

African Food Tradition rEvisited by Research
FP7 n°245025

Start date of project: **01/09/2010**

Duration: **45 months**

Deliverable number: D3.1.2.2

Title of deliverable: Report on the changes of the product quality induced by unit operations of traditional Kong processes

Deliverable type (Report, Prototype, Demonstration, Other): Report

Dissemination level (PU, PP, RE, CO)*: PU

Contractual date of delivery: February 2012

Actual date of delivery: January 2014

Work-package contributing to the deliverable: WP3

Organisation name of lead contractor for this deliverable: UCAD

Authors: Nicolas AYEISSOU (ESP/UCAD), Thierry GOLI (CIRAD/MONTPELLIER), Mathilde BOUCHER (CIRAD), Julien RICCI (CIRAD/MONTPELLIER), Michel RIVIER (CIRAD/MONTPELLIER)

This document has been sent to:

The coordinator by WP Leader	Date: January 2014
To the Commission by the Coordinator	Date: January 2014

* PU: Public; PP: Restricted to other programme participants (including the Commission Services); RE: Restricted to a group specified by the consortium (including the Commission Services); CO: Confidential, only for members of the consortium (including the Commission Services)

Sommaire

Résumé	3
1 Introduction	4
2 Méthodologie globale.....	5
3 1 ^{er} Site de production: Seuty Ndiaré	6
3.1 <i>Présentation générale</i>	6
3.2 <i>Procédé traditionnel de fabrication du Kong fumé humide sur Seuty Ndiaré</i>	7
3.2.1 Diagrammes d'étapes	8
3.2.2 Résultats et discussion.....	16
3.3 <i>Procédé traditionnel de fabrication du Kong fumé sec sur Seuty Ndiaré</i>	19
3.3.1 Diagrammes d'étapes	20
3.3.2 Résultats et discussion.....	26
4 2 nd site de production : Yarakh.....	29
4.1 <i>Présentation générale</i>	29
4.1 <i>Procédé traditionnel de fabrication du Kong fumé sec sur Yarakh</i>	30
4.1.1 Diagrammes d'étapes	31
4.1.2 Résultats et discussion.....	41
4.2 <i>Procédé traditionnel de fabrication du Kong fumé humide sur Yarakh</i>	44
4.2.1 Diagrammes d'étapes	45
4.2.2 Résultats et discussion.....	51
5 Conclusion.....	54

Résumé

La qualité microbiologique et biochimique du Kong fumé dépend des paramètres du procédé de fabrication et apparaît ici comme étroitement liée aux différentes opérations unitaires appliquées au produit, en particulier aux opérations de fumage. La connaissance du procédé de fumage et de ses impacts est donc indispensable pour proposer des pistes d'amélioration à la fois des conditions d'élaboration et de la qualité et de la salubrité du produit fini. Dans cet objectif, deux procédés de fabrication (Kong fumé sec et humide) ont été étudiés sur deux sites de production distincts : l'un plus moderne et l'autre typiquement traditionnel. Conformément au livrable D3.1.2.1 (SOP for operational parameters regarding product quality), plusieurs paramètres chimiques et microbiologiques ont été suivis et mesurés tout au long du procédé. Ce rapport montre que quel que soit le procédé traditionnel appliqué (Kong fumé humide ou sec), on retrouve une forte concentration en HAPs au sein des produits finis ainsi qu'une forte teneur en amines biogènes. La qualité microbiologique du produit est satisfaisante lorsque le fumage est maîtrisé. Cependant, l'activité en eau du Kong fumé reste élevée ($a_w \approx 0,9$). Deux opérations unitaires ont été identifiées en tant que points critiques: l'étape d'éviscération/égouttage et le fumage. Leur maîtrise est en lien avec l'évolution des paramètres microbiologiques, de l'humidité du produit, ainsi que sa teneur en amines biogènes et en HAPs. Enfin, sur la base de ces constats, des pistes de réingénierie ont pu être proposées, tant pour développer des marchés locaux que pour satisfaire la demande extérieure.

