

# Utilisation des rayons ultraviolets et infrarouges dans l'industrie fruitière

*L'utilisation de plus en plus répandue des procédés physiques dans les industries alimentaires est conditionnée en grande partie par le développement de certaines techniques permettant d'utiliser des appareils réservés autrefois au domaine expérimental.*

*Dans certains cas, l'ostracisme qui frappe à juste titre l'incorporation de substances chimiques dans les aliments, tend à favoriser l'emploi des rayonnements pour leur stabilisation. Enfin, la simplicité d'équipement de systèmes dont le moyen d'action est constitué par des lampes, générateurs d'infrarouges ou d'ultraviolets, devrait alléger considérablement l'appareillage industriel nécessaire à certaines fabrications, réduire la main-d'œuvre employée, donc abaisser le prix de revient.*

*Il est regrettable que le prix actuellement très élevé du kilo-watt entrave l'essor de ces techniques. On peut espérer que la construction des grands barrages tant métropolitains qu'africains permettront une plus large adaptation de l'électricité aux industries alimentaires.*

*Dans les lignes qui suivent, nous allons donner quelques exemples d'emploi des rayons infrarouges et ultraviolets dans les industries de transformation des fruits, indiquant aussi bien les techniques de contrôle que les opérations de fabrication, et quelquefois agronomiques.*

*Beaucoup de ces opérations n'ont pas encore acquis droit de cité dans le domaine pratique. Des études sont en cours ; les résultats sont souvent encore irréguliers quelquefois décevants ; l'adaptation des techniques n'est pas nettement fixée ; les prix de revient ne sont pas établis. Loin de nous arrêter dans la publication des lignes qui suivent, cette évolution nous incite à indiquer les essais d'emploi des rayonnements que nous avons vus dans les industries voisines de la nôtre, de façon à créer peut-être de nouvelles adaptations susceptibles de simplifier certaines opérations industrielles, ou de contrôle, d'éviter des détériorations regrettables des denrées, de permettre un meilleur rendement de certaines machines, un abaissement du prix de revient, tout en sauvegardant la qualité des produits fabriqués.*

## I. Rayons ultraviolets

Les radiations de même nature que les radiations lumineuses dont les longueurs d'onde sont comprises entre 4.000 et 100 Angströms sont les radiations ultraviolettes. Les propriétés chimiques et biologiques de ces radiations ont donné lieu à des études théoriques poussées.

L'application au domaine industriel et agricole, des données expérimentales acquises, n'a pu être tentée que grâce à la fabrication de sources de rayonnement utilisables de façon pratique. La mise au point relativement récente de lampes produisant de l'ultraviolet de différentes longueurs d'ondes, a permis la construction de dispositifs simples permettant d'utiliser les propriétés variées de ces rayonnements.

### ACTION SUR LA PHYSIOLOGIE DES FRUITS

Les rayons ultraviolets fournis naturellement par le soleil sont un facteur important dans la maturation et surtout la coloration des fruits. Les régions dont l'atmosphère saturée de

vapeur d'eau forme un écran inhibant une partie du rayonnement solaire ne peuvent produire des fruits bien colorés, même à complète maturité.

C'est le cas des oranges de Guinée qui n'arrivent pas à acquérir la belle coloration jaune, condition essentielle de vente, même lorsque le rapport

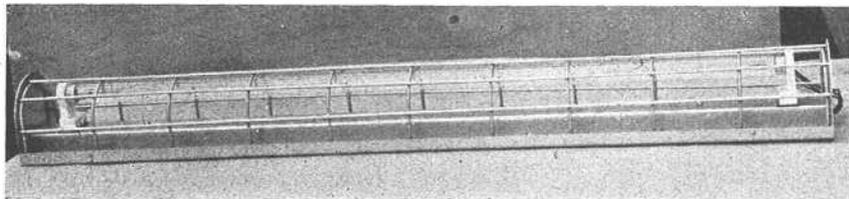


Fig. 1. — Appareil S.I.P. à lampes germicides pour chambres froides. (Photo Mazda.)

