CONTRIBUTION A L'ÉTUDE DU DIACÉTYLE

par

Jean PIEN

Ingénieur-chimiste (I.C.R.)

Docteur ès-Sciences

Directeur des Laboratoires des « Fermiers Réunis »

Jacques BAISSÉ

et

Robert MARTIN

Ingénieur chimiste (I.C.R.)

Ingénieur-chimiste (I.C.R.)

des Laboratoires de la Laiterie des « Fermiers Réunis »

(Suite et fin.)

QUATRIÈME PARTIE

APPLICATION DES TECHNIQUES PRÉCÉDENTES AU DOSAGE DU DIACÉTYLE DANS QUELQUES CAS PRATIQUES

I. Mode opératoire pour le dosage du diacétyle dans les cultures de ferments lactiques, la crème, le beurre, etc.

Le diacétyle est facilement entraînable à la vapeur d'eau. Le meilleur moyen de l'extraire des substances qui le renferment est donc d'installer dans un ballon de 2 litres de capacité, un kilogramme ou un litre de cultures de ferments lactiques, de crème, de beurre, etc., et d'y faire passer un courant de vapeur (le ballon renfermant la matière étant installé dans un bain-marie et porté à une température suffisante avant de commencer à faire passer la vapeur).

Le réfrigérant attelé à ce ballon condense la vapeur d'eau chargée de diacétyle. On recueille 2 portions successives de 50 cm³ de distillat.

Par mesure de précaution et pour remédier aux entraînements de mousses qui auraient pu se produire, ces deux portions de 50 cm³ sont redistillées dans un petit ballon et, de chacune d'elles, on recueille 10 cm³ exactement.

Sur ces 10 cm³ on exécute la réaction à la toluilène diamine précédemment décrite, et on en déduit la quantité de diacétyle contenue dans un litre ou un kilogramme de matière soumise à l'essai.

II. Vérification de la méthode.

1° **En l'absence de diacétyle.** — Du lait frais et des caillés lactiques déjà débarrassés de leur diacétyle, ont été soumis à la technique précédente.

Aucune coloration n'est obtenue dans les conditions du titrage colorimétrique à la toluilène diamine.

De même des solutions aqueuses d'acide lactique pur, aux doses rencontrées dans les fermentations lactiques ordinaires, n'ont pas fourni de coloration avec le réactif.

Il faut noter toutefois qu'en effectuant l'essai sur des quantités très importantes d'acide lactique on obtient une légère coloration.

Ainsi 25 cm³ d'acide lactique sirupeux soumis à l'entraînement ont fourni un résultat positif correspondant à 0 mgr. 3 de diacétyle (ou de méthylglyoxal ; voir la remarque page 250). Mais cette circonstance ne correspond nullement au cas de la pratique.

En fait, dans tous les cas où nous nous sommes placés avec la certitude de n'avoir pas de diacétyle (ou de ses homologues inférieurs ou supérieurs) nous n'avons rien obtenu.

Par conséquent, il ne semble pas que nous puissions courir le risque, dans les cas habituels, de trouver du diacétyle là où il n'y en a pas.

De même du lait très frais additionné ou non d'acide lactique (quelques grammes par litre) et soumis à l'entraînement n'a pas fourni de réaction positive.

2° En présence de diacétyle. — Des quantités connues de diacétyle ont toujours été aisément retrouvées par application de la technique précédente.

L'expérience a également été exécutée en introduisant le diacétyle dans du lait frais, caillé artificiellement par introduction d'acide lactique pur.

Dans les quantités très faibles, l'écart entre la quantité introduite et la quantité retrouvée, n'est pas supérieur à la légère incertitude qui résulte de l'emploi du colorimètre.

Par conséquent, le diacétyle présent est extrait et dosé par cette méthode et il ne semble pas y avoir de cause d'erreur en plus ou en moins.

III. Dosage du diacétyle dans les cultures pures de ferments lactiques spécifiques.

Nous avons étudié 10 ferments lactiques industriels d'origines diverses (tous constitués par des cultures de courts streptocoques du type *Streptococcus lactis*).

Les ferments examinés étaient en pleine vigueur, repiqués quotidiennement à 1% et toujours caillés à 20° entre 24 h. et 48 heures.

