants dans le pomélo (45) (43) (70) et dans l'orange (70) (11).

La teneur en sucres diminuerait cependant dans le citron (54) mais d'autant moins que la température de stockage est maintenue plus basse.

L'*acidité* diminue, parfois très peu, dans l'orange (70), dans le pomélo (45) (43) (70). Elle peut augmenter dans le citron (63). ULRICH et coll. (76) ont constaté que les températures de 0 à 6° pouvaient conduire à une certaine augmentation d'autant plus forte que la température est plus basse, mais d'une durée limitée; une baisse d'acidité se produit finalement à toutes les températures, les citrons conservés à 0° restant les plus acides.

Le rapport E/A , indice de maturité des fruits, aurait tendance à augmenter BLONDEL, 1952 (19), HARDING et FISHER, 1945 (34).

Les agrumes étant une source importante de *vitamine C*, il est d'un grand intérêt de savoir quelles sont les pertes possibles au cours de la conservation des fruits. On s'est beaucoup préoccupé de la conservation de l'acide ascorbique dans les jus d'agrumes appertisés ou congelés, beaucoup moins, semble-t-il, dans les fruits réfrigérés.

ROSE, COOK, REDIT (6), dans leur revue bibliographique, rapportent des résultats assez contradictoires. Alors que BRATLEY, 1940 (21) sur tangerines, HARDING, 1949 (33) ont constaté des pertes plus ou moins importantes, d'autres auteurs ont signalé la remarquable stabilité de l'acide ascorbique dans les jus d'agrumes [HAMERSMA, 1938 (31) (32), MOURIQUAND et LAVAUD, 1942 (56), TSUSHI, 1946 (74)] à condition toutefois que la conservation ait lieu à l'obscurité [SERGEEV, 1946 (67)].

Les mandarines conservées par VENTURA (78) pendant 1 mois 1/2 à + 3°, présentaient encore 87 % de l'acide ascorbique initialement présent; à 0°, il n'en subsistait que 50 % environ. DELFT, cité par MILLER (4), a constaté que le pouvoir antiscorbutique du citron subsistait aussi longtemps que les fruits étaient consommables.

Notons que du jus d'orange frais, conservé à + 2° en flacons bouchés pendant 36 jours, conservait encore 80 % de son activité vitaminique [MILLS, DAMRON et ROE, cités par PATRON (58)]. Les jus d'agrumes sont d'ailleurs riches en inhibiteurs naturels de l'oxydation de l'acide ascorbique.

Écorce.

Lorsque les analyses ont été conduites séparément sur la moitié pédonculaire et sur la moitié stylaire, on a constaté des modifications plus rapides et plus importantes de la moitié pédonculaire; sur cette dernière on constate d'ail-

leurs plus tôt les signes de vieillissement ou de reverdissement du fruit.

L'*extrait sec soluble* diminue dans l'orange (73), d'autant plus que la température de stockage est plus élevée (40), et dans le pomélo (41). Dans ce dernier, la teneur en sucres réducteurs reste à peu près constante à 0° et augmente aux températures de stockage plus élevées (41).

La teneur en sucres totaux et saccharose diminue [pomélos (41), citrons (54)].

Selon METLITSKII, 1953 (53), les sucres sont très rapidement consommés dans le flavedo, plus lentement dans l'albedo et peu attaqués dans la pulpe.

Le même auteur, observant que les pertes en vitamines C sont également plus importantes dans la peau, confirme les résultats de TSUSHI, 1946 (74). Sur oranges et pomélos conservés un mois, il subsistait 90 % de la vitamine C dans le jus et 59 % seulement dans l'écorce.

HARVEY et RYGG ont signalé en 1936 une augmentation de la teneur en *hesperidine* de la peau de l'orange Navel (40) pendant la conservation aux températures de 0, 5°6 et 11°1, ainsi qu'une augmentation de la teneur en *naringine* de l'albedo du pomélo (41), d'autant plus forte que la température de stockage est plus élevée.

Ces mêmes auteurs ont observé que la teneur en *naringine* augmentait sur les pomélos récoltés après une période froide et diminuait pour les fruits récoltés après une période chaude. L'influence de la température de stockage sur l'importance de la variation ne paraît pas nette, car les résultats obtenus en 1938 n'ont pas corroboré ceux de 1936.

RYGG et HARVEY, 1938 (65) ont suivi la teneur en pectines solubles et pectines totales de la peau de pomélos pendant la maturation (minimum constaté pendant la saison, variable selon l'origine des fruits). Ils ont constaté pendant le stockage, une légère augmentation des deux éléments, sans modification sensible de la proportion de pectine soluble.

Par contre, MILLER, 1946 (4) a constaté une baisse de la teneur en matière pectique pendant le stockage du citron.

L'écorce des agrumes est donc une partie intéressante à étudier pendant le stockage; c'est elle qui présente les modifications chimiques les plus importantes et qui réagit de la façon la plus sensible aux conditions extérieures.

Respiration des fruits.

Les agrumes sont parmi les fruits qui respirent peu. On trouvera des courbes d'intensité respiratoire en fonction de la température dans BARTHOLOMEW et SINCLAIR (1), ainsi que dans CAULIER (27).

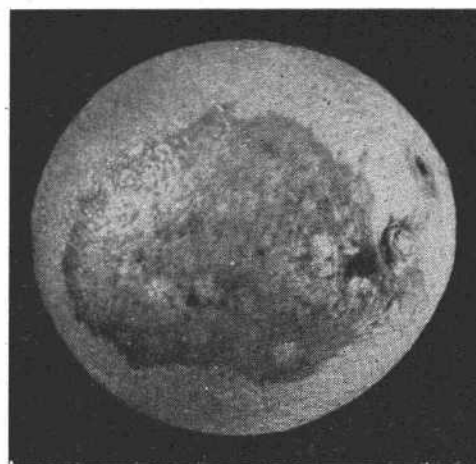
HALLER, ROSE, LUTZ et HARDING, 1945 (30) ont effectué de nombreuses mesures sur les fruits venant d'être récoltés. Lorsque la maturité progresse, l'activité respiratoire a tendance à diminuer. Aux températures ambiantes et moyennes, l'intensité respiratoire des fruits cueillis

baisse fortement en quelques jours. Aux températures de 0 à + 10°, elle est nettement plus faible et reste à peu près constante pendant l'entreposage. Le développement de moisissures et l'apparition de taches physiologiques correspondent à une augmentation très marquée de l'intensité



PHOTO n° 1. — Extension de la coloration rouge des oranges sanguines pendant l'entreposage à + 2° C du 24 février au 28 mai (3 mois). Photographie prise le 5 juin. La zone initialement colorée avait été délimitée à l'encre de Chine.

PHOTO n° 2. — Orange sanguine partiellement gelée. Photo prise le 24 février 1956 à l'arrivée dans une station de conditionnement.



leur dégagée par la respiration se trouvent indiquées dans le tableau I. Les citrons et les pomélos respirent nettement moins que les oranges, les mandarines et les clémentines.

