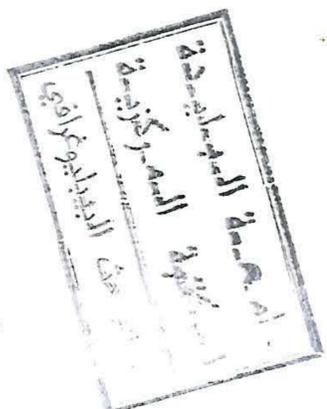


339 AGRO

339



N=65/02  
Agro

THE BRITISH LIBRARY



This document has been supplied by, or on behalf of, The British Library Document Supply Centre, Boston Spa, Wetherby, West Yorkshire LS23 7BQ United Kingdom

**WARNING:** Further copying of this document (including storage in any medium by electronic means), other than that allowed under the copyright law, is not permitted without the permission of the copyright owner or an authorised licensing body.

contrats (légumes, semences, etc.) permettent également de sécuriser le revenu des agriculteurs à la condition de garantir l'adaptation des structures d'exploitations, notamment par la possibilité d'irriguer les cultures, gage de régularité des productions. Dans les productions de légumes, Pau-Euralis a augmenté sa capacité de production et de transformation de 13 % au sein de la Société Sud-Ouest (SOL) par l'arrivée d'une quatrième usine traitant les haricots verts.

● **DU PRODUCTEUR AU CONSOMMATEUR**

Les coopératives sont naturellement bien placées pour convenir avec les agriculteurs qui sont également leurs sociétaires des modes de production qui permettent de garantir au consommateur des produits sûrs et de qualité. Ainsi, Pau-Euralis s'est engagé dans une politique de déve-

loppement de la traçabilité tant en production de maïs dans le respect de l'environnement que dans la mise en marché de produits sous labels ou de provenance garantie. L'objectif est de s'appuyer sur les atouts climatologiques et agronomiques du Sud-Ouest et sur les images fortes des productions régionales : vins, foie gras, poulets labels, jambon de Bayonne et porc au grain, Bœuf Blond d'Aquitaine. Ainsi, le groupe est engagé dans les démarches relatives à l'obtention des indications géographiques protégées dont la prochaine concerne les canards à foie gras du Sud-Ouest et investit dans des outils industriels, notamment en poulets labels (abattoir Cauzzi, prise de participation dans Ronsard).

● **UNE POLITIQUE D'ALLIANCE**

Fidèle à une philosophie qui s'exprime depuis 20 ans par le partenariat construit avec Géant

Vert et Bonduelle dans le domaine de production légumière, le groupe Pau-Euralis développe des alliances afin de garantir d'importantes critiques suffisantes pour assurer une présence efficace sur les marchés et réduire les coûts des productions agricoles.

Au cours de l'exercice 97/98, le groupe s'est renforcé autour désormais, de sept coopératives du Sud-Ouest de la France<sup>(1)</sup> qui travaillent en synergie dans l'intérêt des producteurs, a consolidé son alliance avec Limagrain et Rhône Poulenc dans le domaine de la recherche en biotechnologies et a conclu un accord dans le domaine de la transformation des volailles avec Copagri.

(1) Coop de PAU, CAD, COOPASSO, les silos du Mirandais, CELPA, CODEGERS, FIL 86.

**SOLLEN PREMIÈRE MARGARINE 100 % TOURNESOL**

Jusqu'à présent les margarines dites « eu Tournesol » ne contenaient pas uniquement du tournesol, mais étaient composées d'un mélange d'huiles provenant de différents végétaux ; tournesol, bien sûr, mais également colza, palme ou coprah. Résultat : le consommateur se perdait dans les compositions compliquées peu explicites.

Il manquait sur le marché une margarine vraiment simple, vraiment claire 100 % Tournesol, ST IVEL VEDIAL l'a inventée et l'a baptisée SOLLEN 100 % TOURNESOL.

SOLLEN 100 % TOURNESOL a été conçue pour donner aux consommateurs de margarine l'envie de redécouvrir la margarine au Tournesol, cœur de marché de la margarine.

ST IVE VEDIAL a ainsi créé une formule unique et une procédé de fabrication pour obtenir une margarine 100 % Tournesol qui revendique son origine et ses avantages « du cœur de la nature au cœur de votre santé ».

**UN PROCÉDÉ DE FABRICATION SPÉCIFIQUE, POUR UN PRODUIT UNIQUE**

L'élaboration de SOLLEN 100 % Tournesol a nécessité la mise au point d'un procédé de fabrication nouveau, associant deux huiles de tournesol ; une huile de tournesol classique et une huile de tournesol intérestérifiée. C'est une dernière qui donne au produit sa texture et son onctuosité.

**SOLLEN UNE MARGARINE PURE, 100 % TOURNESOL**

Margarine allégée à 60 % de matières grasses, SOLLEN 100 % tournesol répond aux attentes du consommateur en termes d'image, de santé et de naturalité. Ces valeurs sont générées

par le tournesol, dont l'imaginaire riche reste encore incomplètement exploité.

La teneur naturelle en vitamine E et en acides gras essentiels de l'huile de tournesol confère à SOLLEN 100 % tournesol, de véritables atouts forme et santé.

**SOLLEN AU CŒUR DE LA NATURE AU CŒUR DE NOTRE SANTÉ UNE MARQUE ET DES SYMBOLES ÉVOCATEURS**

Le nom SOLLEN évoque le soleil et la nature. La marque est appréciée par 72 % des consommateurs interrogés par Consultest.

Afin d'énoncer clairement ses bénéfices, SOLLEN s'appuie sur des graphismes évocateurs :  
- le cœur, évocateur de santé, bien-être et forme,  
- le papillon, évocateur de légèreté et de nature,  
- la fleur de tournesol puisque SOLLEN est composée à 100 % de tournesol.

L'emballage adopte un bleu original, contrastant volontairement avec les tons orangés du tournesol. Un ensemble visible et facilement repérable en linéaire !

**UN PRODUIT COMPRIS ET ADOPTÉ PAR LES CONSOMMATEURS**

Lors des tests réalisés par Consultest auprès d'un panel de 250 consommateurs, 94 % d'entre eux ont apprécié SOLLEN 100 % Tournesol en dégustation. Parmi les principaux critères de satisfaction, les consommateurs ont retenu :

- l'aspect beurrier,
  - le goût frais,
  - la consistance onctueuse... de SOLLEN.
- 81 % des consommateurs de Sollen ont apprécié le décor de l'emballage pour ses couleurs et son graphisme.



**EMBALLAGES : À CHAQUE CIBLE SA FORME ET SON GRAMMAGE**

Pour répondre aux besoins de tous, familles et célibataires, SOLLEN 100 % Tournesol est proposée en deux formats de barquette plastique :

- la barquette rectangulaire de 500 grammes, classique et rassurante, destinée à une consommation familiale et en cuisine,
- le tout nouveau pot rond de 250 grammes qui séduira les petits consommateurs par son esthétisme et fera « sensation » à table !