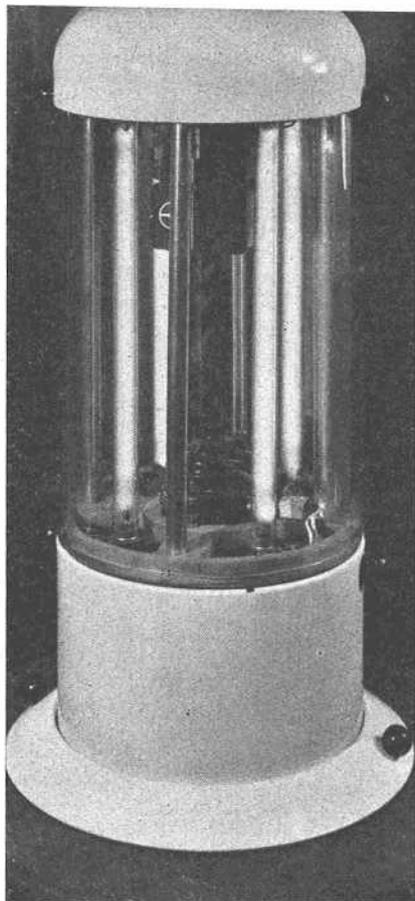


FIG. 2. — Appareil climatiseur « Germicid'air » (Sté Hy-lo). (Photo Mazda.)

sucre-acide des fruits leur confère des qualités sapides très satisfaisantes.

Les pommes, cueillies avant maturité complète et mises en fruitier, arrivent à acquérir les qualités de saveur et de consistance caractérisant les fruits prêts pour la consommation. Pourtant leur coloration ne leur donne pas l'apparence des beaux fruits rouges qui garnissent les pommiers.

Des essais ont été entrepris pour remédier à ces inconvénients. Nous allons donner des détails sur certains d'entre eux.

#### Coloration des pommes (R. Geslin) (1)

M. R. Geslin a fait une étude concluante à ce sujet ; il reste maintenant à combiner un système industriel permettant d'utiliser commercialement les données acquises par l'expérience.

Après différents essais, les meilleurs résultats ont été obtenus avec une

(1) R. C. GESLIN. Le rougissement artificiel des pommes. *Industrie Agr. alim.*, Mars 1952, N° 3, p. 229.

lampe à vapeur de mercure, munie d'une ampoule en verre Uviol (puissance 120 watts). L'auteur avait pris la précaution d'interposer un écran d'eau entre la lampe et les fruits pour éliminer les radiations infrarouges produites, et faussant l'expérience.

Avec ce système, le rougissement des pommes Grand Alexandre a été effectif en 46 heures, avec un éclairage de 8.000 lux.

Encouragé par ce résultat, un essai pratique a été tenté chez un cultivateur de la région parisienne, sur des variétés Belle de Pontoise et Calville. Le meilleur résultat fut obtenu en utilisant comme source une lampe à vapeur de mercure à haute pression avec ampoule Uviol (120 w.). L'écran d'eau fut supprimé pour la rentabilité du système.

La distance entre la lampe et les pommes était de 35 cm.

Le rougissement fut obtenu en 137 heures. La mise au point d'une telle méthode mérite d'être terminée.

#### Marquage sur les fruits.

Les rayons ultraviolets sont utilisés aux États-Unis pour le marquage des fruits à même leur peau. Ceci est obtenu pratiquement par la mise en place sur le fruit d'un cache représentant soit un dessin, soit une date, soit une marque, puis exposition aux rayons ultraviolets.

La partie du fruit nue se colore, et les surfaces couvertes gardent leur teinte verte. La différence nettement tranchée des deux colorations rend le dessin bien apparent.

#### Colorations des tomates.

Sur le même principe que celui utilisé pour les pommes, une installation américaine aurait organisé la coloration accélérée des tomates.

Nous n'avons pu avoir de précisions techniques sur ce travail.

#### Maturation des dattes.

Des essais sont en cours ; mais aucun résultat n'est encore donné, nous

espérons pouvoir tenir nos lecteurs au courant des résultats obtenus.

#### Coloration des agrumes.

Des essais ont été tentés, et n'ont pas donné satisfaction. La coloration jaune n'apparaît pas régulièrement et des marbrures jaunes et verdâtres donnent un mauvais aspect aux fruits ainsi traités.

Pourtant, il ne s'agit peut-être là que d'une mise au point de l'appareillage, et du choix précis des longueurs d'ondes à utiliser, ainsi que des filtres à employer. Le déverdissement des agrumes, actuellement obtenu à l'aide d'éthylène, est une opération délicate et non sans inconvénients (bien que l'emploi d'acétylène soit interdit) ; il semble que la mise au point du déverdissement à l'aide des ultraviolets, simplifierait considérablement ce problème. Les premiers résultats des timides essais entrepris ne constituent pas un échec, mais mettent en évidence la nécessité d'une mise au point précise qu'il serait souhaitable de voir entreprendre.

#### Maturation de la vanille.

En 1911, Pougnet avait déjà essayé d'accélérer la formation de l'arôme dans les gousses vertes de vanille, grâce à l'emploi des rayons ultraviolets. Les résultats avaient été favorables. Récemment, ces études furent reprises avec succès par plusieurs expérimentateurs.