TABLEAU I

Espèce	Température ° C	mg, CO ₂ kg, h	Chaleur sensible produite Cal/t/j	Référence
Citron Eureka	0	2,65	161	(1)
	4 ⁰ 4	3,7	225	(1)
	10 ⁰	10,5	641	(1)
	15 ⁰ 6	13,5	824	(1)
Citron de Bagdad	10 ⁰	6	500	(27)
Orange Navel (Californie)	0 ⁰	4,07		(30)
	4 ⁰ 4	6,35		(30)
Pomélos (Floride)	0 ⁰	2,07		(30)
	4 ⁰ 4	4,86	297	(30)
	10 ⁰	6,90	453	(30)
	15 ⁰ 6	12,6	779	(30)
Mandarines (Mandarines d'Éleusis)	5 ⁰	4,5	375	(27)
	10 ⁰	6,9	500	(27)
Clémentines (Maroc, fruits tournants)	2 ⁰	8,8		(50)
	5 ⁰	13,8		(50)
	10 ⁰	21,2		(50)
	15 ⁰	30		(50)

respiratoire. On a signalé à plusieurs reprises que les fruits moisiss émettaient de l'éthylène [BIALE, MILLER et coll., BIALE et MILLER, d'après ULRICH (7)]. Un seul citron peut ainsi activer la respiration de près de 500 fruits.

Des valeurs moyennes de l'émission de CO₂ et de la cha-

HARVEY et RYGG (39) reprenant l'expérience de LE-CHARTIER et BELLAMY, ont placé des agrumes dans un récipient clos et relevé les variations de la pression en fonction du temps. Après une dépression de 1 à 3 jours, ils constatent une remontée rapide de la pression. Les caractéristiques de la courbe, notamment dépression maxima, durée de cette dépression, pente de la partie ascendante de la courbe, étant notées, les auteurs ont trouvé une relation positive entre l'importance de la chute de pression et la durée de conservation de fruits similaires. Mais ces expériences ne semblent pas avoir été continuées à grande échelle.

Les accidents physiologiques constatés en entrepôts frigorifiques.

Le *gel* des fruits en entrepôt est un accident sans doute rare et loin d'être le plus intéressant. La description en a été faite fréquemment (2) (5) (photo n° 2).

Notons cependant que les fruits gelés après récolte manifestent rarement la dessiccation interne si caractéristique des fruits gelés sur l'arbre. On constate une altération localisée de la peau qui devient décolorée, grise ou brunâtre. Les tissus atteints sont généralement mous et spongieux, ainsi que la pulpe sous-jacente. Les membranes qui séparent les segments et l'albedo sont injectées de liquide ; les substances colorantes du flavedo diffusent dans l'albedo. Chez les pomélos, la pulpe présente une apparence laiteuse qui contraste nettement avec la couleur claire, presque transparente des segments non gelés (5).

Les différences sensibles de teneur en sucres existant entre chaque segment, expliquent la possibilité d'un gel



PHOTO n° 3. —
Tache diffuse
ou scald (zone
foncée) sur
orange Thom-
pson Navel
après 45 jours
à 0°.

partiel n'affectant que certains d'entre eux d'une façon apparemment arbitraire.

On observe très fréquemment sur les parois des segments d'oranges gelées, des points blancs qui sont des cristaux d'hesperidine, lesquels toutefois ne sont pas nécessairement la preuve d'un gel. Dans les tangerines, les cristaux se manifestent dans la pulpe aussi bien que dans les parois des segments. Dans le pomélo, les cristaux de naringine, très solubles, sont plus rares.

Plus intéressantes sont les altérations qui se produisent lentement au bout d'un certain temps de stockage et auxquelles le vocabulaire anglo-saxon a affecté un nombre considérable d'appellations. Les connaissances trop fragmentaires que l'on possède sur les conditions d'apparition de ces maladies, et même sur les désordres anatomiques qui les caractérisent, empêchent, semble-t-il, d'en faire une classification homogène.

Il nous arrivera donc souvent de conserver, sans le traduire, le terme choisi par les auteurs.

L'« *aging* » (4) (5) ou *vieillessement du fruit*, signe extérieur de sénescence, peut se manifester sur les fruits laissés longtemps sur l'arbre.

Oranges et pomélos en sont atteints. L'altération serait provoquée par une forte perte d'eau. L'écorce devient desséchée, ridée, principalement près de l'extrémité pédonculaire avec, dans cette même zone, des taches brun foncé, déprimées ou non. Les fruits qui présentent des symptômes graves d'« *aging* », accompagnés d'un brunissement de l'écorce, ont généralement une saveur désagréable, un goût de vieux.

Cette altération n'est donc pas spécifiquement provoquée par une température trop basse ; au contraire, l'entreposage au froid serait plutôt susceptible d'en retarder l'apparition.

Certains traitements des fruits, tels que des bains à température trop élevée, sont susceptibles de provoquer des altérations similaires.

Le « *brown stain* » et le « *scald* » (4) (5) sur oranges et pomélos, semblent correspondre à l'échaudure des pommes.

C'est une altération essentiellement superficielle, formant sur la peau de larges taches de couleur brun clair, aux contours parfois mal définis. Leur coloration est rarement très foncée et leur surface n'est jamais profondément creusée ni ne présente de bords nettement déprimés par rapport à la peau saine. Les taches anciennes peuvent prendre un aspect de cuir grené.

Le « *brown stain* » est, d'après ROSE et coll. (5), particulièrement grave sur les fruits très mûrs et très colorés. Il est beaucoup plus fréquent sur les oranges conservées à 0° que sur celles maintenues à plus haute température. On l'a constaté en quantités plus ou moins importantes sur des fruits conservés à + 4°, soumis à une forte ventilation. Il apparaît beaucoup moins fréquemment au-dessus de + 4° (photo n° 3).

NELSON a reproduit cette altération par l'action de vapeurs de divers acétates.

La *membranose* est une altération caractéristique du citron, bien connue et décrite (2) (3) (4) (5). Elle ne se manifeste par aucun symptôme extérieur et affecte exclusivement les murs carpellaires entre les segments, par des taches de forme et de dimensions irrégulières, d'un brun plus ou moins foncé. Les tissus du cœur, ainsi que l'albedo, peuvent parfois être touchés. Le jus n'est pas altéré, sauf en cas de très fort développement des taches.

Les fruits les plus verts, ceux cueillis par temps froid et humide, à la fin de l'automne ou pendant l'hiver, seraient les plus sensibles.

Le développement de cette altération est en relation étroite avec la température de stockage. De + 4 à + 7° semble être la zone la plus dangereuse. BROOKS et MACCOLLOCH, 1937 (24) ont constaté les proportions suivantes : pour un fruit atteint à 0°, il y en a 12 à 20, 22 à 40, 8 à 10 et 2 à 15.

L'*oléocellose* (2) (3) (5) n'a rien d'une altération typique de l'entreposage frigorifique. Elle affecte tous les agrumes, mais principalement, citrons, limes et clémentines. Ayant pour origine un frottement à la surface du fruit provoquant la libération d'huiles essentielles, elle apparaît plus particulièrement sur les agrumes verts qui sont manipulés alors qu'ils sont mouillés et serait favorisée par une basse température. L'aspect le plus commun de l'altération est celui de taches de formes irrégulières, vertes, jaunes ou brunes, dans lesquelles les glandes à huile se trouvent en légère surélévation. Les altérations constatées dans l'examen microscopique ont été décrites par SCURTI (66).