**SOLLEN 100 % TOURNESOL, POUR UNE UTILISATION QUOTIDIENNE**

SOLLEN 100 % Tournesol se prête à tous les besoins quotidiens :

**- utilisation à cru.**

Parce qu'elle contient des protéines de lait, SOLLEN 100 % Tournesol développe un goût discret et très frais, en plus elle se tartine facilement dès la sortie du réfrigérateur.

**- Utilisations en cuisson.**

SOLLEN 100 % Tournesol permet la cuisson de tous les plats et la confection de pâtisseries.

## ÉTUDE DE LA CUISSON DE DEUX PRODUITS MODÈLES APPERTISÉS

Patrick AMEYE\* et Laurent BOUCHER\*\*

### RÉSUMÉ :

Le traitement thermique de stérilisation est un élément majeur du process de fabrication des conserves, déterminant pour la qualité des produits appertisés. Une étude de la cuisson des produits en différents points d'un emballage métallique permet d'évaluer leur comportement, en fonction de la Valeur Stérilisatrice appliquée et de la température de régime utilisée. L'étude a été menée sur deux produits de type conducteur et mixte, de composition biochimique homogène.

Le choix de la température optimale de traitement dépend du type de produit et de la Valeur Stérilisatrice fixée. La cuisson d'un aliment conducteur simple sera limitée et homogène en travaillant avec des températures de régime comprises entre 116 et 121 °C, selon la Valeur Stérilisatrice choisie. Par contre, pour un produit mixte, ce résultat sera obtenu en travaillant plutôt à des températures élevées, de l'ordre de 130 °C.

L'ensemble des expériences effectuées permet de visualiser l'importance du choix de la température lors d'un traitement de stérilisation, pour optimiser la cuisson des produits et donc garantir la meilleure conservation possible de leurs qualités organoleptiques.

### 1. INTRODUCTION

Le traitement thermique d'appertisation a une influence prépondérante sur la qualité des aliments. La connaissance des produits, de leur origine, des conditions de transformation et du process utilisé permet de mettre au point des barèmes de stérilisation optimisés assurant la stabilité des conserves. L'influence des différents paramètres du traitement thermique sur la cuisson reste relativement méconnue. En effet, un nombre très restreint d'études est

consacré à la cuisson des aliments appertisés, en particulier concernant l'hétérogénéité observée au sein des emballages.

Cette étude a donc pour objet de déterminer les relations entre température de traitement, Valeur Stérilisatrice, et cuisson, selon le type de produit considéré, qu'il soit conducteur ou mixte. L'objectif ultime consiste à pouvoir déterminer, par exemple pour une Valeur Stérilisatrice fixée, à partir de connaissances issues de produits modèles, la température de traitement thermique idéale à adopter, selon le degré de cuisson désiré en différents endroits du produit.

Dans cet article, sont traités deux produits alimentaires simples, choisis comme modèles des comportements conducteur et mixte. De nombreuses expérimentations ont été effectuées dans une gamme de températures de stérilisation et de Valeurs Stérilисatrices à cœur représentatives des traitements appliqués usuellement en conserverie.

### 2. GÉNÉRALITÉS

La cuisson et l'efficacité stérilisante d'un produit lors de son traitement thermique sont définies par des valeurs représentatives de la destruction d'un micro-organisme ou d'une molécule dont les caractéristiques de thermorésistance (D et Z) sont connues.

#### 2.1. La Valeur Stérilisatrice

La Valeur Stérilisatrice est une durée de traitement thermique, exprimée en minutes, à une température de référence, qui permet la destruction d'une certaine quantité d'un micro-organisme de référence.

La température de référence utilisée pour caractériser la Valeur Stérilisatrice correspond à une température ayant un effet létal sur les micro-organismes sous leur forme sporu-

lée, c'est-à-dire leur forme de résistance à la chaleur. La température de référence, reconvenue dans le monde entier, est de 121,1 °C. Cette valeur provient de la conversion en degrés Celsius de la valeur de 250° Fahrenheit, utilisée aux Etats-Unis.

Pour les produits appertisés non acides, le micro-organisme retenu comme référence correspond au germe présentant la thermorésistance la plus élevée parmi les espèces pathogènes, sous une forme sporulée est *Clostridium botulinum* (D121,1°C = 0,25 mn; Z = 10 °C), responsable de l'intoxication botulinaire.

La Valeur Stérilisatrice, que l'on écrit également Fo ou VS est définie par la formule suivante :

$$F_0 = VS = \int_0^t 10^{\frac{T-121,1}{10}} \cdot dt$$

- T : température du produit au temps t (en °C)  
- t : temps en minutes

La VS représente donc la somme des Valeurs Stérilисatrices partielles accumulées au cours du traitement thermique, dépendantes de l'évolution de la température au point critique du produit.

Ce point, ou zone critique, où la VS est mesurée, est l'endroit du produit qui s'échauffe le plus lentement lors d'un traitement thermique.

#### 2.2. Les Valeurs Cuisatrices

La cuisson permet de développer les qualités organoleptiques des aliments (couleur, flaveur, texture,...) en provoquant un ensemble de modifications physiques et chimiques. Le barème appliqué à un produit doit être suffisant pour atteindre la cuisson désirée, mais doit également éviter un chauffage trop important ayant pour conséquence une dégradation des qualités de l'aliment par surcuisson. Il apparaît donc nécessaire de minimiser les effets négatifs dus à une surcuisson. C'est pourquoi on estime les modifications...

\*Technicien Technologiste

\*\*Ingénieur de Recherche

venant en fonction du temps et de la température, par la Valeur Cuisatrice.

On admet que la plupart des modifications qualitatives des produits au cours de la cuisson suivent, comme la destruction des micro-organismes, une courbe logarithmique. On utilise donc de la même façon les paramètres D et Z. Le temps de destruction thermique D peut être défini de deux façons différentes selon le type de modifications prises en compte :

- pour des modifications appréciées par un jury (par exemple en analyse sensorielle), une échelle de notation est utilisée et D correspond au temps nécessaire à une température donnée pour passer de la note la plus élevée à la plus basse.

- pour des modifications pouvant être mesurées (quantité de Vitamine B1, viscosité...), D correspond au temps nécessaire, à une température donnée, pour diviser par 10 la valeur mesurée.

Les valeurs les plus utilisées dans l'industrie sont le Z égal à 25 °C d'une part, correspondant à des dégradations des vitamines B1 et C, des pertes de couleur chez les végétaux, des aptitudes de cuisson sur des haricots secs, et le Z égal à 33 °C d'autre part, correspondant à des textures de viande. La température de référence couramment utilisée est de 100 °C. Par analogie au calcul de la Valeur Stérilisatrice, les Valeurs Cuisatrices (VC) sont définies par la formule suivante :

$$VC = \int_0^t 10^{\frac{T-T_r}{Z}} \cdot dt$$

- VC : Valeur cuisatrice en minutes
- T : température du produit à l'instant t
- Tr : température de référence (100 °C)
- Z : Augmentation de température permettant une réduction décimale de D (25 °C ou 33 °C)
- t : temps en minutes

Quelles que soient les valeurs de Z choisies, l'étude des Valeurs Cuisatrices prend tout son intérêt lorsque la cuisson est étudiée en différents points du produit, par exemple à cœur et en périphérie.