Dupaigne et Bailly (1) ont publié les

(1) Les Fruits et leurs dérivés, n° 18, p. 9-10.

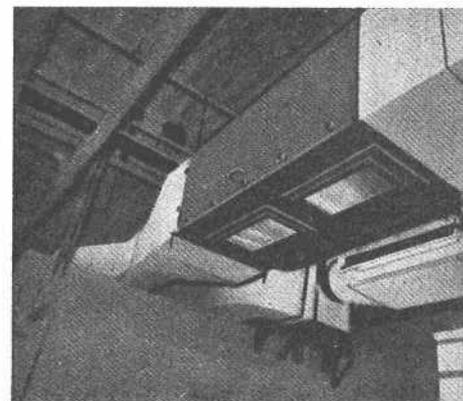


FIG. 3. — Chambre de stérilisation intercalée dans un circuit de ventilation Sofrapen.

(Photo Mazda.)

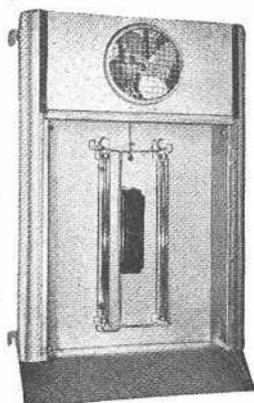


FIG. 4. — Appareil « Stérilair ». Un ventilateur, visible à la partie supérieure de la photo, établit un brassage d'air qui pénètre dans le coffrage où se trouvent disposées des lampes germicides. (Photo Radiaplix.)

résultats obtenus à Paris. Ils concluent : « Bien que ces expériences n'aient pas un caractère suffisamment pratique en raison de l'éloignement des régions de culture de la vanille commerciale, on peut déjà penser que l'emploi des ultraviolets, sur les lieux de production, pourrait être avantageux, principalement en gagnant du temps dans l'opération de maturation, et peut-être aussi en valorisant les extraits liquides obtenus à partir des déchets ou débris invendables. »

#### ACTION GERMICIDE DES RAYONS ULTRAVIOLETS

Le pouvoir destructeur des rayons ultraviolets présente son maximum d'efficacité dans la bande de radiations comprises entre 2.537 et 2.560 Å. Cette action germicide est d'autant plus efficace que la structure de l'être vivant est plus simple. Les bactéries, les levures sont donc particulièrement sensibles à cette action.

Mais ces rayons germicides sont très peu pénétrants. Ils agissent donc en surface.

La mise au point de lampes spéciales à vapeur de mercure, dites « lampes germicides » a permis de développer l'application du rayonnement ultraviolet à la stérilisation. Des appareils sont actuellement construits à partir de ces lampes pour permettre d'agir sur les gaz, sur les liquides ou sur les objets. Pour chaque cas particulier, la technique d'emploi sera différente.

#### Assainissement de l'air.

Dans un lieu où doit s'effectuer le stockage de denrées fragiles (fruits) ou dans un local destiné à la fabrication de substances alimentaires, la qualité de l'air a une grande importance.

Sans espérer avoir une absence totale de germes, il est vivement souhaitable d'en réduire le nombre au maximum. C'est pourquoi dans les salles de fabrication, dans les entrepôts frigorifiques les installations de stérilisation de l'air se multiplient. Plusieurs types sont actuellement réalisés.

Les lampes germicides pour chambre froide (fig. 1) sont fréquemment installées dans des frigorifiques

au point par un spécialiste de façon que la densité de rayonnement ait son maximum d'efficacité.

Il est bien entendu qu'une telle installation maintient l'état de pureté de l'atmosphère ; mais ne supprime pas les opérations de nettoyage et de propreté indispensables.

Dans les locaux où travaille constamment un personnel (salle de fabrication, d'embouteillage par exemple) il est nécessaire d'éliminer le rayonnement direct par un réflecteur pour éviter l'irritation des yeux des ouvrières.