Les dosages de diacétyle ont été effectués aussitôt après caillage (c'est-à-dire 24 ou 48 heures après l'ensemencement).

Voici les résultats obtenus :

Numéro d'ordre des ferments	Diacétyle formé en milligrammes par litre de culture
1	0,8
2	0,7
3	0,3
4	0,55
5	0,25
6	0,5

Numéro d'ordre des ferments	Diacétyle formé en milligrammes par litre de culture
7	1,0
8	1,5
9	1,5
10	3,0

Comme on le voit ces doses sont extrêmement faibles et confirment les indications données par divers autres auteurs (LEMOIGNE, TAPERNOUX) à savoir que les ferments lactiques vrais ne donnent que des traces de diacétyle ou même, dans certains cas, n'en donnent *pratiquement* pas.

Toutefois il y a lieu de remarquer que les races ayant fourni le plus de diacétyle sont également celles qui fournissent les fermentations lactiques les plus actives (nos 7, 8, 9 et surtout 10 qui présente une vigueur exceptionnelle).

Nous avons voulu également doser le diacétyle sur une quantité importante de culture afin de voir si la proportionnalité des résultats correspondait à la proportionnalité des volumes mis en œuvre. A cet effet, nous avons pris le ferment donnant 0 mgr. 7 de diacétyle et avons réalisé un levain de 20 litres. Après 48 heures de caillage à 20°, nous avons distillé ces 20 litres par portions successives. Les résultats rassemblés ont été redistillés de la même manière. Finalement nous devons trouver une quantité totale de 14 mgr. Or nous avons trouvé dans le distillat final environ 15 milligrammes.

Influence de l'âge de la culture. — M. LEMOIGNE a tout récemment montré (*Le Lait*, 1936, p. 26) que la volatilité du diacétyle est suffisante pour que des cultures s'appauvrissent rapidement si elles ne sont pas renfermées dans des tubes hermétiquement clos (50% de perte en 4 jours). Nous avons observé le même fait.

Exemple :

	Diacétyle en milligrammes par litre de culture
Culture n° 7 après 24 heures.....	1,0
Culture n° 7 après 48 heures.....	0,7
Culture n° 7 après 72 heures.....	0,5

Influence de la température. — La température à laquelle l'incubation du ferment a lieu ne présente pas d'importance (du moins dans le cas des souches que nous avons expérimentées).

Les cultures précédentes effectuées à 20° ont été répétées à 30°. Le caillage est évidemment très rapide mais le diacétyle formé est aussi peu abondant au bout du même nombre d'heures.

Si on prolonge le séjour à 30° la culture est encore moins riche en diacétyle qu'au bout du même temps à 20°, sans doute à cause de la

volatilité du diacétyl dont le départ est favorisé avec l'élévation de la température.

D'une manière générale, le ferment étant pris aussitôt après son caillage à 20° ou après le même nombre d'heures à 30°, on a toujours eu plus de diacétyl sur la culture effectuée à 20°.

En résumé, en ce qui concerne les ferments lactiques spécifiques, on est en droit d'affirmer que la quantité de diacétyl qu'ils produisent est extrêmement faible (de l'ordre de 1 mgr. par litre de culture dans les conditions courantes).

Ces faits sont en parfait accord avec la théorie chimique la plus communément admise de la fermentation lactique, théorie suivant laquelle les ferments lactiques *vrais, spécifiques*, transformeraient le lactose en acide lactique en passant par le stade méthylglyoxal, sans produire ni butylène-glycol, ni acétylméthylcarbinol, ni diacétyl.

Remarque. — Nous n'avons examiné aucun des germes auxquels certains auteurs (de l'Ecole américaine surtout) attribuent un rôle prépondérant dans la formation de l'arôme naturel du beurre (*Streptococcus citrovorus* et *paracitrovorus*, *betacoccus cremoris*, certains *leuconostoc*, etc.).

Notre but, dans ce travail, n'était pas d'entreprendre l'étude des origines de l'arôme du beurre.

Toutefois nous avons examiné des cultures en lait de *Bac. subtilis*, de *Bact. Coli*, de *Bac. lactis aerogenes*.

Nous n'avons pas rencontré de doses appréciables de diacétyl dans les cultures de *subtilis* et de *lactis* (confirmant en cela les observations de LEMOIGNE et MONGUILLON).