### 3. MATÉRIELS ET MÉTHODES

#### 3.1. Matériels

Il est nécessaire de travailler avec des matières premières de composition biochimique constante au cours des essais, et pré-

Le modèle choisi en tant que produit conducteur est de la compote de pommes, dont les caractéristiques physiques sont constantes quelle que soit la température.

Les produits alimentaires mixtes sont en général composés de plusieurs phases, et donc hétérogènes. Peu d'aliments liquides ou visqueux, homogènes, présentent une bonne stabilité à la température, car ils contiennent généralement des amidons ou des auxiliaires technologiques tels que les hydrocolloïdes dont la structure se modifie au cours du traitement thermique.

Le modèle choisi en tant que produit mixte est une préparation à base de coulis de tomates, qui répond aux exigences de stabilité physique désirées.

Le conditionnement choisi pour l'étude est d'un format très courant. Les essais ont été effectués dans des boîtes cylindriques métalliques d'une capacité de 850 ml (99 mm de diamètre, 118 mm de hauteur).

La hauteur du remplissage est constante, pour les deux modèles, soit :

- 825 grammes de compote de pommes
- 770 grammes de la préparation de coulis de tomates

Ceci représente dans tous les cas un volume identique de 780 ml, et une hauteur de remplissage de 103 mm, soit un espace de tête de 10 mm.

Afin d'évaluer l'évolution de la température en différents points des emballages, des sondes thermocouples filaires sont utilisées, reliées à une centrale d'acquisition des données, elle-même reliée à un ordinateur équipé du logiciel OPTIBAR\*.

Les produits sont traités thermiquement en autoclave statique à immersion, à la température de régime fixée, de façon à obtenir la VS à cœur désirée en fin de process. Au cours de ce traitement, les mesures de température aux diffé-

rents points permettent le calcul en temps réel des VS et VC acquises.

Les paramètres relatifs au déroulement du barème sont maîtrisés et constants (température initiale des produits, allure du chauffage et du refroidissement, remplissage de l'autoclave...).

### 3.2. Méthodes

#### 3.2.1. Choix des points de mesure dans le produit

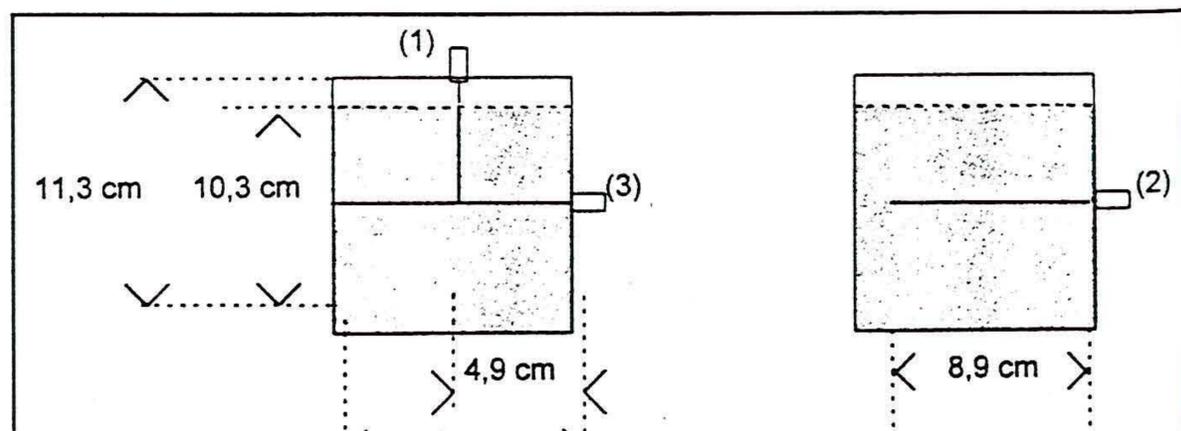
Afin de déterminer l'hétérogénéité de température dans les produits lors d'un traitement thermique, il est nécessaire de mesurer ces températures en différents points, afin de calculer les Valeurs Cuisatrices et Stérilisatrices acquises.

Le point de mesure de la VS objective est fixé, pour le produit conducteur, au point le plus froid, c'est-à-dire au cœur de la boîte. Les autres sondes sont placées à la même hauteur de boîte. Afin de mettre en évidence les différences entre le produit conducteur et le produit mixte, les mêmes points de mesure sont utilisés dans les deux cas, bien que le centre géométrique de la boîte ne corresponde pas au point le plus froid du produit mixte. Différentes expériences ont permis de déterminer trois points de mesure révélateurs des hétérogénéités observées dans les boîtes (figure 1).

Ainsi, pour chaque essai effectué, deux échantillons sont instrumentés, sur lesquels sont répartis les trois points de mesures suivants :

- à cœur du produit (1)
- à 82 % du rayon de la boîte (2), ce qui représente la limite externe d'un cylindre virtuel contenant 55 % du volume du produit.
- en périphérie de la boîte (3).

Le cylindre interne virtuel a été obtenu en préservant le rapport Hauteur / Diamètre du cylindre total du produit. La mesure à 82 % du rayon de la boîte correspond à la mesure en paroi de ce cylindre interne.



Les sondes (2) et (3) sont placées horizontalement afin de s'affranchir de tout risque de conduction thermique le long des sondes à proximité des parois.

### 3.2.2. Protocole d'expérimentation

Afin de caractériser la cuisson aux trois points de mesure, les VS à cœur choisies sont les suivantes : 4 minutes, 8 minutes, 12 minutes et 16 minutes.

Ces valeurs sont représentatives des traitements thermiques appliqués en production avec des autoclaves discontinus.

De même, les températures de régime sont conformes aux traitements industriels et correspondent aux valeurs suivantes : 110 °C, 115 °C, 120 °C, 125 °C, et 130 °C.

Les Valeurs Stérilisatrices et Cuisatrices en chaque point de mesure sont calculées. Seuls les essais pour lesquels la VS à cœur se situe dans un intervalle de plus ou moins 10 % par rapport à l'objectif sont retenus pour l'exploitation des résultats.

Plus le terme Z d'une Valeur Cuisatrice est élevé, plus les variations de cette Valeur Cuisatrice en fonction de la température sont faibles. Les phénomènes mis en jeu sont donc plus facilement mis en évidence en analysant les Valeurs Cuisatrices à Z faible. C'est pourquoi la Valeur Cuisatrice retenue lors de l'analyse des résultats est uniquement celle qui correspond à la dégradation de la vitamine B1 (Température de référence de 100 °C et Z de 25 °C).

Les valeurs mesurées permettent de créer des abaques illustrant les relations entre VS, VC, et températures de stérilisation, aux différents points du produit.

## 4. RÉSULTATS ET DISCUSSION

L'ensemble des résultats, pour les deux produits étudiés, permet de tracer des abaques de cuisson en fonction de la température, de la localisation, et de la VS. Ces courbes permettent de visualiser rapidement les phénomènes observés.

### 4.1. Modèle conductif

Les relations entre les VC en différents points du produit et la température de régime, pour les différentes VS objectives à cœur sont représentées sur l'abaque figure 2.