Les appareils « Stérilair » Radiaplix (fig. 4) permettent, grâce à un ventilateur, un brassage d'air cons-

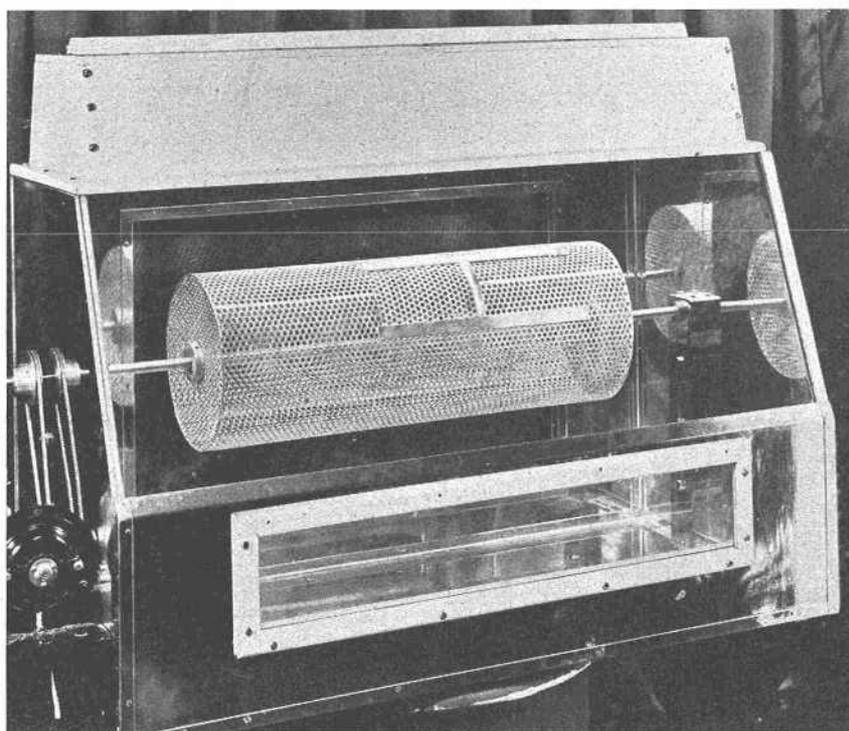


FIG. 5. — Appareil stérilisateur pour granulés ou dragées équipé avec des lampes germicides. (Sté Hy-lo). (Photo Mazda.)

de boucherie. Elles peuvent l'être également dans des entrepôts de fruits.

Les lampes soit nues, soit protégées mécaniquement ou encastrées dans le mur, soit encore munies d'un réflecteur, sont réparties sur les parois de la chambre à des hauteurs étudiées. Une telle installation est donc très simple. Pourtant, il importe qu'elle soit mise

tant. L'air vient ainsi renouveler son contact avec les lampes germicides enfermées à l'intérieur de l'appareil et les micro-organismes sont détruits au fur et à mesure de leur passage à proximité du rayonnement.

Les appareils climatiseurs « Germicid'air » (fig. 2). Certains

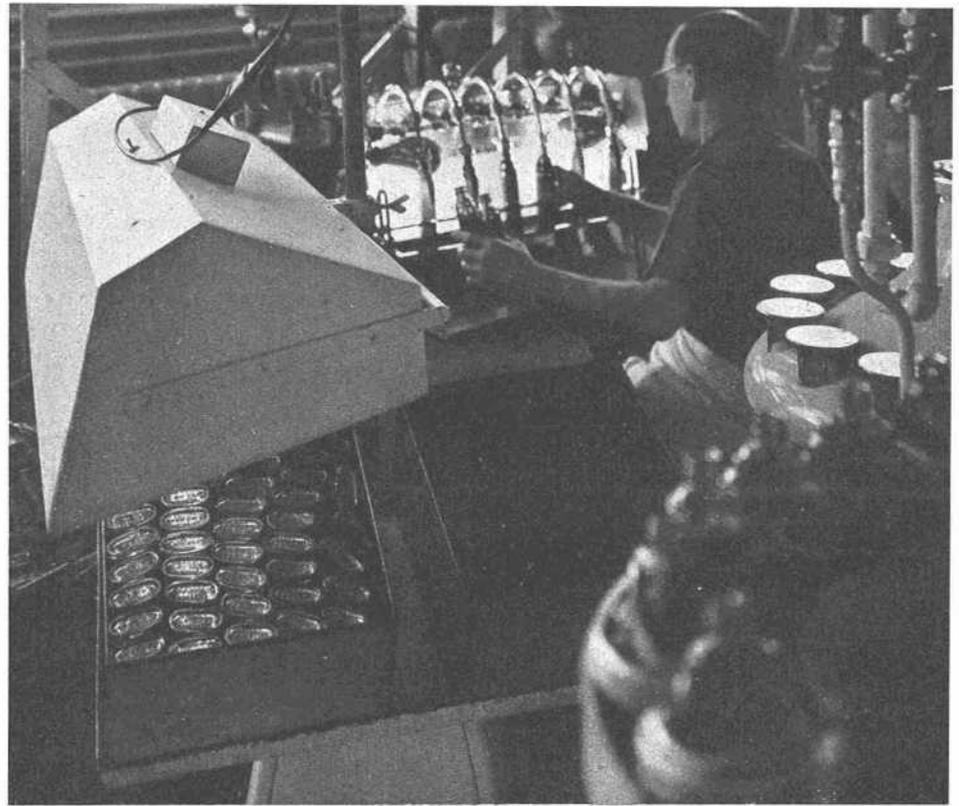
FIG. 8. — Stérilisation de flacons par lampes germicides aux laboratoires « Famel ».  
(Photo Mazda.)

