

RECHERCHES EXPÉRIMENTALES sur la RÉFRIGÉRATION des FRUITS

par **Roger ULRICH**

MAITRE DE CONFÉRENCES

A LA FACULTÉ DES SCIENCES DE CAEN
SOUS-DIRECTEUR DE LABORATOIRE
A LA STATION EXPÉRIMENTALE DU FROID

TECHNIQUES UTILISÉES

Nous avons résumé dans un précédent article (1) l'essentiel des méthodes de conservation des fruits par le Froid. Nous sommes alors passé rapidement sur certaines difficultés qui prouvent la nécessité de nouvelles recherches. Nous examinerons cette fois dans quelles conditions expérimentales ont été abordées, à la Station Expérimentale du Froid de Bellevue, quelques-uns des problèmes les plus urgents relatifs à la réfrigération. Nous porterons successivement notre attention sur les enceintes isothermes utilisées, sur les atmosphères contrôlées, et sur le choix et la préparation des fruits mis en expérience. Nous exposerons ultérieurement les résultats des essais en cours.

LES ENCEINTES ISOTHERMES

La nécessité de disposer dans un espace réduit de multiples enceintes à températures échelonnées et constantes nous a conduits à l'adoption du dispositif suivant que nous devons à M. LAINÉ, Directeur de la Station Expérimentale du Froid. Dans une chambre réfrigérée de dimensions moyennes (6 m. × 2 m. × 3 m.) sont disposées des armoires en tôle laquée, bien isolées thermiquement, de 0,5 m³ de capacité. L'air de la chambre est refroidi par un procédé quelconque à une température voisine de - 2° par exemple. Chaque armoire renferme d'autre part un dispositif de chauffage représenté par une longue résistance électrique (30 m. de nichrome) en relation avec des appareils de réglage appropriés (régulateur à tige muni d'un cadran gradué, contacteurs et condensateur), le tout visible sur la figure 1. Les parois postérieures des armoires présentent des orifices permettant le passage des conducteurs électriques, des thermomètres, et de l'organe sensible d'hygromètres à tige plongeante; toutes les lectures peuvent donc être faites de l'extérieur. Les armoires ainsi équipées sont utilisées, soit comme enceintes de conservation des fruits dans l'air, au voisinage de 0°, soit comme chambres de maturation entre 15 et 20°. Pour les essais de stockage en

atmosphères artificielles contrôlées, dont nous avons précédemment étudié les avantages, le dispositif employé est un peu plus compliqué.

ENCEINTES ISOTHERMES A ATMOSPHÈRE CONTRÔLÉE

Nous avons adopté le principe suivant proposé par M. le Professeur COMBES dès ses premières recherches sur l'emploi des atmosphères artificielles (2). A l'intérieur de l'enceinte à température constante, représentée ici par une armoire réchauffée, sont disposées de 2 à 4 cellules étanches qui peuvent communiquer avec l'extérieur par des canalisations métalliques grâce auxquelles les gaz peuvent être renouvelés. Chaque cellule est fermée par une lame de plexiglace rigide et transparente, un joint de caoutchouc et un cadre de fer, le tout assujéti à l'aide de tiges filetées et d'écrous (fig. 1). Il est ainsi possible de disposer d'atmosphères de composition et de température définies; examinons maintenant la préparation et le contrôle des mélanges gazeux.

OBTENTION DES MÉLANGES GAZEUX

Rappelons que les atmosphères utilisées pour conserver les fruits sont des mélanges en proportions convenables d'oxygène, de gaz carbonique et d'azote. On les obtient pratiquement à partir d'air comprimé, d'anhydride carbonique provenant de tubes de gaz liquéfié, et d'azote issu de tubes de gaz comprimé. Des manodétendeurs pourvus de débitmètres, préalablement contrôlés à l'aide d'un compteur, sont intercalés sur le trajet des gaz (fig. 2). On les règle de manière à obtenir un mélange offrant la composition désirée. Le mélange des trois gaz est séché dans une colonne à carbogel, ou convenablement humidifié par barbotage dans de l'eau permanganatée ou par passage à travers un humidificateur spécial par pulvérisation (fig. 2). Les gaz sont finalement envoyés par un long tube de caoutchouc à la cellule garnie de fruits destinée à les recevoir. Au cours de ce trajet, ils se refroidissent et on s'assure que leur humidité relative est satisfaisante à leur arrivée dans la cellule. La circulation des gaz est entretenue pendant un temps suffisant pour que l'ancienne atmosphère soit entièrement remplacée par le mélange nouveau. Les renouvellements de gaz sont aussi fréquents qu'il est nécessaire: deux par semaine

(1) Le froid et les fruits. Fruits d'Outre-Mer, Nov. 1945, p. 98-107.