Le « *peteca* » (2) (3) (4) (5), altération spécifique du citron, est une destruction partielle de l'albedo provoquant à l'extérieur du fruit des dépressions à fond arrondi, de coloration presque normale ou légèrement grisâtre. Le *peteca* peut se développer pendant le stockage, mais en général, il semble grandement déterminé par les conditions climatiques dans le verger. Le *peteca* est plus fréquent sur les fruits récoltés par temps chaud et humide (5).

Les « *pitting* », « *storage spot* », « *chill spotting* », « *chilling injury* » (2) (3) (4) (5), semblent correspondre à des altérations bien voisines, caractérisées par des taches de la peau nettement déprimées et dont les bords bien définis sont en dépression marquée par rapport à la surface environnante. La coloration serait variable avec le stade de développement de la maladie et avec les espèces : oranges, pomélos ou citrons. La forme, la dimension, le nombre de taches, leur disposition ont sans doute créé toutes les appellations. Il semble que la dépression commencerait par les tissus qui entourent les glandes essentielles, mais que dans les stades avancés, ces glandes, desséchées, pourraient se présenter en creux par rapport à la surface des taches. NELSON, 1933 (57) en a fait l'examen microscopique. La pulpe située sous les taches étendues prend une saveur désagréable. Les parties atteintes peuvent se ramollir et sont facilement envahies par divers champignons. Elles sont plus fréquentes dans la moitié pédonculaire, mais d'une façon moins nette que dans le vieillissement du fruit.

C'est typiquement une altération se produisant à basse température, par exemple de 0 à + 4° pour l'orange (photo n° 4) et le citron, de 0 à + 10° pour le pomélo.

La température de stockage modifie la forme des taches : petites et nombreuses à basse température, elles sont plus étendues et plus espacées aux températures moyennes. Par exemple, sur pomélos entre — 1 et 0°, les taches ont moins de 0,5 mm de diamètre, mais toujours plus de 0,5 mm entre 2° et 4° [BROOKS et MacCOLLOCH, 1936 (24)]. Les taches se développent en quelques jours avec une forme définie et, selon NELSON (57), ne s'étendent plus par la suite. Pour d'autres auteurs, une évolution est au contraire possible, avec plusieurs formes successives [BROOKS et MacCOLLOCH (24). ILDIS et d'ERSU, résultats non encore publiés].

Elles apparaissent de 4 à 8 semaines après l'entreposage sur pomélos et sur oranges, mais le développement complet et la coloration finale ne se trouvent atteints qu'une huitaine de jours après la sortie de chambre froide. Par exemple, sur pomélos, le maximum de taches se produit vers + 4 à + 7° pendant le stockage, mais 0° est tout aussi néfaste après retour à température ambiante [ILDIS, 1952 (47)]. Au contraire, sur oranges et citrons, le maximum de taches se produit aux températures les plus basses.

Les fruits les plus sensibles sont ceux à peau fine, de petite taille. Les oranges précoces ou de saison sont plus sensibles que les oranges tardives. L'orange Valencia est très résistante comparativement à la Navel. Les variétés de pomélos et de citrons paraîtraient également sensibles.

Considérant ces taches et la perte de saveur comme deux manifestations de la sénescence du fruit, on a pu dire que chez les oranges dites sensibles au froid, les taches apparaissent les premières ; pour les autres, la limite d'entreposage provient de la perte de saveur.

Cette maladie n'est cependant pas spécifique de l'entreposage puisqu'on peut la constater sur l'arbre par temps froid, notamment sur pomélo, mais avec un aspect bien différent.

Enfin, PLANK et coll. (63) ont appelé « *pitting* » des altérations constatées sur citrons entre + 7 et + 10° plutôt qu'à basse température, mais l'observation n'a pas pu être répétée.

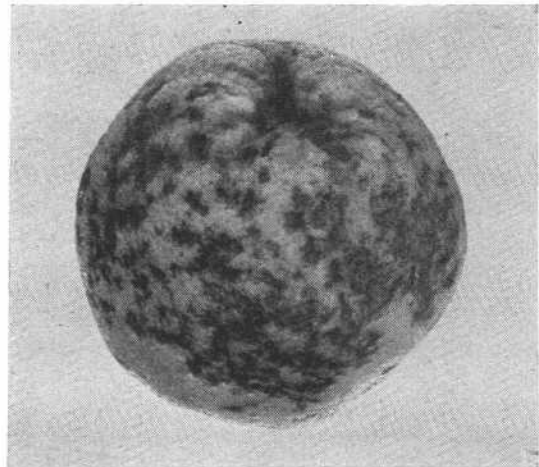
De nombreuses tentatives ont été faites pour relier la sensibilité au *pitting* à la composition chimique des fruits et principalement de l'écorce. Pour RYGG et HARVEY, 1938 (65), la teneur en pectines de la peau du pomélo présente un minimum pendant la saison et correspondrait à l'époque de plus grande sensibilité au *pitting* ; la teneur en naringine pourrait également intervenir. Aucune relation n'a été observée avec la teneur en sucres. Les fruits les plus acides (11) et les moins riches en acide ascorbique [METLITSKII et coll., 1953 (53)] seraient les plus sensibles.

RYGG et HARVEY (65) ont rapproché l'intensité du *pitting* pendant le stockage de la moyenne des températures des cinq jours précédant la récolte : une moyenne élevée favorisant le *pitting*. Selon ces auteurs également, l'évolution de la teneur en naringine pendant le stockage peut évoluer différemment : elle régresse si les fruits sont récoltés après une période froide et inversement.

Le « *rind breakdown* » sur oranges, pomélos et citrons, peut englober « *aging* », « *pitting* », « *storage spot* » (4). Il prend une signification particulière pour les limes (5) (29), bien que l'altération présente des caractères intermédiaires entre le « *pitting* » et le « *brown stain* ». Les fruits conservés à + 4° sont plus gravement atteints que ceux conservés à + 7°. Vers + 10° il y a très peu d'altération, mais les fruits évoluent très rapidement. Les fruits les moins mûrs sont les plus sensibles au froid. Une atmosphère sèche favorise l'altération.

Le « *watery breakdown* » (4) (5) semble analogue au « *soggy breakdown* » (70). La peau apparaît d'abord molle et spongieuse ; elle s'éclaircit ; l'albedo se gorge d'eau et

PHOTO n° 4. — Fines taches très nettement déprimées (*pitting*) sur orange Thompson Navel après 6 semaines à 0°.



se colore en jaune clair. Peau et pulpe sont atteints. Les carpelles sont détachés de la partie interne de l'albedo.

L'altération, beaucoup plus rare que les précédentes, se produit au-dessous de $+4^{\circ}$ et après quelques semaines de stockage. On l'observe également sur des fruits placés en atmosphère riche en CO_2 et quelle que soit la température de stockage. Il y a transpiration abondante et, très forte perte de poids. Elle affecte l'orange, le pomélo et, très vraisemblablement, la clémentine.

