

L'arôme de la banane.

P. DUPAIGNE*

A deux reprises successives, en avril 1970 et juillet 1971, dans cette revue, nous avons tenté de faire le point sur les travaux ayant pour objet l'étude de la composition des arômes de la banane (notre article de 1970 n'a été publié dans une revue italienne qu'en 1972, c'est-à-dire bien tard).

En effet, pendant longtemps peu de chercheurs se sont intéressés à ce fruit, car l'odeur de banane, ou l'arôme-banane, pouvaient être produits par des mélanges artificiels à peu de frais, rendant moins urgente la connaissance scientifique de la composition des matières volatiles naturelles.

Ce n'est que tout récemment, à partir des années 60, que l'on sait que l'arôme naturel est bien différent des mélanges classiques du commerce, et surtout à partir des années 70 que les consommateurs, constatant la différence, disent leur préférence pour les extraits naturels non renforcés artificiellement. Bien entendu, il y a une part d'exagération dans cette exigence du produit naturel : je pense avoir déjà montré que le mot «naturel» devrait être proscriit, tout au moins pour les fruits cultivés (c'est d'ailleurs la position du Service de la Répression des Fraudes en France), et qu'un produit «naturel» de fruit n'est pas obligatoirement bon pour la santé : c'est même souvent le contraire pour deux cas particuliers, la banane et la muscade.

Cependant, pour se limiter à l'arôme, il est certain qu'un extrait naturel de banane mûre et saine est beaucoup plus agréable, pour le connaisseur, qu'un arôme reconstitué artificiellement. C'est, par exemple, ce qui fait le succès des glaces à la banane, alors qu'autrefois un glacier n'osait même pas présenter une glace «parfumée à la banane».

Depuis 1971, nous avons recueilli quelques renseignements nouveaux concernant l'arôme naturel de ce fruit ; ils sont moins nombreux que les travaux de base cités antérieurement, car ces derniers ont apporté l'essentiel de ce qu'on peut savoir actuellement sur la composition des matières volatiles. Pour certains, qui sont simplement la poursuite des recherches antérieures, il suffira de les connaître pour savoir ce qu'ils apportent de nouveau ; d'autres, se basant sur les données existantes, se bornent à émettre un point de vue particulier, parfois intéressant.

Pour éviter la confusion, au lieu de citer ces articles par ordre alphabétique suivant le nom du premier auteur, ou par ordre chronologique de publication, nous allons les examiner par équipe de chercheurs.

Commençons donc par les travaux français, peu nombreux, mais qui nous apportent cependant des conclusions intéressantes.

Le laboratoire de Physiologie des Organes végétaux après récolte, qui se trouve voisin de la Station expérimentale du Froid à Meudon est bien connu de nos lecteurs car ses chercheurs ont publié souvent des articles sur la physiologie et la maturation des fruits dans notre revue. Après avoir étudié surtout les fruits à pépins des zones tempérées et entrepris des travaux qui font autorité dans le monde, sous la direction du Professeur ULRICH, il s'est intéressé aussi aux bananes et à leur maturation naturelle ou contrôlée.

Nous avons déjà cité en 1971 le nom de Nicole PAILLARD, appartenant à ce laboratoire et à celui de Physiologie végétale appliquée de l'Université de Paris VI, qui avait mis au point avec S. PETOULIS et A. MATTEI les techniques de préparation des arômes de fruits, afin d'étudier l'émission des composés odoriférants lors de la maturation.

En mai 1973, lors d'une réunion à La Baule, elle a fait une conférence sur les arômes des fruits frais, dont la banane, passant en revue les divers facteurs possibles de formation et de transformation des matières volatiles. Par exemple, il est curieux de constater que la banane peut donner jusqu'à 340 mg/kg de produits volatils, alors que la framboise n'en fournit que 100 fois moins. Cette conférence n'a pas été publiée à part, car elle fait partie du travail réalisé par Nicole PAILLARD pour sa thèse (26).

Cependant, beaucoup de faits, de résultats expérimentaux, de graphiques et de chromatogrammes, sont cités dans une conférence, donnée en avril 1975 sur les arômes de fruits et publiée récemment par l'APRIA (27). La figure 1 exprime bien l'influence prépondérante de la température de maturation.

En ce qui concerne Antoinette MATTEI, nous avons pris connaissance d'une série d'articles publiés par elle seule ou avec des collaborateurs, après sa thèse passée en 1972

* - Institut français de Recherches fruitières Outre-Mer (IFAC)
6, rue du Général Clergerie - 75116 PARIS.