(2) Conservation des fruits par l'action du froid et de mélanges gazeux de composition déterminée. C.R. Acad. Agric., 25 Juin 1941.

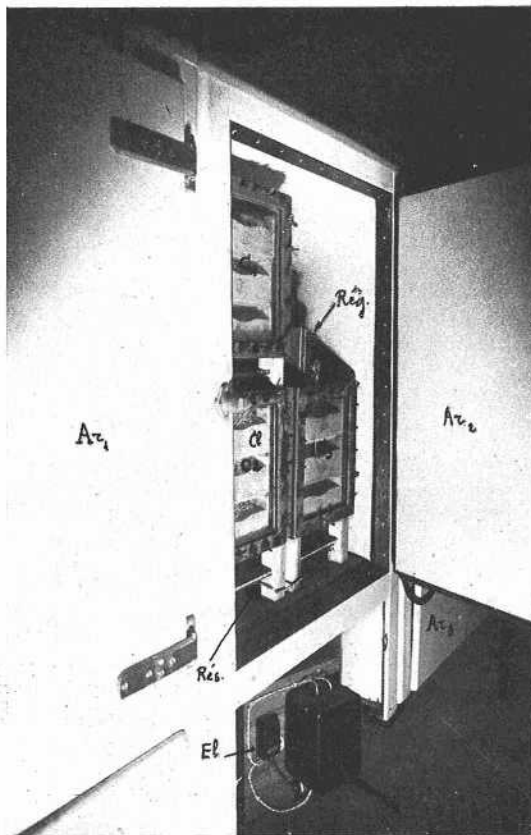


Fig 1. — Vue partielle d'une chambre froide — Ar1, Ar2 et Ar3 : 3 armoires réchauffées. Dans l'armoire ouverte, 3 cellules étanches renfermant des claires (Cl) garnies de fruits. Rég. : régulateur de température. El. : appareils électriques en relation avec le régulateur (contacteurs et condensateur). Rés. : une partie de la résistance chauffante.

en général. Pour passer de ce régime intermittent à une circulation permanente, il suffirait d'installer sur les manodétendeurs des signaux sonores avertissant le personnel de toute interruption de débit de chacune des trois sources de gaz (air, gaz carbonique et azote).

CONTROLE DES MÉLANGES GAZEUX

La composition des atmosphères doit être contrôlée. Pour suivre les variations du titre du gaz carbonique, il existe des appareils industriels automatiques, indicateurs ou enregistreurs, dont le principe est tiré de la différence de conductibilité thermique du gaz carbonique d'une part, et de l'oxygène ou de l'azote d'autre part. Si l'on désire suivre à la fois les variations de l'oxygène et du gaz carbonique, des prises de gaz

doivent être faites dans les cellules à l'aide d'ampoules de verre à robinet (fig. 4, Amp.), et le mélange prélevé doit être ensuite analysé.

Dans les conditions industrielles, on peut utiliser à cette fin les pipettes de BUNTE, ou d'ILIFF, KINSMAN, HILL, et LEWIS (fig. 3). Ce sont des tubes gradués dans lesquels on aspire le mélange gazeux en vidant la pipette préalablement remplie d'eau pure ou acidulée (fig. 3, 1). On lit le volume initial du gaz, ramené à une température connue et à la pression atmosphérique (fig. 3, 2), puis on absorbe directement le gaz carbonique par la potasse et l'oxygène par le pyrogallate de potasse. Les réactifs sont introduits par le bas dans la pipette de BUNTE (par dépression), et par le haut par celle d'ILIFF. Les diminutions de volume résultant de l'action de ces solutions absorbantes sont mesurables, grâce à la graduation de la pipette, et fournissent les éléments nécessaires au calcul de la composition centésimale du gaz prélevé.