On constatera en résumé, que les citrons et les pomélos, puis à un moindre degré l'orange Navel, sont très sensibles aux maladies physiologiques ; les mandarines et clémentines restent à peu près indemnes.

Les deux écueils à éviter.

Bien qu'aucun développement n'ait été donné dans cet article à la question des pourritures provoquées par les champignons parasites, les lecteurs saisiront le dilemme dans lequel on se trouve pour la conservation des agrumes. Abaisser la température d'entreposage c'est, bien entendu, réduire ces *risques de pourritures*, c'est, d'un autre côté, aggraver les *altérations physiologiques*.

Un compromis doit donc être trouvé dans chaque cas particulier, en fonction de l'état sanitaire général du verger et des fruits, des conditions locales de végétation, de climat, etc..., pouvant accentuer l'importance de l'un ou l'autre des risques énoncés. La durée prévue pour l'entreposage doit également entrer en ligne de compte, car on dispose d'un certain temps avant l'apparition des maladies physiologiques, qui d'ailleurs ne rendent pas les fruits entièrement inconsommables. D'autre part, cette apparition est progressive, alors que l'envahissement par pourriture peut être brutal et catastrophique.

Traitements préalables à l'entreposage.

On peut aussi rechercher un procédé annexe de lutte dans des traitements effectués avant l'entreposage.

Les *traitements fongicides* effectués sur les fruits sont d'un intérêt incontestable. Ils permettent de stocker à moins basse température et, par là, réduisent les frais d'entreposage et les risques d'altération physiologique. Leur inconvénient principal était souvent d'accroître la perte de poids au stockage, obligeant à un traitement complémentaire qui a gardé le nom de *paraffinage*, pour ramener la perte de poids à une valeur comparable à celle des fruits témoins non traités. On s'oriente heureusement maintenant vers des émulsions combinant les deux effets en un seul traitement.

Ils restent cependant un traitement curatif pouvant permettre de conserver une partie plus importante de la récolte, mais n'améliorent en rien la conservation des fruits sains.

Le *papillotage* individuel des fruits, même en un papier non imprégné de fongicide, est un procédé physique simple

qui présente une grande importance en évitant la contamination des fruits sains par les fruits pourris. MOREAU, 1954 (55) a noté après un mois de stockage, de 3,7 à 8,5 % de fruits pourris lorsqu'ils n'étaient pas papillotés, contre 0,7 à 2,9 % lorsqu'ils étaient papillotés.

Contre l'apparition et l'extension des maladies physiologiques, il semble, malgré les nombreuses recherches déjà effectuées, que l'on soit encore peu armé.

De nombreux auteurs ont attiré l'attention sur l'intérêt du *ressuyage* des fruits avant la mise en chambre froide, s'opposant ainsi aux partisans de la mise au froid immédiate [HAWKINS et MAGNESS (45) (43) (44)].

Déjà plus ou moins pratiqué selon les régions, les conditions atmosphériques, l'état des fruits, lorsqu'il s'agit simplement de conditionner les fruits pour un transport de durée moyenne, un ressuyage non exagéré paraît une pratique parfaitement justifiée avant un entreposage prolongé.

Un *ressuyage plus poussé*, un certain *séchage* a été proposé pour éviter les maladies physiologiques du stockage.

VAN DER PLANK, 1938 (59) et 1939 (60) ainsi que ses collaborateurs, ont cherché des conditions précises pour ce ressuyage (température et durée), dans le cas de l'orange Navel et du pomélo. Les résultats obtenus sont apparus extrêmement complexes, car l'un ou l'autre des facteurs température et durée du ressuyage intervenaient en fonction de la température et de la durée du stockage ultérieur, ainsi que de la date de récolte des fruits. On ne peut encore tirer de ces expériences des conclusions générales, mais on trouvera dans le tableau II quelques traitements recommandés.

Cependant, selon l'opinion émise par LÉONARD, 1936 (52), il semble qu'un ressuyage accentué puisse limiter l'extension du pitting, non pas retarder son apparition. Il risque aussi de réduire la durée finale de stockage par perte de saveur.

Un tel ressuyage ne paraît pas avantageux pour l'orange (64) ; il ne nous a pas paru efficace non plus sur le citron (ILDIS et d'ERSU, résultats non publiés).

Pour BROOKS et MacCOLLOCH, 1936 (24) on peut aussi réduire sensiblement le « pitting » du pomélo par un *réchauffage* des fruits pendant un jour après 1 semaine et de nouveau après 2 semaines de stockage entre $+2$ et $+4^{\circ}$, ou bien en les plaçant définitivement à $+10^{\circ}$ après 2 semaines de stockage entre $+2$ et $+4^{\circ}$.

Des traitements par une *atmosphère riche en CO_2* ont souvent été indiqués comme très efficaces. On trouvera dans le tableau III quelques conditions recommandées.

L'*enrobage* des fruits dans *certaines émulsions* aurait donné des résultats favorables pour BATES, 1937 (18).

L'application d'*huile minérale* s'est révélée dangereuse (18). Elle pourrait réduire le pitting, mais en augmentant le « scald » et le « watery breakdown » [BROOKS et MacCOLLOCH, 1936 (24)].

TABLEAU II

Espèce	Stockage		Conditions du ressuyage		Effet produit sur les taches A : aggravation R : réduction	Référence
	Température	Durée	Température	Durée		
Pomélos	4°4	3 à 4 semaines	26°7	sans importance	R	(59) (60)
Pomélos	4°4	plus de 4 semaines	26°7	1 à 2 jours	R	(59) (60)
Pomelos	2°2 2°2 2°2 à 4°4 0°		15°6 à 23°9 10° 37°8 37°8	3 à 5 jours 17 à 22 h 17 à 22 h	R nul R A	(24)
Pomélos			21° à 23° (65 % H. R.)	1 à 2 semaines	R	(45) (43)

Le papillotage individuel du fruit, en papier plus ou moins étanche à la vapeur d'eau, a montré une influence favorable à la réduction des taches, selon STAHL et FIFIELD, 1936 (71), parallèlement à leur action pour réduire la perte de poids. LÉONARD (52) a d'ailleurs montré qu'une atmosphère sèche, prolongée au-delà d'une période normale de ressuyage est favorable au développement des taches. Les produits utilisés par STAHL et FIFIELD étaient différents types de cellophane imperméable, du pliofilm, des papiers paraffinés, de l'aluminium en feuilles. Les plastiques ouvrent maintenant la voie pour de nouveaux essais prometteurs ; le principe des sachets peut permettre d'éviter le travail assez long du papillotage. Un emballage trop imperméable à l'air risque cependant de provoquer des désordres par asphyxie des fruits (12). NELSON (57) a provoqué l'apparition de différentes formes de taches d'entreposage à température ambiante en privant les fruits d'oxygène pendant une durée de 10 à 20 jours.

Aptitude des fruits à l'entreposage.

Les plus petits fruits sont généralement les plus riches en sucres et en acides. Ils sont ainsi de meilleure qualité, plus savoureux et de ce fait plus aptes à l'entreposage. Un inconvénient cependant réside dans la perte de poids qui réduit encore leurs dimensions.