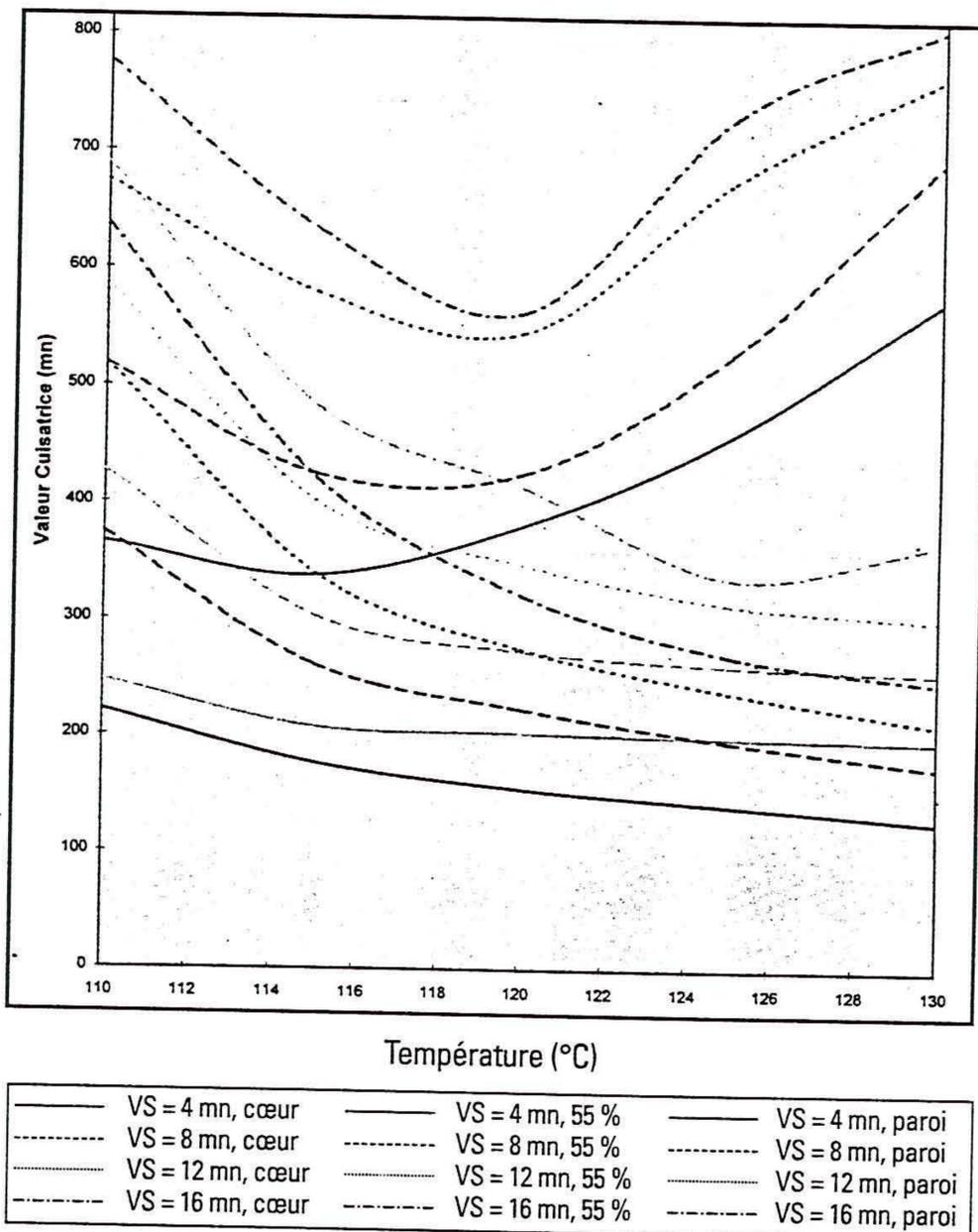


Figure 2 : Produit conductif : Evolution des VC (Tref : 100 °C, Z = 25 °C) en fonction de la température

