



## Nouvelles technologies d'agitation pour le traitement thermique des conserves

### La technologie Shaka® permet de réduire les durées de cycle de stérilisation par une agitation par secousse

Ecrit par : François ZUBER<sup>(1)</sup>, Sébastien HEDIN, Maëlle VIGNERON (Centre Technique de la Conservation des Produits Agricoles)

(1) pour tout contact : François Zuber, CTCPA, Site Agroparc, ZA Aéroport, BP 21203, 84911 Avignon cedex 9 ; [fzuber@ctcpa.org](mailto:fzuber@ctcpa.org)

#### Résumé :

Les industriels de l'agroalimentaire sont toujours en recherche de procédés qui garantissent la sécurité sanitaire du produit tout en améliorant ses propriétés organoleptiques. Dans ce cadre, le CTCPA a travaillé sur une évaluation des nouvelles technologies d'agitation pour le traitement thermique des conserves en autoclave. Un programme de recherche a permis de comparer l'impact de la technologie Shaka® de l'équipementier Stériflow à un traitement en autoclave rotatif conventionnel. Huit matrices alimentaires ont été traitées et leur traitement optimisé, dont deux produits à base de viande (saucisses lentilles et sauce bolognaise). Elles ont été choisies pour la diversité des comportements à la stérilisation (sensibilité à la surcuisson, aux chocs mécaniques, ...). Texture, couleur et viscosité ont été analysées à chaque fois pour comparer quantitativement l'impact des deux procédés. Ce projet dégage clairement l'intérêt d'une agitation de type Shaka® pour améliorer la qualité organoleptique des produits. En accélérant la montée en température, le procédé permet de diminuer le temps de cycle global de stérilisation / de pasteurisation et d'en réduire sa valeur cuisatrice tout en atteignant une valeur stérilisatrice comparable au traitement par autoclave rotatif. L'étude a montré aussi qu'il était indispensable de prendre du temps pour optimiser les paramètres clés du traitement (température, temps de traitement, fréquence et pas d'agitation) pour tirer profit au maximum de l'innovation technologique apportée. Cette étude est un exemple des programmes de recherche menés par le CTCPA pour la filière conserve, qui cherche toujours, sans compromis sur l'innocuité des produits, à optimiser ses traitements thermiques sur les plans organoleptiques, nutritionnels et économiques (via la réduction des temps de cycle).

**Le CTCPA a mené un programme de recherche sur les autoclaves à agitation Shaka®. En agitant le produit, cette technologie accélère les transferts thermiques et limite les phénomènes de surcuisson excessifs parfois constatés sur les technologies classiques, qui se traduit par une amélioration des qualités organoleptiques des produits. Huit matrices différentes (dont les saucisses lentilles et la sauce bolognaise) ont été testées pour mettre en évidence les points forts et limites de cette innovation.**

#### Introduction

Les matériels de stérilisation doivent faire face à l'évolution des exigences liées au process. L'analyse de l'évolution des propositions actuelles de matériels de stérilisation apparaît comme un élément clef pour les industriels de la conserve pour actualiser l'offre technologique notamment à la vue des nouveaux systèmes de stérilisation incluant des dispositifs d'agitation innovants.

Une première approche dans la caractérisation des matériels de stérilisation à agitation effectuée en 2006 a montré qu'il est possible de réduire significativement la durée des cycles de traitement thermique tout en

respectant la Valeur Stérilisatrice appliquée à cœur qui garantit la sécurité sanitaire du produit.

Cette réduction des cycles s'accompagne d'une préservation de la qualité des produits et d'une réduction tout à fait notable de la valeur cuisatrice, référence utilisée pour quantifier les modifications organoleptiques ou nutritionnelles provoquées par la cuisson. Les résultats obtenus ont montré qu'il est possible d'améliorer la texture, la couleur et probablement les qualités gustatives (non testé) des produits finis avec une stérilisation rapide en autoclave même si des optimisations de process (température de

traitement et / ou vitesse d'agitation) doivent être effectuées, en particulier dans le cas de produits fragiles.

Cette étude a tout particulièrement mis en avant les potentialités de la technologie SHAKA® (Fabricant Steriflow), au système d'agitation longitudinal sur les qualités des produits finis. Cette deuxième phase de

programme visait à compléter l'approche déjà effectuée en testant l'effet de la technologie « Shaka » sur des emballages souples (doy-pack) et sur d'autres matrices alimentaires, en faisant varier les paramètres qui semblent déterminants pour ce procédé : température et vitesse d'agitation. Un comparatif est aussi réalisé avec une autre technologie de stérilisation en régime d'agitation : le système rotatif « end over end ».