Des mesures plus précises peuvent être faites avec l'eudiomètre simple de PLANTEFOL (fig. 4) que nous avons nous-mêmes utilisé. On peut encore employer l'appareil d'ORSAT perfectionné par HERMANN-MORITZ. Le principe de ces appareils est d'ailleurs le même que celui que nous venons d'exposer sommairement à propos des burettes. Le lecteur pourra trouver des détails complémentaires dans les ouvrages d'analyse de gaz et dans les publications de PLANTEFOL (1) et d'ILIFF et de ses collaborateurs (2).

(1) Biologie cellulaire, Belin, 1943, p. 607 et Bull. Soc. Chim. Biol. 1925, 7, p. 638.
(2) ILIFF (A.), HINSMANN (G.M.), HILL (R.M.) et LEWIS (R.C.), Journ. of labor. and clin. med. 1943, 28, p. 1380.

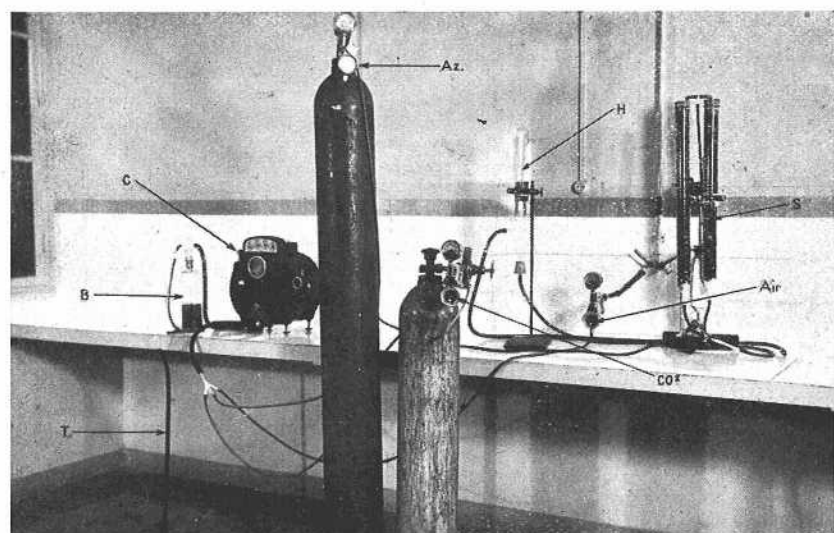


Fig 2. — La salle de préparation des mélanges gazeux, Az, CO₂ et air indiquent respectivement les manodétendeurs branchés sur les tubes de gaz et sur la canalisation d'air comprimé du Laboratoire; H : humidificateur à jet d'eau; S : sècheur à carbogel; B : barboteur; C : compteur; T : tube conduisant les mélanges gazeux aux cellules de la chambre froide situées à l'étage inférieur.

CHOIX ET PRÉPARATION DES FRUITS

Il est bien établi que la conservabilité dépend du degré d'évolution initial du fruit et de sa taille, que les altérations abrègent considérablement la durée de la survie au froid, que la présence de fruits mûrs au voisinage de fruits immatures active l'évolution de ceux-ci, enfin que le transport du verger à la chambre froide doit être aussi rapide que possible.

Sauf exception exigée par la nature de l'expérience entreprise, les fruits devront donc satisfaire aux conditions suivantes :

- appartenir à la même variété ou mieux encore provenir du même arbre ;
- être parvenus au même stade de leur développement ;
- être de la même taille ;
- ne porter aucune lésion d'origine mécanique ou parasitaire ;
- avoir été récoltés depuis un temps aussi court que possible (quelques heures par exemple).

Le lieu de récolte et, si possible, la nature du sol et des engrais fournis seront soigneusement notés.

Il y a tout intérêt à emballer les fruits ; on peut employer du papier de soie, des copeaux de papier ou du papier huilé qui prévient l'échaudure des pommes.

