



# Maîtrise de la technologie de la fumée liquide - Partie II : étape 3 - comparaison du fumage traditionnel et du fumage par atomisation de fumée liquide

LEÏLA MEKHTICHE ET JEAN-LUC MARTIN

CTSCCV, 7 avenue du Général de Gaulle, 94704 Maisons-Alfort Cedex

## INTRODUCTION

Cet article est la suite de celui paru dans le *Bulletin de liaison du CTSCCV*, vol. 12, n°5, septembre-octobre 2002 (pp. 3-14). Il rend compte des résultats de la troisième étape de l'étude : comparaison du fumage traditionnel et du fumage par atomisation de fumée liquide. L'objectif de cette étape est de comparer les deux modes de fumage dans les conditions suivantes :

- mise en œuvre des barèmes de fumage équivalents, qui permettent d'obtenir une même couleur de surface (voir partie I : *Bulletin de liaison du CTSCCV*, vol. 12, n°5) ;
- comparaison des résultats obtenus sur des critères technologiques (rendement de fabrication, fermeté de la pâte), physico-chimiques (composition chimique des produits finis), microbiologiques (stabilité au cours de la conservation) et sensoriels.

## PROTOCOLE EXPÉRIMENTAL

### FABRICATION DES SAUCISSES

La formulation mise en œuvre est précisée dans le **tableau I**.

La préparation des saucisses est effectuée selon le procédé suivant :

- prébroyage du maigre et du gras à la grille de 8 mm ;
- fabrication de la pâte fine au cutter (Trijumelée MANHURIN) ;
- poussage de la pâte sous boyau collagénique de 20 mm de diamètre (poussoir sous vide VILLA) ;
- stockage des saucisses au froid et sous vide partiel, pour les conserver jusqu'à leur traitement.

Le traitement thermique (étuvage - fumage - cuisson) est réalisé dans une cellule THIRODE P40, équipée d'un générateur produisant la

fumée par pyrolyse, et d'un système d'atomisation de marque Tarber.

### BARÈMES DE TRAITEMENT THERMIQUE

Les barèmes de traitement thermique sont représentés dans le **tableau II** pour le niveau 1 et dans le **tableau III** pour le niveau 2.

Composants	%
Maigre d'épaule	47,0
Gras de bardière	30,0
Glace	20,0
Sel nitré (NaCl à 0,6% de nitrite de sodium)	1,7
Caséinate de sodium	1,0
Polyphosphates	0,3
<b>TOTAL</b>	<b>100,0</b>

**TABLEAU I.** Composition des saucisses.

# Maîtrise de la technologie de la fumée liquide - Partie II : étape 3 - comparaison du fumage traditionnel et du fumage par atomisation de fumée liquide

## PRÉSENTATION DES RÉSULTATS

Les différents modes de fumage sont symbolisés par leur lettre respective :

- fumage traditionnel : T ;
- atomisation de fumée liquide : code de la fumée (A, B ou C).

Chaque fumée liquide est comparée seulement avec le fumage traditionnel (aucune comparaison entre fumées liquides n'est réalisée).

## ANALYSES STATISTIQUES

Pour les critères technologiques, les analyses statistiques font appel au test de comparaison entre deux moyennes  $m_A$  et  $m_B$  observées sur deux échantillons de  $n_A$  et  $n_B$ , dont au moins un est petit ( $n < 30$ ) : voir partie I, *Bulletin de liaison du CTSCCV*, vol. 12, n°5, p. 9, paragraphe 2.1.3.

Pour les analyses microbiologiques et l'évaluation sensorielle, la méthode utilisée est précisée dans les chapitres correspondants.

## RÉSULTATS ET DISCUSSION

### RENDEMENT DE FABRICATION

Il est déterminé par le rapport du poids de saucisses après traitement thermique ( $P_1$ ) sur le poids de saucisses fraîches ( $P_0$ ) (exprimé en %) :

$$R (\%) = (P_1/P_0) \times 100$$

Les résultats obtenus sont présentés dans le **tableau IV**.

