

Action des radiations ionisantes sur la banane

par **P. DUPAIGNE**

Institut Français de Recherches Fruitières Outre-Mer.

Cette note est strictement limitée aux travaux publiés dans des revues françaises ou étrangères ou dans des comptes rendus à diffusion plus limitée et qui font expressément mention de la banane.

En effet beaucoup d'articles généraux, d'ouvrages et de travaux particuliers concernent les fruits, parfois sans désignation explicite de l'espèce, et beaucoup de travaux sur la physiologie ou la stabilisation des fruits sont utiles à connaître avant d'aborder le cas particulier de la banane ; mais nous les avons analysés pour la plupart (sauf une cinquantaine plus récents) dans les articles suivants :

Le traitement des fruits par les radiations ionisantes. *Fruits*, 13, 7, 269, 1958.

Action des radiations ionisantes sur les jus de fruits. *C. R. V^e Congr. Int. jus de Fruits*, Vienne, 1959.

Applications des radiations ionisantes aux produits fruitiers. *Fruits*, 19, 1-31, 42, janv. 1964.

Comparativement à des fruits comme la fraise ou la pêche, les essais réalisés avec les radiations ionisantes (rayons X, rayons γ ou électrons accélérés) sur les bananes sont très peu nombreux, ainsi que les articles qui les mentionnent ou les rappellent. Ceci est dû sans doute aux échecs enregistrés dès le début, pour la banane, et à la plus grande urgence présentée par l'amélioration de la conservation des fruits rapidement altérés. La plupart des articles ne citent la banane que pour préciser qu'elle se place en queue de liste parmi les fruits qu'il serait utile de pouvoir traiter par les radiations.

Les premiers travaux sur la banane datent (à moins qu'on n'en ait effectué à titre de curiosité avant la guerre avec des rayons X), des années 1946-48 lorsque BRASCH et HUBER ont réalisé avec leur Capacitron de nombreux essais de stérilisation des denrées alimentaires ; dès ce moment ils avaient constaté un ramollissement de la pulpe et une altération de la peau des bananes, alors que d'autres fruits, légumes, viandes ou poissons pouvaient être conservés dans un état approximatif de fraîcheur.

A cette époque il était difficile de parler de dose et de puissance de pénétration ; on sait qu'il s'agissait d'électrons accélérés et que le but était d'obtenir en peu de temps des effets assez intenses pour détruire bactéries et enzymes ; il n'est pas étonnant que les bananes n'aient pas résisté à ce traitement brutal.

Quelques années plus tard, l'équipe de BROWNELL entreprenait pour le compte de la Commission de l'Énergie Atomique des États-Unis à l'Université d'Ann Arbor, Michigan, une série d'études sur la conservation d'aliments divers par irradiation ; comme sources BROWNELL disposait d'une bombe au cobalt de 1 000 curie et d'un générateur de rayons X de 200 KV. — Entre 1952 et 1954, sept rapports ont été diffusés ; l'objet de ces travaux était de trouver une utilisation aux déchets radioactifs.

Cependant en ce qui concerne la banane, ce sont les rayons X d'abord qui ont servi à l'expérimentation.

Un grand nombre de fruits ont été exposés à des doses variant de 10 000 à 1 million de r. Au total, on a réussi à retarder la maturation apparente, ou au moins le ramollissement de la pulpe, et ce retard a été trouvé proportionnel à la dose de radiation reçue ; ainsi des fruits examinés un mois après l'irradiation avaient une pulpe intacte pour 150 000 r, ramollie pour 100 000 r, altérée pour 50 000 r, et les témoins non irradiés étaient décomposés. Malheureusement, ces résultats encourageants étaient toujours accompagnés d'un noircissement caractéristique de la peau : pour les fortes doses, la peau commençait à noircir pendant l'irradiation, et pour les faibles doses elle noircissait peu à peu du côté qui avait reçu le rayonnement ; ainsi les cellules superficielles de la peau sont plus sensibles (et d'ailleurs plus exposées) que la pulpe à l'action des rayons X.

L'expérience a été reprise avec cette fois les rayons γ de la source au ^{60}Co . Des bananes vertes ont été coupées en morceaux et paraffinées pour éviter la déshydratation, avant irradiation ; selon les doses reçues, les résultats ont été très semblables aux précédents : on peut obtenir un retard

notable à la maturation, mais on ne peut éviter le noircissement de la peau ; l'immersion des bananes dans une solution à 1 g/l d'acide ascorbique n'a pas eu d'effet de prévention.