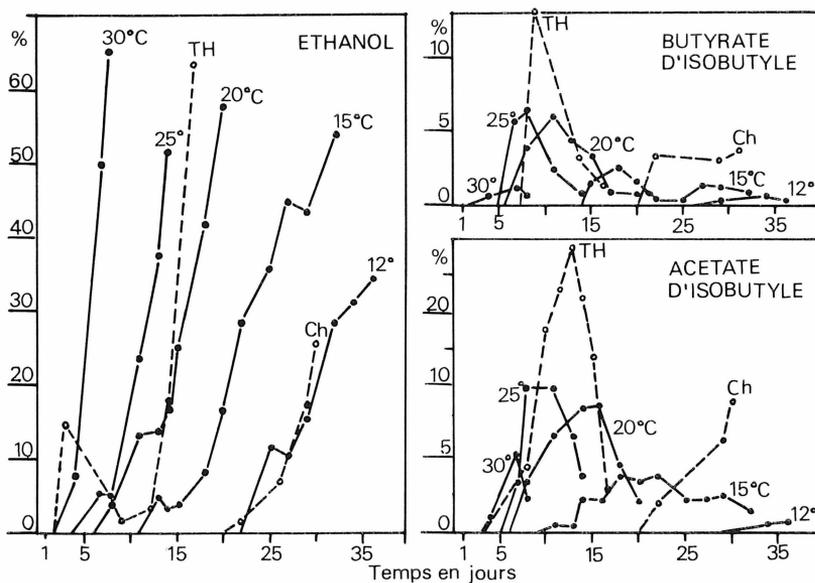


Fig. 1 • Evolution de quelques constituants de l'émission volatile de bananes pendant leur maturation à différentes températures (réf. 27).

(19), dans lesquels la description des moyens d'analyse des émissions volatiles de la banane de cultivar Poyo au cours de la maturation, par chromatographie gazeuse et spectrophotométrie IR, confirme et même complète les résultats acquis antérieurement (20) ; puis l'observation, appuyée par l'analyse des arômes volatils, montre que le maintien au-delà de 15 jours de la banane aux environs de 12°C, température habituelle des chambres d'entreposage et de transport, permet évidemment de retarder l'évolution de la maturation mais provoque des anomalies dans la composition de l'arôme, par rapport à une maturation à 20°C, et un court séjour à 12°C diminue fortement la production totale des matières volatiles. Autrement dit, les bananes destinées à une vente retardée sont moins parfumées que des fruits mûris rapidement à 20°C, ce que l'expérience montre également pour d'autres fruits (21).

S'appuyant sur ces résultats, une communication du 2 oct. 73 à l'Académie des Sciences a prouvé qu'une application de températures alternées de 22 et 29°C accroît l'activité respiratoire des bananes Poyo de Martinique, tout en évitant la teinte verte et la consistance des fruits «bouillis verts» mûris en anaérobiose à 27-29°C, et favorise l'émission des esters volatils et du 2-pentanone caractéristiques de l'arôme (23).

Un rapport présenté en septembre au Congrès du Froid en Israël établissait une liaison entre les constatations physiologiques sur l'intensité aromatique et les aspects pratiques de la conduite raisonnée des chambres de conservation et maturation des bananes (22). Les variations de l'émission des matières volatiles en fonction de la température ont été exposées en octobre dans la revue de Physiologie végétale (24).

Enfin, un rapport fait au Colloque international n°238 du CNRS, en 1974, a laissé supposer que l'émission organi-

que des composés odorants de la banane était contrôlée en réalité par plusieurs systèmes cataboliques, en fonction des précurseurs présents, des températures et de l'humidité (25).

Comme les travaux se poursuivent dans les laboratoires cités, on peut penser que les publications vont continuer. Pour l'instant, la chromatographie gazeuse a montré la présence, dans l'arôme volatil dégagé par la banane, de plus de 130 composés différents parmi lesquels environ 70 ont été identifiés. Selon le Professeur ULRICH, et contrairement à ce que notre travail de 1970 laissait supposer, l'éthylène est le seul gaz produit par la banane mûre capable d'induire la maturation des bananes encore vertes.

Avant de passer aux travaux d'auteurs étrangers, il convient évidemment, ici, de rappeler l'originalité des résultats obtenus et publiés en 1974 par R. HUET dans le propre laboratoire de l'IFAC de Chimie-Technologie, sur la rétention excellente des composés volatils de divers fruits, dont la banane, lors de la dessiccation de pulpe sucrée au moyen d'un four à micro-ondes (18). Cette rétention est évidemment variable selon l'identité du composant dosé ; pour des bananes jaunes tournantes, on conserve la totalité des alcools iso-amyls et n-amyls ; pour des bananes tigrées, les taux de rétention sont moins élevés, mais les doses totales sont très importantes. D'autre part, le sucrage par le saccharose facilite la production d'une mousse fine homogène qui permet un séchage dans les meilleures conditions.