En revanche, le *Coli* nous a fourni 11 milligrammes de diacétyl par litre de culture, c'est-à-dire environ dix fois plus que toutes les autres cultures que nous avons examinées.

Mais cette observation ne modifie en rien les conclusions auxquelles nous sommes conduits, à savoir : les ferments lactiques *vrais, spécifiques*, tels que ceux qui sont utilisés dans l'industrie laitière ne produisent que des quantités insignifiantes et parfois nulles de diacétyl.

V. Dosage du diacétyl dans les crèmes et les beurres.

De même que les cultures de ferments lactiques purs, les crèmes et les beurres contiennent de très petites quantités de diacétyl.

1° Cas des crèmes. — Des essais auxquels nous avons procédé il résulte :

Que les crèmes fraîches sortant de l'écrémeuse ne contiennent pas de diacétyl.

Que les crèmes ensemencées avec des ferments lactiques vigou-

reux (comme le n° 10 cité plus haut) contiennent après 48 heures de maturation à froid des quantités de diacétyle de l'ordre de celles qui sont obtenues dans les cultures en lait (ou même moins). On a trouvé par exemple 1 mgr. 5 par litre dans le cas du ferment n° 10 qui peut donner jusqu'à 3 milligrammes en lait.

Que les crèmes abandonnées à la fermentation spontanée contiennent des doses de diacétyle variables mais toujours faibles et du même ordre que celles qui proviennent de cultures pures (exemple : 1 mgr. 5 par litre).

Que des crèmes très vieilles (abandonnées pendant plusieurs semaines) ne voient pas leur teneur augmenter (exemple : 1 mgr. 3 par litre).

2° Cas des beurres. — Les déterminations de diacétyle que nous avons effectuées sur de nombreux beurres nous ont fourni des résultats excessivement faibles ou nuls.

Certains beurres de bonne qualité ont été trouvés exempts de diacétyle (ou n'en renfermant que des traces). D'autres ont fourni des chiffres inférieurs à 1 milligramme par kilogramme.

Nous avons examiné le cas des beurres provenant de crèmes crues et celui de beurres provenant des mêmes crèmes préalablement soumises à la pasteurisation (avec ou sans réensemencement ultérieur) : toujours nous avons rencontré des quantités de diacétyle très faibles, quelquefois nulles.

Il est intéressant de se demander si, dans la littérature, on rencontre une confirmation de ces résultats.

Les chiffres donnés par TESTONI et CIUSA (*Ann. chim. applicata* 1931, **21**, 147) sont de l'ordre de 5 milligrammes par kilogramme. Les recherches personnelles de M. TAPERNOUX (*Le Lait*, 1932, p. 1043) lui permettent d'aboutir à des conclusions analogues.

Toutefois, ces mêmes auteurs (TESTONI et CIUSA, *Ann. chim. applicata*, 1932, **22**, 44) ont montré que les beurres ne contiennent pas de diacétyle s'ils ont été soumis à 4 lavages, que le diacétyle *ne se développe pas* dans les beurres qui n'en contiennent pas originellement, et que, d'une manière générale, la présence du diacétyle dans le beurre est seulement accidentelle et que cette substance ne peut pas être considérée comme l'un des principes aromatiques du beurre.

SCHMALFUSS (*Zeitschr. Angew. Chem.*, 1928, **41**, 847 et *Biochem. Zeitschr.*, 1929, **216**, 330) donne comme quantités de diacétyle : 0 mgr. 35 par litre de culture et, dans le beurre, des chiffres variant de 0 mgr. 1 à 0 mgr. 6 par kilogramme.

Donc, pour s'en tenir strictement au cas du diacétyle, nos observations s'accordent assez bien avec celles des autres auteurs pour montrer que les cultures des ferments lactiques (du type *Strep. lactis*), les crèmes, les beurres préparés dans les conditions habituelles

ne contiennent que de très petites quantités de diacétyl de l'ordre de quelques milligrammes au plus par kilogramme.

VI. Diacétyl et arôme du beurre.

Cette pauvreté du beurre en diacétyl doit-elle nous amener à penser, avec TESTONI et CIUSA, que cette substance n'est pas la cause de l'arôme du beurre ? Il ne semble pas qu'on ait le droit (en l'état actuel de la question) de conclure d'une manière aussi formelle.