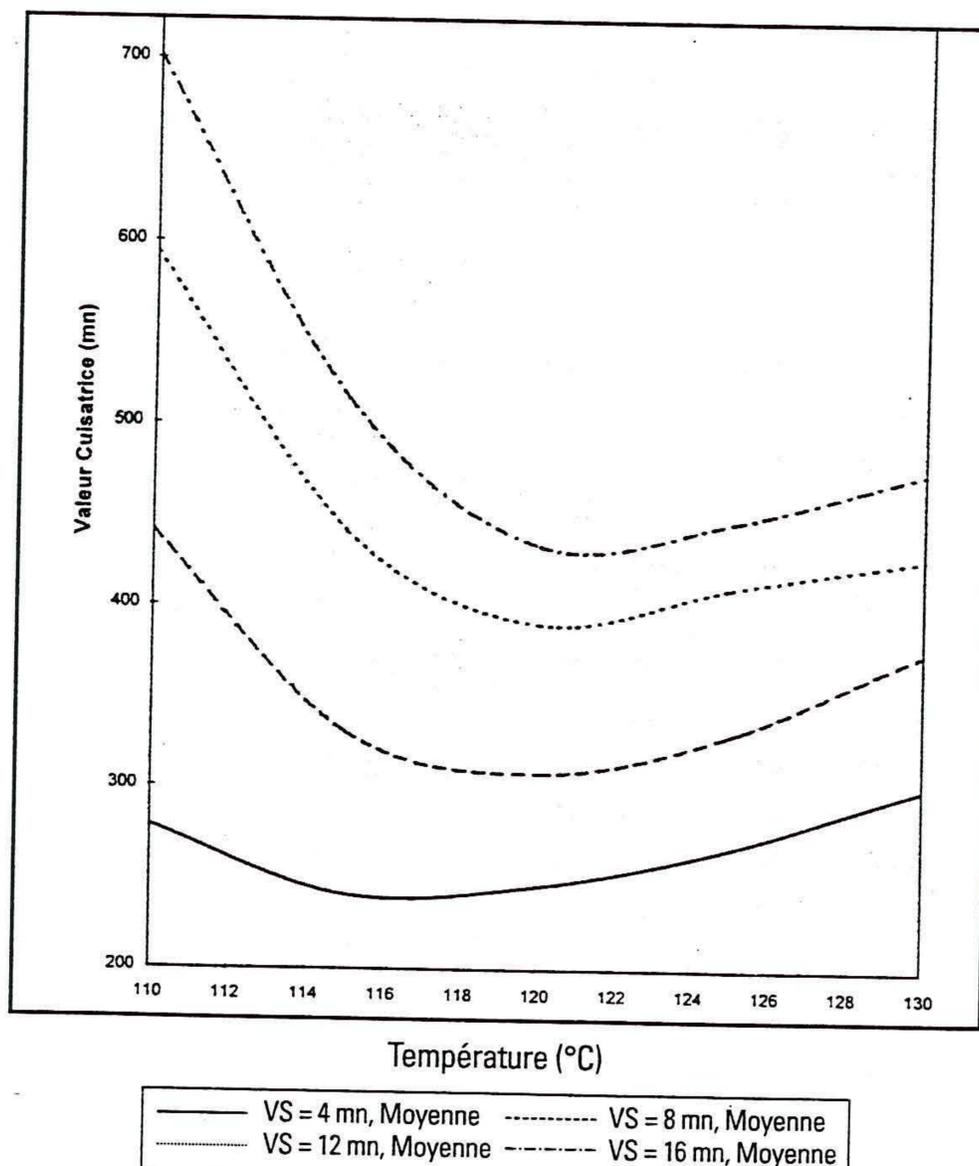
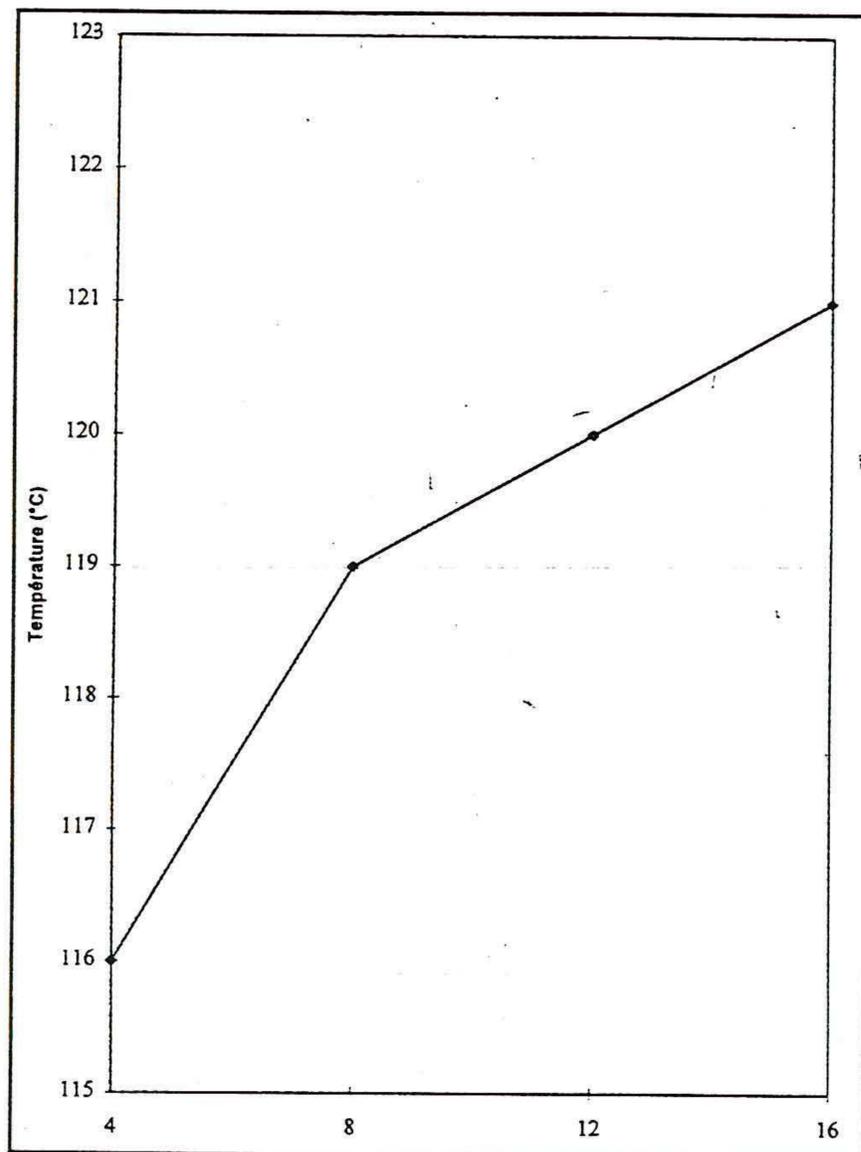
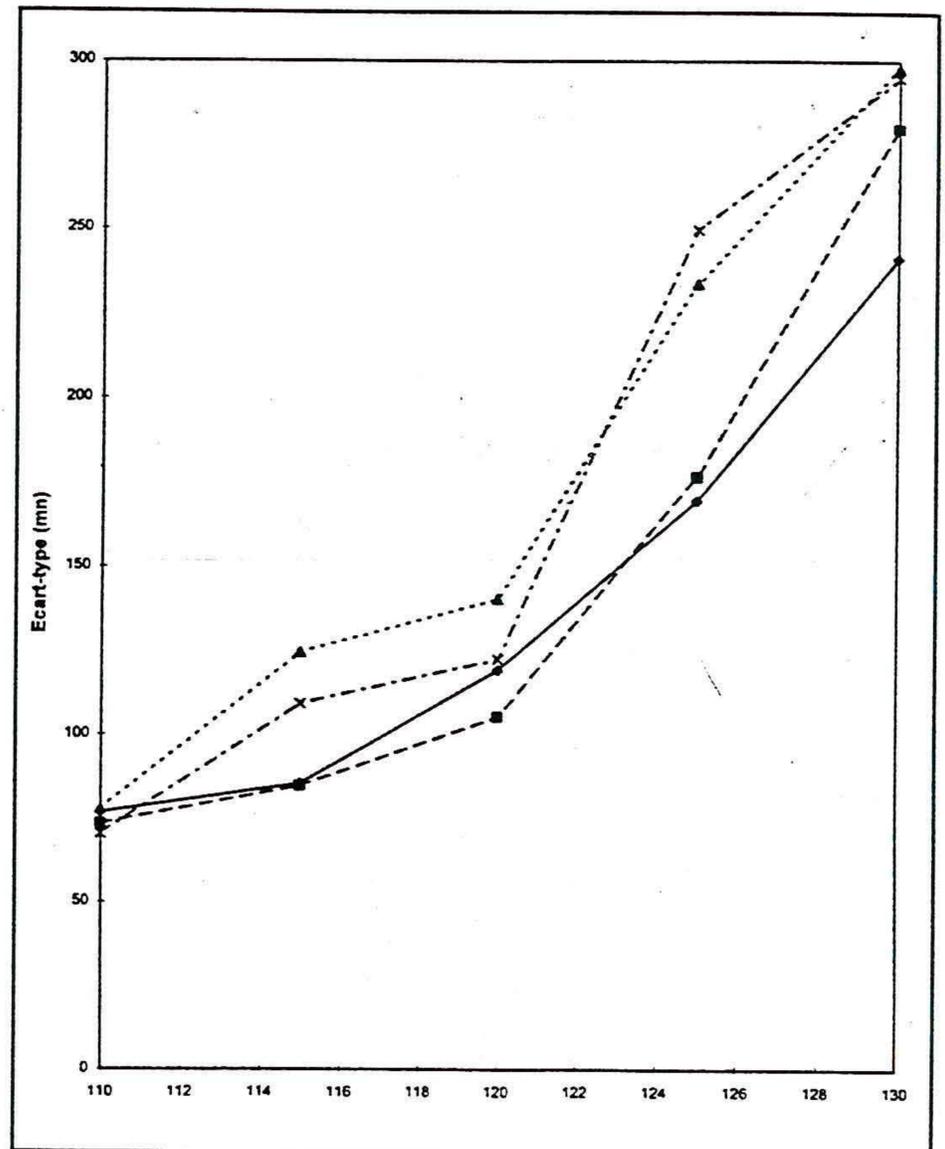