Ces résultats ont été repris, bien entendu, par divers auteurs qui les ont comparés avec les précédents.

En Grande-Bretagne HANNAN constatant qu'une dose de 40 000 rep est dommageable pour l'aspect du fruit, a utilisé alors des faibles doses, de l'ordre de 10 000 rep seulement ; on arrive ainsi à doubler la vie commerciale de la banane sans la détériorer extérieurement ; CLARKE à Wantage a obtenu des résultats semblables.

Le rapport de MIKAELSEN et BRENNAN à la 2^e Conférence Internationale de Genève fait état de conclusions du même ordre. En 1959 un article assez sommaire de GERON a fourni les résultats obtenus par l'Institut des Aliments et Emballages de l'Intendance américaine : la maturation des bananes vertes est ralentie fortement par une irradiation de 37 000 rep, mais leur aspect est défectueux ; avec 14 000 rep les fruits peuvent se conserver normalement un mois alors que les fruits de contrôle, non irradiés, sont pourris.

Dans son rapport de 470 pages sur la conservation des aliments par irradiation, pour l'Intendance Américaine, BAILEY précise l'évolution de bananes du Cameroun ayant reçu une dose de 10 000 rep de rayons cathodiques : on arrive effectivement à une conservation commerciale de 20-25 jours, alors que les témoins évoluent progressivement et ne dépassent pas 10 jours.

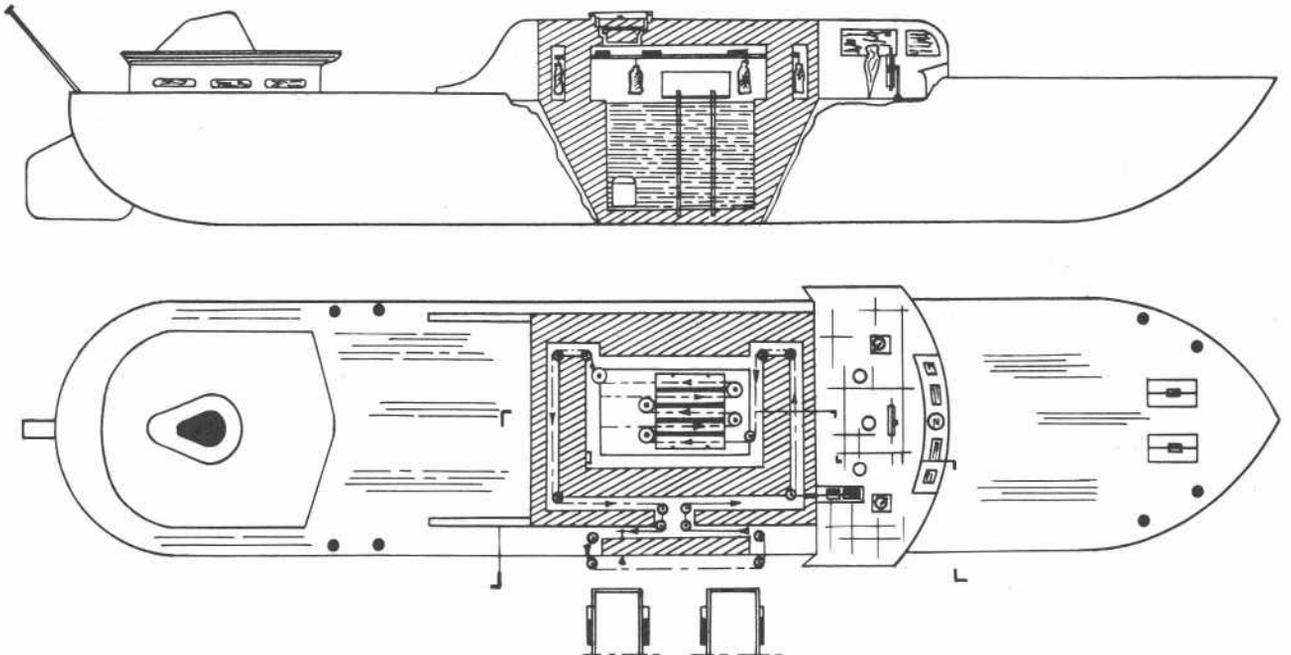
En France nous avons profité de ces expériences pour donner la priorité à d'autres fruits qui résistent mieux aux effets secondaires de l'irradiation, ou tout simplement semblent plus intéressants à conserver que la banane : fraise, framboise, cerise, pêche. Cependant P. VIDAL a souligné en 1958 que les résultats de CLARKE sur la banane étaient encourageants, et a annoncé dans un rapport de 1962 que la Société Conservatome avait déjà étudié le comportement de la banane ; ceci m'avait d'ailleurs été confirmé dans une visite de juillet 1962 au Centre Lyonnais d'Applications Atomiques.

