

L'ARÔME DE L'ANANAS.

P. DUPAIGNE*

Cette mise au point sur nos connaissances au sujet de l'arôme de l'ananas, fruit frais ou conserve, est devenue nécessaire après notre étude parue dans cette revue à la fin de l'année 1970, car en six ans les chercheurs de laboratoires spécialisés et les aromaticiens ont publié un certain nombre d'études intéressantes qu'il faut connaître pour être réellement au courant de cette question si complexe. La bibliographie jointe à l'article n'est pas très abondante, mais elle pourra s'ajouter aux 66 références de notre première partie, pour former, sinon la totalité car nous ne prétendons pas l'exhaustivité, au moins une liste assez complète des travaux publiés sur le sujet et permettre au chercheur ou à l'étudiant de se constituer un dossier représentant nos connaissances en 1976.

Naturellement il manque les travaux non publiés, entrepris par les laboratoires spécialisés, auxquels nous n'avons pas accès ; si certains sont néanmoins déjà assez connus pour être publiés, que leurs auteurs n'hésitent pas à nous écrire en précisant si notre revue peut en parler et les citer, et nous le ferons sans tarder.

En première partie, nous ferons comme précédemment, pour l'ananas et pour d'autres fruits : citant les travaux qui paraissent valables ou déjà confirmés, nous établirons une liste des composants de l'arôme identifiés avec certitude.

Mais à mesure que nos connaissances progressent, il faut bien constater que l'énumération aussi complète que possible des composants naturels n'est pas très utile, car à mesure que les méthodes d'identification s'affinent, on retrouve les mêmes corps dans beaucoup d'arômes naturels et il est parfois difficile, et même impossible, de désigner les corps qui sont les plus intéressants pour composer l'odeur très précise de tel ou tel fruit ; parmi tous les composants identifiés, on sait maintenant que beaucoup n'apportent rien à l'odeur caractéristique, ils ne servent qu'à la diluer ; d'autres apportent une note qui, sans rappeler

aucunement le fruit, interviennent cependant dans l'impression globale perçue par l'homme. C'est pourquoi en définitive, il est si difficile, en règle générale, de recomposer synthétiquement une odeur naturelle de fruit : tant mieux pour le producteur de fruit, et pour le consommateur désireux des produits naturels ; cependant si le consommateur lui-même désire acheter des produits de fruits à l'arôme intense renforcé artificiellement, le travail de l'aromaticien consistera justement à composer cet arôme en utilisant quelques produits synthétiques dont l'innocuité complète est bien établie.

Notre deuxième partie tentera de faire le point en ce qui concerne l'arôme de l'ananas, puisque la réglementation française nous autorise le renforcement des arômes alimentaires par des produits même synthétiques, à la condition qu'ils soient effectivement présents dans l'arôme naturel. Cependant, même un aromaticien de métier connaissant parfaitement la composition des substances odorantes naturelles des fruits, le renforcement des arômes alimentaires par des composants naturels ainsi que l'obtention d'arômes synthétiques, tel que J. BRODERICK (4), n'hésitait pas à écrire, voici seulement un an, qu'il reste encore beaucoup à travailler pour recomposer un arôme qui soit vraiment celui de l'ananas. Un autre aromaticien comme PALMER (21) déclarait que le matériel, même le plus moderne, manque de sensibilité, alors que le nez d'un spécialiste peut déceler ce qui manque dans un parfum composé, et qu'il est parfois dix à cent fois plus sensible qu'un chromatographe gaz-liquide perfectionné (ce n'est pas toujours vrai car les techniques instrumentales avancées possèdent, pour certains corps, un seuil de sensibilité plus bas que les animaux dont l'odorat est plus fin que celui de l'homme).

TRAVAUX RAPPORTANT, ENTRE AUTRES, DES RÉSULTATS D'ESSAIS SUR L'ANANAS.

Quelques-uns de ces travaux ont été déjà cités dans notre rapport récent sur les arômes de la banane (Fruits, dec.

* - IRFA - 6, rue du Général Clergerie - 75116 PARIS.

1975, vol. 30, n°12, p. 783-789) ; en effet ils étaient basés sur plusieurs fruits, la banane étant la plus connue au point de vue composition chimique, origine, biosynthèse et altération des arômes au cours de la maturation et des transformations technologiques. En général, en ce qui concerne l'ananas, ils ne font que citer les auteurs des travaux principaux que nous avons énumérés en novembre 1970. Nous pouvons cependant les énumérer par ordre alphabétique.

En premier lieu, voici un rapport assez copieux, comportant une liste de 121 références, sur ce que l'on savait en 1972 sur la composition des matières volatiles des bananes, pommes, poires, pomelos et ananas, par une équipe indienne bien connue, et publiée dans une revue technique indienne (2) puis l'année suivante par une revue anglaise (3).