La différence de rendement entre les deux niveaux, quels que soient le mode de fumage et la fumée liquide, est logique : le niveau 2 correspond à un traitement thermique supérieur au niveau 1.

Quel que soit le niveau, les valeurs de  $t$  calculées par l'analyse statistique sont inférieures à la valeur théorique, pour les 3 fumées liquides.

Aucune différence significative n'est donc mise en évidence entre le fumage traditionnel et le fumage par atomisation, pour les trois fumées liquides étudiées. Toutefois, on peut noter une tendance à un rendement plus faible pour l'atomisation de

		Étuvage	Fumage	Cuisson	Refroidissement
<b>T</b> <sup>(1)</sup>	T (°C)	65	65	T = 72 °C HR = 100% t = 35 min	Douchage T = 15 °C HR = 100 % t = 5 min
	HR (%)	60	100		
	t (min)	20	10		
<b>A</b>	T (°C)	60	60		
	HR (%)	60	60		
	t (min)	30	5		
<b>B</b>	T (°C)	60	60		
	HR (%)	60	30		
	t (min)	20	21		
<b>C</b>	T (°C)	60	60		
	HR (%)	60	75		
	t (min)	30	5		

**TABLEAU II.** Barèmes de traitement thermique pour le niveau 1.

(1) La sciure de hêtre (Savour Hêtre, fournie par la société Parisienne de Sciure), est préalablement humidifiée à un taux de 20% pour assurer un fumage correct.

fumée liquide qui, si elle se confirmait sur un plus grand nombre de répétitions, ne serait pas négligeable.

### FERMETÉ DE LA PÂTE FINE

Les mesures de texture sont réalisées à l'aide d'une machine à traction compression INSTRON 6022, équipée d'un outil plat circulaire de 30 mm de diamètre. Les conditions de réalisation des mesures sont les suivantes :

- prélèvement d'un échantillon de 12 mm de diamètre et de 10 mm de hauteur ;
- chauffage à 80°C pendant 2 minutes ;
- compression à vitesse constante (100 mm/min) ;
- déplacement de la traverse correspondant à 80% de la hauteur de l'échantillon, soit 8 mm.

Les moyennes (mJ) d'énergie totale sont présentées dans le **tableau V**.

La différence de fermeté constatée entre les deux niveaux de fumage peut être expliquée par les résultats obtenus sur le rendement de fabrication : le rendement plus faible du niveau 2 correspond à des pertes matières (eau, gras) qui engendrent une plus grande fermeté.

Cette relation avec le rendement de fabrication n'est cependant pas complète. En effet, on constate des différences sur la fermeté, alors qu'il n'y

		Étuvage 1	Fumage 1	Étuvage 2	Fumage 2	Cuisson	Refroidissement
<b>T<sup>(1)</sup></b>	T (°C)	65	65			T = 72 °C HR = 100% t = 35 min	Douchage T = 15 °C HR = 100 % t = 5 min
	HR (%)	60	100	–	–		
	t (min)	20	40				
<b>A</b>	T (°C)	60	60				
	HR (%)	60	60	–	–		
	t (min)	30	25				
<b>B</b>	T (°C)	60	60				
	HR (%)	60	30	–	–		
	t (min)	20	28				
<b>C</b>	T (°C)	60	60	60	60		
	HR (%)	60	75	75	75		
	t (min)	30	10	10	10		

**TABLEAU III.** Barèmes de traitement thermique pour le niveau 2.

(1) La sciure de hêtre (Savour Hêtre, fournie par la société Parisienne de Sciure), est préalablement humidifiée à un taux de 20% pour assurer un fumage correct.

en a pas sur le rendement. Et d'autre part, un rendement élevé ne correspond pas forcément à une fermeté basse (cf. fumage traditionnel).

Les résultats obtenus permettent de tirer les conclusions suivantes :

- Pour les fumées liquides prises individuellement, seule la fumée C ne conduit pas à une différence significative de fermeté par rapport au fumage traditionnel, et seulement pour le niveau 1 ( $t < t$  théorique) ;
- Dans les 5 autres cas, les saucisses fumées par atomisation des fumées liquides sont significativement moins fermes que la référence traditionnelle ( $t > t$  théorique) ;
- La valeur moyenne de fermeté des saucisses fumées par atomisation de fumées liquides

correspond à une valeur significativement inférieure à la référence traditionnelle.