Une note de P. VIDAL parue en janvier 1963 rappelle que sa Société a effectué depuis 1961 des recherches sur la banane et l'ananas sous diverses formes, mais que les résultats doivent être confirmés par d'autres travaux ; ce n'est pas très optimiste.

Que peut-on conclure de ces divers renseignements ?

En premier lieu que ces renseignements sont beaucoup moins abondants pour la banane que pour

Schémas d'un bateau dont l'équipement serait prévu pour l'irradiation de certaines denrées périssables
(d'après P. Vidal *Rev. Cons.*, Jan. 1962.)



d'autres fruits ; si le nombre des articles faisant mention de la banane est assez élevé, leur analyse sommaire donnée ici en annexe montre qu'il s'agit le plus souvent d'une simple citation des quelques travaux originaux.

En second lieu il ressort de ces derniers que si l'emploi des fortes doses est inacceptable pour la banane-fruit, par contre les faibles doses (bien moins onéreuses) peuvent retarder la maturation et peut-être retarder les altérations microbiennes par une pasteurisation de surface.

Quant aux dérivés de la banane, ils sont vraisemblablement beaucoup plus résistants que la banane fraîche aux actions secondaires ; j'avais suggéré en juin 1962 que l'irradiation serait peut-être un procédé acceptable de stabilisation des bananes-figues ensachées sous vide, mais contenant encore un pourcentage d'eau trop élevé pour se conserver d'elles-mêmes ; ce serait intéressant, car de tels produits sont plus aromatiques, plus faciles à mastiquer et moins onéreux (au poids) que les bananes-figues normalement desséchées ; mais pour ce produit on manque de données sur les effets et la dose acceptable des radiations.

Par contre, les autres produits de la banane : pulpe brute, pulpe homogénéisée, poudres et farines ne semblent pas poser de problème de conservation.

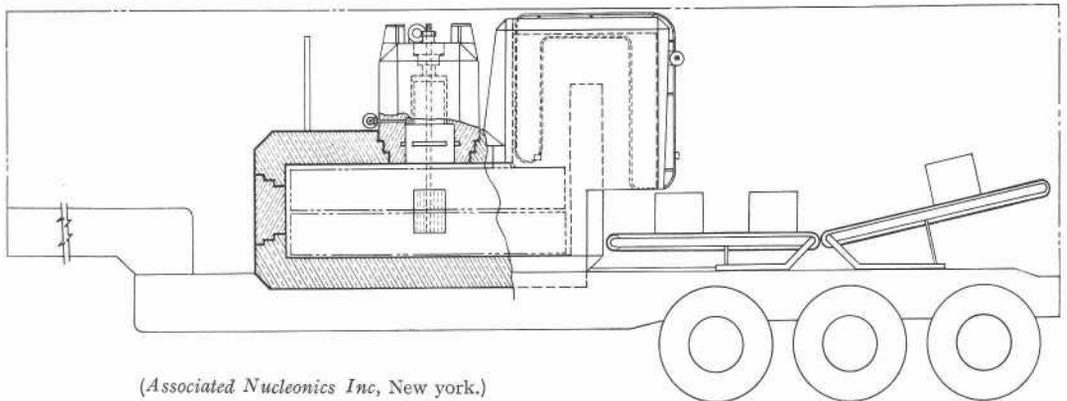
Enfin, le grand problème actuel du dégrain, fragilité du pédoncule due à un ensemble de causes encore difficiles à préciser, ne pourra pas être résolu par une désinfection du pédoncule par les radiations, car celles-ci ne pourraient pénétrer à l'intérieur des régimes.

Essais à envisager.