CAKEBREAD énumère les alcools et les carbonyles de divers arômes naturels dont l'ananas ; donnant aussi le prix des produits purs, pouvant être utilisés en confiserie (5).

Plus original était le travail de HUET sur la rétention des arômes de banane, grenadille et ananas dont la pulpe ou le jus avait été séché dans un four à micro-ondes sous-vide (4) ; pour l'ananas le pourcentage de rétention a été très variable, dépendant principalement de la volatilité du composant étudié : 29 p. cent seulement pour l'acétate d'éthyle, 78 p. cent pour le caproate de méthyle. On peut en tirer la conséquence évidente que l'arôme est modifié par ce chauffage puisqu'il perd en premier lieu ses composés les plus volatiles. Pour éviter une disparition trop rapide de l'arôme, le jus d'ananas était additionné avant séchage de son poids de sucre et du dixième de son poids de maltodextrines : ces corps ont la propriété de fixer les matières volatiles aromatiques sans les dénaturer.

Bien entendu, la poudre produite ne pouvait, par simple réhydratation, fournir un jus d'ananas semblable au jus d'origine, mais un jus sucré dont l'arôme restait typique de l'ananas, bien qu'affaibli, la qualité globale restait meilleure que la réhydratation de poudres d'ananas obtenues par atomisation ou même lyophilisation.

Le même auteur appartenant comme nous à l'IRFA a prononcé en octobre 1975, une conférence sur les extraits aromatiques de fruits tropicaux, dont l'ananas, pour lequel il a été cité notre mise au point de 1970, en extrayant les formules des composants à l'arôme caractéristique (ainsi NAF-MULLER dont nous allons parler bientôt) et en montrant que la furanone n'est pas un composant de l'ananas frais, mais se produit au cours des opérations de chauffage et de stockage des conserves d'ananas (11).

Un rapport très condensé de MULLER (18) donne une grande quantité de noms chimiques de composants naturels d'huiles essentielles ou d'arômes de fruits : 2.186 corps identifiés en 1973 ; mais on peut se demander à quoi sert une telle énumération.

Par contre, un autre travail allemand, du spécialiste de la biogénèse des arômes de fruits (surtout la banane), R. TRESSL (28), a expliqué dans un symposium tenu à Berlin en 1974 comment on pouvait concevoir la formation des arômes principaux des fruits, à partir des amino-acides, des acides gras et des terpènes ; il a montré l'importance des réactions enzymatiques lors du métabolisme et du catabolisme de la maturation et de la dégradation des fruits.

Dans l'arôme de l'ananas l'ester mercapto-éthylique provient de la dégradation de la méthionine, par contre le diméthyl-hydroxy-furanone dont l'odeur caractéristique est l'ananas cuit ou brûlé provient des dérivés furfuriques formés lors de la réaction de Maillard : c'est donc une saveur étrangère au fruit frais. On peut déplorer seulement que le travail ne soit pas édité après plus de deux ans.

Le rapport d'un Italien, J. VERGHESE, sur les matières premières aromatiques destinées à la parfumerie, montre ce que l'on peut obtenir à partir du composé que l'on trouve, entre autres, dans l'arôme de l'ananas : le α -terpinéol. Un certain nombre de dérivés odorants peuvent en être tirés (29).

Mais qui aurait l'idée d'extraire sélectivement le terpinéol de l'arôme d'ananas pour s'en servir comme matière première ?

TRAVAUX PORTANT EXCLUSIVEMENT SUR L'ARÔME DE L'ANANAS.

Mise au point.

Dans cette catégorie se trouvent des articles ou des chapitres d'ouvrages classiques, parfois récents, dont les spécialistes de l'ananas ont entendu parler ou qu'ils possèdent déjà en bibliothèque. On pourra constater avec étonnement que la traduction de notre mise au point de 1970 n'est parue qu'en 1972 dans une revue spécialisée italienne, ce qui nous a valu des demandes de tirés-à-part de personnes espérant y trouver des renseignements nouveaux (7).

Inutile de revenir sur les ouvrages cités dans cette précédente mise au point : FENAROLI (Aromatizzazione), JACOBS (Synthetic food adjuncts), MERORY (food flavorings), PY et TISSEAU (L'ananas), SCHULTZ (Chemistry of flavors). En effet, à notre connaissance, ils n'ont pas été réédités. Par contre, la dernière édition de l'ouvrage de TRESSLER et JOSLYN date de 1971 ; le chapitre de MEHRBICH sur le jus d'ananas est fondamentalement différent et fournit en particulier une liste d'environ 90 constituants volatiles de l'arôme au lieu de 8 dans l'édition de 1961 (16).

Dans le deuxième tome de l'ouvrage de HULME sur la

biochimie des fruits paru en 1971, un petit chapitre de SILVERSTEIN, spécialiste des arômes, est consacré à l'ananas ; il reprend des travaux assez récents, jusqu'en 1969, insistant sur la différence de composition entre les arômes des fruits d'été et ceux d'hiver (27).