Le Professeur CROUZET, à la Faculté des Sciences de Montpellier, a montré une nouvelle fois l'intérêt des mélanges enzymatiques permettant de développer des arômes volatils à partir de précurseurs non volatils, en particulier dans les poudres de banane obtenues par les micro-ondes (8). M'GALANI, a rédigé une thèse à Paris VII en 1974, sur l'intérêt qu'il y aurait à extraire ces enzymes des

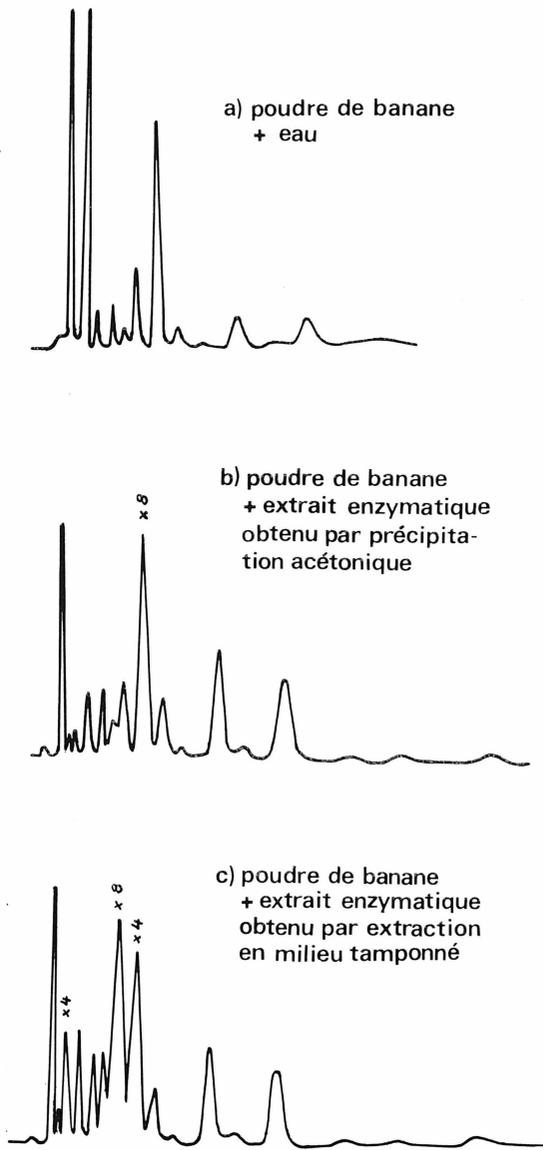


Fig. 2 • Aromagramme de l'espace de tête (réf. 8).

pelures fraîches des bananes enlevées avant le broyage de la pulpe. Ces mélanges enzymatiques sont instables mais peuvent être plus longtemps actifs en milieu tamponné (figure 2).

Maintenant, parlons des travaux étrangers publiés depuis notre mise au point de 1971.

Les plus importants sont incontestablement ceux de deux laboratoires très spécialisés, à l'Institut technique d'Analyse chimique de l'Université de Berlin, avec R. TRESSL, et à l'Université technique de Technologie des Aliments de Munich, avec F. DRAWERT. En général, ces deux auteurs signent ensemble leurs publications, parfois avec une autre

collaboration.

L'étude de la biochimie de la formation des arômes des fruits et légumes, en particulier des bananes, est entreprise depuis plusieurs années par ces auteurs que nous avons déjà signalés en 1970 et 1971, de même que la mise au point des méthodes de séparation et d'identification des composés volatils et de leurs précurseurs.

Voici une liste de publications, non citées précédemment, dont nous avons eu connaissance récemment.

Tout d'abord la thèse présentée à l'Université technique de Munich par R. TRESSL, sur les modifications et la biogénèse des composés aromatiques des plantes, parue en 1970 et résumant les premières conclusions du laboratoire (30); pour continuer avec les travaux signés en premier lieu par TRESSL, le treizième article sur la biogénèse des arômes de fruits concernant l'acide caprylique de la fraise et de la banane dont on constate l'apparition à l'aide d'acide marqué (31), puis un travail en anglais, avec la collaboration de JENNINGS (32), sur la production des arômes volatils au cours de la maturation de la banane au moyen de la capture de ces arômes sur une poudre du polymère Poropak (figure 3) suivie de libération par entraînement à l'azote à 100°; 17 composants intéressants ont été dosés au cours de la maturation: les esters les plus abondants, pour le cultivar Valery, sont les acétates d'iso-

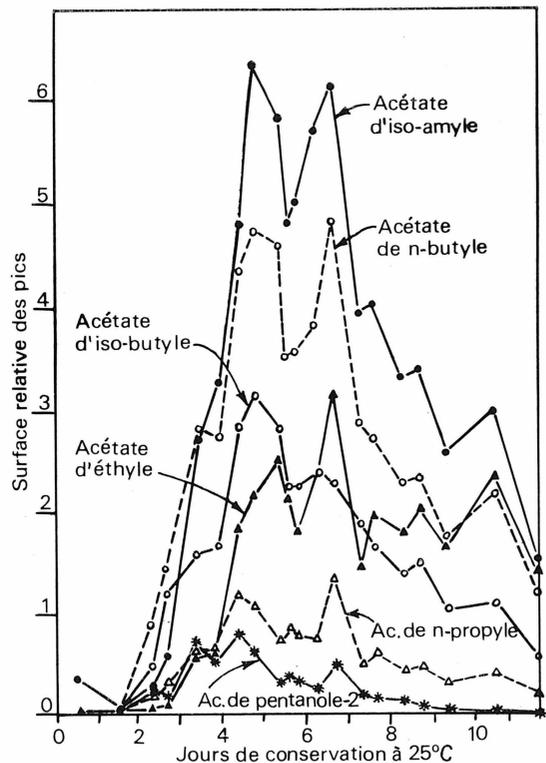


Fig. 3 • Quantités relatives des esters acétiques de quelques alcools dans l'émanation volatile de bananes en cours de maturation (réf. 32).