1 Introduction

L'évaluation de la qualité microbiologique du Kong fumé préalablement effectuée sur des échantillons sénégalais prélevés sur des marchés (D1.2.5.2 Inventory of the technological flora and pathogenic germs in group2) a montré que 57% d'entre eux étaient de qualité non satisfaisante ; pour 3% de qualité raisonnable et 40% de qualité satisfaisante. Le traitement thermique étant intense (plusieurs heures d'exposition au rayonnement du foyer et léchage par un air à des températures dépassant 100 voire 200°C), une qualité bactériologique non satisfaisante indique certainement des conditions hygiéniques inappropriées après fabrication et/ou la mise en œuvre de matières premières corrompues.

Parmi la flore bactérienne détectée, certaines souches d'intérêt technologique ont été identifiées (au sein de la matière première et du produit fini). Le suivi de ces souches peut ici être utilisé pour comprendre le procédé de fumage, et identifier éventuellement des phases insoupçonnées jusqu'alors de fermentation.

D'un point de vue biochimique, il avait été constaté des a_w (Activité de l'eau) élevées, propices à une dégradation rapide hors chaîne de froid. Toutefois, 2 types de produits avaient été identifiés ; des produits « secs » ($a_w \approx 0,7$) et des produits dits « humides » ($a_w \approx 0,9$). Par ailleurs, les teneurs en résidus d'hydrocarbures cancérigènes (HAP) peuvent atteindre des valeurs excessives, laissant entrevoir la mise en œuvre de procédés mal maîtrisés.

Sur plusieurs aspects, la qualité du Kong fumé peut donc être mieux maîtrisée grâce à la connaissance du procédé de fumage et l'évaluation de l'impact des opérations unitaires correspondantes sur la qualité du produit fini. Ce livrable reprend dans les grandes lignes la méthodologie préconisée dans la SOP 3.1.2.1. pour réaliser le diagnostic technologique et décrire l'évolution de la qualité du produit induite par l'application de procédés traditionnels.

2 Méthodologie globale

La caractérisation des procédés a été réalisée à deux reprises pour chaque produit (Kong fumé sec et humide) sur deux sites de production : l'un plus moderne (« Seuty Ndiaré ») et l'autre typiquement traditionnel (« Yarakh »).

Conformément au deliverable D3.1.2.1 (SOP for operational parameters regarding product quality), plusieurs paramètres chimiques (activité de l'eau, HAPs, amines biogènes, phénols, lipides totaux) et microbiologiques ont été suivis et mesurés tout au long du procédé.

Pour ce faire, plusieurs échantillons ont été collectés pour analyses à diverses étapes du procédé, tel que précisé sur le figure 1 ci-dessous. Les questionnaires formalisés dans le deliverable D3.1.2.1 ont été utilisés sur le terrain pour mieux comprendre les procédés. Les éléments de réponse sont intégrés à la description des étapes rédigée ici par produit et par site, dans le souci d'en faciliter la lecture.