Travaux originaux.

Depuis notre article de 1970, si les travaux sur l'ananas n'ont pas manqué, ceux qui ont apporté de nouvelles connaissances dans la composition des arômes ne sont pas nombreux.

D'abord nous avons pu étudier le rapport de FLATH et FORREY qui est paru au printemps 1970 et qui est un solide travail expérimental, le laboratoire régional d'Albany disposant des techniques très modernes pour l'identification des pics donnés en chromatographie (8). Les auteurs ont vérifié l'existence d'un certain nombre de corps précédemment identifiés de plus, ils ont démontré l'existence de 21 autres corps qui n'avaient jamais été identifiés, si quelques-uns étaient décelés par les chromatogrammes. La plupart sont des esters, et il est difficile de dire ce qu'ils représentent parmi les autres, d'autant que leur teneur n'est pas précisée, ni leur caractère décelé par l'odorat. En général, ils sont de structure aliphatique assez simple. Notons la présence du carbonate de diéthyle, mais n'est-ce pas le résidu de l'hydrolyse incomplète du pyrocarbonate de diéthyle (PKE) :

$C_2H_5O - CO - O - CO - OC_2H_5$, antiseptique stabilisant très utilisé dans les laboratoires ?

Ce produit a d'ailleurs été récemment interdit dans les boissons, en raison de la formation de carbamate d'éthyle au contact de l'ammoniac ou des amines ($NH_2 - COO - CH_2 - CH_3$) ce corps étant réputé cancérigène.

De même la présence de benzoate d'éthyle pourrait-elle être due à une utilisation courante de benzoate pour la stabilisation des boissons en pays anglo-saxons ?

Cependant, il convient de souligner que, FLATH et FORREY ont remarqué la présence dans l'essence d'ananas, de trois composés bien connus par ailleurs :

linalol - terpinène - 4 - ol et α - terpinéol.

Ce sont des produits classiques, abondants dans beaucoup d'huiles essentielles et, évidemment, très odorants, mais leur dose dans l'essence d'ananas doit être fort réduite. Sans doute proviennent-ils de l'écrasement partiel ou du lavage de l'écorce par le jus, s'ils sont contenus dans la cire cuticulaire de la surface du fruit intact. Il reste que la contribution de ces derniers auteurs est importante puisque ces composants participent à l'odeur globale ; il est peu vraisemblable, en raison de leur constitution chimique, qu'ils soient néo-formés pendant le travail d'analyse.

En outre les auteurs ont prouvé que certains composés, découverts par le groupe du MIT, ne survivaient pas dans les colonnes du chromatographe en raison de la température élevée : le lactate d'éthyle et les corps à noyau furfurique (diméthylhydroxydihydro furanone et furfural), ainsi que le p. allyphénol. Ceci expliquerait peut-être qu'ils aient été découverts si tard.

En 1973, est paru un travail analytique important de R. NAF MULLER et WILLHALM, de Genève, identifiant 59 substances volatiles dans l'arôme d'ananas frais, parmi lesquelles 35 étaient citées pour la première fois (19). L'analyse instrumentale comprenait la chromatographie gazeuse couplée avec spectrométrie de masse et spectroscopie de résonance magnétique nucléaire ; pour cela, chaque fraction importante était recueillie et analysée séparément. Les caractéristiques physico-chimiques sont fournies, prouvant le sérieux de la recherche, mais malheureusement on n'a pas noté la qualité et l'intensité de chaque odeur séparée ; est-ce vraiment utile de découvrir des centaines de constituants dont la plupart se retrouvent dans beaucoup d'arômes très différents et dont la contribution au caractère particulier de l'ananas est faible ou nulle ? Cependant, un certain nombre d'esters méthyliques ou éthyliques, parmi les 35 substances identifiées pour la première fois, possèdent une odeur propre qui participe à celle de l'arôme du fruit frais ; on peut regretter simplement que ni la variété, ni l'origine géographique de la matière première ne soit précisée ; il est quand même plus que probable que la variété est la plus courante pour la vente en frais ou en conserve, en Europe, c'est-à-dire le 'Cayenne lisse', comme les fruits étudiés aux États-Unis ou en Australie ; d'autres auteurs cités précédemment avaient travaillé sur les fruits de Malacca et les 'Spanish' de Singapour.

Passons sur un article de 1971, paru dans une revue soudanaise, qui est sans doute un travail de synthèse mais qu'il a été malheureusement impossible de nous procurer, bien qu'il soit parfois cité dans des bibliographies récentes ; peut-être la référence est-elle inexacte ? (13).