En fonction des renseignements fournis par cet ensemble de travaux, il semble intéressant de reprendre des essais d'irradiation uniquement à faibles doses, sur le fruit frais, dans le but de ralentir la maturation et d'obtenir un allongement de la durée de conservation commerciale y compris le transport ; l'emploi de doses moyennes ou élevées est à proscrire en raison de la fragilité de la couche extérieure de la peau, cependant il n'est pas à écarter *a priori* pour les produits ayant subi une transformation (banane-figue, pulpe sous diverses formes). L'étude du comportement des bananes ainsi traitées, selon les conditions de la conservation, est à faire ; il faut évidemment que le ralentissement de la vie physiologique n'empêche pas la possibilité d'une maturation artificielle tout au long de cette période de conservation.

Les premiers essais, sur de petites quantités expédiées par avion, pourraient facilement se réaliser en France ; mais il semble indispensable de continuer sur place, lorsque les premiers résultats seront acquis, en particulier sur les doses les plus avantageuses. Les essais sur place ne sont pas irréalisables avec un matériel mobile, qui pourrait d'ailleurs servir à d'autres irradiations expérimentales : ananas, fruits tropicaux délicats, légumes, viandes, poissons, denrées à désinsectiser, etc.

On sait que les Canadiens ont réalisé une remorque aménagée pour le dégermage des pommes de terre au moyen d'une source de ^{60}Co de 20 000 curie ; deux firmes américaines ont annoncé récemment d'autres réalisations : l'une un ensemble à 80-100 000 curie de cobalt pour la radiopas-



(Associated Nucleonics Inc, New York.)

Schéma d'un camion dont l'équipement serait prévu pour l'irradiation de certaines denrées périssables.

teurisation des fruits, l'autre un accélérateur linéaire de 4 à 10 MeV qui fournit, par l'intermédiaire du bombardement de ses électrons des rayons γ jusqu'à une dose utilisable de 400 000 rad., également destiné aux fruits. Ces sources, accompagnées de leur système de protection et du matériel de convoyage et d'exposition des fruits, sont montées sur semi-remorque.

Le coût de telles installations est difficile à chiffrer ; cependant on indique 100 000 \$ pour le système canadien à faible puissance, qui suffirait pour traiter à 10 000 rep les bananes par volumes successifs de 100 l environ ; la semi-remorque américaine traitant 250 à 500 kg de fruits à l'heure au cobalt, à plus forte dose, coûterait 400 000 \$.

P. VIDAL a donné le chiffre de 2 millions de francs en 1960 pour une installation fixe, bâtiment, source de 120 000 curie et annexes pouvant traiter 5 t par heure de pommes de terre, en soulignant que le prix du cobalt radioactif ne cesse de diminuer. Mais sans aller jusque-là pour un premier stade — surtout pour un seul pays producteur de bananes — on pourrait s'inspirer du projet de P. VIDAL de chaland fluvial-côtier aménagé pour une source de 200 000 curie, qu'on pourrait prévoir plus modeste au début.