Il est exact, en effet, que des solutions aqueuses très diluées de diacétyl ont une odeur qui rappelle le beurre. Il est exact aussi qu'en introduisant du diacétyl en très petite quantité dans un beurre sans parfum, on fait apparaître un arôme indiscutable.

D'ailleurs, si petites que soient les doses de diacétyl rencontrées dans les beurres, il semble qu'il y ait une corrélation entre ces quantités et l'intensité de l'arôme.

Mais une notion importante doit être rattachée à celle de l'étude de l'arôme du beurre : c'est la question de la présence de l'acétylméthylcarbinol dans les cultures, les crèmes et le beurre lui-même.

Dans l'étude actuelle qui n'avait pas pour objet l'arôme du beurre mais seulement le dosage des petites quantités de diacétyl, nous avons volontairement laissé de côté la question de l'acétylméthylcarbinol, produit de réduction du diacétyl ou, plus exactement, terme de passage entre le butylène-glycol et le diacétyl.

Or les auteurs sont unanimes à constater que l'acétylméthylcarbinol est beaucoup plus abondant dans les cultures et les beurres que le diacétyl :

SCHMALFUSS et BARTHMEYER (*Zeitschr. Untersuch. Lebensm.*, 1932, **63**, 283) constatent qu'on a souvent 10 fois plus d'acétylméthylcarbinol que de diacétyl.

HAMMER (dans diverses publications de l'Iowa State College of agriculture) note que les cultures qui donnent des beurres d'arôme satisfaisant contiennent beaucoup d'acétylméthylcarbinol et que quelques-unes d'entre elles contiennent du diacétyl — alors que des cultures fournissant des beurres pauvres en arôme ne contiennent que peu ou pas d'acétylméthylcarbinol et pas de diacétyl.

MICHAELIAN, FARMER et HAMMER dans une importante étude consacrée aux rapports de ces deux substances dans les cultures pour beurre (*Bulletin de l'Iowa State College of Agriculture*, n° 155, janvier 1933) notent également que l'acétylméthylcarbinol est toujours beaucoup plus abondant que le diacétyl. (D'ailleurs ces auteurs, non sans raison, considèrent presque toujours la somme acétylméthylcarbinol + diacétyl.)

Tout récemment encore M. LEMOIGNE et P. MONGUILLON (*Le Lait*, 1936, p. 26) s'expriment ainsi :

« Jamais à notre connaissance on n'a observé la production

naturelle du diacétyle à la dose à laquelle il se trouve dans certains améliorants proposés pour l'industrie du beurre (ces améliorants sont constitués par des caillés lactiques renfermant 5 à 7 grammes par litre de diacétyle).

« Le *B. subtilis*, le *lactis aerogenes*, etc., peuvent produire le 2,3 butylène-glycol et l'acétylméthylcarbinol à la concentration de quelques grammes par litre. Au contraire le diacétyle, quand il se forme, n'existe qu'à l'état de traces.

« De plus, les ferments lactiques les plus appréciés en laiterie ne sont pas les ferments butylène-glycoliques. Aussi, quand les produits de cette fermentation existent dans les beurres naturels, proviennent-ils de fermentations secondaires... »

Faudrait-il en conclure que c'est l'acétylméthylcarbinol et non le diacétyle qui est l'agent de l'arôme du beurre ?

Cette conclusion serait peut-être aussi exagérée que la première.

C'est pourquoi VAN NIEL, KLUYVER et DERX qui ont fait des observations analogues (*Biochem. Zeitschr.*, 1929, **210**, 234) concilient en quelque sorte les deux théories en déclarant que le diacétyle est, soit responsable de l'arôme du beurre, soit le composant essentiel de la substance qui constitue l'arôme.

En ce qui nous concerne, nous pensons toutefois (jusqu'à plus ample informé) que c'est bien le diacétyle qui constitue l'arôme du beurre.