Voici maintenant deux travaux d'un genre particulier, traitant de la synthèse du furanéol, composé cyclique responsable du goût d'ananas chauffé que l'on retrouve aussi dans la confiture de fraise, aussi dans certains caramels, car il provient de la pyrolyse des sucres (20-25). Les hypothèses sur leur apparition dans l'arôme des fruits sont étayées sur des expériences, ainsi que les procédés possibles d'obtention à partir d'hexoses, d'alcools ou d'aldéhydes en C_3 . Leur rôle dans l'arôme d'ananas n'est important que si la note recherchée doit rappeler le fruit chauffé à la suite d'une pasteurisation, appertisation ou déshydratation, car le fruit conservé est toujours mieux connu du grand public que le fruit frais cueilli à maturité, malgré les efforts des producteurs et distributeurs de l'ananas ; espérons qu'il n'en sera plus de même dans

quelques années.

Pour terminer ce paragraphe sur les travaux originaux se rapportant à la composition de l'arôme d'ananas, nous donnons un tableau qui fournit les structures des principaux corps identifiés par l'analyse instrumentale ; il est en grande partie extrait d'un travail de H. CHAVERON paru en mai 1972, qui avait pour but de rapporter les résultats fournis par onze laboratoires européens spécialisés de l'analyse des arômes afin de mettre au point la meilleure méthode permettant de déceler l'hexanoate d'allyle ou caproate $\text{CH}_3(\text{CH}_2)_4\text{COO} - \text{CH}_2 - \text{CH} = \text{CH}_2$, produit de synthèse à l'odeur d'ananas pouvant avoir été ajouté à une dose de 10 mg/kg dans le jus concentré afin d'en renforcer l'arôme (6).

Il apparaît que ce corps n'existe pas, ou à doses infimes, dans l'arôme naturel du jus concentré ; mais cependant il n'est pas invraisemblable qu'il soit présent dans le jus frais, car FLATH et FORREY ont montré que le p-allylphénol, dont la structure est voisine mais cyclique, était comme le lactate d'éthyle et le furfural, constitutifs de l'arôme mais détruits par le chauffage lors d'une chromatographie gazeuse.

Une telle énumération est fastidieuse, car elle n'apprend pas grand chose sur l'intérêt particulier de chaque composant volatil ; elle aide cependant à progresser dans la connaissance des produits naturels et de leur formation au sein de la matière végétale, et nous prouve en définitive pourquoi il est si difficile, comme on le disait plus haut, de recomposer le véritable arôme d'un fruit parfumé comme l'ananas. Pour illustrer cela, nous reproduisons la figure représentant les aromagrammes de deux fractions seulement de l'arôme d'ananas séparées avant chromatographie gazeuse ; il s'agit uniquement des esters méthyliques et éthyliques d'acides gras : 16 en tout ont été identifiés sur environ 180 pics tracés !

TRAVAUX SE RAPPORTANT A LA TECHNOLOGIE DE RÉCUPÉRATION DES ARÔMES D'ANANAS ET DE LEUR UTILISATION.

Nous ne citerons pas ici toutes les expériences permettant de connaître les meilleurs procédés d'obtention des arômes de fruits en vue de leur analyse, et dans un but commercial ; car s'ils peuvent s'appliquer au cas particulier de l'ananas, ce fruit n'est pas toujours pris en exemple.

Notons simplement un article récent de FLINK (9) qui, pour le jus d'ananas, explique la meilleure technique de lyophilisation permettant de conserver l'arôme de fraîcheur : on le savait déjà, l'adjonction de sucre et la protection contre l'oxygène de l'air ; cela rejoint les conclusions de HUET que nous venons de détailler.

Quant à LEVERINGTON, dont le nom est déjà connu des spécialistes de l'ananas, il a décrit en deux articles successifs parus dans une revue technique australienne, le matériel qui lui semble le meilleur pour produire, sans les dénaturer, des concentrés d'ananas : c'est un évaporateur sous vide en couche mince, qui permet une grande rapidité d'évaporation tout en évitant les surchauffes locales, donc la cuisson (14-15), à signaler aussi deux opuscules édités en 1971 et 1975 par la Noyes Data Corp. qui relèvent tous les brevets américains récents se rapportant à un sujet particulier : les arômes récupérés sur les jus des fruits, et la technologie de la récupération des arômes, en particulier, ceux des fruits (22-23). Naturellement tous les brevets ne présentent pas un intérêt identique, mais leur analyse permet de voir rapidement s'ils apportent des idées nouvelles et utiles ; et comme il s'agit de brevets pris depuis 1960, le matériel prévu est en général de bonne qualité et les techniques bénéficient de l'expérience.

L'extraction des arômes, avec un bon rendement et sans les dénaturer par le CO_2 liquide, avait déjà été décrite dans notre exposé de 1970 ; le laboratoire d'Albany qui l'avait décrite a étudié les modalités de cette extraction sur des solutions artificielles de corps solubles ou insolubles dans l'eau, en 1970 (26), puis l'a appliquée à divers jus de fruits, dont l'ananas, en 1971 (24). En partant d'un concentré d'arôme au 1/100e, produit par des usines classiques de jus d'ananas, on arrive à une phase non aqueuse représentant 1/50.000 à 1/100.000 du volume du jus primitif, ce qui permet de mieux séparer les pics des constituants volatiles en chromatographie gazeuse. Si le procédé n'est guère exploitable pour la fabrication des arômes alimentaires, il se révèle comme un progrès notable pour améliorer la finesse de la séparation des composants, donc de leur connaissance.