appareils mobiles perfectionnés assurent l'assainissement de l'air par aspiration et refoulement sur des lampes germicides, régularisent la température du local, et maintiennent un degré hygrométrique constant. Ils éliminent également les odeurs et les poussières. Ces appareils ont leur utilisation dans des salles de petites dimensions.

**Installations germicides dans des gaines de ventilation (fig. 3).**

Pour stériliser l'air amené par une soufflerie dans un local clos, on peut placer dans la gaine de ventilation des châssis mobiles porteurs de lampes à ultraviolets.

La disposition des lampes, leur nombre dépendront de la section de la conduite, de la vitesse de circulation de l'air, ainsi que de sa température ordinaire. De toutes façons, les parties chargées de lampes devront être démontables pour en assurer le nettoyage fréquent et l'entretien de l'ensemble du système, le pouvoir pénétrant étant considérablement diminué par les dé-



pôts qui peuvent se former sur les ampoules.

*Stérilisation des liquides.*

La très faible pénétration des rayons ultraviolets rend très délicate la destruction des micro-organismes au sein des liquides. Un liquide parfaitement limpide est plus facilement stérilisé qu'un liquide trouble. La présence de fer dans l'eau, de pulpe ou d'un voile de levures dans les jus diminue considérablement l'efficacité du traitement. Le liquide à traiter doit donc être clarifié avant son passage dans un appareil, et distribué en couches très minces. La nature du liquide, l'épaisseur du film à stériliser, la vitesse de passage sont autant de facteurs qui interviennent dans le bon fonctionnement d'une opération.

**Stérilisation de l'eau.**

Bien que cette utilisation des rayons ultraviolets soit très importante, nous ne donnerons pas de détails sur le principe. La profondeur de pénétration, les facteurs de transmission et les différentes susceptibilités des micro-organismes ont été étudiés et sont bien établis.

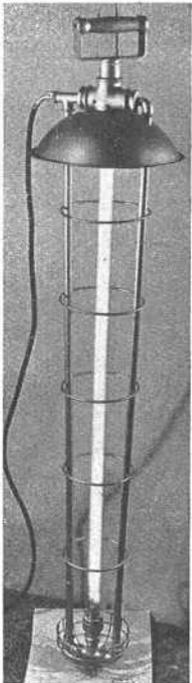
Une ampoule de 25 watts peut stériliser environ 2.000 litres d'eau par heure avec une épaisseur de couche de 15 à 20 cm (1).

Plusieurs appareils sont construits, permettant d'effectuer industriellement une stérilisation des eaux.

— Citons l'appareil américain SEPCO.

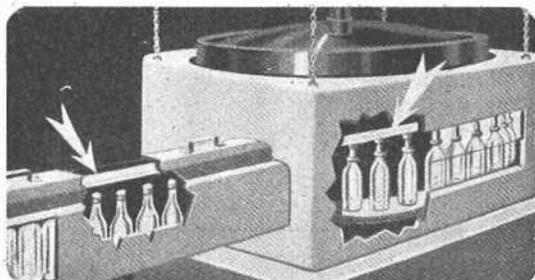
— L'appareil QUARTEX, (fig. 10) de construction française, est équipé de lampes Hanovia. Chaque élément stérilisant est composé d'un tube en acier inoxydable porteur de fines canalisations en spirales, étroitement chemisé par un tube de quartz enfermant l'ampoule germicide. Le liquide à stériliser est introduit sous pression dans ces canalisations ; il fait ainsi le tour du tube de quartz en subissant un effet de torsion. L'irradiation est ainsi complète.

(1) Mémento technique de l'eau. E. Degré-mont.



A gauche :  
FIG. 6. — Baladeuse à lampe germicide pour stériliser les récipients (S. I. P.).  
(Photo Mazda.)

A droite :  
FIG. 7. — Tunnel d'irradiation équipé de lampes germicides, installé sur le circuit d'une chaîne d'embouteillage.  
(Photo Philips.)



Une série de ces éléments peuvent être mis en parallèle pour augmenter le débit d'un appareil, ou montés en série pour augmenter l'action bactéricide dans les cas délicats.