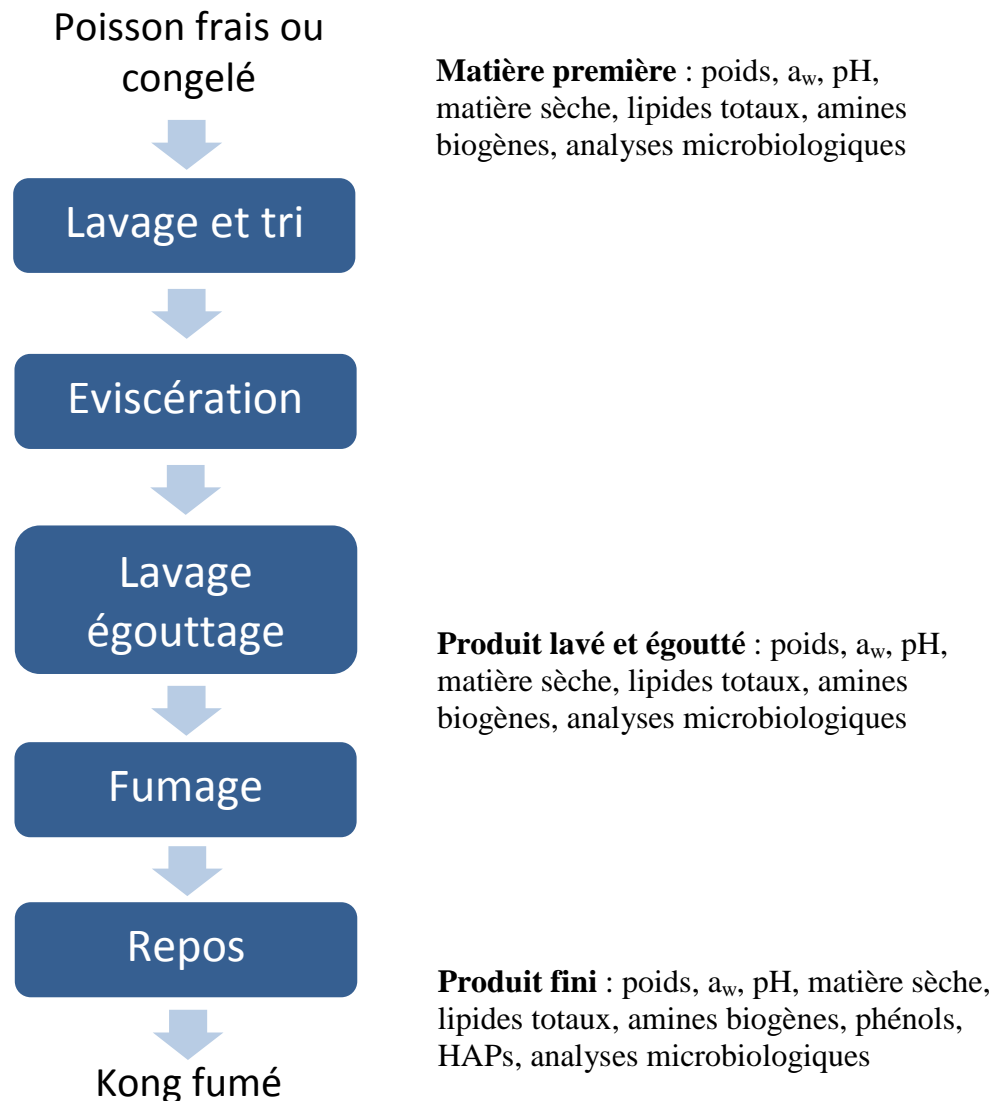


Figure 1: collecte d'échantillons au cours du procédé et analyses réalisées (Diagramme simplifié)

3 1^{er} Site de production: Seuty Ndiaré

3.1 Présentation générale

Ce site de transformation de produits halieutiques est localisé à Dakar face à un quai de pêche. Ce Groupement d'Interêt Economique (GIE), composé de femmes transformatrices, profite de l'encadrement et de la surveillance des autorités sénégalaises. Les membres ont reçu dans ce cadre une formation en hygiène et bonnes pratiques de fabrication. Le site détient les infrastructures adaptées pour héberger la partie administrative ainsi que les locaux nécessaires à la transformation (respect de la marche en avant, accès à l'eau potable, vestiaires et toilettes), avec une zone de séchage et de cuisson-fumage (cf photo 1). Le fumoir utilisé est construit en matériaux de type parpaing. Toutefois, le site n'est pas agréé pour l'export vers l'UE.

Les ressources en personnel, les procédures de production manuelle et l'organisation du travail assurent le bon fonctionnement du GIE « Seuty Ndiaré », de type moderne.



Vue partielle de la surface de séchage du GIE « seuty Ndiaré »



Fumoir en parpaing et grille utilisée comme support pour les poissons au cours du fumage

Photo 1: Zones de séchage et de cuisson-fumage du GIE "seuty Ndiaré"

3.2 Procédé traditionnel de fabrication du Kong fumé humide sur Seuty Ndiaré

Le diagramme de fabrication du Kong fumé humide selon le procédé du GIE de Seuty Ndiaré est présenté en figure 2. L'étape la plus importante semble être l'étape de lavage à la javel après éviscération. Les combustibles utilisés pendant le fumage sont la bourre de coco et la sciure. Chaque opération unitaire est décrite plus en détail à partir des diagrammes d'étape correspondants ci-après.