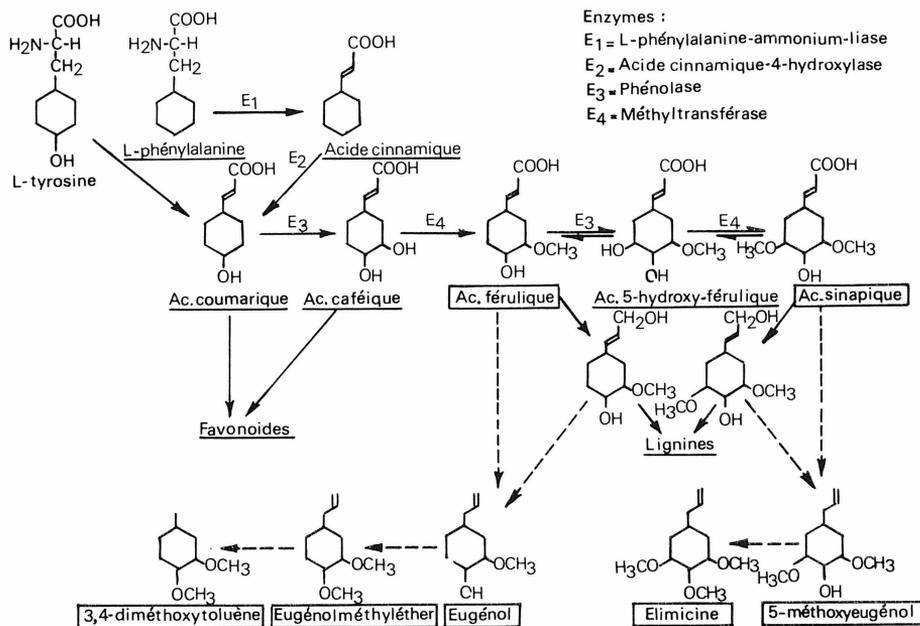


Fig. 4 • Schéma des processus de formation des esters phénoliques dans la banane (réf. 33).

amyle, de n-butyle, d'isobutyle, d'éthyle, de n-propyle et de pentanol-2, ainsi que les butyrates de ces alcools ; après 4 jours de maturation à 25°C, l'alcool le plus abondant est le 3-méthyl-butanol-1, puis il décroît et est remplacé par l'éthanol, comme on peut s'en douter (33). Les dérivés phénoliques ont été également étudiés, ainsi que le montre la figure 4.

La même année 1973, TRESSL a publié un article résumant les procédés de laboratoire : chromatographie gazeuse couplée avec comptage scintigraphique, afin de repérer et mesurer avec précision la quantité de matières volatiles produites à partir de composés marqués (34).

On peut ajouter qu'en 1974, au Symposium de la Fédération internationale des Jus de Fruits à Berlin, dont le compte rendu sera bientôt publié, TRESSL (35) a rappelé quelques-uns des travaux de son laboratoire sur l'apparition et les altérations des arômes des fruits, en se référant surtout à la fraise, la banane, la grenadille, l'orange et le pomelo.

Si nous examinons maintenant les articles présentés par DRAWERT, en général en association avec TRESSL et ses collègues, nous avons omis, dans notre revue de 1971, un travail paru en 1969 montrant que l'arôme de banane n'est produit que pendant une courte durée, au maximum de respiration de la période climactérique (9).

En 1972, DRAWERT a montré l'intérêt d'utiliser à la fois la chromatographie gazeuse et les composants bien définis, repérés par leurs atomes marqués, qu'on introduit auparavant au sein de la pulpe de banane, pour en étudier la transformation en matières volatiles dosables (10) ; puis, la même année, c'était la quatorzième partie du grand

travail sur la biogénèse des arômes des plantes, insistant sur les composants émis par la banane (11) ; l'année suivante est paru un travail préparatoire démontrant la présence de l'isoleucine dans la pulpe de banane, avant la phase climactérique, ce qui explique l'origine de certains composés volatils émis lors de la maturation (12).

En juillet 1974, a été publié en français un travail important de DRAWERT faisant le point des travaux de son laboratoire (13) (figure 5) après sa présentation (en allemand) au Colloque international sur les arômes du CNRS, en même temps que celui de Melle MATTEI dont nous venons de parler.