Par rapport aux caractéristiques recherchées sur ce type de produit (*knack* des saucisses pâte fine), ce résultat est donc défavorable aux fumées liquides. Cependant, il n'est pas confirmé par l'analyse sensorielle : aucune différence n'a alors été mise en évidence sur ce critère.

### COMPOSITION PHYSICO-CHIMIQUE

Les critères pris en compte sont les teneurs en lipides et en humidité et l'HPD (humidité du produit dégraissé) dont la valeur est calculée à partir des deux premières. La valeur du pH interne est également mesurée avant et après traitement thermique. L'analyse des résultats est basée sur le différentiel correspondant  $\Delta pH$ .

	Niveau 1		Niveau 2	
	T	t	T	t
<b>A</b>	94,7	0,2	93,7	0,1
<b>B</b>	93,9	0,3	91,8	0,4
<b>C</b>	93,7	0,3	92,7	0,3
<b>Moyenne fumées liquides</b>	94,1	-	92,7	-

**TABLEAU IV.** Moyennes des rendements de fabrication (%).  
Valeur théorique de  $t = 3,2$

	Niveau 1		Niveau 2	
	T	t	T	t
<b>A</b>	54,84	10,1	53,9	10,2
<b>B</b>	46,88	5,0	54,39	9,9
<b>C</b>	52,29	1,8	62,73	3,7
<b>Moyenne fumées liquides</b>	46,58	-	57,03	-

**TABLEAU V.** Moyennes de l'énergie totale de résistance de la pâte à la compression (mJ).  
Valeur théorique de  $t = 2,1$

# Maîtrise de la technologie de la fumée liquide - Partie II : étape 3 - comparaison du fumage traditionnel et du fumage par atomisation de fumée liquide

Au niveau des teneurs en humidité (**tableau VI**), l'analyse statistique ne met pas en évidence de différence significative entre l'atomisation des fumées liquides et le fumage traditionnel ( $t < t$  théorique).

On peut noter que l'humidité des saucisses de niveau 2 tend à être plus faible que celle des saucisses de niveau 1, ce qui correspond à la fois à un rendement de fabrication plus faible et à une fermeté de pâte plus élevée. Cette remarque ne tient pas si l'on prend en compte la teneur moyenne niveau par niveau : cette teneur est plus élevée pour les fumées liquides, alors que le rendement correspondant est plus faible.

En ce qui concerne les moyennes des teneurs en lipides (**tableau VII**), aucune différence n'est mise en évidence du point de vue statistique entre atomisation de fumée liquide et fumage traditionnel ( $t < t$  théorique).

De même, aucune tendance n'apparaît entre les deux niveaux de fumage. Pour chaque niveau, la moyenne des fumées liquides tend à être inférieure à la valeur obtenue pour le fumage traditionnel.

Ceci pourrait expliquer les résultats obtenus sur le rendement : les pertes matières sont surtout de l'humidité pour le fumage traditionnel, alors qu'elles sont surtout constituées de lipides pour l'atomisation de fumées liquides. L'aspect des saucisses après traitement thermique et les appréciations formulées lors de l'analyse sensorielle ne permettent pas de confirmer cette constatation.

## pH INTERNE DES SAUCISSES

Les mesures de pH à l'intérieur de la pâte n'indiquent aucun écart supérieur à 0,1 point, quels que soient le type et le niveau de fumage : aucun de ces deux paramètres n'a donc eu d'influence sur le pH au cours de notre étude.

## PHÉNOLS TOTAUX

Le dosage du taux de phénols totaux est effectué selon la norme NF V45-065 d'avril 1995, annexe C (méthode colorimétrique), sur des saucisses fumées broyées, avec boyau. Pour des raisons pratiques, les échantillons sont conservés à  $-18^{\circ}\text{C}$  avant dosage. Les résultats sont présentés dans le **tableau VIII**.