CONCLUSION

Que ce soit pour le café, le chocolat, la pomme, la fraise, la banane ou l'ananas, les travaux sérieux ne manquent pas sur l'extraction, la séparation et l'identification des composés naturels volatiles, les seuls qui font l'odeur ou l'arôme d'un aliment ; pour d'autres fruits on ne peut pas toujours faire la même constatation, sans doute parce que leur arôme a moins d'intérêt du point de vue commercial. La réglementation française et celle de plusieurs pays prévoient la possibilité du renforcement de l'arôme d'un aliment à condition que le produit renforçateur soit exactement de même constitution chimique que l'un des constituants « naturels » du fruit, et qu'il ne soit pas dangereux pour la santé du consommateur.

A ce propos, il est utile de connaître la liste des corps volatiles, considérés comme sans danger avec les doses limites à ne pas dépasser, qu'édite périodiquement le

ACIDES

Noms chimiques	Formules	Noms chimiques	Formules
ACIDE ACETIQUE	$\text{CH}_3-\text{C}(=\text{O})\text{OH}$	ACIDE CHLOROGENIQUE	
ACIDE COUMARILIQUE			

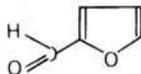
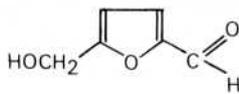
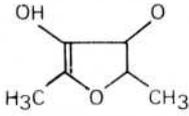
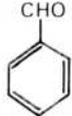
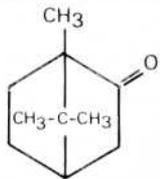
HYDROCARBURES

BENZENE		1,1-DIETHOXYETHANE	$\text{CH}_3-\text{CH}(\text{OCH}_2-\text{CH}_3)_2$
---------	--	--------------------	---

ALCOOLS

METHANOL	CH_3OH	2-HEXANOL	$\text{CH}_3-\text{CH}(\text{CH}_2\text{OH})-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{CH}_3$
ETHANOL	$\text{CH}_3-\text{CH}_2\text{OH}$	3-HEXANOL	$\text{CH}_3-\text{CH}_2-\text{CH}(\text{CH}_2\text{OH})-\text{CH}_2-\text{CH}_3$
PROPANOL	$\text{CH}_3-\text{CH}_2-\text{CH}_2\text{OH}$	2-METHYLBUTANOL	$\text{CH}_3-\text{CH}_2-\text{CH}(\text{CH}_3)-\text{CH}_2\text{OH}$
ISOBUTANOL	$\text{CH}_3-\text{CH}(\text{CH}_3)-\text{CH}_2\text{OH}$	LINALOL	
PENTANOL	$\text{CH}_3-(\text{CH}_2)_3-\text{CH}_2\text{OH}$	TERPINENE 4-OL	
ALLYPHENOL		α-TERPINEOL	
2-METHYL 3-BUTENE 2-OL	$\text{CH}_3-\text{C}(\text{CH}_3)(\text{OH})-\text{CH}=\text{CH}_2$	TRANS 3,4,5-TRIMETHYL 5-VINYL TETRAHYDRO FURFURYLALCOOL	
3-METHYLBUTANOL	$\text{CH}_3-\text{CH}(\text{CH}_3)-\text{CH}_2-\text{CH}_2\text{OH}$	EUDESMOL (EUCALYPTOL)	
2-3-DIMETHYL 2-BUTANOL	$\text{CH}_3-\text{CH}(\text{CH}_3)-\text{C}(\text{CH}_3)(\text{OH})-\text{CH}_2\text{OH}$		
2-METHYL 2-PENTANOL	$\text{CH}_3-\text{C}(\text{CH}_3)(\text{OH})-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{CH}_3$		
3-METHYL 3-PENTANOL	$\text{CH}_3-\text{CH}_2-\text{C}(\text{CH}_3)(\text{CH}_2\text{OH})-\text{CH}_3$		