Enfin, en juillet 1975, la seizième partie du grand travail sur la biogénèse des arômes montrait qu'une maturation de tranches de banane *in vitro* fournissait des cétones en plus grande quantité que les fruits intacts et des alcools tels que le méthyl-3-butanol-1 et l'hexanol (14).

D'autres laboratoires que ceux de Berlin et de Munich ont à leur programme la connaissance de l'arôme de la banane, c'est évident ; cependant, les publications récentes sur ce sujet sont rares. TRESSL cite, par exemple, une thèse de WESTPHAL à l'Université technique de Karlsruhe, parue en 1970, sur l'action enzymatique qui se développe lors de la maturation des fruits, dont la banane, et induisant la formation de composés volatils ; malheureusement, nous n'avons pas pu nous la procurer.

Il convient ici de noter le travail important du laboratoire de Technologie et Physiologie des Produits horticoles de l'Université d'Osaka. Le premier article est paru en 1970, malheureusement dans un journal japonais, mais comportant heureusement un long résumé et des graphiques en

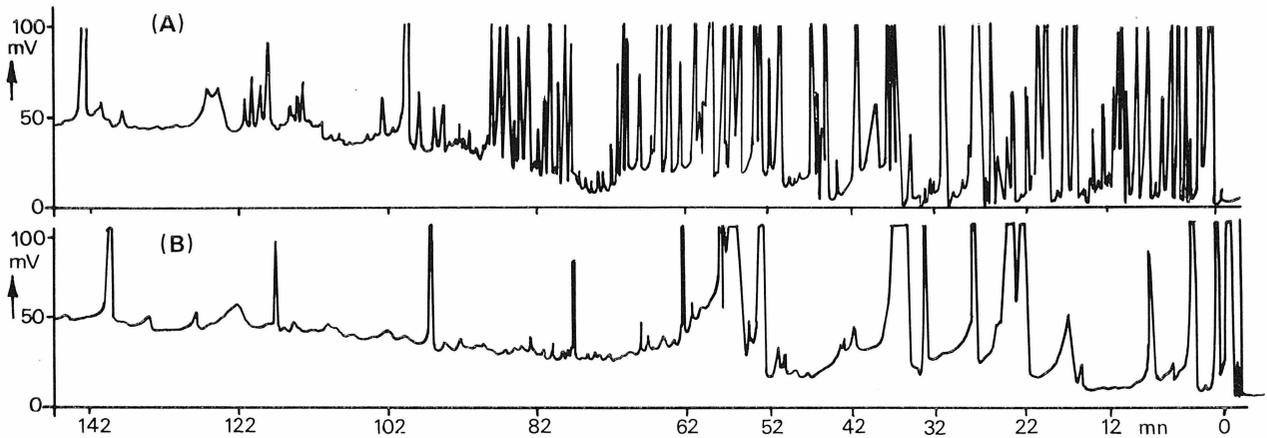


Fig. 5 • Influence de l'inhibition d'enzymes sur la composition des arômes des bananes (réf. 13) :
 (A) inhibition immédiate; (B) inhibition retardée de 60 mn.

anglais (36). Il s'agissait de la quatrième partie d'une étude sur les lipides dans les fruits, concernant cette fois les modifications des acides gras volatils pendant la maturation de la banane. On constate évidemment que les acides butyrique, isobutyrique et isovalérique, importants pour l'arôme, se développent et passent par un maximum vers la fin de la période climactérique.

L'article suivant a été publié par le même journal en 1971. Il s'agit de savoir comment se forment les esters, constituants de l'arôme de la banane (37). Pour ce faire, les auteurs ont ajouté artificiellement des alcools, sous forme de solution ou vaporisés, à des disques de pulpe de banane. Par exemple, l'estérification de l'alcool iso-amylique en acétate se produisait facilement avec des fruits mûrissant, mais jamais dans des fruits à bouts verts avant le stade climactérique. On pense que la réaction est purement enzymatique, car elle est stoppée par des inhibiteurs classiques (figure 6).

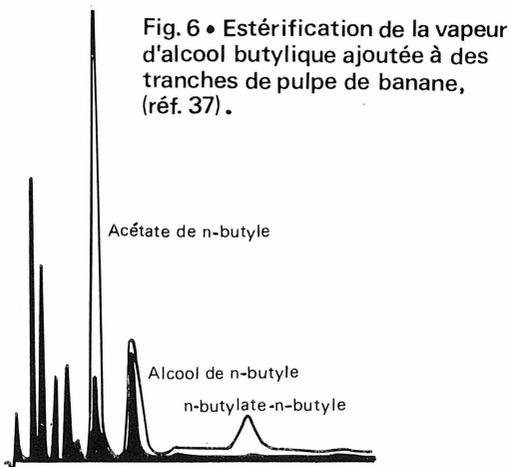


Fig. 6 • Estérification de la vapeur d'alcool butylique ajoutée à des tranches de pulpe de banane, (réf. 37).