Globalement, on peut remarquer que :

- le taux de phénols totaux du niveau 1 est inférieur à celui du niveau 2 ;
- la quantité de phénols déposés dépend du type de fumée. Il est observé au niveau 2 que les taux de phénols totaux les plus élevés proviennent du fumage traditionnel et du fumage liquide C.

	Niveau 1		Niveau 2	
<b>T</b>	55,0	t	53,9	t
<b>A</b>	55,8	0,1	55,6	0,3
<b>B</b>	57,4	0,4	53,9	0,0
<b>C</b>	56,5	0,3	56,3	0,4
<b>Moyenne fumées liquides</b>	56,6	-	55,3	-

**TABLEAU VI.** Moyennes de teneur en humidité (%).

Valeur théorique de  $t = 3,2$

	Niveau 1		Niveau 2	
<b>T</b>	30,5	t	30,6	t
<b>A</b>	28,8	0,4	28,1	0,6
<b>B</b>	26,5	1,0	30,4	0,0
<b>C</b>	27,8	0,7	27,9	0,7
<b>Moyenne fumées liquides</b>	27,7	-	28,8	-

**TABLEAU VII.** Moyennes de teneur en lipides (%).

Valeur théorique de  $t = 3,2$

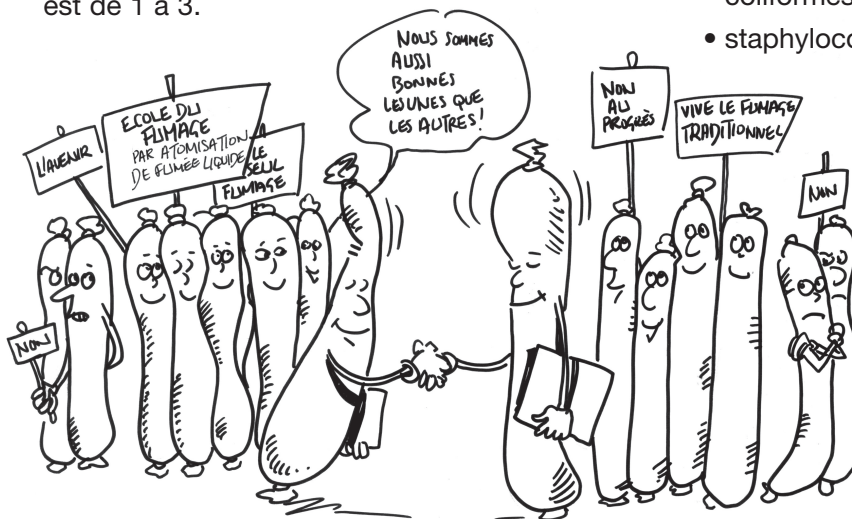
	Niveau 1	Niveau 2
<b>T</b>	1,87	4,33
<b>A</b>	0,70	1,83
<b>B</b>	1,35	2,75
<b>C</b>	0,91	3,34
<b>Moyenne fumées liquides</b>	0,99	2,64

**TABLEAU VIII.** Taux de phénols (mg/100 g de produit).

	Niveau 1			Niveau 2		
	J0	J12	J36	J0	J12	J36
<b>MAC 30°C</b>						
T	S	S	NS	S	S	S
A	S	S	NS	S	S	NS
B	S	S	NS	S	S	NS
C	S	S	NS	S	S	S
<b>Coliformes totaux</b>						
T	S	S	S	S	S	S
A	S	S	NS	S	S	NS
B	S	S	NS	S	S	NS
C	S	S	S	S	S	S
<b>Coliformes thermotolérants</b>						
T	S	S	S	S	S	S
A	S	S	S	S	S	S
B	S	S	S	S	S	S
C	S	S	S	S	S	S
<b>Flore lactique</b>						
T	S	S	-	S	S	-
A	S	S	-	S	S	-
B	S	S	-	S	S	-
C	S	S	-	S	S	-
<b>Flore pathogène</b>						
T	S	S	S	S	S	S
A	S	S	S	S	S	S
B	S	S	S	S	S	S
C	S	S	S	S	S	S

**TABLEAU IX.** Résultats des analyses microbiologiques - plan à 3 classes. S : résultat satisfaisant ; NS : résultat non satisfaisant

La relation entre la saveur et la couleur des saucisses fumées est basée sur le rapport carbonyles/phénols des fumées utilisées. Comme ce rapport est différent d'une fumée à l'autre, pour un même niveau de couleur de fumage, la saveur des saucisses est différente. Dans le cadre de cette étude, le rapport entre les fumées liquides est de 1 à 3.