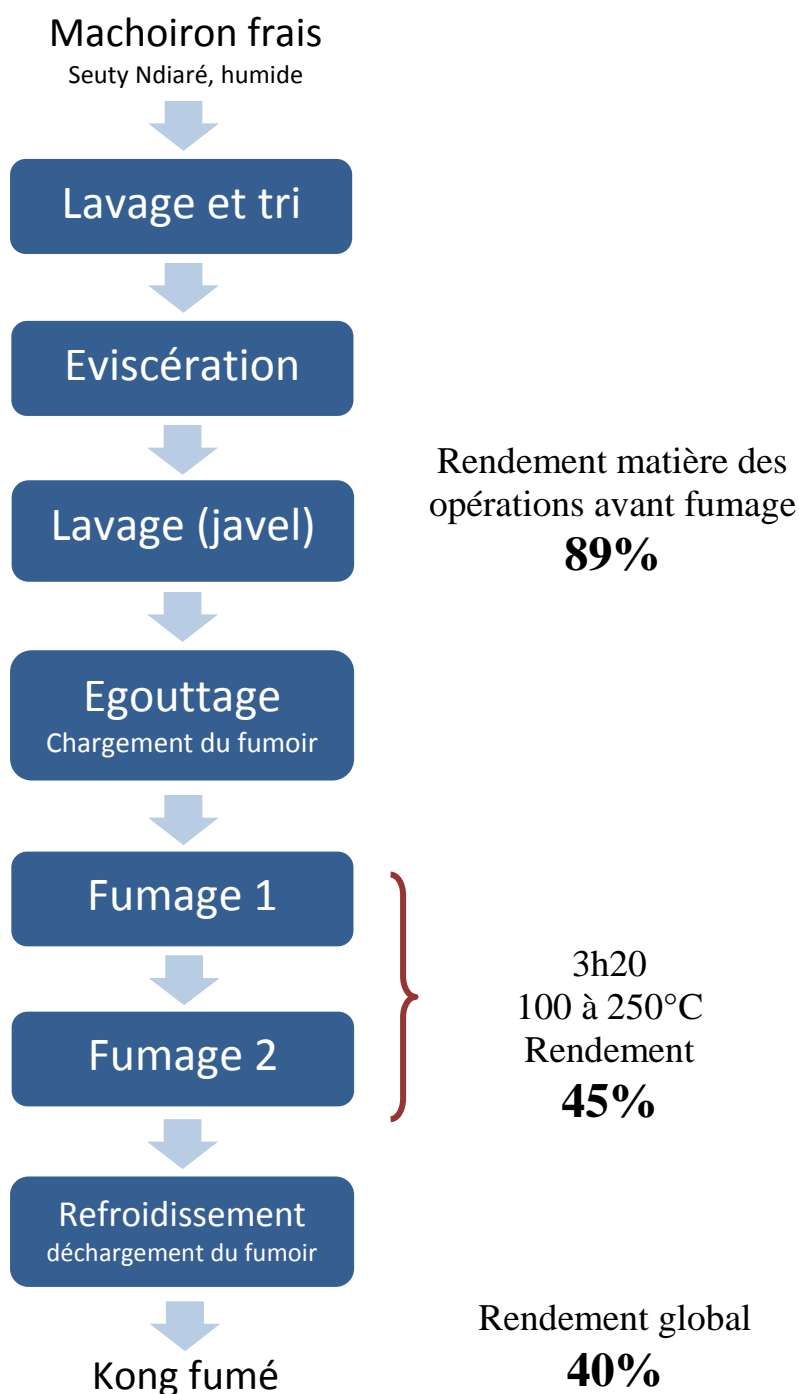


Figure 2: diagramme de production du Kong Fumé humide
(Site moderne – GIE Seuty Ndiaré)

3.2.1 Diagrammes d'étapes

Etape 1: lavage et tri

La matière première (poisson frais ou congelé) est sélectionnée en fonction de la taille des poissons puis lavée selon le diagramme d'étape présenté en figure 3 ci-dessous. En effet, les poissons disponibles vont de 0,4 à 1kg/pièce. L'opérateur essaie de traiter des lots homogènes.