LES PROBLÈMES EN COURS D'ÉTUDE

Les dispositifs expérimentaux qui viennent d'être décrits ont permis d'entreprendre divers essais qui

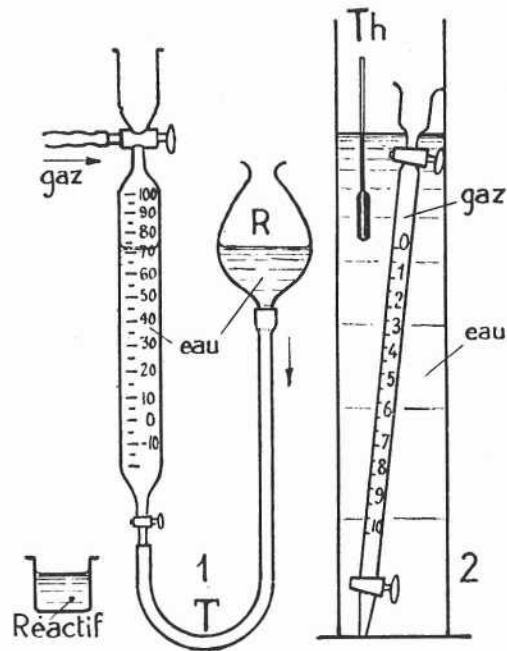


Fig 3. — Pipettes de BUNTE (1) et d'LIFF, KINSMAN, HILL et LEWIS (2) (Schémas). A gauche, la pipette est figurée au cours du prélèvement d'un mélange gazeux ; le réservoir R est déplacé suivant la flèche. Les réactifs sont introduits par la tubulure inférieure, libérée du tube de caoutchouc T ; on met les gaz en dépression pour permettre l'entrée des liquides dans le tube. A droite, la pipette est supposée remplie de gaz et placée dans l'eau pour obtention de l'équilibre de température préalable à toute mesure.

dureront encore plusieurs années. Le but poursuivi est de conserver aux fruits non seulement leur belle apparence, leur vie et leur richesse nutritive, mais aussi leur parfum et leur succulence.

Parmi les problèmes abordés, citons les suivants :

- Recherche des températures de conservation optima ;
- Recherche des humidités relatives optima ;
- Recherche des mélanges gazeux optima ;
- Étude comparée des emballages ;
- Importance du stade de développement atteint par les fruits à la récolte ;
- Repérage du moment au delà duquel le séjour au froid devient dangereux ;
- Conditions les plus favorables à la maturation complémentaire qui fait suite au traitement par le froid ;
- Conditions d'apparition des maladies physiologiques ;
- Examen des parasites et saprophytes proliférant sur les fruits réfrigérés.

Les espèces et variétés qui font actuellement l'objet d'essais sont des cerises, des fraises, des pêches, des pommes Calville, des poires Williams et des châtaignes. Les résultats de ces expériences seront résumés ici-même, ultérieurement.

Station Expérimentale du Froid (C.N.R.S.)
Laboratoire de Biologie.

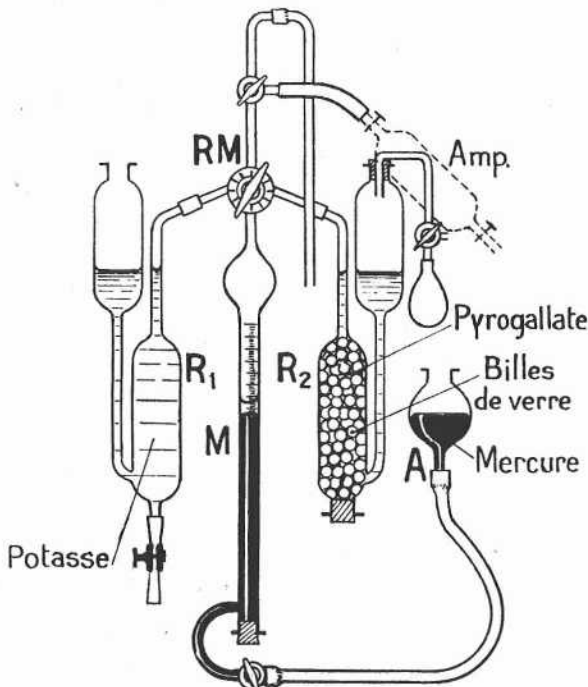


Fig 4. — Eudiomètre simple de PLANTEFOL (schéma). 100 cc. du gaz à analyser, prélevés dans l'ampoule à robinets Amp. sont aspirés dans le tube mesureur M ; le gaz est ensuite envoyé plusieurs fois dans le récipient à potasse R1, mesuré, puis expulsé dans le récipient à pyrogallate R2, et mesuré à nouveau. Le robinet à voies multiples RM et l'ampoule mobile A rendent ces manipulations aisées.