ALDEHYDES ET CETONES

Noms chimiques	Formules	Noms chimiques	Formules
FURFURAL		ACETOXYACETONE	$\text{CH}_3-\text{C}(=\text{O})\text{OCH}_2-\text{C}(=\text{O})-\text{CH}_3$
5-HYDROXY METHYL 2-FURFURAL		PROPANOL	$\text{CH}_3-\text{CH}_2-\text{C}(=\text{O})-\text{H}$
2,5-DIMETHYL 4-HYDROXY 2,3-TETRAHYDRO 3-FURANONE		HEXANOL	$\text{CH}_3-(\text{CH}_2)_4-\text{C}(=\text{O})-\text{H}$
ACETONE	$\text{CH}_3-\text{C}(=\text{O})-\text{CH}_3$	BENZALDEHYDE	
FORMALDEHYDE	$\text{H}-\text{C}(=\text{O})-\text{H}$	2-HEXANONE	$\text{CH}_3-\underset{\text{CO}}{\text{CH}}-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{CH}_3$
ACETALDEHYDE	$\text{CH}_3-\text{C}(=\text{O})-\text{H}$	3-HEXANONE	$\text{CH}_3-\text{CH}_2-\underset{\text{CO}}{\text{CH}}-\text{CH}_2-\text{CH}_3$
DIACETYLE	$\text{CH}_3-\text{C}(=\text{O})-\text{C}(=\text{O})-\text{CH}_3$	CAMPHRONE	
2-PENTANONE	$\text{CH}_3-(\text{CH}_2)_2-\text{C}(=\text{O})-\text{CH}_3$		
3-PENTANONE	$\text{CH}_3-\text{CH}_2-\text{C}(=\text{O})-\text{CH}_2-\text{CH}_3$		

ESTERS

ACETATE DE METHYLE	$\text{CH}_3-\text{C}(=\text{O})\text{OCH}_3$	<i>n</i> -BUTYRATE D'ETHYLE	$\text{CH}_3-(\text{CH}_2)_2-\text{C}(=\text{O})\text{OCH}_2-\text{CH}_3$
ACETATE D'ETHYLE	$\text{CH}_3-\text{C}(=\text{O})\text{O}-\text{CH}_2-\text{CH}_3$	LACTATE D'ETHYLE	$\text{CH}_3-\underset{\text{OH}}{\text{CH}}-\text{C}(=\text{O})\text{OCH}_2-\text{CH}_3$
ACRYLATE D'ETHYLE	$\text{CH}_2=\text{CH}-\text{C}(=\text{O})\text{O}-\text{CH}_2-\text{CH}_3$	<i>n</i> -HEXANOATE D'ETHYLE	$\text{CH}_3-(\text{CH}_2)_4-\text{C}(=\text{O})\text{OCH}_3$
<i>n</i> -BUTYRATE DE METHYLE	$\text{CH}_3-(\text{CH}_2)_2-\text{C}(=\text{O})\text{O}-\text{CH}_3$	ISOHEXANOATE DE METHYLE	$\text{CH}_3-\underset{\text{CH}_3}{\text{CH}}-(\text{CH}_2)_2-\text{C}(=\text{O})\text{OCH}_3$
<i>n</i> -VALERATE DE METHYLE	$\text{CH}_3-(\text{CH}_2)_3-\text{C}(=\text{O})\text{O}-\text{CH}_3$	<i>n</i> -HEXANOATE D'ETHYLE	$\text{CH}_3-(\text{CH}_2)_4-\text{C}(=\text{O})\text{OCH}_2-\text{CH}_3$
ISOVALERATE DE METHYLE	$\text{CH}_3-\underset{\text{CH}_3}{\text{CH}}-\text{CH}_2-\text{C}(=\text{O})\text{O}-\text{CH}_3$	<i>n</i> -OCTANOATE DE METHYLE	$\text{CH}_3-(\text{CH}_2)_6-\text{C}(=\text{O})\text{OCH}_3$
ISOVALERATE D'ETHYLE	$\text{CH}_3-\underset{\text{CH}_3}{\text{CH}}-\text{CH}_2-\text{C}(=\text{O})\text{OCH}_2-\text{CH}_3$	NONANOATE DE METHYLE	$\text{CH}_3-(\text{CH}_2)_7-\text{C}(=\text{O})\text{OCH}_3$

ESTERS (suite)