Une technique rapide de séparation et d'identification des arômes alimentaires, appliquée en particulier à la banane, a été proposée en 1973 par PALMER (28) ; elle permet de fractionner par classe de groupe fonctionnel des corps constitutifs de l'arôme et, après avoir senti ces fractions successives, ne soumettre à l'analyse par chromatographie gazeuse et spectrométrie de masse que les fractions que l'on estime intéressantes pour leur odeur. En effet, on sait que la plupart des composants volatils n'ont qu'un faible intérêt pour l'arôme global et que seuls, quelques-uns sont indispensables pour caractériser cet arôme.

Notons que PALMER ainsi que d'autres chercheurs aus-

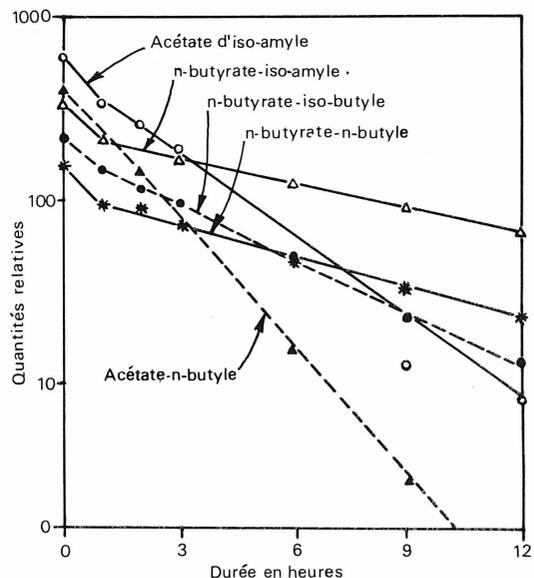


Fig. 7 • Quantités résiduelles de quelques esters de la banane par exposition de la poudre de lactose à l'air, en fonction de la durée (réf. 38).

traliens continuent leurs recherches sur la respiration, la maturation et finalement la qualité des banânes dans leur laboratoire au Queensland, mais nous n'en possédons que des informations fragmentaires indirectes (16, 17).

D'autres travaux ont un rapport avec l'arôme de la banane, mais sans entrer dans le détail de sa composition chimique. Ainsi une étude de Mc CARRON (7) sur la perméabilité relative de sept films plastiques destinés à éviter la disparition progressive ou l'altération d'un arôme concentré de banane.

Dans le même ordre d'idées, YABUMOTO (38) a récemment prouvé que le lactose (comme la plupart des sucres solides) est un bon excipient pour les arômes concentrés, car il les conserve et les protège contre l'oxydation. Parmi les composants aromatiques, ce sont évidemment les plus lourds qui sont les mieux retenus (figure 7).

Enfin, on doit signaler quelques articles synthétiques qui sont des mises au point, et sans apporter de résultats de travaux originaux, sont utiles pour le chercheur car ils sont accompagnés d'une bibliographie parfois très complète.

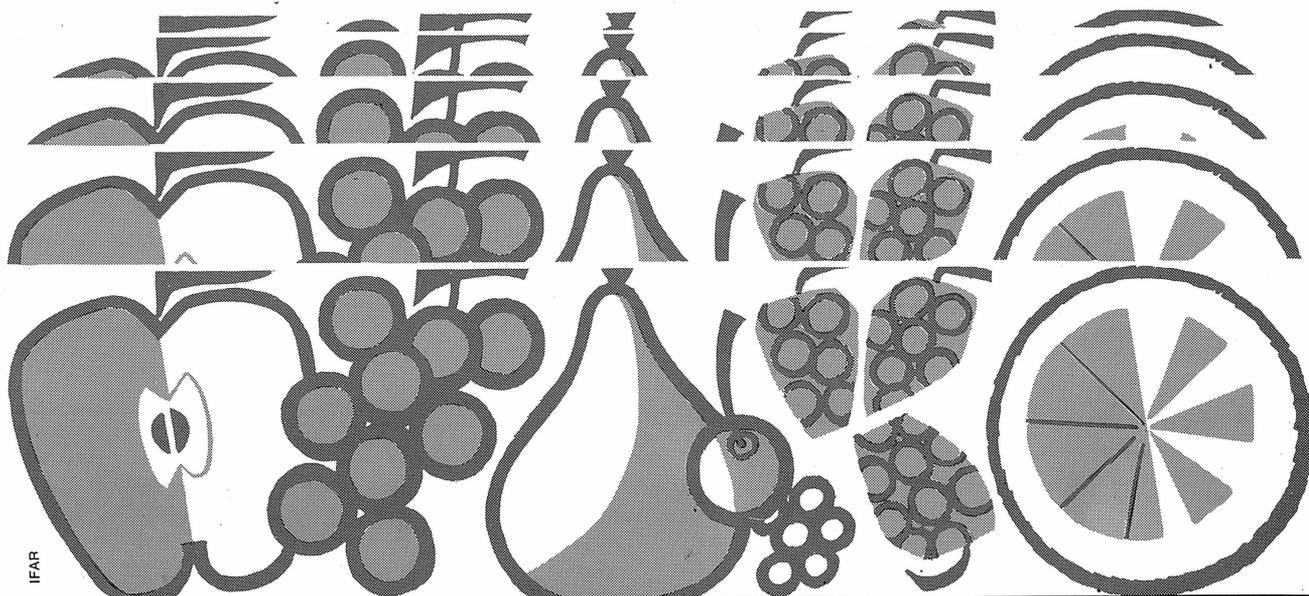
CAKEBREAD énumère les alcools et les carbonyles de divers arômes naturels, donnant aussi le prix des produits purs, pouvant être utilisés en confiserie (6) ; un article bibliographique de QUAST, dont malheureusement nous n'avons pu avoir communication, cite 80 composants volatils identifiés sur 104 isolés dans l'arôme de la banane mûre (29). De même ABRAHAM (1, 2) fournit une liste de composants volatils de quelques fruits accompagnée de 121 références. Mais surtout BRODERICK, qui appartient à une firme britannique, nous a donné à plusieurs reprises un point de vue personnel sur l'arôme de la banane, sa composition naturelle et sa reconstitution approximative avec des produits purs (3, 4, 5).