Figure 3 : Produit conductif Evolution des VC (Tref = 100 °C, Z = 25 °C) dans la masse moyenne du produit, en fonction de la température



VS à cœur (mn)  
—●— T optimale



—●— Ecart-type, VS = 4 mn —■— Ecart-type, VS = 8 mn  
—▲— Ecart-type, VS = 12 mn —x— Ecart-type, VS = 16 mn

Figure 4 : Produit conducteur : Température optimale = f (VS cœur)

Figure 5 : Produit conducteur Ecart-types des VC ( $T_{ref} = 100\text{ °C}$ ,  $Z = 25\text{ °C}$ , en fonction de la température

Pour une même VS à cœur, les VC à cœur varient en fonction de la température de stérilisation. Plus les températures de stérilisation sont élevées, plus les VC à cœur sont faibles. A 55 % du produit les phénomènes observés sont proches de ceux révélés au cœur du produit : les VC diminuent avec l'augmentation de température de régime.

En paroi, quelle que soit la VS à cœur, les VC diminuent tout d'abord, jusqu'à une température comprise entre 116 et 121 °C, avant d'augmenter fortement, lorsque la température s'élève jusqu'à 130 °C. Selon la VS à cœur, une température optimale permettant de minimiser la cuisson en paroi est observée. Celle-ci est égale à 120 °C et 121 °C respectivement pour les VS à cœur de 12 et 16 minutes, 119 °C pour une VS de 8 minutes, et 116 °C pour 4 minutes de VS. La figure 3 représente l'évolution de la VC moyenne dans la masse du produit (moyenne arithmétique de la VC en surface, à 50 % du

produit et à cœur) en fonction de la température, et permet de tracer la courbe 4 représentative de l'évolution de la température optimale permettant de limiter la cuisson moyenne du produit en fonction de la VS appliquée. Cette température optimale augmente en fonction de la VS.

La courbe 5 présente les écart-types de la VC moyenne en fonction de la température. Ceux-ci reflètent l'hétérogénéité observée dans le produit lors du traitement thermique. Plus la température de traitement augmente, plus les différences de cuisson au sein du produit sont importantes.

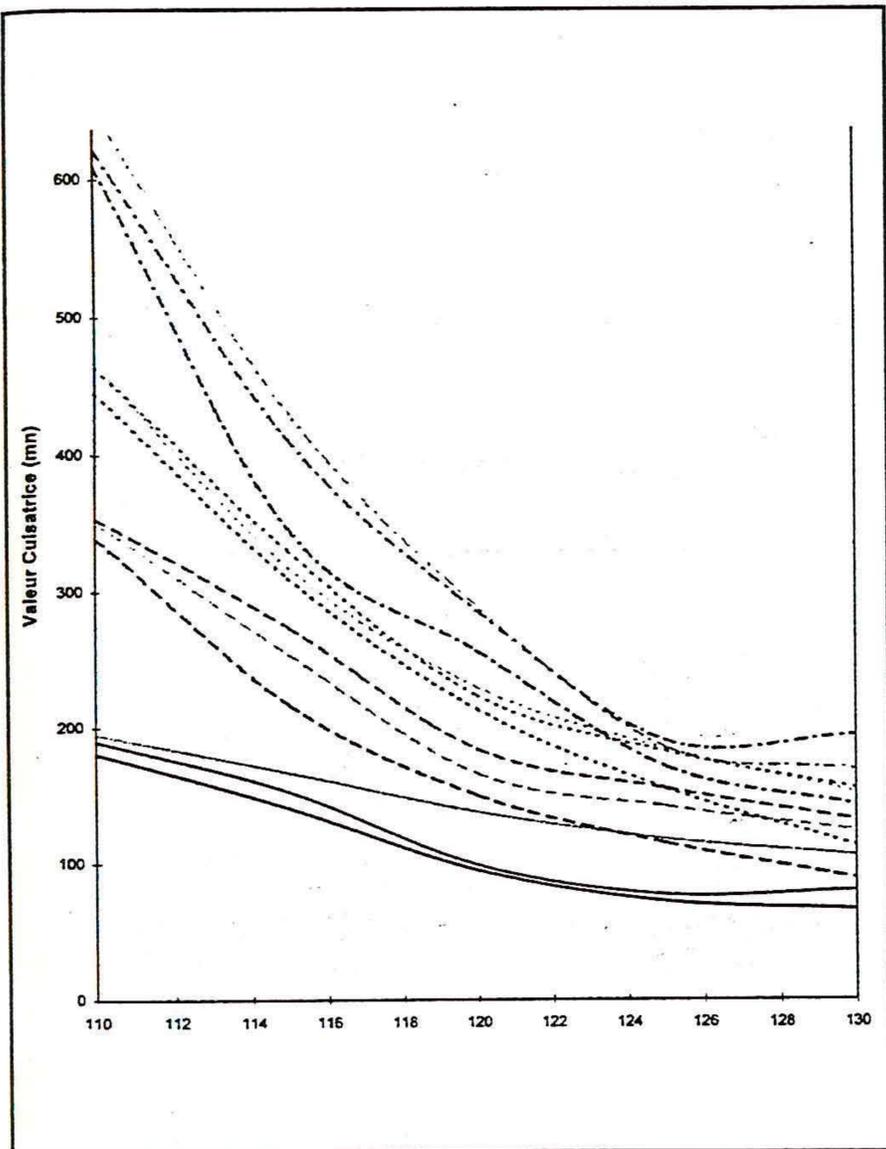
Quels que soient les profils de VC dans les produits, ces dernières augmentent toujours quand les VS à cœur, et donc les barèmes de stérilisation, augmentent.

Bien que les VC présentent de grandes différences entre elles, le comportement du produit est identique pour toutes les VS à cœur.

L'ensemble de ces résultats met en évidence l'intérêt de travailler à une température comprise entre 116 et 121 °C pour limiter la cuisson moyenne des produits conductifs, tout en préservant une homogénéité relative dans la masse. Par contre les traitements de type HTST (High température - Short time) ne sont pas adaptés à ce type de produits si l'homogénéité de cuisson est recherchée.