## 1. Principe de l'innovation Shaka®

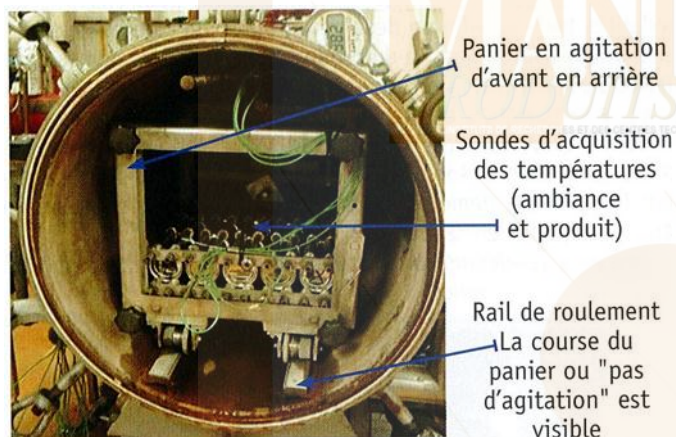


Photo 1 : Vue intérieure du pilote d'autoclave Shaka( R) utilisé pour les essais

Les produits traités thermiquement dans l'emballage (en autoclave ou en stérilisateur continu) doivent atteindre une température cible à cœur du produit pendant un temps donné (barème temps / température) ; le temps de montée en température varie en fonction de la taille du conditionnement et du mode d'échange thermique au sein du produit (conductif / convectif), qui joue de manière importante sur l'homogénéité du traitement. Le principe de l'agitation Shaka® est simple : établir une forte agitation des produits préemballés durant leur traitement thermique pour imposer une convection forcée dans les emballages et ainsi diminuer le temps de montée en température à cœur d'un produit liquide, semi liquide avec particules, ou pâteux. Le système d'agitation Shaka ® permet de réaliser des secousses d'avant en

arrière d'un panier d'autoclave avec une fréquence pouvant atteindre par exemple 180 coups / minute. La longueur du pas des secousses est ajustable de 0 à 200 mm pour le pilote utilisé dans ce projet de recherche.

L'ensemble des essais a été réalisé avec un pas de 150 mm, déterminé par l'équipementier et jugé favorable pour le type de matrice alimentaire envisagé. Le fluide chauffant utilisé par ce pilote est de la vapeur + air. Les boîtes ½ hautes sont installées dans le panier en position couchée, le grand axe suivant la direction du déplacement du panier, afin d'obtenir l'effet d'agitation maximum. Il est préférable de laisser un espace de tête, même faible, dans les conditionnements pour permettre une bonne agitation.

## 2. Quelques exemples de résultats expérimentaux

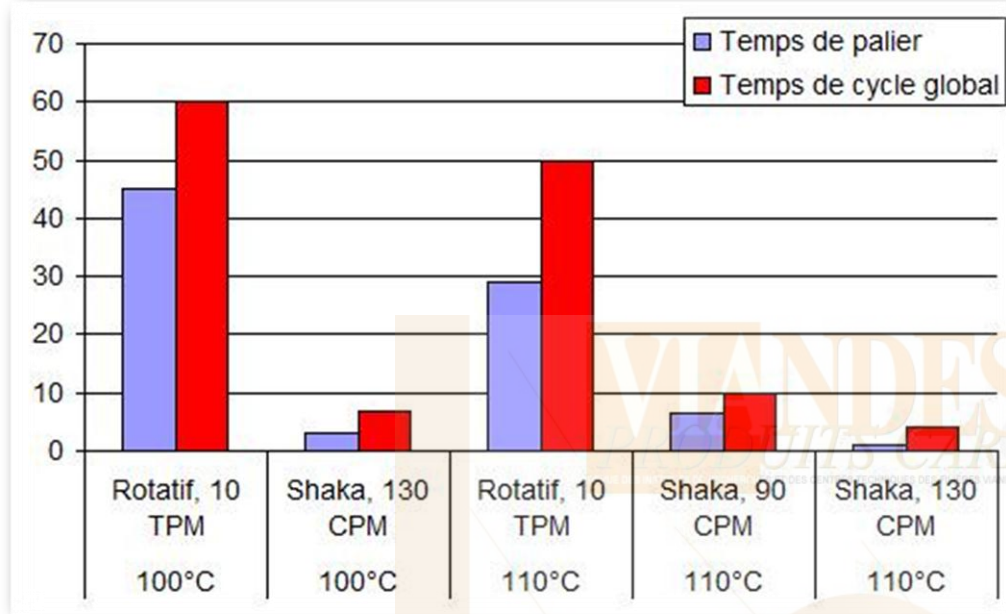
Huit matrices alimentaires ont été testées sur cet équipement pilote : La sauce béchamel, la ratatouille, les petits pois, la sauce bolognaise, les saucisses

lentilles, les champignons, la soupe et les brocolis. Nous vous proposons de découvrir ici les résultats obtenus sur des produits avec viande.