L'acétylméthylcarbinol obtenu dans les conditions habituelles est toujours plus ou moins souillé de diacétyle. Très pur et très frais ce corps est inodore. Mais son oxydation en diacétyle est relativement facile. Et comme il suffit de traces de diacétyle pour communiquer un arôme très net on conçoit que la présence d'acétylméthylcarbinol puisse conduire aisément aux petites quantités de diacétyle nécessaires et suffisantes à communiquer un arôme. C'est d'ailleurs également l'opinion de M. TAPERNOUX.

Cette hypothèse expliquerait que les beurres les plus parfumés puissent être ceux qui contiennent le plus d'acétylméthylcarbinol (accompagné de la petite quantité de diacétyle qui a pu se former) ; elle est compatible avec les faibles doses de diacétyle qui sont rencontrées dans les beurres et, en tout cas, elle confirmerait que c'est bien au diacétyle lui-même qu'on pourrait rattacher l'arôme naturel du beurre.

Ces idées méritent d'être reprises à la lumière de dosages nombreux et précis d'acétylméthylcarbinol et de diacétyle.

Elles sont intéressantes non seulement pour la connaissance de l'arôme du beurre, mais aussi pour l'étude de certaines fermentations secondaires qui accompagnent souvent la fermentation lactique vraie.

VII. Remarque importante : Diacétyl et méthylglyoxal.

Quand on parle de diacétyl, on pense toujours à la dicétone de formule :

Mais il faut bien noter que les réactions d'identification et de dosage étudiées par divers auteurs ou par nous, concernent, non pas strictement le diacétyl mais les dicétones α de formule générale :

Cette remarque présente, croyons-nous, une grande importance au regard de la théorie de la fermentation lactique. En effet :

Puisque les réactions d'identification et de dosage sont surtout dues à la coexistence de deux groupes cétoniques, on peut émettre l'hypothèse que ces réactions seront conservées dans les corps $\text{R. CO. CO. R}'$ où R peut être CH^3 , C^2H^5 , etc.

En serait-il de même si $\text{R} = \text{H}$, autrement dit dans les corps où l'un des groupes cétoniques (ou les 2) devient aldéhydrique ?

Si l'on envisage les premiers termes de la série des dicétones α en donnant aux radicaux R toutes les valeurs, y compris les plus simples, on doit considérer les corps suivants :

H. CO. CO. H ou CHO. CHO. ou *glyoxal*.

$\text{CH}^3. \text{CO. CO. H.}$ ou $\text{CH}^3. \text{CO. CHO.}$ ou *méthylglyoxal*.

$\text{CH}^3. \text{CO. CO. CH}^3$ ou *diméthylglyoxal* ou *diacétyl*.

$\text{CH}^3 \text{CH}^2. \text{CO. CO. CH}^3$ ou *méthyléthylglyoxal*.

$\text{CH}^3 \text{CH}^2. \text{CO. CO. CH}^2 \text{CH}^3$ ou *diacétylglyoxal*.

Le premier terme (glyoxal) n'est pas intéressant à considérer ici, d'abord parce que c'est un cas limite dialdéhyde sans groupes cétones vrais, et ensuite parce que ce corps n'existe pratiquement pas dans la nature. Hautement instable, il n'apparaît que sous la formule de son polymère.

Le deuxième terme (méthylglyoxal) est au contraire très important à considérer ; les théories chimiques de la fermentation lactique les plus communément admises en font le premier terme de la transformation du lactose (après la coupure en galactose et glucose).

Il serait en particulier le terme qui précède immédiatement l'acide lactique dans la fermentation lactique spécifique (voir les schémas donnés par M. TAPERNOUX dans son intéressant article sur le diacétyl ; *Le Lait*, 1932, p. 1043).

Or nous avons vérifié que le méthylglyoxal, comme il fallait s'y attendre, donne toutes les réactions courantes du diacétyl et dans les mêmes conditions : hydrazone et osazone (avec les mêmes aspects cristallins), quinoxaline, xyloquinone, oximate de nickel, réactions de réduction (FELHING), etc.

Nous avons préparé du méthylglyoxal par un procédé très voisin de celui qui nous a servi à préparer le diacétyle. D'ailleurs il se forme toujours du méthylglyoxal quand on prépare le diacétyle. Mais ces deux corps sont faciles à séparer car le point d'ébullition du méthylglyoxal est de 72° alors que celui du diacétyle est de 88°. En ne conservant que les têtes et queues de distillation du mélange, on a les deux corps à l'état pur.

