



Appel à projets 'Soutien à l'innovation' 2007  
Programme terminé en septembre 2009

**CARACTERISATION D'UNE LIGNE DE TRAITEMENT THERMIQUE CONTINUE  
INNOVANTE POUR LA FABRICATION DE PLATS CUISINES SAINS ET DE QUALITE A  
BASE DE PRODUITS DE LA MER : LES MICRO-ONDES.**

Chef de file : Confédération des Industries de traitement des produits des Pêches Maritimes  
44 rue d'Alésia, 75 682 paris cedex 14  
Contact : Philippe DROIN  
Tel : 01.53.91.44.64, Fax : 01.53.91.44.70 e-mail : [pdroin@adepale.org](mailto:pdroin@adepale.org)

Partenaire : CTCPA

➤ **Situation du sujet et objectifs du projet**

Les micro-ondes, technologie largement utilisée par les ménages, demeurent relativement peu utilisées par les industriels de l'agro-alimentaire, et notamment par la filière des plats cuisinés réfrigérés. Le développement de nouveaux emballages (barquettes à valve...) a ouvert de nouvelles perspectives pour l'utilisation d'un chauffage micro-ondes pour la pasteurisation des plats cuisinés. L'homogénéité et la rapidité de la montée en température permettraient d'une part, d'améliorer les qualités gustatives (cuisson HTST) et nutritionnelles (préservations des vitamines) des plats cuisinés à base de produits de la mer, et d'autre part d'envisager une augmentation de la durée de vie microbiologique de ces produits.

Ainsi un programme de recherche intéressant l'ensemble de la filière et en particulier les fabricants de plats cuisinés frais à base de produits de la mer devenait intéressant.

Le projet vise à déterminer le potentiel de la pasteurisation microondes des plats cuisinés à base de produits de la mer. Les résultats de l'étude a permis de dire quels sont les bénéfices microbiologiques, organoleptiques, nutritionnels et économiques de cette technologie pour la fabrication de plats cuisinés pasteurisés en comparaison à des technologies classiques.

En effet, l'homogénéité et la rapidité de la montée en température permet d'une part, d'améliorer les qualités gustatives (cuisson HTST...) et nutritionnelles (préservations des vitamines...), et d'autre part d'envisager une augmentation de la durée de vie microbiologique de ces produits.

Une analyse des coûts afférents à l'utilisation de cette technologie pour les industriels (investissements, coût de production, impact sur l'environnement...) a également été réalisée.

Un autre objectif du programme a été de sécuriser l'innovation technologique en proposant des tests en conditions semi-industrielles pour valider la technologie afin de ne pas faire courir de risques de non-conformité aux produits industriels.

➤ **Résultats obtenus**

*La première partie de ce projet concernait la mise au point des barèmes en enceinte micro-onde statique.*

Des sondes de température sont placées à différents endroits du pavé de saumon ; l'acquisition en continu de la température permet d'obtenir des courbes modélisant la cinétique de cuisson, dans des conditions de temps et de puissance préalablement déterminées.

Nous constatons alors que le point le plus lent à chauffer est le centre géométrique du pavé, avec un écart pouvant aller jusqu'à 30°C par rapport à d'autres points. De plus, ce point présente un retard dans sa réponse par rapport aux variations de température. Les points les plus chauds réagissent quasiment instantanément aux changements brusques de température, alors que les courbes du centre sont beaucoup plus lisses, avec un décalage dans la réponse aux variations de température. Par conséquent, s'il met plus de temps à chauffer que des points situés en surface, il met aussi plus de temps à refroidir, continuant ainsi à gagner de la VP même après l'arrêt des ondes.

Au départ, les produits ont été traités avec des valeurs pasteurisatrices assez basses (entre 100 et 300 min). Cependant, les analyses microbiologiques sur des produits traités ainsi n'ont pas satisfait, la charge microbienne totale en fin de DLC (20 et 30 jours) étant jugée trop élevée ( $\approx 10^8$  UFC/g). Les objectifs de valeur pasteurisatrice (VP) ont donc augmenté, pour viser 1 000 minutes avec une température cible de 88°C à cœur.

Pour le saumon seul, la difficulté majeure rencontrée est que contrairement à un traitement par autoclave, il n'est pas possible de maintenir le produit à une température constante. Il faut donc créer un phénomène de « vague », en envoyant des ondes pendant un temps donné pour faire monter la température (chauffage) et en les arrêtant pour éviter que le produit ne chauffe trop (chambrage). On arrive ainsi à maintenir la température autour de la température cible, à +/- 2°C. Expérimentalement, nous avons calculé qu'une « vague » permettait de gagner 110 min de VP, il est donc possible d'ajuster le barème en augmentant ou diminuant le nombre de vagues.

