



Maisons-Alfort, le 30 novembre 2007

AVIS

de l'Agence française de sécurité sanitaire des aliments relatif à l'application de la lumière pulsée comme procédé de décontamination microbiologique de surface des produits de panification

LA DIRECTRICE GÉNÉRALE

L'Agence française de sécurité sanitaire des aliments (Afssa) a été saisie le 14 novembre 2006 par la Direction générale de la concurrence, de la consommation et de la répression des fraudes (DGCCRF) d'une demande d'avis relatif à l'application de la lumière pulsée comme procédé de décontamination microbiologique de surface des produits de panification.

Après consultation des comités d'experts spécialisés (CES) « Microbiologie » réuni le 20 mars 2007, « Nutrition humaine » réuni le 15 février 2007, « Additifs, arômes et auxiliaires technologiques » (AAAT) réuni le 13 septembre 2007 et « Matériaux en contact des denrées alimentaires » (MCDA) réuni le 20 septembre 2007, l'Afssa rend l'avis suivant :

Contexte

Le Règlement (CE) n° 258/97 s'applique à la mise sur le marché d'aliments et d'ingrédients alimentaires pour lesquels la consommation humaine est négligeable au sein de la Communauté européenne et qui relèvent de 6 catégories. La catégorie (f) concerne les « aliments et ingrédients alimentaires auxquels a été appliqué un procédé de production qui n'est pas couramment utilisé, lorsque ce procédé entraîne dans la composition ou la structure des aliments ou des ingrédients alimentaires des modifications significatives de leur valeur nutritive, de leur métabolisme, ou de leur teneur en substances indésirables ».

La DGCCRF sollicite l'Afssa sur l'évaluation de l'impact de l'application de la lumière pulsée comme procédé de décontamination microbiologique de surface des produits de panification. Il est demandé à l'Afssa de déterminer si ce procédé qui n'est pas couramment utilisé entraîne des modifications significatives de la valeur nutritive, du métabolisme ou de la teneur en substances indésirables des produits de panification. Si tel est le cas, ces produits seront considérés comme nouveaux au sens du Règlement (CE) n° 258/97, et un rapport d'évaluation initiale devra être adressé à la Commission européenne.

Méthode d'expertise et questions instruites

L'expertise s'est basée sur les documents suivants :

- le dossier du pétitionnaire portant sur une demande d'autorisation à l'échelle industrielle de la lumière pulsée comme procédé physique de décontamination de surface de produits de panification ;
- des articles scientifiques référencés à la fin de cet avis ;
- les réglementations française et européenne sur les matériaux au contact des produits alimentaires qui s'appliquent (règlement européen 1935/2004 ; Directive européenne 85/572).

Les questions instruites sont les suivantes :

- Evaluation de l'efficacité de la lumière pulsée pour la décontamination de surface des produits de panification ;
- Evaluation de l'impact du procédé sur la qualité sanitaire et les caractéristiques nutritionnelles des produits ;
- Evaluation de l'impact du procédé sur l'aptitude au contact alimentaire de l'emballage.

Expertise

I. Principe et intérêt du procédé

Il s'agit d'un procédé de décontamination de surface qui consiste à soumettre un produit à un ou plusieurs flash de lumière blanche de très grande intensité pendant un temps très court (environ 300 μ secondes). L'objectif visé par le pétitionnaire est l'élimination de la microflore fongique de surface (flore d'altération) de ses produits de panification sans affecter les qualités organoleptiques et nutritionnelles du produit.

Dans la littérature scientifique, l'expression « lumière pulsée » est employée pour désigner des équipements et des traitements dont les caractéristiques de spectre peuvent être très différentes, conduisant à des effets de réduction de micro-organismes variables essentiellement mais pas seulement, dus à la proportion en UV du spectre. La bibliographie mentionne un effet germicide de 4 à 7 Log sur *E. coli* dont *E. coli* O157:H7, *Listeria monocytogenes*, *Bacillus subtilis*, *Aspergillus niger*, *Penicillium* sp, *Staphylococcus aureus*, *Klebsiella terrigena*, *Cryptosporium parvum* et certains virus.

Deux organismes ont donné un avis favorable à l'utilisation de la lumière pulsée pour le traitement de produits alimentaires : la FDA (Food and Drug Administration, USA) et la FAO (Food and Agriculture Organization), respectivement en 2000 et 2001. Les deux rapports mentionnent que l'application de la lumière pulsée peut réduire de 9 Log les formes végétatives et de 7 Log les bactéries sporulées sur des surfaces lisses et non poreuses tels que les emballages. Dans le cas d'application directe sur des aliments poreux, la réduction n'est alors que de 2 à 3 Log (FAO report, 2001).