Leur odeur est assez nettement différente, mais leurs réactions courantes, en particulier celles qui servent à reconnaître et à doser le diacétyle, sont communes.

Donc, jusqu'à présent, tout ce qui a été dit du diacétyle dans les cultures, les crèmes, les beurres, etc., peut s'appliquer au méthylglyoxal et on ne peut pas spécifier si c'est l'un ou l'autre de ces corps qui se forme, ou les deux ensemble.

Dans la fermentation lactique spécifique, la théorie, avons-nous dit, fait du méthylglyoxal l'intermédiaire obligé entre les hexoses et l'acide lactique. Or, dans les cultures de ferments spécifiques, même renfermant plusieurs grammes d'acide lactique libre par litre, on ne trouve que des traces de diacétyle ou de méthylglyoxal. Cette observation ne détruit pas la théorie précédente, mais elle mérite croyons-nous d'être retenue.

De même la présence de quantités plus importantes de diacétyle quand il s'en trouve, n'exclut pas la possibilité de la présence du méthylglyoxal.

Nous avons cherché un procédé permettant de distinguer chimiquement le méthylglyoxal du diacétyle. Il semble que le seul espoir permis soit du côté d'une différence dans les pouvoirs réducteurs puisque le méthylglyoxal est une aldéhyde-cétone alors que le diacétyle est une dicétone vraie. Effectivement, nous sommes parvenus à réaliser une distinction qualitative entre ces deux substances par l'utilisation de nitrate d'argent ammoniacal. Mais cette étude n'est pas achevée et n'aurait peut-être pas sa place ici.

En tout cas, nous pensons que, pour ce qui est de l'étude chimique de la fermentation lactique, il y a lieu de noter : que le méthylglyoxal et le diacétyle présentent les mêmes réactions courantes ; que cette circonstance peut être gênante dans bien des cas ; et que, dans le cas particulier du diacétyle, il y a lieu de se souvenir que tout ce qui a été dit de la présence (ou de l'absence) du diacétyle dans les cultures, les beurres, etc., concerne aussi jusqu'à plus ample informé le méthylglyoxal.

Mêmes observations en ce qui concerne les homologues supérieurs du diacétyle.

CINQUIÈME PARTIE

CONCLUSIONS ET DISCUSSION SUR L'EMPLOI DU DIACÉTYLE

L'état actuel des travaux sur le diacétyle et les arômes du beurre en général semble permettre les conclusions suivantes :

1. Le diacétyle est certainement très peu abondant dans les cultures de ferments lactiques vrais, dans les crèmes et dans le beurre. Parfois même il en est totalement absent.

2° Le diacétyle semble être néanmoins l'agent véritable de l'arôme du beurre, et cet arôme serait plus ou moins proportionnel à la teneur en diacétyle.

3° Il ne faut pas omettre de noter que ce que l'on identifie ou dose pour du diacétyle, n'est peut-être que son homologue inférieur (méthylglyoxal) dont les réactions chimiques courantes sont les mêmes que celles du diacétyle.

De sorte que dans une *fermentation lactique spécifique* où le diacétyle ne semble pas devoir apparaître, ce sont peut-être des traces de méthylglyoxal que l'on trouve ; et il n'est pas impossible que ce méthylglyoxal soit l'élément essentiel de l'arôme des beurres provenant des fermentations lactiques spécifiques.

4° Dans le cas de *fermentations secondaires* accompagnant la fermentation lactique et pouvant produire des quantités appréciables d'acétylméthylcarbinol, le diacétyle qui provient de l'oxydation du corps précédent semble toujours rare, mais il est probable que c'est lui, néanmoins, qui est responsable de l'arôme du beurre.

La « réserve » d'acétylméthylcarbinol vraisemblablement importante dans certains cas, serait la source d'une production légère, mais peut-être continue, de diacétyle.

5° De sorte que, quelle que soit la fermentation en cause (fermentation lactique spécifique pure ou accompagnée de fermentations secondaires), on peut, jusqu'à plus ample informé, supposer que l'arôme du beurre résulte de la présence de petites quantités soit de diacétyle, soit de son homologue inférieur le méthylglyoxal. L'absence totale de ces substances caractériserait les beurres sans arôme. L'accroissement des teneurs (bien que restant toujours faibles) semblerait au contraire correspondre à une augmentation de l'intensité de l'arôme.