Avant l'entreposage, les fruits seront, bien entendu, soigneusement triés afin d'éliminer ceux qui présentent des traces apparentes d'altération. Le moindre symptôme laissant supposer que l'on est en présence d'un début de pourriture doit faire éliminer le fruit. Les fruits blessés à la récolte seront également écartés à cause des risques d'envahissement microbien plutôt que des risques d'altérations physiologiques.

On a cherché si une longueur d'onde particulière de la lumière pouvait permettre de faciliter le triage des fruits. Les tubes fluorescents sont assez souvent utilisés. HAUSMANN, 1934 (42) a cherché à révéler les meurtrissures des

TABLEAU III

Espèce	% CO ₂	Durée	Effet produit sur les taches	Référence
Pomélos	20 à 45 %	20 à 48 h	Réduit « pitting »	(24)
Orange Hamline ...	75 à 80 %	1 semaine	efficace pour un mois de stockage seulement	(69)
Citrons	20 à 45 %	20 à 48 h	Réduit « pitting » et membranose	(25)

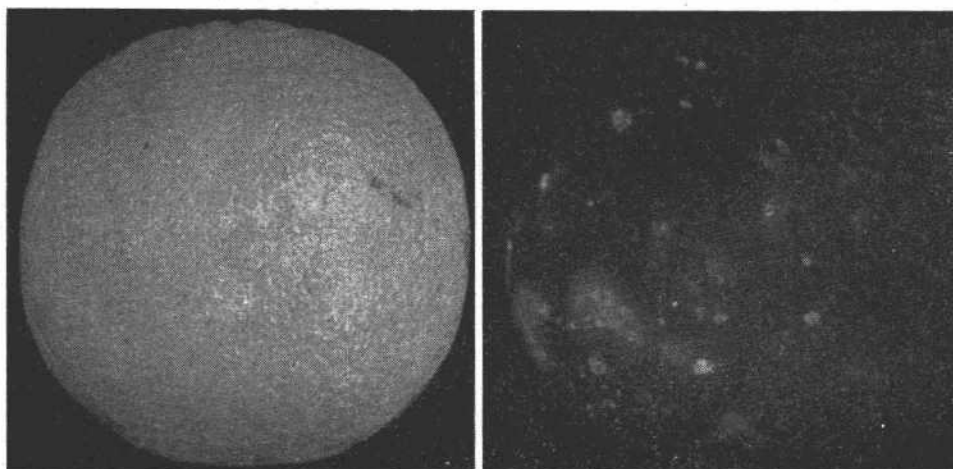


PHOTO n° 5 (à gauche). — Orange Navel prélevée dans une caisse de récolte et n'ayant subi aucune opération de conditionnement. Éclairage normal. L'écorce paraît intacte.

PHOTO n° 6 (à droite). — La même orange éclairée en lumière de Wood, photographiée avec double filtre orangé sans avoir déplacé ni le fruit, ni l'appareil. Les taches claires sont fluorescentes d'un jaune citron très vif.

agrumes sous les rayons ultraviolets. Notons les travaux de BOTTINI (20) qui a mis en évidence, à la surface de fruits éclairés en lumière Wood, deux types de fluorescences : l'une bleu azuré, caractéristique d'une simple exsudation d'huiles essentielles à la surface du fruit, l'autre jaune citron, qui caractérise un traumatisme grave des cellules superficielles de la peau (photos n°s 5, 6, 7, 8).

Il serait intéressant de savoir dans quelles mesures ces taches peuvent être le point de départ d'altérations physiologiques.

La date de récolte.

Nous avons indiqué page 163, qu'une fois la maturité acquise, la date de récolte pouvait être librement choisie. En vue d'un entreposage cependant, les auteurs s'accordent à reconnaître qu'un excès de maturité nuit à la conservation.

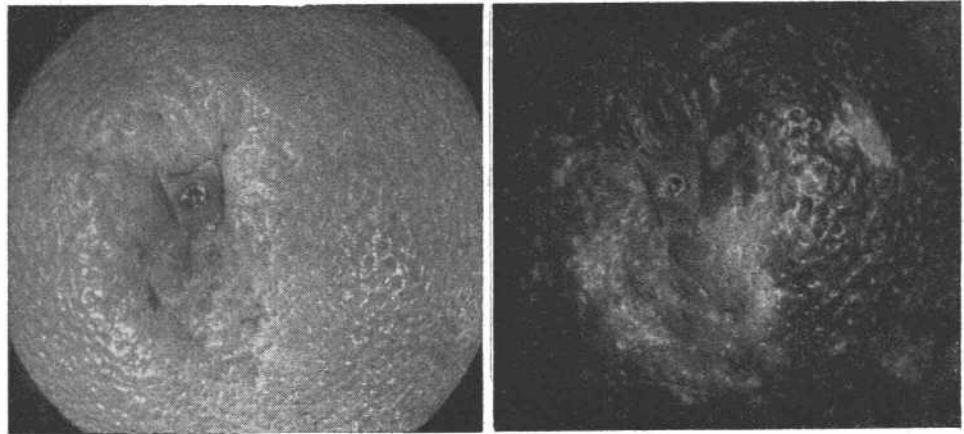
Les expériences de TROUT et de ses collaborateurs, rapportées par MILLER (4) et par ULRICH (7), sont assez décevantes. Les trois récoltes d'oranges Navel effectuées à un mois d'intervalle se sont conservées respectivement

TABLEAU IV

Variétés et localités	Observations	Température	H. R.	Durée	Référence
<i>O. Navel</i>					
Californie	début à pleine saison	1°7 à 2°8	86-88	8 semaines	(17) (6)
—	pleine à fin de saison	1°7 à 2°8	86-88	5 semaines	(17) (6)
Afrique du Sud ..		4°4		4 sem. environ	(6)
Irak	nues, aseptisées	2°	86-92	1 à 2 mois	(27)
France.....	(oranges importées)	3°5 à 4°5	86-90	2 mois 1/2	(51)
<i>O. Valencia</i>					
Californie	début à pleine saison	1°7 à 2°8	86-88	8 semaines	(6)
—	pleine à fin de saison	1°7 à 2°8	86-88	6 semaines	(6)
Australie		4°4 à 7°2			(6)
Irak	enrobées en feuille mince d'aluminium	2°5	86-92	4 à 5 mois	(27)
—	précoces enveloppées en cellophane imperméable M. T.				
—	tardives double enveloppement : individuel (papier de soie) et caisse (1/2 perméable)	3°	86-92	3 à 4 mois	(27)
Floride et Texas..		2°	86-92	2 1/2 à 3 mois	(27)
Algérie		0°	85	8-12 semaines	(15)
France.....	(fruits importés) nues	4°5 à 7°2	86-90	2 mois	(22)
—	— emballées	3°5 à 4°5	86-90	3 mois	(51)
—		3°5 à 4°5	86-90	4 mois	(51)

PHOTO n° 7 (à gauche). — Orange Navel prélevée dans une caisse de récolte et n'ayant subi aucune opération de conditionnement. Éclairage normal. Déformation et altération de l'écorce d'origine mal connue.