Les essais de décontamination microbiologique justifiant la demande ont été réalisés à l'aide d'un pilote expérimental (volume réduit 350 mm X 250 mm, chambre close de traitement) utilisant des lampes qui émettent des flash de lumière contenant des rayonnements ultraviolets (21%), infrarouges (30%) et de lumière visible (49%). La sélection de longueur d'ondes appliquée (200nm-1100nm) répond aux exigences de sécurité émises par la FDA en août 1996. Lors de tous les essais réalisés par le pétitionnaire, l'énergie totale appliquée restera toujours bien inférieure aux 12 J/cm², limite supérieure à ne pas dépasser selon la FDA. Il n'est pas mentionné la disposition des produits dans l'enceinte et surtout comment le dessous des produits est soumis au traitement.

II. Evaluation de l'efficacité antimicrobienne

La mesure de l'efficacité antimicrobienne du procédé de lumière pulsée a été réalisée sur des bio-indicateurs et sur des produits de panification.

Dans les conditions testées, les études sur des bio-indicateurs montrent qu'il y a effectivement une réduction de la contamination microbiologique de 5 Log pour *Pichia anomala* et de 6 Log pour *Aspergillus niger* avec un traitement de 8J/cm² et respectivement de 3 Log et 5 Log dans le cas d'un traitement à 4J/cm². Il est à noter que le matériel utilisé pour les essais de décontamination sur les bio-indicateurs n'est pas clairement mentionné. Par ailleurs, les 2 flores indicatrices (*Pichia anomala*, *Aspergillus niger*) sont peu en rapport avec les contaminants habituels du site de production du pétitionnaire et ne sont pas les contaminants des produits finis (*Penicillium camemberti*, *Aspergillus flavus* et *Penicillium aurantiogriseum*). Cette étude confirme néanmoins une efficacité germicide du procédé de lumière pulsée utilisé par le pétitionnaire sur des surfaces lisses pour ces 2 microorganismes.

Des essais de décontamination sur des produits de panification, après cuisson, emballés ou non, tranchés ou non, ont été réalisés au cours de 3 campagnes en suivant les effets de la lumière pulsée sur la conservation de ces produits. Le traitement lumière pulsée, par un nombre limité de flash (inférieur à 10) a permis de retarder de façon significative le développement de moisissures (en moyenne d'un facteur 3 par rapport au témoin selon les expérimentations).

Le pétitionnaire est satisfait de ces résultats qui lui permettent d'envisager une meilleure protection de ses produits contre le développement de moisissures durant de plus longues périodes.

Cependant, la décontamination des produits de panification est exprimée en pourcentage de produits contaminés après différentes durées de conservation. La charge initiale des germes est inconnue et ne semble pas avoir été évaluée. Si celle-ci était faible et constituée de germes peu résistants lors de ces expériences, qu'en serait-il dans des conditions moins favorables (forte charge microbienne et germes plus résistants) ?

En effet, l'étude préliminaire des contaminants sur le site de production a montré des mois plus critiques que d'autres. Ceci se confirme entre les campagnes par une différence dans les pourcentages de stabilité pour un même traitement de 2 flash sur des pains non emballés. Il faudrait vérifier l'efficacité des traitements sur des pains contaminés volontairement par des souches communes résistantes avec des quantités connues, équivalentes aux valeurs maximales relevées en période de pointe.

En conclusion, les essais menés par le pétitionnaire ont permis de démontrer l'efficacité du procédé de lumière pulsée utilisé pour la réduction de la contamination microbiologique de surface des produits de panification testés. Toutefois, nous ne disposons pas d'éléments de connaissance permettant d'extrapoler les résultats obtenus en pilote expérimental à ceux d'une installation industrielle. En particulier, il est logique de penser qu'à l'intérieur de la chambre de traitement close (traitement en batch), et donc à la surface du produit, la température augmente plus favorablement que lors d'un traitement fait en dynamique. Ceci est tout de même à moduler en la circonstance du fait du nombre réduit de flash utilisé.

III. Evaluation de l'impact du procédé sur la qualité sanitaire et les caractéristiques nutritionnelles du produit

Aspects microbiologiques

La FDA, dans le document fourni par le pétitionnaire, souligne la nécessité de mener des études complémentaires sur la résistance des pathogènes communs et de comparer les résultats obtenus avec ceux de la technique conventionnelle des UV (FDA report, 2000). Dans les conclusions de la FDA, il est également indiqué que des études de validation restent à faire et que cette technologie doit être associée à d'autres en combinaison.