Noms chimiques	Formules	Noms chimiques	Formules
NONANOATE D'ETHYLE	$\text{CH}_3-(\text{CH}_2)_7-\text{C}(=\text{O})\text{OCH}_2-\text{CH}_3$	ACETATE DE n-PROPYLE	$\text{CH}_3-\text{C}(=\text{O})\text{OCH}_2-\text{CH}_2-\text{CH}_3$
DECANOATE DE METHYLE	$\text{CH}_3-(\text{CH}_2)_8-\text{C}(=\text{O})\text{OCH}_3$	PROPIONATE D'ETHYLE	$\text{CH}_3-\text{CH}_2-\text{C}(=\text{O})\text{OCH}_2-\text{CH}_3$
DECANOATE D'ETHYLE	$\text{CH}_3-(\text{CH}_2)_8-\text{C}(=\text{O})\text{OCH}_2-\text{CH}_3$	ISOBUTYRATE DE METHYLE	$\text{CH}_3-\text{CH}(\text{CH}_3)-\text{C}(=\text{O})\text{OCH}_3$
ACRYLOATE DE METHYLE	$\text{CH}_2=\text{CH}-\text{C}(=\text{O})\text{OCH}_3$	ISOBUTYRATE D'ETHYLE	$\text{CH}_3-\text{CH}(\text{CH}_3)-\text{C}(=\text{O})\text{OCH}_2-\text{CH}_3$
ACRYLOATE D'ETHYLE	$\text{CH}_2=\text{CH}-\text{C}(=\text{O})\text{OCH}_2-\text{CH}_3$	ISOBUTYRATE D'ISOPROPYLE	$\text{CH}_3-\text{CH}(\text{CH}_3)-\text{C}(=\text{O})\text{O}-\text{CH}(\text{CH}_3)_2$
3-OCTENOATE DE METHYLE	$\text{CH}_3-(\text{CH}_2)_3-\text{CH}=\text{CH}-\text{CH}_2-\text{C}(=\text{O})\text{OCH}_3$	CITRATE DE DIMETHYLE	$\text{CH}_2(\text{CO}_2\text{CH}_3)-\text{C}(\text{OH})(\text{CO}_2\text{CH}_3)-\text{CH}_2(\text{CO}_2\text{CH}_3)$
CIS-4-OCTENOATE DE METHYLE	$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_2-\text{CH}=\text{CH}-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{C}(=\text{O})\text{OCH}_3$	HYDROXYHEXANOATE DE METHYLE	$\text{CH}_3-(\text{CH}_2)_2-\text{CH}(\text{OH})-\text{CH}_2-\text{C}(=\text{O})\text{OCH}_3$
CIS-4-DECENOATE DE METHYLE	$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_4-\text{CH}=\text{CH}-(\text{CH}_2)_2-\text{C}(=\text{O})\text{OCH}_3$	ACETOXYHEXANOATE DE METHYLE	$\text{CH}_3-(\text{CH}_2)_2-\text{CH}(\text{CO}_2\text{CH}_3)-\text{CH}_2-\text{C}(=\text{O})\text{OCH}_3$
PROPIONATE DE METHYLE	$\text{CH}_3-\text{CH}_2-\text{C}(=\text{O})\text{OCH}_3$	δ -ACETOXYCAPROATE DE METHYLE	$\text{CH}_3-\text{CH}(\text{CO}_2\text{CH}_3)-(\text{CH}_2)_3-\text{C}(=\text{O})\text{OCH}_3$
n-OCTANOATE D'ETHYLE	$\text{CH}_3-(\text{CH}_2)_6-\text{C}(=\text{O})\text{OCH}_2-\text{CH}_3$	δ -ACETOXYCAPROATE D'ETHYLE	$\text{CH}_3-\text{CH}(\text{CO}_2\text{CH}_3)-(\text{CH}_2)_3-\text{C}(=\text{O})\text{O}-\text{CH}_2-\text{CH}_3$
HEXANOATE D'AMYLE	$\text{CH}_3-(\text{CH}_2)_4-\text{C}(=\text{O})\text{O}-(\text{CH}_2)_4-\text{CH}_3$	δ -ACETOXYOCTANOATE DE METHYLE	$\text{CH}_3-(\text{CH}_2)_2-\text{CH}(\text{CO}_2\text{CH}_3)-(\text{CH}_2)_3-\text{C}(=\text{O})\text{OCH}_3$
METHYLTHIOPROPIONATE DE METHYLE	$\text{CH}_3-\text{S}-(\text{CH}_2)_2-\text{C}(=\text{O})\text{OCH}_3$	δ -ACETOXYOCTANOATE D'ETHYLE	$\text{CH}_3-(\text{CH}_2)_2-\text{CH}(\text{CO}_2\text{CH}_3)-(\text{CH}_2)_3-\text{C}(=\text{O})\text{O}-\text{CH}_2-\text{CH}_3$
METHYLTHIOPROPIONATE D'ETHYLE	$\text{CH}_3-\text{S}-(\text{CH}_2)_2-\text{C}(=\text{O})\text{OCH}_2-\text{CH}_3$	ACETATE D'ISOPROPYLE	$\text{CH}_3-\text{C}(=\text{O})\text{OCH}(\text{CH}_3)_2$
FORMIATE D'ETHYLE	$\text{H}-\text{C}(=\text{O})\text{OCH}_2-\text{CH}_3$	2-METHYLBUTYRATE DE METHYLE	$\text{CH}_3-\text{CH}_2-\text{CH}(\text{CH}_3)-\text{C}(=\text{O})\text{OCH}_3$
FORMIATE DE n-PROPYLE	$\text{H}-\text{C}(=\text{O})\text{OCH}_2-\text{CH}_2-\text{CH}_3$	CARBONATE DE DIETHYLE	$\text{O}=\text{C}(\text{OCH}_2-\text{CH}_3)_2$
FORMIATE D'ISOBUTYLE	$\text{H}-\text{C}(=\text{O})\text{OCH}_2-\text{CH}(\text{CH}_3)_2$		
FORMIATE DE n-BUTYLE	$\text{H}-\text{C}(=\text{O})\text{OCH}_2-(\text{CH}_2)_2-\text{CH}_3$		
ACETATE D'ISOBUTYLE	$\text{CH}_3-\text{C}(=\text{O})\text{OCH}_2-\text{CH}(\text{CH}_3)_2$		