### 2.1. La sauce bolognaise conditionnée en boîte ½ haute

L'objectif de traitement thermique de la sauce bolognaise est fixé entre 30 & 40 minutes de Valeur Pasteurisatrice (produit acide), deux températures de traitement sont testées : 100°C & 110°C. Les différentes agitations testées sont les suivantes :

10 tours par minute (rotatif) ; 90 & 130 coups par minutes (Shaka). Le graphique suivant présente pour chacun des process testé le temps de palier ainsi que le temps de cycle global nécessaires à l'obtention des valeurs pasteurisatrices objectives.

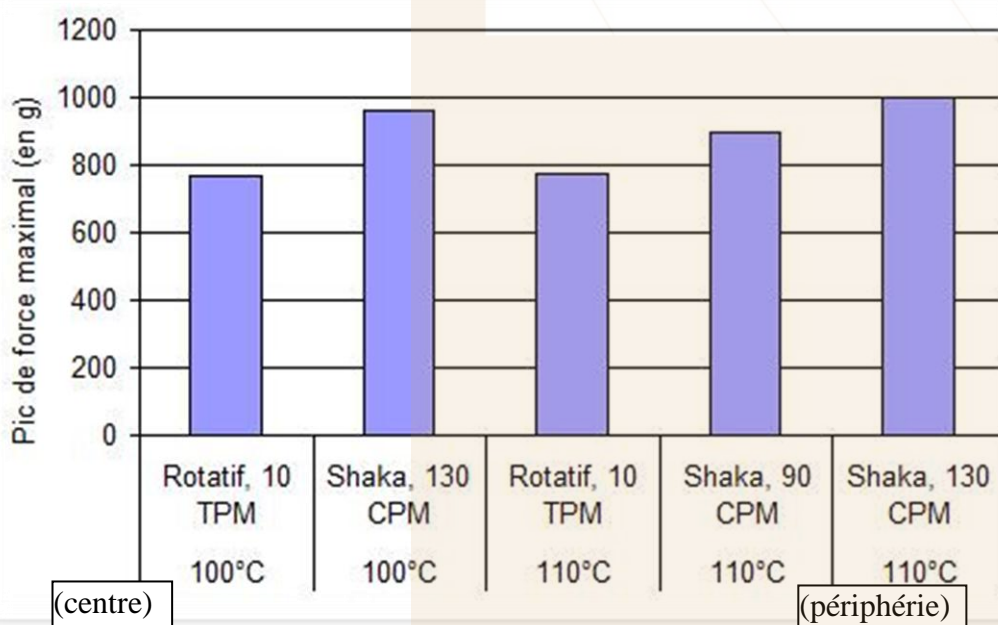


**Graphique 1 : Comparaison des temps de palier et temps de cycle global de chacun des process sur la sauce bolognaise, pour un même objectif de 30 à 40 minutes de Valeur Pasteurisatrice à cœur**

Afin d'obtenir la Valeur Pasteurisatrice cible, pour un traitement à 100 °C, le temps total de cycle avec un traitement thermique en rotation atteint 60 minutes. Cette durée est réduite à 7 minutes avec la technologie Shaka. Cela représente une déduction du temps de cycle total d'un facteur 8,5. A 110 °C, la réduction observée est de : 50 minutes en technologie avec rotation, à 4,2 minutes seulement en technologie Shaka,

soit une réduction d'un facteur 12. L'effet de cette réduction du temps de barème peut également être apprécié par une analyse qualitative du produit.

Le graphique ci-après présente les mesures effectuées sur la sauce bolognaise : mesure de texture des carottes.



**Graphique 2 : Analyses de texture des morceaux de carottes de la sauce bolognaise, selon le type de process**



## Optimisation du modèle de transfert par simulation par rapport aux données expérimentales

La réduction du barème s'accompagne d'une préservation (non statistiquement significative) de la fermeté des carottes.