Dans l'état actuel des connaissances, l'inactivation des micro-organismes par la lumière pulsée serait principalement due aux UV avec vraisemblablement un effet photothermique qui est mal connu ou décrit. Par conséquent, la destruction des micro-organismes par le traitement ne paraît pas (ou pas plus) induire de substances indésirables provenant de cette inactivation comparativement à des traitements UV ou thermiques classiques.

Dans l'état actuel des connaissances, il semble que les traitements par lumière pulsée n'induisent pas chez les micro-organismes de mutations ou de résistance pouvant compromettre à court terme la santé des consommateurs. Il convient toutefois de considérer :

- le risque de persistance dans la chambre de traitement de germes moins sensibles,
- et le risque de recontamination du produit après le traitement.

Ainsi il serait judicieux de recommander la mise en place d'une procédure classique de désinfection régulière de la chambre de lumière pulsée pour se prémunir d'une éventuelle évolution des germes résidents.

Par ailleurs, le pétitionnaire mentionne un certain nombre de mesures de maîtrise effectives sur le site de production en particulier le traitement de l'air. Il convient de rappeler l'importance de ces mesures de maîtrise préventives qui doivent perdurer. Le traitement par le procédé de lumière pulsée du fait de son efficacité (relative) ne doit pas se substituer aux démarches de types Bonnes Pratiques Hygiéniques ou de Fabrication. Cette recommandation est l'une de celles préconisées par la FAO et la FDA dans leurs différents rapports.

Effets du traitement sur les composants des produits visés (aspects nutritionnels et toxicologiques)

Les études présentées dans le dossier ont porté sur des matrices constituées de mélanges homogénéisés liquides ou solides de lactose-caséine (respectivement 45g/L-30g/L) et de jaune d'œuf et sur les produits de panification visés. Un test a porté sur l'œuf embryonné qui est censé comparer la viabilité embryonnaire après traitement avec celle de la pasteurisation et d'une cuisson aux micro-ondes.

Les publications référencées dans le dossier du pétitionnaire ne font pas état de modifications chimiques, nutritionnelles ou organoleptiques sur des produits alimentaires traités par lumière pulsée. Seuls les aliments riches en matière grasse présentent une fusion des lipides sur une épaisseur de 1 mm. Néanmoins, des précisions sur la source, le spectre de longueur d'onde, la fluence et la durée du traitement sont indispensables. Il convient également de préciser si les mesures rapportées sur les aliments visés par la demande ont été faites immédiatement après traitement ou en fin de DLC, cette dernière mesure étant la plus appropriée.

Si les analyses ont été faites en fin de DLC, les dosages des vitamines A, E, B1, B2, B5, B6, vitamine E et vitamine PP (acide nicotinique) réalisés sur les produits visés par la demande montreraient que le traitement n'a pas d'effet notable sur ces composants. Dans ce cas, il pourrait être considéré que l'équivalence en substance des constituants lipidiques et vitaminiques des aliments traités par le procédé avec l'aliment existant serait démontrée. Cette équivalence pourrait être confirmée par une mesure de la quantité de substances réagissant avec l'acide thiobarbiturique (SRTBA) dans les produits visés par la demande, ce qui permettrait d'indiquer que les fractions lipidiques n'ont pas été modifiées par le traitement et que l'activité antioxydante des vitamines n'a pas été affectée.

En revanche, les éléments apportés par le pétitionnaire ne permettent pas de démontrer cette équivalence en ce qui concerne la formation des produits issus de la réaction de Maillard indicatifs d'une modification protéinique des aliments (par ex. : furosine, marqueur du début de la réaction). En effet, le modèle utilisé ne permet pas d'extrapoler les résultats aux aliments visés par la demande. De plus, la méthode consistant à mesurer l'absorbance à 420 nm pour évaluer la quantité de produits issus de cette réaction n'a pas été validée pour la matrice analysée. Une formation accrue en produits de la réaction de Maillard pourrait suggérer la nécessité de mesurer une éventuelle formation d'acrylamide.

Aucune modification de l'aspect général, de la couleur, de l'odeur, du goût et de la texture n'est observée le jour de la fabrication. Après 45 jours de conservation, les produits restent satisfaisants sur le plan nutritionnel.

IV. Evaluation de l'impact du procédé sur l'aptitude au contact alimentaire de l'emballage

Les interactions procédé – emballage ne sont abordées que du point de vue des propriétés physiques du matériau en polypropylène utilisé (perméabilités à l'eau et l'oxygène). Le dossier ne donne aucune information relative à l'énergie obtenue au niveau du matériau d'emballage lors du traitement

Aucune information sur la formulation de l'emballage ou sur l'aptitude au contact alimentaire (études de migration, recherche de néoformés) n'est fournie par le pétitionnaire.