PHOTO n° 8 (à droite). — La même orange éclairée en lumière de Wood, photographiée avec un seul filtre orangé, sans avoir déplacé ni le fruit, ni l'appareil. Un excédent de rayon U. V. fait apparaître un reflet parasite, permet d'apercevoir le contour du fruit et donne à la surface un relief très accentué. On peut cependant reconnaître les zones fluorescentes, qui ne correspondent pas exactement aux taches visibles en lumière habituelle.



3, 2 et 1 mois ; le terme d'entreposage se situe à la même date. La période de mise en entrepôt pour l'orange résultera plutôt de considérations commerciales en se rappelant qu'il y aurait cependant des risques à entreposer les fruits de fin de saison.

Il n'en est pas de même pour les citrons et les limes, cueillis verts, les pomélos jaune clair, les mandarines mûres et bien colorées. Les citrons de Californie récoltés en plein hiver se conservent mieux que ceux récoltés à partir de février, mars [HARVEY, 1946 (38)].

Les conditions de stockage.

Humidité relative.

Un excès d'humidité favorise le développement des pourritures fongiques. Un défaut fait perdre au fruit sa turgescence et son bel aspect. On maintiendra une valeur assez élevée : 85 à 90 %, en veillant soigneusement à éviter la saturation. L'emballage individuel des fruits ou les revêtements protecteurs permettraient vraisemblablement 80 à 85 %.

Température.

Les meilleures conditions de stockage étant toujours le résultat d'un compromis entre les deux écueils énoncés page 170, il est difficile de recommander une étroite gamme de températures parfaitement adaptées à chaque espèce et à chaque localité.

Citrons : Les meilleurs résultats sont obtenus, pour un stockage à long terme, avec une température de + 12 à + 14°, pour des fruits récoltés au stade vert foncé. Les fruits récoltés à ce stade se conserveraient 4 à 6 mois, mais seulement 2 à 4 mois pour le stade vert clair, 1 à 2 mois pour le stade argenté (« silver ») et 3 à 4 semaines pour le stade jaune. Un traitement fongicide semble à peu près indispensable.

Si l'on ne désire pas un stockage aussi prolongé, des

températures plus basses peuvent être utilisées. Par exemple, ULRICH et coll., 1952 (76) n'ont pas constaté d'altérations physiologiques sur des citrons d'Italie entreposés mûrs pendant 2 mois à 0, + 3 et + 6°, après 10 à 15 jours de transport.

Un ressuyage préalable à l'entreposage est fortement recommandé : 24 à 48 heures en moyenne, 4 jours si les fruits ont été récoltés après une pluie.

Selon HARVEY, 1946 (38), les risques d'attaque par *alternaria* sont graves dans le stockage des citrons ; lorsque 2 % des fruits montrent des signes extérieurs de la maladie, il n'est pas prudent de poursuivre l'entreposage.

Un dispositif de ventilation avec laveur d'air est fortement conseillé (16).

Clémentines : Dans nos expériences (14) (50) aucune altération physiologique par basse température n'a été constatée. Les fruits ont pu être gardés 5 à 7 semaines entre + 1 et + 10° sans perdre de saveur en 1952-53 et 2 mois au maximum à + 5° en 1954-55.

Limes : La conservation peut atteindre 6 à 8 semaines entre 7 et 9°. Le papillotage ou l'enrobage des fruits sont recommandés (10) (29).

Mandarines : Les mandarines sont également peu sujettes aux altérations physiologiques. La température la plus favorable semble être + 3° à + 6° pour 1 à 2 mois. 0° serait à déconseiller. La satsuma serait de conservation plus délicate.

Oranges : On trouvera dans le tableau IV un résumé des principales températures et durées de stockage proposées selon les variétés et localités.

La conservation de l'orange Valencia est plus facile que celle de l'orange Navel, elle permet aussi de prolonger d'une façon appréciable la période de conservation des oranges et vient en concurrence des productions de l'hémisphère opposé. En Algérie, BRICHET (22) a obtenu de bons résultats avec les variétés Cadenera et Portugaise demi-sanguine entre + 4°5 et + 7°.

Les oranges Jaffa (de Palestine), de même qu'en Italie la sanguine de Naples, cependant autre appellation de la Portugaise (7), se conserveraient difficilement.

Il semble que les températures de + 3 à + 5° soient les plus favorables. L'expérience de chaque cas particulier pourra permettre de modifier quelque peu cette valeur.

Pomelos : Les pomelos réagissent à peu près comme les citrons. La gamme + 10 à + 12° est recommandée pour un stockage à long terme de fruits en début de maturité, déjà colorés. La durée du stockage peut atteindre 10 à 12 semaines ; il est cependant fort délicat et habituellement limité à 4 à 6 semaines [WRIGHT (10)]. Un traitement fongicide et un paraffinage sont souvent indispensables.

Selon que le stem end rot est provoqué par *Phomopsis Citri* Faw. ou par *Diplodia natalensis* Pole Evans, la température de stockage doit être abaissée vers 0° ou maintenue vers + 10° [WRIGHT (10)].

L'altération des fruits conservés en dessous de + 10° est souvent très rapide après retour à l'ambiance.

Ventilation et aération.

La ventilation des chambres doit être suffisante pour assurer une répartition homogène de la température, sans excès cependant pour ne pas favoriser la transpiration. L'aération, c'est-à-dire l'apport d'air frais, a pour but non pas tellement de limiter le taux du CO₂ dégagé et d'assurer le renouvellement de l'oxygène, mais principalement de chasser les composés volatils formés par la respiration des fruits dont l'accumulation risque de nuire à une bonne conservation. Dans ce but, on considère souvent comme test un maximum admissible de 0,2 % en CO₂.

Les agrumes sont peut-être les seuls fruits pour lesquels des normes de ventilation ont été publiées en fonction du tonnage de fruits entreposés au lieu du volume de chambre (tableau V).

TABLEAU V

	Oranges	Citrons
Débit d'air en circulation (m ³ /min/t).....	1,82 (17) (46) à 2,2 (27) (79)	1,25 (17) 0,83 à 1,09 (79)
Vitesse de l'air dans les espaces libres (m/s) . .	2,5 (46) 0,5 (51)	2,5 (17)
Air frais additionnel (m ³ /min/t).	0,018 (46) (17) (51) 0,5 (27)	0,14 à 0,16 (46) (79) (16)
% de CO ₂ maximum.....	0,1 à 0,2	0,1

Atmosphères artificielles.

L'utilisation d'atmosphères artificielles dans lesquelles les teneurs en O₂ et CO₂ sont modifiées comme il est industriellement pratiqué avec certaines variétés de pommes, a bien été tentée pour les agrumes. Exception faite des traitements de courte durée qui ont été proposés pour lutter contre certaines maladies physiologiques, la conservation effectuée dans de telles atmosphères a presque toujours été un échec. BROOKS (23) en 1940 a passé en revue les travaux antérieurs sur cette question.

Pour THORNTON (72) l'orange Valencia peut supporter 50 à 60 % de CO₂ pendant 7 jours. STAHL et CAIN, 1937 (69) ont préconisé une restriction de la ventilation provoquant les teneurs de 6 % de CO₂ et 12 % d'oxygène. BIALE et YOUNG, 1947, cités par ULRICH (7) ont observé une durée de conservation maximum du citron dans de l'air contenant 5 % d'oxygène.