5. CAKEBREAD (S.H.).
Confectionery ingredients flavour. IV.
Confec. Prod., jul. 1972, 38 (71), 356-360.
6. CHAVERON (H.).
Etudes chromatographiques des produits aromatiques.
Choc. Confis. Fr., mai 1972, (280), 7-20.
7. DUPAIGNE (P.).
L'aroma dell'ananas.
Riv. ital. Ess. Prof., aug. 1972, 54 (8), 559-569.
8. FLATH (R.A.) et FORREY (R.R.).
Volatile components of smooth Cayenne pineapple.
J. Agr. Chem., fev. 1970, 18 (2), 306-309.
9. FLINK (J.M.).
Process conditions for improved quality of freeze dried foods.
J. Agr. Chem., nov. 1975, 23 (6), 1019-1026.
10. HUET (R.).
Rétention des arômes de poudres de fruits tropicaux obtenus dans un four à micro-ondes sous vide.
Fruits, mai 1974, 29 (5), 399-405.
11. HUET (R.).
Extraits aromatiques de fruits tropicaux.
Communic. Semaine CPCIA, 14 octobre 1975 (inédit).
12. JAYARAMAN (Y.), GOVERHAMAN (T.) et BHATIA (B.).
Compressed ready to eat fruited cereals.
J. Food Sci. Technol., avr. 1974, 11 (4), 181-185.
13. EL KHIDIR (O.H.).
Flavour in pineapple juice.
Sudan J. Food Sci. Technol., 1971, 3, 34-36.
14. LEVERINGTON (R.E.).
Problems associated with pineapple products.
Food Techn. Austral., jan. 1968, 20 (1), 20-29.
15. LEVERINGTON (R.E.).
Pilot plant studies of a turbulent thin film evaporator to the low temperature concentration of pineapple juice.
Food Techn. Austral., fev. 1968, 20 (2), 58-63.
16. MEHBRICH (F.P.) et FELTON (G.E.).
Pineapple juice.
in : TRESSLER Joslyn, Fruit and vegetable juice
Processing Technology Avi., Publ. Co., 1971, chap. 5 - 155-185.
17. LE MOAN (G.).
Les aromatisants - problèmes toxicologiques posés par leur emploi.
Alim. et Vie, mars 1973, 61 (3), 121-160.
18. MULLER (A.).
Versuch einer Statistik die Häufigkeit der Vorkommen von Inhaltstoff atherischen Ole und natürlicher Fruchtaromen.
Parf. Kosmet. D., oct. 1973, 54 (10), 304-308.
19. NAF-MULLER (R.) et WILLHALM (D.).
Volatile constituents of pineapple.
Helv. Chim. Acta., 1971, 54 (7), 1880-1890.
20. OHLOFF (G.).
Les corps aromatiques dérivés des sucres.
Parf. Cosmet. Arom., mars 1975 (2), 55-58.
21. PALMER (K.A.).
The work of flavourist.
Rep. Agric. Group. Sympos. Flavour, Reading 1975
Résumé : J. Food Sci. Agric., 1975, 26, 1609-1613.
22. PAUL (J.).
Flavours from fruit juices.
In : Fruit and Vegetable juice processing, p. 228-240.
Noyes Data Corp. N.J., 1975, 277.
23. PINTAURO (N.).
Flavor Technology.
Noyes Data Corp., N.J., 1971, 228.
24. RANDALL (J.M.), SCHULTZ (W.G.), et MORGAN (A.J.).
Extraction of fruit juice and Concentrated essence with liquid carbone dioxide.
Confructa, jan. 1971, 16 (1), 10-19.
25. RE (L.), MAURER (B.) et CHLOFF (G.).
Ein Einfacher Zugang zu 4-Hydroxy 2,5 dimethyl 3 (2H) Furanon, einer Aroma bertand teil von Ananas and Erdbeere.
Helv. Chim. Acta., 1973, 56 (6), 1882-1894.
26. SCHULTZ (W.G.) et RANDALL (J.M.).
Liquid CO₂ for selective aroma extraction.
Food Techn., nov. 1970, 24 (11), 94-98.
27. SILVERSTEIN (R.M.).
The Pineapple flavor.
in : HULME. Biochemistry of fruits and their products.
t. II, Acad Press., 1971, chap. 9B, 325-331.
28. TRESSL (R.).
Chemistry and technology of some fruit volatiles.
C.R. Sympos. Comm. Sci. IFV, Berlin, avr. 1974 (inédit).
29. VERGHESE (J.).
Perfumery and flavouring material. I- Terpeneol.
Flavour Ind., sep. 1970, 1 (9), 612-621.