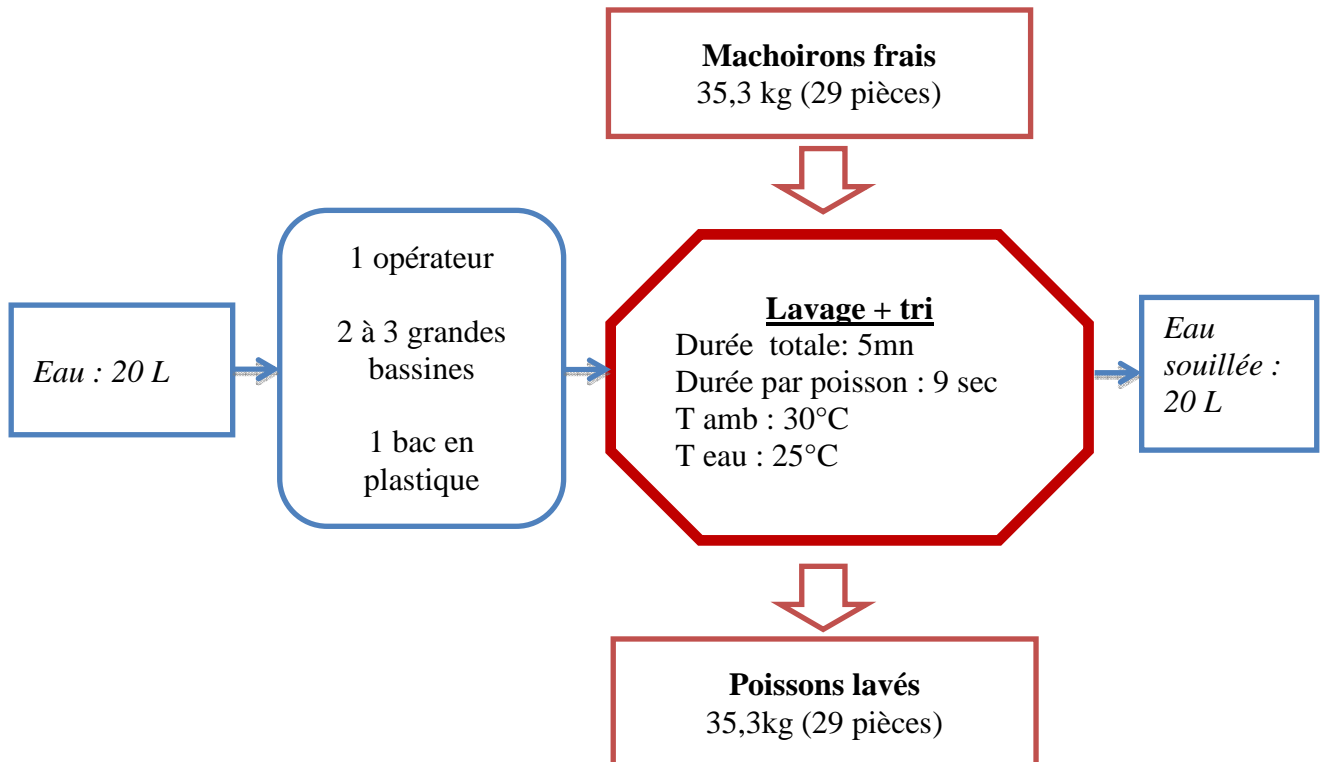


Figure 3: Diagramme d'étape "lavage et tri" (Kong fumé humide – GIE Seuty Ndiaré)

A ce stade des poissons peuvent également être écartés si non « conformes » : il est en effet ressorti des entretiens que le critère de sélection demeure l'état de fraîcheur du poisson. L'opérateur vérifie, au cours du lavage de chaque poisson, la couleur et l'odeur des branchies, la couleur des yeux et la fermeté de la chair.

Si tous les calibres peuvent être fumés, les poissons sont rapidement classés par calibres à raison de 3sec/poisson avant d'être lavé. Le lavage dure en moyenne 9 à 11sec/poisson selon le calibre.

L'objectif du lavage est de débarrasser les poissons du mucus externe et de quelques impuretés qui y sont emprisonnées. Cette opération améliore l'aspect de la peau du poisson après le fumage.

Report on the changes of the product quality induced by unit operations of traditional Kong processes

Etape 2: Eviscération

Le diagramme est représenté par la figure 4.