### 2.2. Les saucisses lentilles conditionnées en sachet Doy-pack®

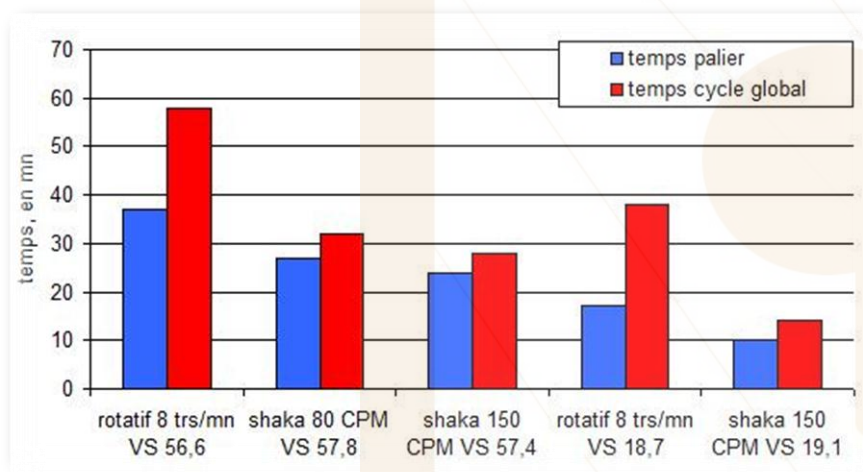
Les objectifs de traitement thermique pour les saucisses-lentilles sont fixés à 20 et 60 minutes de Valeur Stérilisatrice, la température de traitement est fixée à 125°C.

Les différentes agitations testées sont les suivantes :

- rotatif : 8 tours par minute (process industriel usuel de référence)
- shaka : 150 cpm (CUT) / 150 cpm (palier) /150 cpm refroidissement,

- shaka : 80 cpm (CUT) / 80 cpm (palier) / 80 cpm refroidissement,

Le graphique suivant présente pour chacun des process testé le temps de palier ainsi que le temps de cycle global nécessaires à l'obtention des valeurs stérilisatrices objectives à cœur. Les courbes de traitement thermique enregistrées au cours des essais sont présentées en annexe 9.



**Graphique 3 : Comparaison des temps de palier et temps de cycle global de chacun des process**  
**Remarque : le temps de cycle global est calculé jusqu'à un refroidissement de 60°C à cœur.**

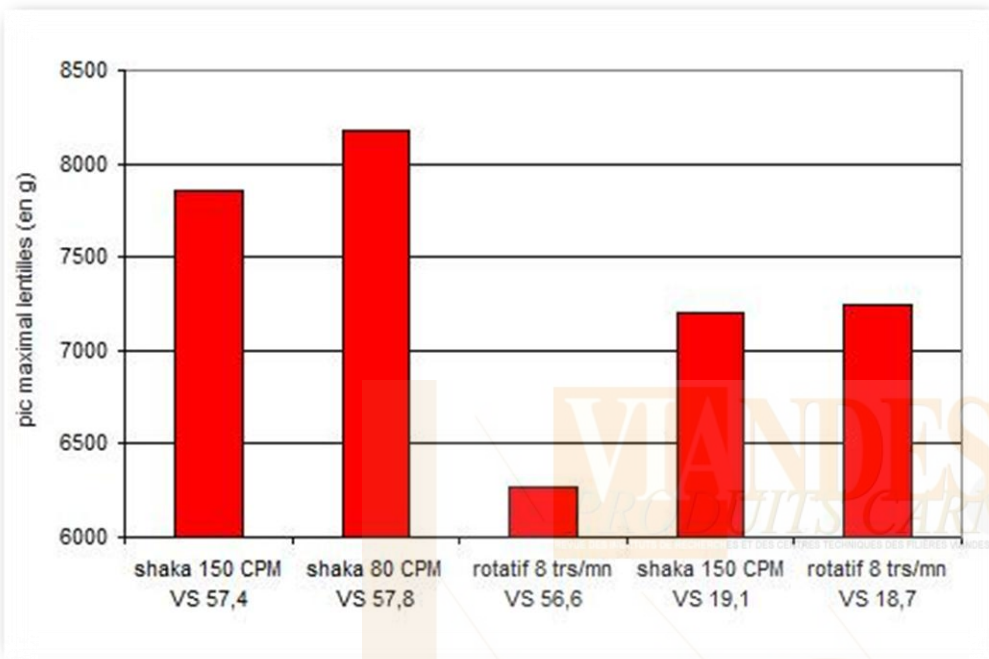
### Intérêt et exploitation des simulations numériques pour le calcul de barèmes optimisés de type traitement thermique à température variable.