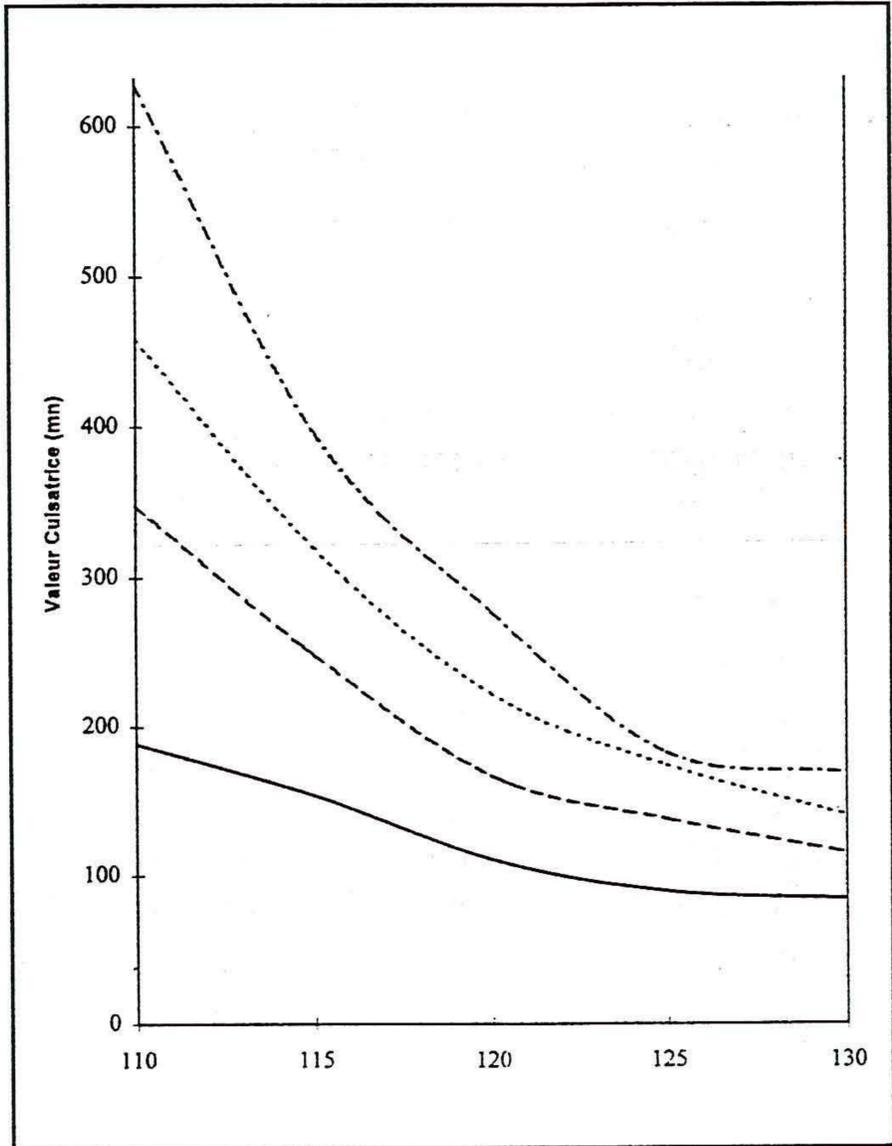
#### 4.2. Modèle mixte

Les relations entre les VC en différents points du produit et la température de régime, pour les différentes VS objectives à cœur sont représentées sur l'abaque figure 6. Les courbes des moyennes de VC dans la masse du produit sont présentées sur la figure 7. Compte tenu de leurs faibles valeurs, les écart-types sont indépendants de la température de traitement thermique; leur représentation graphique ne présente donc pas d'intérêt.



Température (°C)

— VS = 4 mn, cœur	— VS = 4 mn, 55 %	— VS = 4 mn, paroi
- - - VS = 8 mn, cœur	- - - VS = 8 mn, 55 %	- - - VS = 8 mn, paroi
· · · VS = 12 mn, cœur	· · · VS = 12 mn, 55 %	· · · VS = 12 mn, paroi
- · - VS = 16 mn, cœur	- · - VS = 16 mn, 55 %	- · - VS = 16 mn, paroi



Température (°C)

— VS = 4 mn, Moyenne	- - - VS = 8 mn, Moyenne
· · · VS = 12 mn, Moyenne	- · - VS = 16 mn, Moyenne

Figure 6 : Produit mixte : Evolution des VC (Tref = 100 °C, Z = 25 °C) en fonction de la température.

Figure 7 : Produit mixte Evolution des VC (Tref : 100 °C, Z = 25 °C) dans la masse moyenne du produit, en fonction de la température.

La VC est sensiblement égale en tout point pour une température de stérilisation donnée. Une homogénéité relative de la cuisson du produit caractérise donc ce produit mixte. Elle s'explique par les mouvements de convection dans ce produit lors du chauffage provoquant une répartition homogène de la chaleur.

La VC est inversement proportionnelle à la température de traitement. Plus la VS à cœur est élevée, plus la température de stérilisation a une influence sur la VC.

Pour une VS à cœur élevée, un traitement HTST permet de limiter la cuisson. Mais pour une VS faible, la cuisson diminue peu avec l'augmentation de température. Il n'est donc pas obligatoirement plus intéressant, dans ce dernier cas, de travailler à une température de régime élevée si l'on désire une cuisson faible.

Le modèle de comportement mixte présente une cuisson relativement homogène dans

l'emballage, quelles que soient la température de traitement thermique et la VS à cœur du produit. Cette cuisson est la plus faible pour les températures élevées à VS importante, mais quasi-équivalente quelle que soit la température à VS basse.

## 5. CONCLUSION

L'hétérogénéité de cuisson est modélisable, sur des produits de composition biochimique stable et homogène, par la mesure des Valeurs Cuisatrices en trois points d'un produit appertisé conditionné dans un format 1/1 : le centre, 82 % du rayon, ce qui représente 55 % du volume de produit, et la surface.

L'étude du comportement de deux produits modèles de type conducteur et mixte révèle l'importance de différents paramètres lors du traitement thermique. En effet, la température de régime utilisée et la Valeur

Stérilisatrice appliquée à cœur ont une influence primordiale sur la cuisson, différente en fonction du type de produit.

La cuisson à cœur d'un produit conducteur diminue quand la Valeur Stérilisatrice augmente, quelle que soit la température de traitement thermique appliquée.

Par contre, en surface de l'emballage, une température optimale de stérilisation, comprise entre 116 et 121 °C selon la Valeur Stérilisatrice à cœur désirée, permet de limiter la cuisson.

Si une cuisson faible et homogène est désirée, cette température optimale doit être appliquée. Les traitements de type HTST (High Temperature - Short Time) ne répondent pas à ces besoins.

Le produit mixte présente une cuisson relativement homogène dans son emballage, quelles que soient la température du traitement thermique et la Valeur Stérilisatrice appli-

quée. Si cette Valeur Stérilisatrice est faible, le choix de la température influence peu la cuisson, il n'est donc pas plus intéressant de travailler à basse température qu'à température élevée. Par contre, pour des Valeurs Stérilisatrices importantes, une température élevée permet de limiter la cuisson en tout point de l'emballage.

Plus que des grands principes sur les cuissons des produits appertisés, cette étude fournit des éléments intéressants concernant la relation entre température de barème, Valeur Stérilisatrice et cuisson, sur deux types de produits. Elle fournit à l'utilisateur, lors de la mise au point d'un barème de stérilisation, certains éléments pour la prise de décision sur le traitement thermique à adopter.

Elle est cependant relative à un conditionnement particulier, et à des modèles dont la composition

est la plus homogène possible. Les analyses ne peuvent donc pas être généralisées à tous les produits conductifs ou mixtes, mais sont révélatrices du comportement des aliments simples.