**ANALYSES MICROBIOLOGIQUES**

Les critères pris en compte sont ceux de l'arrêté du 21 décembre 1979 :

- flore mésophile aérobie cultivant à 30°C (MAC 30) ;
- coliformes totaux ;
- coliformes thermotolérants ;
- staphylocoques à coagulase positive ;
- Clostridium ;
- salmonelles ;
- flore lactique.

Une analyse complémentaire portant sur la présence de *Listeria monocytogenes* est réalisée.

Le suivi de conservation est basé sur une durée de vie de 36 jours,

# Maîtrise de la technologie de la fumée liquide - Partie II : étape 3 - comparaison du fumage traditionnel et du fumage par atomisation de fumée liquide

en utilisant le scénario de validation de la DLC préconisé par la FICT (Fédération française des Industriels Charcutiers, Traiteurs et Transformateurs de Viandes), soit :

- 1/3 de la DLC à + 4°C (soit 12 jours) ;
- 2/3 de la DLC à + 8°C (soit 24 jours).

Les résultats des analyses microbiologiques sont interprétés selon le principe du plan à trois classes, même si le nombre d'échantillons pris en compte est insuffisant (n = 1 au lieu de 5 requis en principe).

Pour chaque critère, une valeur m est définie par l'arrêté du 21 décembre 1979 (en UFC/g) :

- MAC 30 :  $m = 3.10^5$  ;
- coliformes totaux :  $m = 10^3$  ;
- coliformes thermotolérants :  $m = 10$  ;
- flore lactique :  $m = 3.10^5$ .

Sur cette base, les valeurs obtenues sont qualifiées, critère par critère, de la façon suivante (**tableau IX**) :

- S** : résultat **satisfaisant** s'il est inférieur à 3m ;
- A** : résultat **acceptable** s'il est compris entre 3m et 10m ;
- NS** : résultat **non satisfaisant** s'il est supérieur à 10m.

Ces résultats montrent que la qualité microbiologique des saucisses est satisfaisante jusqu'à J12, quels que soit le mode et l'intensité de fumage. Des différences apparaissent à J36 : le fumage traditionnel et l'atomisation de la fumée C permettent d'obtenir des résultats satisfaisants.

Si on prend en compte les dénombrements, on constate une tendance à des valeurs plus faibles pour le fumage liquide, comme le montre le **tableau X**.

Il est difficile de trouver effectivement les raisons de cette rupture entre J12 et J36. Pour pouvoir obtenir des résultats plus fiables, un suivi de l'évolution de la contamination, à température constante et selon un intervalle d'analyse plus réduit (1 ou 2 jours par exemple), serait plus pertinent.

Globalement, les résultats obtenus ne permettent pas de conclure définitivement à une influence du mode de fumage sur la stabilité microbiologique des saucisses.

## ÉVALUATION SENSORIELLE

**La méthode** mise en œuvre a pour but de déterminer l'acceptabilité des deux types de fumage (traditionnel et liquide) par les consommateurs.

Le panel est constitué de 60 consommateurs "naïfs", adultes, mangeant du porc et appréciant le goût fumé.

**4 séries de saucisses** (fumage traditionnel + 3 fumages liquides) sont appréciées lors d'une même séance, sur la base d'un fumage de niveau 1 pour accentuer les éventuelles différences. Ce choix tient également compte des habitudes alimentaires parisiennes qui accordent plutôt la préférence aux produits peu fumés. Les saucisses sont consommées chaudes.