— L'appareil américain STÉRI-TRON, équipé de lampes Hanovia est spécialement conçu pour la stérilisation industrielle de l'eau ; mais il peut être adapté au travail des jus de fruits grâce à une mise au point spéciale.

Cet appareil fonctionne en continu ; il est muni de tous les dispositifs de sécurité et de contrôle indispensables à un appareil en usage dans une usine.

— Mentionnons simplement l'appareil français STOUTZ-ACTINATOR (fig. 9) utilisé industriellement pour la pasteurisation du lait en fromagerie ; il combine l'action des rayons infrarouges et des ultraviolets.

Des essais, effectués sur des jus de fruits, auraient donné des résultats favorables permettant d'envisager une

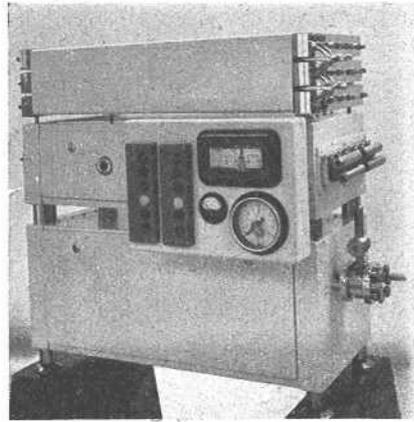


FIG. 9. — Appareil Stoutz-Actinator utilisé pour le traitement du lait. (Photo Sorilait.)

adaptation de cet appareil de laiterie à l'industrie des jus de fruits.

Un appareil à petit débit permet une étude des conditions de travail des différents liquides. Nous reviendrons plus

longuement sur cet appareil dans notre prochain article sur les rayons infrarouges.

#### Stérilisation des jus de fruits.

Le jus de fruits est un des produits pour lesquels la stérilisation a le plus d'importance. Les procédés ordinairement employés utilisent la chaleur sous forme de vapeur, qu'il s'agisse de pasteuriser le liquide en flacons de consommation au bain-marie, ou avant l'embouteillage grâce à un système d'échangeur de chaleur. Cette pasteurisation est longue, délicate, et nécessite un important appareillage tant pour la production de la vapeur que pour son utilisation pour le chauffage du jus.

Il semble que l'utilisation de lampes germicides devrait simplifier le travail d'une usine de jus de fruits ainsi que son équipement.

#### Stabilisation du vin, du cidre.

Des essais favorables ont été effectués, par plusieurs procédés ; des résultats favorables ont été obtenus : du cidre fut stabilisé à une densité de 1.018 pendant 3 mois.

Un vin blanc en fermentation fut traité, et perdit son goût désagréable caractéristique (1).

#### UTILISATION DES LAMPES BACTÉRICIDES EN USINES

Certaines salles de conditionnement américaines sont munies de tables de triage pour petits fruits comportant des rampes de lampes germicides ayant pour but d'inactiver les micro-organismes présents sur la surface des fruits, avant l'emballage (fig. 11).

#### Fabrication des jus de fruits.

Une nouvelle technique utilise les rayons germicides ultraviolets, asso-

(1) Sur quelques applications des rayons ultraviolets, M. BAILLY, *Revue de l'Embouteillage*, n° 11, mars 1952.

FIG. 10. — Appareil Quartex pour la stérilisation des liquides, équipé de lampes Hanovia. (Photo Quartex.)