#### **BIBLIOGRAPHIE**

C.T.C.P.A., 1997. Barèmes de stérilisation pour aliments appertisés.

CHEFTEL H. et THOMAS G., 1963. Principes et méthodes pour l'établissement des barèmes de stérilisation des conserves alimentaires. BULLETIN No. 14, Paris.

HOLDSWORTH S.D., 1985. Optimization of thermal processing. A review. J. FOOD ENG. 4 : 89.

LAROUSSE J., 1991. La conserve appertisée, aspects scientifiques, techniques et économiques. Paris.

MANSFIELD T., 1962. High temperature-short

time sterilization. Proc. of Studies. INT. CONGRESS ON FOOD SCI. TECHNOL., London U.K. 4 : 311.

MICHIELS L. et THOMAS G., 1978. Intervention au 7<sup>e</sup> congrès de la conserve, Tunis, Tunisie 10-13 oct. 1978.

OHLSSON T., 1980. Optimal sterilization temperatures for flat containers. J. FOOD SCI. 45 : 848.

SAGUY I. and KAREL M., 1979. Optimal retort temperature profile in optimizing thiamine retention in conduction type heating of canned foods. J. FOOD SCI. 44 : 1485.

YAMAGUCHI K. and KISHIMOTO A., 1976. In-package high-temperature short-time sterilization of foods packaged in retortable pouches. Presented at International Conference of Prevention of Spoilage through Packaging, Munich, Germany.

## **FOURNISSEURS DE MATÉRIELS DESTINÉS AUX INDUSTRIES AGRO-ALIMENTAIRES**

**SOYEZ PRÉSENTS CHAQUE MOIS DANS IAA**

**EN APPARAISSANT AU**

**RÉPERTOIRE DES FOURNISSEURS**

**(voir pages 141 à 146)**

**SOUS LES RUBRIQUES QUE VOUS SOUHAITEZ**

1 rubrique : 2 450 F - 2<sup>e</sup> à 5<sup>e</sup> rubrique : 2 050 F - à partir de la 6<sup>e</sup> : 1 650 F

# APPLICATIONS DU CHAUFFAGE OHMIQUE A LA STABILISATION DE PRODUITS COMPLEXES AVEC PARTICULES

Par François ZUBER - Centre Technique de la Conservation des Produits Agricoles - Dury

## RESUMÉ

Le chauffage ohmique direct, nouvelle technologie de traitement thermique continu pour les produits visqueux avec particules, présente des avantages pour la stabilisations HTST de produits alimentaires divers, en limitant la cuisson apportée aux produits. Elle trouve en particulier une application dans la fabrication de nouveaux plats cuisinés, aux qualités organoleptiques améliorées.

Cet article a pour vocation de faire découvrir cette technologie, et de présenter quelques résultats d'essais réalisés par le C.T.C.P.A. et l'U.T.C., en Picardie.

## 1. INTRODUCTION

Le C.T.C.P.A., dans son rôle d'appui technique et de recherche pour ses ressortissants conserveurs, s'est toujours attaché à améliorer les technologies traditionnelles d'appertisation, en particulier à travers les travaux menés sur l'optimisation des barèmes de stérilisation.

Une autre de nos missions est également d'expérimenter et de faire découvrir de nouvelles technologies pour la stabilisation des aliments. Notre collaboration privilégiée avec l'Université Technologique de Compiègne, précurseur de la recherche en France sur la technique du chauffage ohmique, et l'intérêt marqué depuis plusieurs années par nos ressortissants, nous ont conduits à étudier les applications de cette technique à la stabilisation des aliments.

Le soutien financier de nos partenaires régionaux en Picardie, et leur souci de coordonner efficacement la recherche dans cette région, nous ont permis la création d'un pôle de recherche et de compétence en chauffage ohmique, concrétisé par l'achat d'un pilote performant, implanté au C.T.C.P.A. sur le site d'AMIENS.

Ce court article a pour vocation de faire découvrir cette technologie de stabilisation thermique, ses avantages, ses potentialités, et de présenter quelques travaux qui ont été réalisés par le C.T.C.P.A. dans le cadre de la recherche collective.

## 2. LE CHAUFFAGE OHMIQUE GÉNÉRER LA CHALEUR AU SEIN DU PRODUIT

### 2.1. Les traitements thermiques traditionnels et leurs limites

La plupart des technologies de traitements thermiques utilisées en industries alimentaires utilisent un transfert, ou échange, de chaleur à travers une paroi chaude en contact d'un côté avec l'aliment, de l'autre avec un fluide chauffant, ou encore une surface chauffée électriquement.

Cette technologie traditionnelle s'applique aussi bien en statique : conserve traditionnelle où la paroi de transfert est l'emballage final de l'aliment, qu'en continu : échangeurs à plaques, échangeurs tubulaires ou à surface raclée, etc..

Un transfert efficace de chaleur nécessite obligatoirement l'entretien d'un gradient de température suffisant entre la paroi chaude et l'aliment. Ce gradient peut générer, dans certains cas, une température excessive côté produit, avec des risques de surcuisson locale, croûtage, caramélisation, etc. En outre, la température ne décroît pas rapidement lors d'un arrêt machine, ce qui augmente fortement ces effets indésirables.

Le deuxième point incontournable de telles technologies est la pénétration et la répartition de la chaleur au sein même du produit, qui reste tributaire des lois de conduction ou de convection thermique.

La chaleur, en pénétrant relativement lentement lorsque la viscosité est élevée et/ou que

le produit contient de grosses particules denses, comme c'est souvent le cas pour les produits alimentaires élaborés, génère un effet de cuisson plus ou moins parasite, qui se superpose à l'effet stérilisant ou pasteurisant recherché.

Ainsi, pour cuire et stériliser à cœur des morceaux de viande ou de légumes dans une sauce, il est souvent nécessaire d'appliquer à la phase continue un traitement thermique très excessif, afin d'apporter la chaleur au cœur de chaque morceau.

La cuisson (modifications de textures, d'arômes, nutritionnelles, etc..) peut être favorable et recherchée dans certains cas, mais elle est souvent considérée comme un effet secondaire gênant dont il faut s'accommoder ou au moins limiter la portée, en particulier sur la texture des produits.

Ce couplage "forcé" entre stérilisation et cuisson peut être évité pour des produits liquides sans particules ou avec très petites particules (lait, jus de fruits, sauces lisses, compotes, etc..) en pratiquant des traitements thermiques HTST en échangeurs : Les paramètres de thermorésistance des micro-organismes par rapport aux cinétiques de cuisson sont en effet favorables à l'emploi de hautes températures.

Dans le cas de produits plus visqueux, et/ou contenant des particules, des solutions récentes ont été proposées pour limiter le gradient de température de paroi, par exemple les échangeurs tubulaires dits "à passage de courant" : le tube où circule l'aliment est chauffé électriquement par effet Joule, et donc sans fluide chauffant.

Une autre solution séduisante est l'utilisation des micro-ondes pour générer la chaleur au sein du produit sans passer par une paroi chaude. La réalisation technique de tels équipements est cependant fort complexe, en partie à cause de la géométrie très particulière à