Cette théorie exige néanmoins des études complémentaires et certaines vérifications.

Il est un point, en tout cas, sur lequel on ne discute plus : c'est l'augmentation de l'arôme de certains beurres par l'addition de diacétyle (ou de méthylglyoxal).

Or cette incorporation de diacétyle (ou de ses dérivés) est interdite par la loi du 2 juillet 1935. Il est intéressant de se demander si

cette interdiction est justifiée ou si, au contraire, on aurait pu sans inconvénient autoriser l'addition de diacétyle au beurre.

* * *

Il y a lieu d'abord de remarquer que le diacétyle qu'on introduirait dans le beurre pour l'améliorer pourrait provenir de deux sources différentes : une source purement chimique (préparation du diacétyle à partir de la méthyléthylcétone par exemple), une source biologique (diacétyle produit par des cultures spéciales).

M. LEMOIGNE et MONGUILLON ont montré tout récemment (*Le Lait*, janvier 1936, p. 26) que les « cultures d'arôme » rencontrées dans le commerce et renfermant plusieurs grammes de diacétyle par litre, ne peuvent pas avoir une origine biologique. A cette dose, le diacétyle s'oppose à la prolifération de très nombreux germes.

D'ailleurs, aucun des travaux publiés sur ces questions ne mentionne, à notre connaissance, de cultures pouvant produire d'aussi importantes quantités de diacétyle.

Toutefois on pourrait supposer que le diacétyle de nombreuses et volumineuses cultures normales a été rassemblé, concentré, puis ajouté à des cultures banales. L'origine biologique serait ainsi sauvegardée.

Mais, qu'il s'agisse de cette origine biologique plus ou moins hypothétique ou d'une origine chimique vraie, il faut reconnaître que le fait de mettre en vente des cultures réputées pouvoir *produire* du diacétyle sur place, et non pas seulement *en apporter*, constituerait déjà une tromperie, puisque ces cultures ne sont, en fait, qu'un *véhicule* du diacétyle.

Enfin, que ce diacétyle *apporté* soit d'origine chimique ou qu'il soit même, contre toute probabilité, d'origine biologique, il faut bien noter qu'il y a *introduction* dans le beurre d'une substance venue de l'extérieur et non pas production de cette substance au sein du beurre pendant sa fabrication ou sa conservation.

En aucun cas, donc, l'interdiction qui résulte de la loi du 2 juillet 1935 ne saurait être tournée.

* * *

Cette précision étant acquise, demandons-nous donc si l'incorporation du diacétyle au beurre constitue bien une faute, et, dans l'affirmative, pourquoi ?

La question est dominée par ce fait d'expérience fondamental : l'addition de diacétyle améliore l'arôme d'un beurre de second choix ou dépourvu d'arôme ; ce qui revient à dire que le diacétyle donne artificiellement à un beurre qui n'était pas naturellement très bon, l'allure, l'odeur, la saveur d'un beurre de qualité.

A accepter et à encourager cette opération, il y aurait, à notre avis, une profonde injustice dont il est facile de se rendre compte : les beurres naturels de qualité proviennent généralement de régions privilégiées sous le rapport de la nature du sol, de la composition des aliments donnés aux animaux, de la race des animaux, et également de la nature, race, vitalité, des ferments naturels qui ensemencent spontanément le lait dès la traite, orientent la fermentation de la crème et participent à la constitution de l'arôme. Tous éléments qui interfèrent pour contribuer à déterminer ce qu'on pourrait appeler un « cru » de beurre.

Les producteurs de ces régions, s'ils savent mettre à profit ces circonstances naturelles, en bénéficient par la vente de produits de plus grande valeur. Et il est équitable qu'il en soit ainsi.

L'incorporation de substances ayant pour but de donner à des beurres quelconques, certains aspects des beurres de ces régions privilégiées, aurait donc pour résultat d'atténuer, sinon de détruire, la supériorité de ces beurres d'origine. Il semble qu'au point de vue économique et social, il y ait intérêt à protéger les producteurs qui profitent, en toute honnêteté, de conditions naturelles particulièrement favorables.