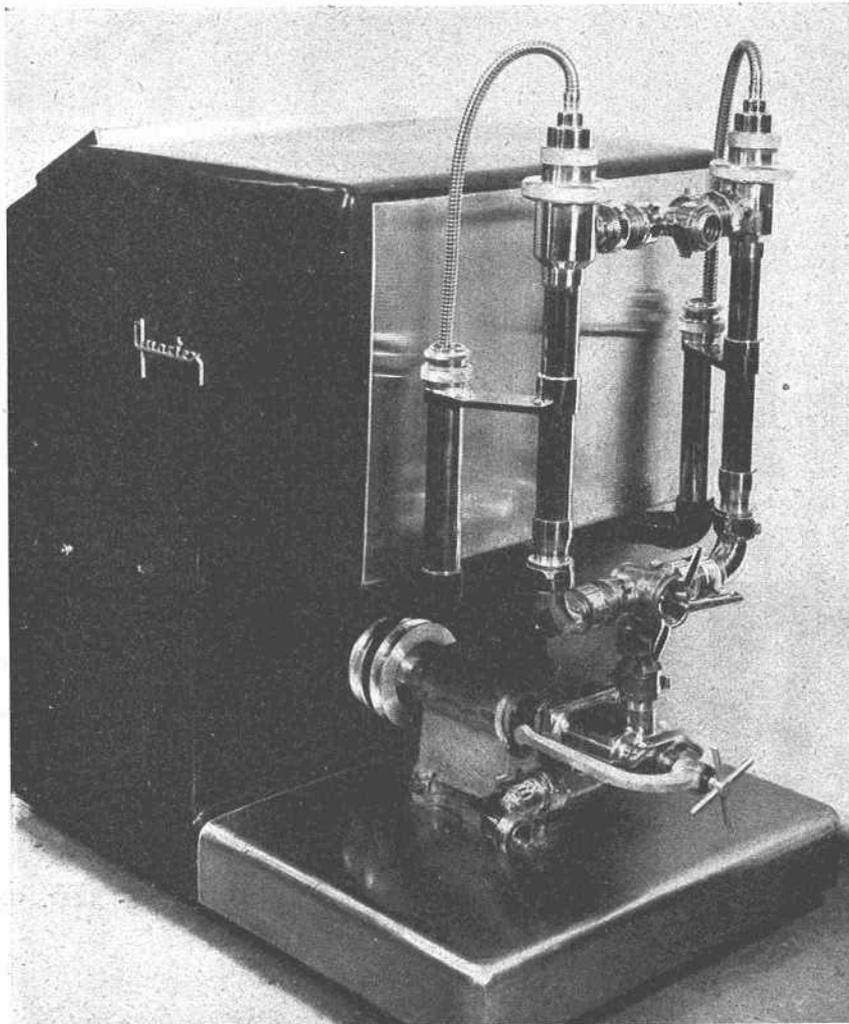




FIG. 11. — Ranges de lampes germicides installées au-dessus d'une table de triage de fruits rouges. (Campbell's book.)

goulot des flacons lors de l'embouteillage des jus de fruits.

— La stérilisation des flacons n'a pas été obtenue d'une façon satisfaisante à cause des difficultés d'irradiations inhérentes à la forme des flacons. Par contre, l'action des ultraviolets peut s'exercer facilement sur les boîtes neuves au cours de leur cheminement sur les tapis transporteurs.

Dans l'industrie pharmaceutique ou la parfumerie, l'action des ultraviolets pour la mise en flacons de certains sirops, ou la mise en pots de crèmes de beauté est fréquemment organisée, et donne une garantie de plus aux conditions d'asepsie ordinairement (fig. 8).

— Il a été présenté à la VIII<sup>e</sup> Exposition internationale de conserves et d'emballages à Parme, une installation STAV (brevet Schiroli) pour jus de fruits, permettant d'extraire l'air, d'homogénéiser, de stériliser à froid au moyen de radiations ultraviolettes, et de remplir les récipients.

— Le procédé suédois de distribution des liquides (lait) en emballage-carton « Tétr-Pack » comporte sur la chaîne d'embouteillage, un tunnel équipé d'une rampe de lampes germicides pour la stérilisation du carton.

#### UTILISATIONS VARIÉES DANS LES PRODUITS ALIMENTAIRES

*Action sur le lait.* L'enrichissement du lait en vitamine D grâce aux rayons ultraviolets est un fait bien connu et généralisé en Allemagne comme moyen de lutte contre le rachitisme. Néanmoins un tel procédé doit être utilisé avec précaution, car on peut obtenir un résultat inverse de celui désiré.

En France, un lait ainsi traité n'a pas le droit d'être vendu en crèmerie.

*Action sur les farines.*

Les travaux de E. Maes et S. Van Den Driessche se poursuivent; ils ont

mis en évidence que les rayons ultraviolets ont une influence favorable sur la valeur boulangère d'une farine. L'irradiation provoquerait un accroissement de l'effet physiologique utile au processus de croissance.

*Action sur le vin.*

Outre l'action stérilisante mise en évidence sur des vins piqués par exemple, les rayons ultraviolets provoquent des modifications profondes des caractères organoleptiques de ces liquides.

Des essais de vieillissement des vins ont donné des résultats surprenants : quelques irradiations convenablement conduites permettraient de produire un vieillissement de plusieurs années.

Ce procédé n'est pas autorisé par la législation française.

*Application en technique avicole.*

Les ultraviolets sont utilisés avec succès pour maintenir l'état sanitaire des volières (élimination des poux).



FIG. 12. — Appareil de Haynes utilisé pour la mesure de l'énergie germicide. (Photo Mazda.)

Leur action évite le rachitisme des jeunes poulets et augmente leur vitesse de croissance. En outre, l'irradiation des volailles tend à accroître leur ponte (1), et permet une plus grande solidité des coquilles des œufs.