**Les questionnaires** sont basés sur une notation suivant une échelle non structurée de 0 ("Je n'aime pas du tout") à 10 ("J'aime vraiment beaucoup") pour les critères : appréciation de l'aspect, odeur et goût. Il est ensuite demandé aux consommateurs d'indiquer les raisons de leur notation à l'aide de 2 colonnes (qualités - défauts).

	Fumage traditionnel		Fumées liquides (résultat le plus défavorable)	
	Niveau 1	Niveau 2	Niveau 1	Niveau 2
<b>MAC 30°C</b>	41. 10 <sup>3</sup>	1. 10 <sup>3</sup>	<1.10 <sup>3</sup>	<1.10 <sup>3</sup>
<b>Coliformes totaux</b>	160	160	10	10
<b>Coliformes thermotolérants</b>	< 10	< 10	< 10	< 10
<b>Flore lactique</b>	95. 10 <sup>3</sup>	10	16. 10 <sup>3</sup>	< 10

**TABLEAU X.** Résultats des analyses microbiologiques - dénombrements à J12.



Les résultats de dégustation ont été analysés selon la méthode suivante :

- Une analyse de la variance à 2 facteurs est réalisée afin de mettre en évidence d'éventuelles préférences entre les saucisses de Francfort ;
- Lorsque l'analyse de variance fait apparaître des préférences significatives entre produits, un test de Newman-Keuls effectuée une comparaison multiple de moyennes.

Les résultats sont donnés sous la forme d'un tableau faisant apparaître :

- les moyennes et écarts-types des notes par produit ;
- F : la variable de Fisher issue de l'analyse de variance ;
- a : le seuil de signification ;
- le résultat du test de Newman-Keuls. Une même lettre attribuée à 2 produits signifie qu'il n'existe pas de préférence significative entre ces produits.

### ► Appréciation de l'aspect

Préférence significative au seuil de 5% (**tableau XI**) : les consommateurs ont significativement préféré l'aspect des saucisses A et B à celui des saucisses T et C.

### ► Appréciation de l'odeur

Aucune différence significative n'est mise en évidence quant à l'appréciation de l'odeur (**tableau XII**).

### ► Appréciation du goût

Aucune différence significative n'est mise en évidence par rapport à l'appréciation du goût (**tableau XIII**).

Globalement, les résultats de l'évaluation sensorielle ne mettent en évidence que de faibles différences d'appréciation : le seul cas concerne l'aspect des saucisses et le résultat est alors défavorable au fumage traditionnel et à l'une des fumées liquides.

	Moyennes	Écarts-types	Groupes homogènes
<b>A</b>	7,09	1,83	A
<b>B</b>	7,03	1,85	A
<b>T</b>	6,40	2,23	B
<b>C</b>	6,33	2,05	B

**TABLEAU XI.** Appréciation de l'aspect des saucisses.  
F = 3,85 ; a = 1,06 %

	Moyennes	Écarts-types
<b>B</b>	6,61	2,02
<b>T</b>	6,53	2,23
<b>A</b>	6,21	2,14
<b>C</b>	6,03	2,43

**TABLEAU XII.** Appréciation de l'odeur des saucisses.  
F = 1,21 ; a = 30,77 %

Produits	Moyennes	Écarts-types
<b>T</b>	6,51	2,52
<b>B</b>	6,49	2,34
<b>A</b>	6,38	2,43
<b>C</b>	5,73	2,70

**TABLEAU XIII.** Appréciation du goût des saucisses.  
F = 1,54 ; a = 20,66 %

## CONCLUSION

Cette phase de l'étude nous a permis de vérifier que les barèmes de traitement fumage-cuisson équivalents déterminés dans les deux premières étapes permettent d'obtenir des saucisses à pâte fine dont les caractéristiques sont comparables, quel que soit le mode de fumage mis en œuvre (traditionnel ou atomisation de fumée liquide).

Ces résultats mériteraient d'être consolidés par des essais complémentaires, qui permettraient d'augmenter le nombre de répétitions.

Nous pouvons cependant considérer que les barèmes de traitement thermique que nous avons étudiés sont équivalents : le fumage par atomisation de fumée liquide permet d'obtenir les mêmes résultats que le fumage traditionnel.