Les poissons de petit calibre sont placés sur le côté sur la palette en plastique. Une entaille est faite sur le flanc du poisson à l'aide du couteau et les viscères sont enlevés à la main. Le poisson est ensuite courbé en forme d'anneau et maintenu par l'épine dorsale enfoncée dans la chaire (photo 4).

Pour les poissons de grand calibre, ils sont placés sur le ventre et l'opérateur sépare leur tête en deux en cassant l'os crânien à l'aide d'un coupe-coupe et d'une machette (photo 3). Cette tâche est réservée aux hommes. Puis il le place sur le côté et le sépare en deux sur toute sa longueur (de la tête à la queue) du côté du dos à l'aide d'un couteau. Les viscères sont enlevés à la main par la suite (photo 5).

Les poissons éviscérés sont immédiatement transférés, lavés puis remis dans une bassine.

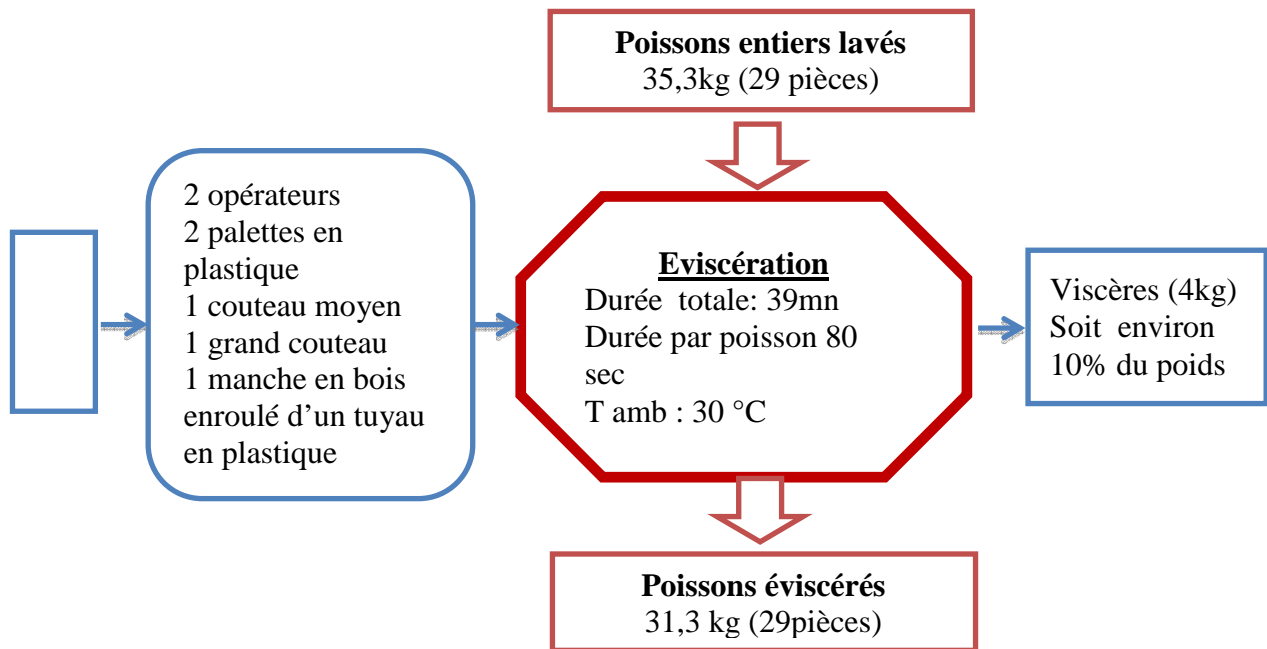


Figure 4: Diagramme d'étape "éviscération" (Kong fumé humide – GIE Seuty Ndiaré)



Photo 3 : fracture de l'os crânien



Photo 4 : entaille et ouverture du poisson sur le dos



Photo 5 : éviscération

Etape 3: lavage (+javel)

Une opération de lavage à l'eau javellisée suit toujours celle de l'éviscération. Elle permet de débarrasser les poissons du sang, de petits débris de chair et des bactéries pouvant provenir des viscères (figure 5 et photo 6).