(1) M. DERIBERE. Les applications de la

ciés aux basses températures et à l'action de l'azote pour transporter et distribuer le jus de fruits frais, sans pasteurisation.

Au sortir de la presse, le jus est irradié par des lampes germicides pour détruire les micro-organismes ; un écran spécial filtre le rayonnement capable de détruire la vitamine C du jus.

*Stockage des jus.*

Après nettoyage soigné, la stérilisation des récipients peut être obtenue grâce à un système spécialement conçu pour la stérilisation des bidons pour le transport du lait (fig. 6). Les tanks de stockage à parois lisses peuvent bénéficier d'irradiations germicides. Pour augmenter la sécurité du stockage, l'irradiation de la surface du liquide peut être effectuée (système Grindrod) de façon à maintenir stériles les couches superficielles du liquide, porte d'entrée normale des levures entraînant un éventuel départ en fermentation.

*Embouteillage.*

— Des rampes de lampes germicides peuvent être placées dans une chaîne d'embouteillage, entre les opérations de lavage et de remplissage, ainsi que lors du capsulage des flacons. Des tunnels d'irradiation peuvent être établis (fig. 7).

— M. Baumann préconise l'action des ultraviolets pour stériliser l'air du

### Action sur les épices pour charcuterie.

Un dispositif spécial a été construit en Allemagne pour stériliser les épices pour charcuterie réduits en poudre avant leur conditionnement.

### ANALYSE ET CONTROLE

*Triage des oranges.* Nous avons relevé dans Quick Frozes Foods (1) une information faisant état des résultats expérimentaux obtenus par le département de recherches de la « Sunkist Orange Growers ».

Les manifestations précoces du « Brown-Rot » et de la boursouffure des agrumes passent la plupart du temps inaperçues lors d'une inspection à la lumière ordinaire.

L'examen des fruits en lumière ultraviolette permet de déceler à leur début les attaques de ces maladies et de séparer les fruits sains des fruits contaminés. Une table de triage établie à partir de ces données expérimentales

lumière et des radiations dans les techniques avicoles. IX<sup>e</sup> Congrès International des Industries Agricoles. Rome 1952.

(1) Orange Röl, Blisters show up in Ultraviolet Tests Quick Frozes Foods. Mai 1952, p. 104.

fut installée dans une usine de la Sunkist précédant les opérations de lavage et de paraffinage, ce qui permet de ne traiter que des oranges parfaitement saines.

### Contrôle des huiles essentielles d'agrumes.

Les rayons ultraviolets seraient utilisés pour déceler les fraudes dans les huiles essentielles de ramassage (production indigène) de façon à effectuer un premier tri des substances ajoutées pour en augmenter le volume (pétrole par ex.).

### Chromatographie.

L'emploi de la lumière ultraviolette se montre particulièrement efficace en chromatographie pour préciser la localisation des corps à séparer, auxquels elle confère une fluorescence qui revêt parfois un caractère spécifique.

Une récente publication de Mlle S. STOLL et Mme Y. BOUTEVILLE (1) consacrée à la détection de l'ergot

(1) Tests micrographiques et chromatographiques relatifs à la détection de l'ergot de seigle et de quelques plantes satellites des céréales. S. STOLL et Y. BOUTEVILLE. *Chimie Analytique*, Vol. 36, n° 2, fév. 1954, p. 39.

de seigle, et accompagnée de planches en couleurs, illustre ce fait.

### Contrôle des essais.

Les résultats parfois très imparfaits, souvent contradictoires dont nous ont fait part la plupart des expérimentateurs avec qui nous avons pu nous entretenir, proviennent d'abord d'une certaine anarchie dans les recherches ; s'il est relativement facile d'obtenir des résultats en laboratoire, leur transposition au stade industriel devient beaucoup plus complexe ; le coût du matériel, si simple soit-il, nécessaire à effectuer les essais préliminaires, rebute les industriels ; le temps utilisé et la marchandise sacrifiée aux tâtonnements alourdissent l'entreprise et le manque de précision dans les conditions expérimentales rend les conclusions incertaines. Il semble qu'une amélioration pourrait être apportée par la mesure précise des radiations mises en œuvre.

Pour cela, nous indiquons l'appareil de HAYNES (fig. 12) utilisé par la Compagnie des lampes Mazda pour la mesure de l'énergie germicide.

(A suivre.)

E. NAVELLIER,  
I. F. A. C.

**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

SOUFRE MOUILLABLE MICRONISÉ

**Microthiol**

LES RAFFINERIES DE SOUFRE RÉUNIES