Un raisonnement analogue pourrait se tenir pour le vin : serait-il équitable qu'une région de grands vins, dont les producteurs profitent d'une circonstance naturelle favorable, soit concurrencée, voire menacée, par la « fabrication » de grands crus rendue possible, par exemple, grâce à l'incorporation éventuelle de certaines substances chimiques à des vins de seconde zone ?

Le consommateur, d'ailleurs, serait d'accord avec le producteur pour souhaiter le maintien de l'état de choses antérieur.

L'incorporation de diacétyl au beurre ne lèserait pas seulement les intérêts des producteurs des régions privilégiées.

Si, dans la masse des producteurs n'appartenant pas à ces zones de cru, certains améliorent leur beurre, il en résultera une nouvelle injustice vis-à-vis des producteurs de la même région qui se contenteront de vendre leur beurre tel quel. L'honnêteté de ces derniers les placera dans une situation d'infériorité vis-à-vis de ceux qui pratiqueront l'adjonction de diacétyl.

Au total, il semble donc bien que l'incorporation au beurre d'arômes artificiels par certains producteurs, nuirait aux intérêts légitimes des autres, et cela, quelle que soit la région d'origine.

Enfin, sur le terrain purement technique, il faut reconnaître que la présence de diacétyl peut masquer d'autres défauts que le simple manque d'arôme et constituer, au préjudice de l'acheteur, une tromperie inacceptable. Cet argument serait certes sans valeur si le diacétyl devait être exclusivement employé sur des beurres parfaite-

ment préparés et dans l'unique but d'en relever l'arôme ; mais cette technique risquerait d'être mise à profit également par des fabricants malhonnêtes pour permettre l'écoulement de beurres de mauvaise qualité dont les défauts seraient momentanément masqués par la présence d'un arôme très développé.

Remarque : Les partisans du diacétyle donnent comme suprême argument le fait que la crème contiendrait beaucoup de diacétyle, perdu ensuite au cours du lavage du beurre. L'incorporation de diacétyle ne ferait que réparer une perte due à la fabrication et n'introduirait donc rien qui ne soit initialement contenu dans le beurre.

Cet argument est sans valeur pour deux raisons :

1^o Les beurres que nous pourrions appeler « de grand cru » sont lavés au même titre que les autres (il est d'ailleurs impossible d'obtenir du beurre de bonne qualité s'il n'est correctement lavé). Or, ces beurres conservent un arôme que le lavage n'a pas enlevé. Donc, ou bien cet arôme est dû au diacétyle et il faut en conclure que le lavage ne l'enlève pas, ou bien cet arôme est dû à autre chose qu'au diacétyle et alors de quel droit vouloir en introduire ?

En réalité, le diacétyle paraît bien être la cause de l'arôme, mais les lavages auxquels il est procédé normalement dans l'industrie du beurre, n'enlèvent qu'une quantité insignifiante de diacétyle dont la solubilité dans les graisses est infiniment plus grande que dans l'eau. Si un beurre normalement lavé ne contient pas de diacétyle, c'est que la crème qui a servi à le fabriquer n'en contenait pas davantage (1).

2^o Les chiffres publiés par divers auteurs, et ceux qui résultent de nos essais montrent bien que, dans la pratique courante, les crèmes contiennent peu de diacétyle si on se borne pour la maturation à faire appel aux ferments lactiques spécifiques. Le beurre qui en résulte est naturellement pauvre en diacétyle. Il n'y aurait donc jamais appauvrissement. Mais il y aurait très souvent pauvreté originelle des crèmes.

Pour tous ces motifs nous pensons que l'interdiction qui résulte de la loi du 2 juillet 1935 est parfaitement raisonnable. D'ailleurs les producteurs et les industriels avaient, d'un commun accord, ratifié à l'avance cette proposition et personne, semble-t-il, ne songe maintenant à s'en plaindre, sauf peut-être ceux qui ont l'intention de profiter de la fraude.

(1) Nous avons même constaté dans certains cas, un léger enrichissement du beurre en diacétyle par rapport à la crème. On peut supposer que l'acétylméthylcarbinol éventuellement présent dans cette crème de fermentation spontanée, s'est partiellement oxydé pendant le barattage et a fourni un peu de diacétyle.