Nous ne pouvons mieux faire que paraphraser la conclusion de sa dernière étude de fin 1974 : l'art de la création d'un arôme doit tenir compte des processus qu'utilise la nature pour produire cet arôme ; c'est donc un art logique, utilisant les connaissances scientifiques préalables, c'est pourquoi il serait fou, pour un aromaticien, de ne pas utiliser les techniques que nous indique le Créateur dans ce domaine.

BIBLIOGRAPHIE

1. ABRAHAM (K.G.), SASTRY (L.V.) et NATARAJAN (C.P.).
Fruit flavours.
Ind. Food Packer, apr. 1972, 26 (4), p. 13-23.
2. ABRAHAM (K.G.), SASTRY (L.V.) et NATARAJAN (C.P.).
Fruits flavours.
Internat. Bottler and Packer, jul. 1973, 47 (7), p. 45-54.
3. BRODERICK (J.J.).
Fruit flavours.
Amer. Perf. Aromatica, mar. 1957, 69 (3), p. 65-66, nov. 1957, 69, (11), p. 58-62. nov. 1958, 70 (11), p. 49-56.
4. BRODERICK (J.J.).
Banana.
Flavour Ind., 1974, 5, p. 184-185.
5. BRODERICK (J.J.).
Banana. A feeling for nature.
Flavour Ind., nov. 1974, 5, p. 284-285.
6. CAKEBREAD (S.H.).
Confectionery ingredients. Flavour - VI.
Confect. Production, jul. 1972, 38, (7), p. 356-360.
7. Mc CARRON (R.M.).
Package that shells is not package that sells.
Candy Snack Ind., oct. 1972, 137, (10), p. 54.
8. CROUZET (J.).
Régénération enzymatique des arômes.
Sympos. Intern. Arômes Alim., APRIA, Paris, apr. 1975, p. 129-137.
9. DRAWERT (F.), HEINEMANN (W.), EMBERGER (R.) et TRESSL (R.).
Z. Lebensm. Unters. Forsch., 1969, 140, p. 65.
10. DRAWERT (F.), EMBERGER (R.), TRESSL (R.) et PRENZEL (U.).
Anwendung der Reaktion Radiogaschromatographie auf Aromaprobleme.
Chromatographie, dec. 1972, 5 (12), p. 319-323.
11. DRAWERT (F.), HEINEMANN (W.), EMBERGER (R.), TRESSL (R.).
Ueber die Biogenese von Aromastoffe bei Pflanzen und Fruchten - 14.
Chemie Mikrob. Technol. Lebensmittel, nov. 1972, 1 (11), p. 201-205.
12. DRAWERT (F.), ROLLE (K.), HEINEMANN (W.), EMBERGER (R.), SPECK (M.).
Aromastoffe der Banana.
Chem. Mikrob. Technol. Lebensmittel, jan. 1973, 2 (1), p. 10.
13. DRAWERT (F.).
Facteurs de régulation de la maturation des fruits.
Coll. Intern. CNRS sur les arômes, Paris, 1er juillet 1974, n°238, 10 p.
14. DRAWERT (F.) et KUNANZ (H.).
Ueber die Biogenese von Aromastoffe bei Pflanzen u. Frucht. 16.
Chem. Mikrob. Technol. Lebensmittel, 1975, 3 (6), p. 185-192.
15. DUPAIGNE (P.).
L'aroma della banana.
Riv. it. Ess. Prof., mai 1972, 54 (5), p. 347-353.
16. Mc GLASSON (W.B.), PALMER (J.K.) et VENDRELL (M.).
Metabolic studies with banana slices. II. Effect of inhibitors on respiration, ethylene production and ripening.
Austr. J. Biol. Sci., jun. 1971, 24 (6), p. 1103-1114.
17. Mc GLASSON (W.B.) et WILLS (R.B.).
Effect of O₂ and CO₂ on respiration, storage life and organic acid of green bananas.
Austr. J. Biol. Sci., jan. 1972, 25 (1), p. 35-42.
18. HUET (R.).
Rétention des arômes dans les poudres de fruits tropicaux obtenus sous vide dans un four à micro-ondes.
Fruits, mai 1974, 29 (5), p. 399-405.
19. MATTEI (Antoinette).
L'émission organique de la banane et ses variations en fonction des conditions de maturation, particulièrement de température.
Thèse de doctorat, 3e cycle, Paris, 1972.
20. MATTEI (Antoinette).
Analyse de l'émission volatile de la banane Poyo.
Fruits, mar. 1973, vol. 28, n°3, p. 231-238.
21. MATTEI (Antoinette) et PAILLARD (Nicole).
Influence sur l'arôme de la banane à 20°C d'un séjour variable à 12°C.
Fruits, apr. 1973, vol. 28, n°4, p. 319-322.
22. MATTEI (Antoinette).
Effet d'un traitement thermopériodique quotidien de type tropical sur la maturation de la banane. Aspects physiologique et pratique.
C.R. réunion IIF, Com. C2, 13 sep. 1973, Israël, 10 p.
23. MATTEI (Antoinette).
Effet d'un traitement thermopériodique quotidien de type tropical sur l'émission organique volatile de la banane Poyo.
C.R. Acad. Sci., oct. 1973, 277 (14), p. 1321-1324.