Les rares données disponibles sur les effets de la lumière pulsée indiquent que, pour les longueurs d'onde utilisées il existe de possibles effets sur des structures aromatiques ou des molécules possédant des doubles liaisons conjuguées C=C (ADN en particulier) ; ces effets peuvent aboutir à des réarrangements intramoléculaires ou intermoléculaires avec les molécules voisines. Il est possible que le même type d'action se produise sur des molécules de l'emballage (i.e. additifs) ayant des structures analogues. Ces effets des UV pourraient également aboutir à la formation de composés volatils pouvant avoir une influence sur la qualité organoleptique des produits.

Il apparaît donc indispensable que des données soient fournies sur les migrations globales et spécifiques. Une attention particulière devra être portée sur les composés volatils et une étude organoleptique envisagée.

Enfin, la problématique de l'apparition d'éventuels composés néoformés ne pourra être abordée que si le pétitionnaire fournit la composition du film ainsi que l'énergie appliquée au niveau du matériau.

Conclusions

Considérant les éléments bibliographiques et les résultats présentés dans le dossier du pétitionnaire, l'Afssa estime que l'efficacité antimicrobienne du procédé de lumière pulsée, objet de la demande, est démontrée et que ce procédé n'est pas susceptible d'induire :

- une modification significative de la composition vitaminique et lipidique des produits de panification testés,
- des phénomènes de mutations ou de résistance chez les micro-organismes pouvant compromettre à court terme la santé des consommateurs.

Le pétitionnaire devra toutefois démontrer que le procédé utilisé à l'échelle industrielle a les mêmes effets et les mêmes caractéristiques que le prototype utilisé pour la constitution du dossier. Il convient également de préciser à quel stade de fabrication se déroule le traitement et si celui-ci est fait en complément (synergie) ou en alternative à d'autres procédés de conservation.

Cependant, avant de statuer définitivement, l'Afssa estime que des données complémentaires détaillées précédemment, doivent être fournies par le pétitionnaire, et notamment :

- sur les délais entre les mesures réalisées sur les aliments visés par la demande et le traitement. Le cas échéant, une mesure de la quantité de substances réagissant avec l'acide thiobarbiturique (SRTBA) dans les produits visés par la demande serait nécessaire;
- sur les effets du traitement et la formation des produits de type réaction de Maillard ;
- sur l'impact du procédé sur le matériau d'emballage (les migrations globales et spécifiques, la composition du film d'emballage et l'énergie appliquée au niveau du matériau) ;
- sur la dose (fluence maximale) de traitement ou le nombre maximal de flash.

La Directrice générale de l'Agence française
de sécurité sanitaire des aliments

Principales références bibliographiques

1. Code of Federal Regulations, Title 21, Volume 3, Revised as of April 1 2003
<http://vm.cfsan.fda.gov/~lrd/FCF179.html>
2. Directive européenne n° 85/572 du conseil du 19/12/1985 fixant la liste des simulants à utiliser pour vérifier la migration des constituants des matériaux et objets en matière plastique destinés à entrer en contact avec les produits alimentaires JOCE n° L372 du 31/12/1985
3. Doussin J.P. (2001) Aspects réglementaires. In Traitements ionisants et Hautes Pressions des aliments. Federighi M. & Tholozan J.L. (eds.), Polytechnica, Paris, 229-256.
4. Elmnasser N., Orange N., Bakhrouf A., Federighi M. 2007 La lumière pulsée un nouveau procédé de conservation des aliments : revue bibliographique. Rev. Méd. Vét., In press.
5. FAO report (2001). Technical elements of new and emerging non-thermal food technologies.
6. FDA report (2002). Kinetics of microbial inactivation of alternative food processing technologies: Pulsed light technology
7. Mimouni A. Aliments et emballages traités en surface par lumière pulsée Techniques de l'ingénieur dossier F 3040 de mars 2000.
8. Petit B., Ritz M., Federighi M. Nouveaux traitements physiques de conservation des aliments : Revue bibliographique Rev Méd Vét ,2002,153,10.
9. Règlement (CE) n° 1935/2004 du parlement européen et du conseil du 27/10/2004 concernant les matériaux et objets destinés au contact alimentaire JOCE n° L338 du 13/11/2004.
10. Règlement (CE) n° 258/97 du Parlement européen et du Conseil du 27 janvier 1997 relatif aux nouveaux aliments et aux nouveaux ingrédients alimentaires

Mots clés : lumière pulsée ; décontamination ; produits de panification ; qualité nutritionnelle ; impact