Par contre, des altérations ont été signalées sur oranges au-dessus de 10 % de CO₂ et aucun succès n'a été obtenu avec 0 à 15 % de CO₂ et 10 à 4 % d'oxygène (11).

Désodorisation des chambres.

L'une des difficultés pratiques que rencontre l'entrepreneur avec les agrumes, provient de l'odeur pénétrante de ces produits. ULRICH et LEBLOND (75) ont mis au point une méthode pour déterminer en laboratoire la constitution des parois de chambre froide qu'il convient d'adopter afin d'éviter ou de minimiser l'absorption et la rétention des odeurs par ces parois. Le ciment ordinaire n'est pas satisfaisant et demande à être recouvert d'un enduit imperméable et inodore. Cette technique apportant une étanchéité à la vapeur d'eau sur la surface interne de l'isolation enserme celle-ci entre deux barrières imperméables, ce qui est parfait à condition que la couche d'étanchéité exté-

rieure ne présente aucune solution de continuité. Pour les sols, l'asphalte a donné les meilleurs résultats.

Selon UOTA et SMOCH, 1948 (77), le charbon activé peut être employé avec succès à l'extraction des odeurs d'oranges. L'ozone, au contraire, augmente la production de composés volatils.

Conclusion.

Les avis ou les expériences parfois contradictoires rapportés dans cet article, montrent que nos connaissances sont encore fragmentaires. Des résultats substantiels ont été obtenus quant aux possibilités de conservation des agrumes. Cependant, des accidents se produisent encore, dont la cause n'est pas toujours clairement déterminée.

Les agrumes montrent de moins grandes variations de la composition chimique, une évolution beaucoup moins accusée pendant le stockage, que les fruits à pépins. Par contre, ils réagissent parfois d'une façon moins constante aux conditions extérieures de stockage et seraient plus sensibles aux facteurs agissant pendant la vie du fruit sur l'arbre. Ainsi s'expliqueraient les succès et insuccès obtenus avec les mêmes conditions de stockage dans diverses localités, ainsi que l'échec de certaines techniques particulières de conservation.

L'entreposage des agrumes devrait donc se faire en tenant le plus grand compte de l'origine des fruits et des conditions de milieu qui les rendent plus ou moins aptes à une bonne conservation.

RÉFÉRENCES CITÉES

A. OUVRAGES GÉNÉRAUX OU ARTICLES DE SYNTHÈSE.

- (1) BARTHOLOMEW (E. T.) & SINCLAIR (W. B.), 1951. The Lemon Fruit. *University of California Press*.
 - (2) FAWCETT (H. S.), 1936. Citrus Diseases and their Control. *Mac Graw-Hill* éd. New York.
 - (3) KLOTZ (L. J.) & FAWCETT (H. S.), 1952. Manuel en couleurs des maladies des Citrus (Atlas, traduit de l'anglais). *I. F. A. C.* éd.
 - (4) MILLER (E. V.), 1946. Physiology of Citrus fruits in Storage. *Botan. Rev.*, 7, 393-423.
 - (5) ROSE (D. H.), BROOKS (C.), BRATLEY (C. O.), WINSTON (J. R.), 1943. Market Diseases of fruits and Vegetables, Citrus and other subtropical Fruits. *U. S. D. A. Misc. Pub.*, 498.
 - (6) ROSE (D. H.), COOK (H. T.) & REDD (W. H.), 1951. Harvesting Handling and Transportation of Citrus Fruits. *U. S. D. A. Bibl. Bul.*, n° 13.
 - (7) ULRICH (R.), 1954. Conservation par le froid des denrées d'origine végétale. *Baillièrè & Fils* éd.
 - (8) WEBBER (H. T.) & BATCHELOR (L. D.), 1948. The Citrus Industry, vol. I. *University of California Press*.
 - (9) WINSTON (R. J.), 1950. Harvesting and Handling of Citrus Fruits in the Gulf States. *U. S. D. A. Farmers's Bul.*, n° 1763.
 - (10) WRIGHT (R. C.), ROSE (D. H.) & WHITEMAN (T. M.), 1954. The Commercial Storage of Fruits, Vegetables and Florist and Nursery Stocks. *U. S. D. A. Agr. Hand Book*, n° 66.
- B. ÉTUDES ET ARTICLES SPÉCIALISÉS.
- (11) ANON., 1936. 10^e An. Rep. Counc. for Sci. and Ind. Res., Australia. — (12) ANON. (Citrons). *Rev. Gén. Froid*, 1954, 31, 1173-1185. — (13) ANON. (Mandarines). *Ibid.*, 1296-1297. — (14) ANON. (Clémentines). *Ibid.*, 1295-1296. — (15) ANON. *Refrig. Abs.*, 1952, 7, 189. — (16) ANON. Mission applications agricoles et alimentaires du froid aux États-Unis, juillet-août 1953. *Rev. Gén. Froid* éd. — (17) A. S. R. E., 1946, Refrigerating Data Book (Refrigeration application volume). — (18) BATES (G. R.). *Rep. Low Temp. Res. Lab.*, 1936-37, Capetown, p. 153. — (19) BLONDEL (L.). *Annales Inst. Agr. et Serv. Rech. agricole d'Algérie*, 7, nov. 1952. — (20) BOTTINI (E.). *IX Congr. Int. Química Pura y Aplicada*, Madrid, 1934.
 - (21) BRATLEY (C. O.), 1940. *Proc. Amer. Soc. Hort. Sci.*, 37, 526-8. — (22) BRICHET (J.). *Rev. Franç. Oranger*, 1950, 20, 194-6. — (23) BROOKS (C.). *Refrig. Eng.*, 1940, 40, 233-7. — (24) BROOKS (C.) & MAC COLLOCH (L. P.). *J. Agr. Res.*, 1936, 52, 319-42. — (25) *Ibid.*, 1937, 55, 795-809. — (26) CARRANTE (V.). Résumé dans *Chem. Abs.*, 1948, 42, 695. — (27) CAULIER (A.). *Rev. Gén. Froid*, 1949, 26, 788-96. — (28) COPEMAN (P. R.). *Royal Soc. So. Africa*, 1931-32, 19, 107-167, cité par réf. 37. — (29) EAKS (I. L.). *Proc. Amer. Soc. Hort. Sci.*, 1955, 66, 141-5. — (30) HALLER (M. H.), ROSE (D. H.), LUTZ (J. M.) & HARDING (P. L.). *J. Agr. Res.*, 1945, 71, 327-359.
 - (31) HAMERSMA (P. J.), 1938. *U. So. Africa Dept. Agr. & Forestry, Sci. Bul.*, n° 163, cité par réf. 6. — (32) HAMERSMA (P. J.). *Farming in South Africa*, 1938, 13, 426, cité par réf. 6. — (33) HARDING (P. L.), 1949. *U. S. Bur. Plant Indus... H. T. et S. Rep.*, n° 219. — (34) HARDING (P. L.) & FISHER (D. F.), 1945. *U. S. D. A. Tech. Bul.*, n° 886. — (35) HARDING (P. L.) & SUNDAY (M. B.), 1949. *U. S. D. A. Tech. Bul.*, n° 988, cité par réf. 6. — (36) HARDING (P. L.), WINSTON (J. R.) & FISHER (D. F.). *Proc. Amer. Soc. Hort. Sci.*, 1938, 36, 358-70, cité par réf. 6. — (37) HARDING (P. L.), WINSTON (J. R.) & FISHER (D. G.), 1940. *U. S. D. A. Tech. Bul.*, n° 753. — (38) HARVEY (E. M.), 1946. *U. S. D. A. Tech. Bul.*, n° 908. — (39) HARVEY (E. M.) & RYGG (G. L.). *Plant Phys.*, 1936, 11, 647-651. — (40) HARVEY (E. M.) & RYGG (G. L.). *J. Agr. Res.*, 1936, 52, 723-46.
 - (41) HARVEY (E. M.) & RYGG (G. L.). *J. Agr. Res.*, 1936, 52, 747-87. — (42) HAUSMANN (G.). *Ann. Sper. Agrar.*, Rome, 1934, 14, 55-9, vu résumé dans *Doc. Anal. Fruits*, 1956, 1, n° 128. — (43) HAWKINS (L. A.), *J. Agr. Res.*, 1921, 22, 263-79. — (44) HAWKINS (L. A.) & BARGER (W. R.), 1926. *U. S. D. A. Bul.*, 1368. — (45) HAWKINS (L. A.) MAGNESS (J. R.). *J. Agr. Res.*, 1920, 20, 357-73. — (46) HENDRICKSON (H. M.) & MAC RILL (J. A.). *Refrig. Eng.*, 1947, Sept. Application data n° 17-R. — (47) ILDIS (P.). *Rev. Franç. Oranger*, 1956, 26, 119-123. — (48) ILDIS (P.). *Rev. gén. Froid*, 1955, 32, 1139-45. — (49) ILDIS (P.) & D'ERSU (Ph.). *Ibid.*, 1956, 33, 1151-8. — (50) ILDIS (P.) & TRAVERS (J.). *Ibid.*, 1067-9.
 - (51) LENOBLE (G.). *C. R. Congr. Froid Tropical*, Marseille, oct. 1951, p. 80-3. — (52) LEONARD (E. R.). *Low Temp. Res. Sta.*, Trinidad, mém. n° 2, 1936. — (53) METLITSKII (L. V.) & TSEKHOMSKAYA (V. M.), 1953. Vu résumé dans *B. I. I. F.*, 1954, 34, n° 1908. — (54) MILLER (E. V.) & SCHÖMER (H. A.). *J. Agr. Res.*, 1939, 59, 601-8. — (55) MOREAU (Cl.). *Fruits*, 1954, 9, 51-9. — (56) MOURIQUAND (G.) & LAVAUD (J.). *C. R. Soc. Biol.*, 1942, 136, 599-601, cité par réf. 6. — (57) NELSON (R.). *J. Agr. Res.*, 1933, 46, 695-713. — (58) PATRON (A.). *I. F. A. C. Annales* 1953, n° 7. — (59) Van der PLANK (J. E.). *An. Rep. Low Temp. Res. Lab.*, 1936-37, Capetown, p. 154-8. — (60) *Ibid.*, 1937-38, p. 145-155.
 - (61) Van der PLANK (J. E.) & RATTRAY (J. M.). *An. Rep. Low Temp.*