BIBLIOGRAPHIE

- ANON. — Énergie électronique et conserves alimentaires, *Off. Cons.*, 10, 31 août 1948.
Utilisation des décharges intenses d'électrons ; pour la banane : effets secondaires inacceptables.
- ANON. — Food radiation round up. *Food Eng.*, 27, 8 43, Aug. 1955.
Résultats des essais de BROWNELL.
- ANON. — Aliments et radiations, *Cah. Ing. Agr.*, 158, 32-33, Aug 1961.
Cite la dose maximum à employer pour la banane : 0.15 Mrad.
- ANON. — Radiopasteurization of fruit. *Nucleonics*, jan. 1963, p. 58.
Description de deux unités mobiles.
- S. D. BAILEY et al. — Radiation preservation of food, *Quartermaster Corps*, PB 151493, Aug. 1957.
Évalue la prolongation de conservation des bananes vertes traitées avec 10 000 rep.
- L. E. BROWNELL et al. — Utilization of the gross fission products, *Prog. Rep. n° 5, Eng. Res. Inst.*, Univ. Michigan, 1952.
Expérimentation avec rayons X et rayons γ , à différentes doses, résultats acceptables aux faibles doses, inacceptables à cause du noircissement de la peau aux fortes doses.
- P. CHOVIN. — L'utilisation des rayonnements ionisants dans l'industrie des denrées alimentaires, *Ann Fals Fraudes* 49, 569, 203-206, Mai 1956, *Ind. Alim. Agr.*, 73, 5, 323-324, mai 1956.
Le retard du mûrissement de la banane verte est un des rares résultats bénéfiques.
- I. D. CLARKE. — Possible applications of ionizing radiations in the fruit vegetable and related industries. *J. Appl. Rad. Isotopes*, 6, 175, 1959.
L'irradiation retarde la maturation des bananes sans modifier leur respiration.
- F. J. ERROLL. — Electronic preservation of foods, *Foods Manuf.*, 23, 12, 579, déc. 1948.
Utilisation du Capacitron ; résultats médiocres avec la banane.
- G. D. GERNON. — Ray pasteurizing will come first, *Food Eng.*, 31, 5, 42-44, mai 1959.
Une dose de 14 000 rad. suffit à augmenter d'une façon intéressante la vie commerciale de la banane.
- Cl. GIRARD. — Les rayonnements ionisants et leur application à la conservation des denrées alimentaires. Thèse doc. Véter. Alford, 1960.
Altération de couleur des bananes traitées.
- Col. GIRARD, Cl. RAMEL. — Application des radiations à la stérilisation ou la conservation dans les industries alimentaires et pharmaceutiques, *Rev. Corps Santé* 1, 3, 369-399, juin 1960.
Peu d'espoir d'application aux bananes.
- T. GRUNEWALD. — Behandlung von Lebensmitteln mit Strahlen Ernährungs Umschau, 8, 8, 239-244, 1962.
Utilisation possible de doses faibles pour la banane.
- R. S. HANNAN. — The preservation of foods by ionizing radiations *Foods Sci. Absts.*, 26, 1, 121, janv. 1964.
Cite travaux américains et ajoute qu'une dose de 40 000 rep est trop élevée pour la banane.
- R. S. HANNAN. — Scientific and technological problems involved in using ionizing radiation for the preservation of food. Dept. Sci. and Ind. Res., *Food Invest.*, special Rep n° 61, London, 1955.
Avec une dose faible de 10 000 rep, on retarde la maturation des bananes vertes, mais assez peu.
- R. S. HANNAN. — Radiation preservation of foods, the present position, *Bull. Inst. Int. Froid*, 37, 1, 179, 1957.
Mise au point citant en particulier la banane.
- M. INGRAM, D. N. RHODES. — Progress in food irradiation, *Food Manuf.*, 37, 7, 318-338, juil. 1962.
Cite les résultats de HANNAN.
- P. MANIL. — Radiostérilisation et radiopasteurisation des aliments, *Bull. Inst. Agr. Gembloux*, 11, 808-820, 1960.
Indique le peu d'intérêt du traitement de la banane.
- K. MIKAELSEN et al. — Improved storage qualities of potatoes, vegetables and fruits exposed to γ radiations, *Proc. 2 Int. Conf. Geneva*, 27, 401, 1958.
Une dose de 50 000 red donne un bon retard à la maturation des bananes vertes, mais produit des altérations secondaires.
- A. PORRETA. — L'impiego delle radiazioni ionizzanti per la conservazione degli alimenti, Comit. Naz. Ric. Nucl. CN B-19, 1960.
Revue générale avec 224 références.
- T. SCARASCIA. — Problemi scientifici e tecnologici dell'utilizzazione delle radiozioni ionizzanti per la conservazione della frutta, *Ind. Cons.*, 2, 118-126, avr. 1962.
Revue générale avec références assez anciennes.
- W. SCHWEISHEIMER. — Radioaktiv bestrahlte Früchsaäfte, *Ind. Obst. v. Gemuseverw.*, 42, 13, 289, jul. 1957.
Résultats de BROWNELL.
- P. VIDAL. — Intérêt de l'irradiation des fruits et légumes pour les pays européens. C. R. Réunion FAO, HARWELL, nov. 1958.
D'après CLARKE, le traitement des bananes donne des résultats acceptables.
- P. VIDAL. — Conservation des petits fruits. Réunion Groupe d'Études sur la Radiopasteurisation, 17 oct. 1962.
Signale avoir mis à l'étude la banane.
- P. VIDAL. — Réunion du Groupe d'Études sur l'Irradiation des Aliments, *Irradiation des aliments*, 3, 3, 14 janv. 1963.
Les résultats obtenus à Lyon devront être confirmés pour d'autres essais sur la banane.