24. MATTEI (Antoinette).
Variations de l'émission volatile au cours de la maturation et en fonction de la température chez la banane Poyo.
Physiol. Végét., oct. 1973, 11 (4), p. 721-738.
25. MATTEI (Antoinette).
Température et maturation de la banane. Etude particulière de certains constituants volatils de l'émission organique volatile.
Coll. intern. CNRS n°238, Arômes, Paris, jul. 1974, 10 p.
26. PAILLARD (Nicole).
Les arômes de fruits frais.
Coll. Arômes aliment., Section Ouest Soc. Chim. Ind., La Baule, mai 1973
27. PAILLARD (Nicole).
Les arômes des fruits.
Sympos. internat. Arômes aliment. APRIA, Paris, apr. 1975, p. 37-47.
28. PALMER (J.K.).
Séparation of components on aroma concentrates.
J. Agr. Food Chem., sep. 1973, 21 (5), p. 923-925.
29. QUAST (S.V.) et WICK (E.L.).
Volatile constituents of ripening banana.
Abstr. Paper Amer. Chem. Soc., 1970, 160, AGFD 74.
30. TRESSL (R.).
Ueber die Bestandandaufnahmeveränderung und Biogenese pflanzlicher Aromastoffe.
Thèse Univ. Tech., Munich, 1970.
31. TRESSL (R.) et DRAWERT (F.).
Ueber die Biogenese von Aromastoffen by Pflanzen und Fruchten. 13.
Einbau von Caprylsäure in Banana und Erdbeeraromastoffe. Z. Naturforsch., 1971, 26 B (8), p. 774-779.
32. TRESSL (R.) et JENNINGS (W.G.).
Production of volatils compounds in the ripening banana.
J. Agr. Food Chem., feb. 1972, 20 (2), p. 189-192.
33. TRESSL (R.) et DRAWERT (F.).
Biogenesis of banana volatiles.
J. Agr. Food Chem., apr. 1973, 21 (4), p. 560-565.
34. TRESSL (R.), DRAWERT (F.) et PRENZEL (U.).
Anwendung der Reaktion Radiogaschromatographie zur Untersuchung des Biogenese von Aromastoffen.
Chromatographie, jan. 1973, 6 (1), p. 7-13.
35. TRESSL (R.).
Chemistry and Technology of some fruit volatils.
C.R. Sympos. Comm. Sci. IFU, Berlin, apr. 1974 (en cours).
36. UEDA (V.), MINAMIDE (T.), OGATA (K.), et YAMAMOTO (T.).
Lipids of fruits and their physiological and qualitative role. 4. Changes of volatils fatty acids during maturation of banana.
J. Food Sci. Techn., nov. 1970, 17 (11), p. 545-548.
37. UEDA (V.), OGATA (K.), et YASUDA (A.).
Volatiles in banana fruits. Esterification of added isoamyl alcohol in pulp disks.
J. Food Sci. Techn., oct. 1971, 18 (10), p. 461-467.
38. YABUMOTO (C.), JENNINGS (W.C.) et PANGBORN (R.).
Evaluation of lactose on a transfer carrier for volatile flavor concentrates.
J. Food Sci., jan. 1975, 40 (1), p. 105-108.



IFAR

CONCENTRATEURS FLASH, DESULFITEURS

RECUPERATEURS D'AROMES

REFRIGERANTS pour liquides visqueux



UNIPECTINE S.A.

Etudes techniques,
engineering

26, avenue de l'Opéra 75001 PARIS - Tél. 073-88-56+ - Téléx : 21.350