Res. Lab., 1938-39, Capetown, p. 103-110. — (62) Van der PLANK (J. E.), RATTRAY (J. M.), BOYES (W. W.) & DE VILLIERS (D. J. R.). *Ibid.*, 1936-37, p. 122-38. — (63) Van der PLANK (J. E.), RATTRAY (J. M.) & CROUS (P. A.). *Ibid.*, 1938-39, p. 110-122 et 156-169. — (64) PUTTERILL (M. A.), 1935. *U. So. Africa Dept. and For. Progress Rep.*, n° 3, cité par réf. 4. — (65) RYGG (G. L.) & HARVEY (E. M.). *Plant. Phys.*, 1938, 13, 571-86. — (66) SCURTI (S.). *St. Chim. Agr. Sperimentale An.*, 1946-48, 16, 307-21. — (67) SERGEEV (G. K.), 1946, cité par réf. 6. — (68) KIRPAL SINGH (K.) & SHAM SINGH. *Ind. J. Agri. Sci.*, Juin 1948, 18, 157-165. — (69) STAHL (A. L.) & CAIN (J. C.), 1937. *Flo. Agr. Exp. Sta.*, Bul. n° 316. — (70) STAHL (L. A.) & CAMP (A. F.), 1936. *Ibid.*, n° 303.

(71) STAHL (A. L.) & FIFIELD (W. H.), 1936. *Flo. Agr. Exp. Sta.*, Bul. 304. — (72) THORNTON (N. C.). *Contrib. Boyce Thompson Inst.*, 1933, 5, 371-402, cité par réf. 4. — (73) TROUT (S. A.), TINDALE (G. B.), HUELIN (F. E.), 1938. *Council Sci. Ind. Res.*, Australia, pamphlet n° 80, cité par réf. 7. — (74) TSUSHI (D.), 1946, cité par réf. 6. — (75) ULRICH (R.) & LEBLOND (Cl.). *C. R. 9^e Cong. Int. Froid*, Paris, 1955, communication 5, 421. — (76) ULRICH (R.), PAULIN (A.) & M^{me} TAVERNIER (J.). *Rev. Gén. Froid*, 1952, 29 143. — (77) UOTA (M. M.) & SMOCH (R. M.). *Rev. Gén. Froid*, 1948, 25, 611-16 (traduction). — (79) KLOTZ (L. J.). *California Citrograph*, 1951. — (80) HALLER (M. M.), HARDING (P. L.), LUTZ (J. M.) & ROSE (D. H.). *Proc. Amer. Soc. Hort. Sci.*, 1932, 28, 583-589.

Agences Maritimes

Henry LESAGE

Siège social : 7, Cité Paradis, PARIS

Succursales : DUNKERQUE, LE HAVRE, NANTES
BORDEAUX, MARSEILLE, ANVERS, GAND, CONAKRY

EXPÉDITIONS — ASSURANCES — CONSIGNATION
TRANSPORTS de FRUITS par NAVIRES SPÉCIALISÉS

PRODUCTEURS, EXPÉDITEURS, IMPORTATEURS

LA CENTRALE FRUITIÈRE

à ISSY-LES-MOULINEAUX, 99, avenue de Verdun MICHELET 54.35

vous offre :

pour la CONSERVATION
de vos FRUITS

la gamme du FROID

et ses SERVICES de livraison aux Halles

Caves ventilées : 8 à 10°

Chambres conditionnées : 7 à 8°

Frigorifiques : 1 à 4°

A PROXIMITÉ DU MARCHÉ DE PARIS

LA CENTRALE
FRUITIÈRE Peut :

- Recevoir et conserver vos fruits,
- Les trier, calibrer, conditionner (en emballages courants ou de luxe),
- Fournir des emballages,
- Vous mettre en relation avec des maisons de vente en gros à la commission parmi les plus sérieuses du marché de Paris.