Afin d'obtenir une Valeur Stérilisatrice cible moyenne voisine de 57 minutes, le temps de palier (maintient à 125°C) avec un traitement thermique classique en rotation, atteint 37 minutes. Cette durée est réduite à 27 minutes ou 24 minutes avec la technologie Shaka, pour une agitation de 80 coups par minute ou 150 coups par minute, respectivement. Cette réduction de durée du palier, d'un facteur de 1,4 à 1,5 est encore accentuée si l'on considère le temps de cycle total incluant montée en température, palier à 125°C puis refroidissement. Pour une Valeur Stérilisatrice cible moyenne voisine de 19 minutes, le gain en durée sur le cycle total est ainsi :

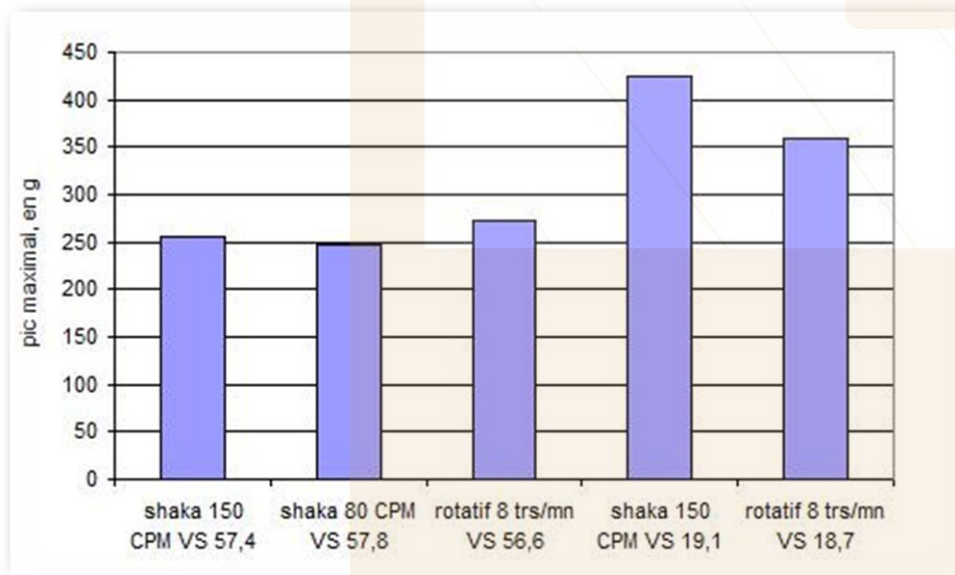
de 38 minutes pour un process classique, à 15 minutes avec le procédé Shaka à 150 coups par minute, soit un gain d'un facteur 2,5.

L'intérêt d'une telle réduction de durée de cycle total en termes de productivité industrielle est tout à fait remarquable. La durée totale du cycle thermique (immobilisation de l'autoclave) est très souvent le point limitant les quantités qu'il est possible de fabriquer par jour sur ligne en conserveries. A capacité identique par charge d'autoclave, la Technologie Shaka permet d'augmenter significativement la productivité, si l'amont de ligne (fabrication, conditionnement) peut absorber cette cadence double.

Les graphiques suivants présentent les analyses de texture et de couleur réalisés sur les différentes modalités testées.



Graphique 4 : Analyses de texture des lentilles selon le type de process



Graphique 5 : Analyses de texture des saucisses selon le type de process

Concernant la fermeté des lentilles, aucune différence notable n'est observée en tendance entre les deux technologies pour une Valeur Stérilisatrice cible de 19 minutes.

Pour le process le plus sévère (Valeur Stérilisatrice de 57 minutes à cœur), le procédé classique dégrade fortement la fermeté des lentilles (surcuisson). Le procédé Shaka, en limitant la durée du cycle, réduit la

valeur cuisatrice appliquée, et préserve mieux la texture du produit si l'agitation n'est pas trop intense. Le meilleur compromis entre productivité et qualité semble être une agitation de 80 coups par minutes

La fermeté des saucisses ne semble pas affectée par le process pour une stérilisation conférant une VS de 57 minutes à cœur, quelle que soit la technologie employée.

Le tableau ci-dessous présente les analyses de couleur sur lentille.