Pour la matrice saumon + sauce, la détermination du barème a été plus facile car la sauce jouait le rôle de tampon de température. En effet, le produit met plus de temps à s'échauffer, mais une fois que la sauce atteint une certaine température, elle met beaucoup plus de temps à refroidir que le pavé de saumon. Ainsi, une ambiance chaude est maintenue autour du pavé, permettant à celui-ci de conserver une température élevée. La formation de vague n'est pas nécessaire, en revanche il faut respecter un temps de chambrage important (plus de 10 minutes) pour permettre au produit d'atteindre la cible de 1 000 min.

*La seconde partie du projet a réalisé un état de l'art des emballages disponibles sur le marché et compatibles avec la technologie microonde.*

En fonction de l'utilisation à laquelle le produit est dédié, et du process qu'il doit subir, différents critères entrent en considération lors du choix de l'emballage.

En premier lieu, le matériau doit être choisi avec soin selon le mode de conservation (surgelé, réfrigéré, température ambiante), la quantité finale de vide (total ou partiel), la résistance mécanique (notamment pour le tirage au vide), la résistance au chauffage et à l'humidité, l'imperméabilité au gaz et la compatibilité avec un traitement par micro-ondes.

Les caractéristiques produit doivent être déterminées avec précision avant de concevoir l'emballage, puisque cette conception est fonction de paramètres tels que le taux de remplissage, la teneur en eau (pour évaluer les nécessités d'évacuation de vapeur), la formulation du produit, la méthode de réalisation de l'assemblage, etc.

D'autre part, l'emballage doit être thermorésistant. Le produit subit une pasteurisation, et même si les micro-ondes ne chauffent pas directement l'emballage, la chaleur du produit en cours de traitement se transmet par conduction et fait monter la température du matériau constitutif de l'emballage. Celui-ci se doit donc de résister à une certaine température, selon les paramètres du process. Le matériau utilisé pour le traitement par micro-ondes doit être adapté au produit et au process en termes de puissance, dimensions, capacités d'exploitation et pilotage, afin d'assurer un chauffage aussi uniforme que possible. Des éléments métalliques ne peuvent pas être inclus dans l'emballage.

Enfin un système d'évacuation de vapeur doit être intégré à l'emballage, pour éviter tout risque d'explosion du produit, comme expliqué ci-dessus. Ce système d'évacuation doit aussi assurer l'effet inverse, c'est-à-dire le retour à l'étanchéité une fois le traitement thermique terminé, pour éviter une recontamination. Cet élément est la contrainte majeure à prendre en compte lors de la conception d'un emballage. Depuis une quinzaine d'années, diverses solutions ont été développées par des industriels. Cependant, ces solutions sont adaptées à deux types d'usages différents : les techniques utilisées pour la cuisson industrielle et celles destinées à la cuisson domestique par le consommateur.

*La troisième partie du travail a consisté à « cartographier » le tunnel.*

Aucun des essais réalisés n'a permis de mettre au jour une homogénéité de cuisson dans le tunnel à micro-ondes. Cependant, des réglages permettent de l'améliorer :

- ⇒ charger le plus possible la cavité de produit ;
- ⇒ uniformiser la puissance pour tous les générateurs ;
- ⇒ placer 2 barquettes d'eau en amont et en aval des bacs à eau encadrant le chargement pour que l'allumage et l'extinction des générateurs soient optimaux ;
- ⇒ aligner les colonnes avec les arrivées d'ondes dans le tunnel.

Malgré cela, des écarts allant jusqu'à 8°C existent d'une barquette à l'autre. La pose de volets sur les arrivées d'ondes dans le tunnel pour maximiser la dispersion, et donc l'homogénéité, a été décidée en accord avec le fabricant. L'installation des déflecteurs a permis de réduire considérablement les écarts de températures ayant été constatés au départ. Les mesures de température ont permis de déterminer les zones plus froides qui devront servir de référence pour la détermination des valeurs pasteurisatrices et des barèmes de pasteurisation. Une cartographie plus rigoureuse sera réalisée ultérieurement, mais ces premiers résultats constituent déjà une base de travail.

*Enfin, une dernière partie de l'étude a permis de réaliser une approche technico-économique de la technologie et de son impact social.*