	<b>L*</b>	<b>a*</b>	<b>b*</b>	<b>SD L*</b>	<b>SD a*</b>	<b>SDb*</b>
<b>VS 57.4 ; Shaka 150 CPM, Moyenne de 20 mesures sur 2 boîtes</b>	34.91	5.66	6.85	0,25	0,85	1,78
<b>VS 57.8 ; Shaka 80 CPM, Moyenne de 20 mesures sur 2 boîtes</b>	37.83	6.35	8.54	0,28	0,74	0,22
<b>VS 56.6 ; Rotatif 8 Trs/min, Moyenne de 20 mesures sur 2 boîtes</b>	35.91	8.75	10.76	0,78	1,01	0,58
<b>VS 19.1 ; Shaka 150 CPM, Moyenne de 20 mesures sur 2 boîtes</b>	47.88	5.91	20.81	0,58	0,75	0,77
<b>VS 18.7 ; Rotatif 8 Trs/min, Moyenne de 20 mesures sur 2 boîtes</b>	35.47	7.17	7.05	0,12	0,35	1,04

*Tableau 1 : Mesure de couleur des lentilles selon le type de process*

	<b>L*</b>	<b>a*</b>	<b>b*</b>	<b>SD L*</b>	<b>SD a*</b>	<b>SDb*</b>
<b>VS 57.4 ; Shaka 150 CPM, Moyenne de 20 mesures sur 2 boîtes</b>	55.35	9.90	25.24	0,28	0,75	1,45
<b>VS 57.8 ; Shaka 80 CPM, Moyenne de 20 mesures sur 2 boîtes</b>	53.18	10.08	24.09	0,21	0,73	0,47
<b>VS 56.6 ; Rotatif 8 Trs/min, Moyenne de 20 mesures sur 2 boîtes</b>	50.18	1.35	25.04	0,78	1,51	0,78
<b>VS 19.1 ; Shaka 150 CPM, Moyenne de 20 mesures sur 2 boîtes</b>	55.30	9.16	24.19	0,18	0,77	0,57
<b>VS 18.7 ; Rotatif 8 Trs/min, Moyenne de 20 mesures sur 2 boîtes</b>	47.20	13.14	22	0,89	0,34	1,74

*Tableau 2 : Mesure de couleur des saucisses selon le type de process*

Peu de différences significatives sont décelées sur les couleurs des lentilles suite aux traitements thermiques effectués. On note toutefois une luminosité et une intensité de la couleur jaune plus conséquente sur l'échantillon shaka 150CPM, valeur stérilisatrice réelle de 19.1 minutes.

Concernant les saucisses, les écarts sont relativement faibles mais on constate que la luminosité est plus importante sur les échantillons traités avec le process Shaka quelle que soit la VS objective.

Ci-dessous les photos des produits fabriqués selon les différents process.



Photo 2 : Saucisses lentilles traitées en autoclave rotatif VS=60 minutes



Photo 3 : Saucisses lentilles traitées en autoclave Shaka®

VS = 20 min – 150 CPM / VS = 60 min – 150 CPM / VS = 60 min – 80 CPM

### 2.3. Retour sur les autres produits

Sauce béchamel : couleur et texture mieux préservées avec l'agitation Shaka®

Ratatouille : texture préservée des courgettes et aubergines, mais pour des vitesses d'agitation différentes

Petit pois : préservation du croquant

Champignons : temps de cycle réduit – pas de modification substantielle de la qualité

Brocoli en sauce blanche : les différents essais n'ont pas permis de préserver l'intégrité du légume.



## Conclusions

Les résultats obtenus avec le procédé d'appertisation avec agitation longitudinale Shaka® ont montré qu'il est possible de réduire significativement la durée des cycles de traitement thermique tout en respectant la valeur stérilisatrice à cœur des produits. Cette réduction des cycles s'accompagne d'une diminution de la valeur cuisatrice imposée aux produits qui se traduit par une meilleure préservation de la qualité des produits : texture, couleur, caractéristiques nutritionnelles.

Notre étude a mis en avant l'importance des optimisations de process afin de travailler sous le point

de rupture qui caractérise les valeurs des paramètres critiques (vitesse d'agitation, température de process) limites au-delà desquelles on commence à altérer les caractéristiques des produits les plus fragiles. Ceci est particulièrement vrai pour les plats cuisinés qui associent des légumes fragiles à une viande moins sensible à l'agitation.

Aujourd'hui, le procédé Shaka® commence son implantation en entreprise agroalimentaire, avec une arrivée très remarquée chez Régals du Touquet pour le traitement thermique de soupes de poissons en bocaux verre, présentées lors du salon IPA en 2010.