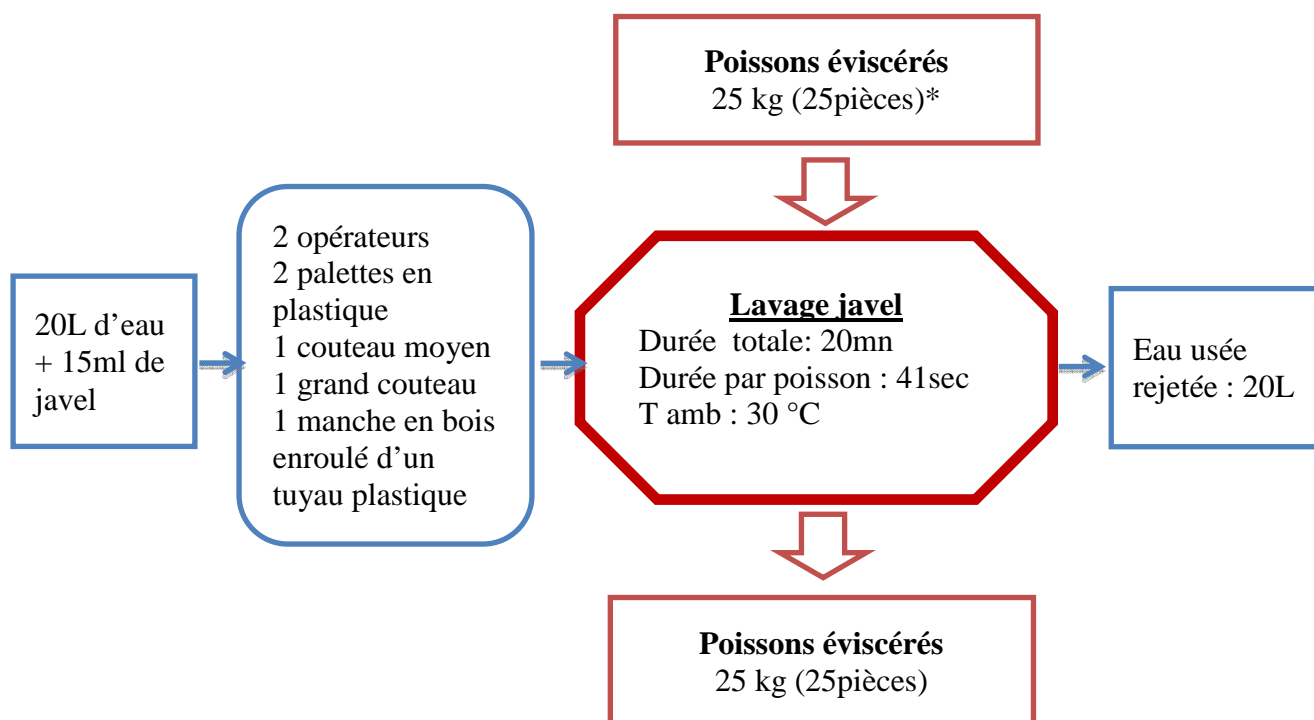


Figure 5 : diagramme de l'étape « lavage à l'eau de Javel »
(Kong fumé humide – GIE Seuty Ndiaré) *la masse initiale n'est pas identique à celle de sortie de l'étape précédente du fait du prélèvement d'échantillons pour analyses

Le lavage après éviscération est une étape importante pour débarrasser le sang et les entérobactéries pouvant contaminer la chair du poisson. Pour se faire deux opérateurs exécutent minutieusement cette opération. Au besoin, deux bassines de lavage sont disposées et le nombre d'opérateurs à ce stade est augmenté. Tout le matériel nécessaire à l'éviscération des poissons est nettoyé avant le début de l'opération.



Photo 6: Bassine de lavage à l'eau de Javel

Etape 4: égouttage et chargement du fumoir

Les poissons éviscérés et lavés qui sont placés dans la bassine commencent leur égouttage avant d'être placés sur la grille du four. Selon l'opérateur, un temps de séjour des poissons sur les claies est nécessaire avant le début du fumage. Il correspond juste à la durée de mise en place du dispositif du fumage (combustibles) et peut durer 30 minutes (figure 6).

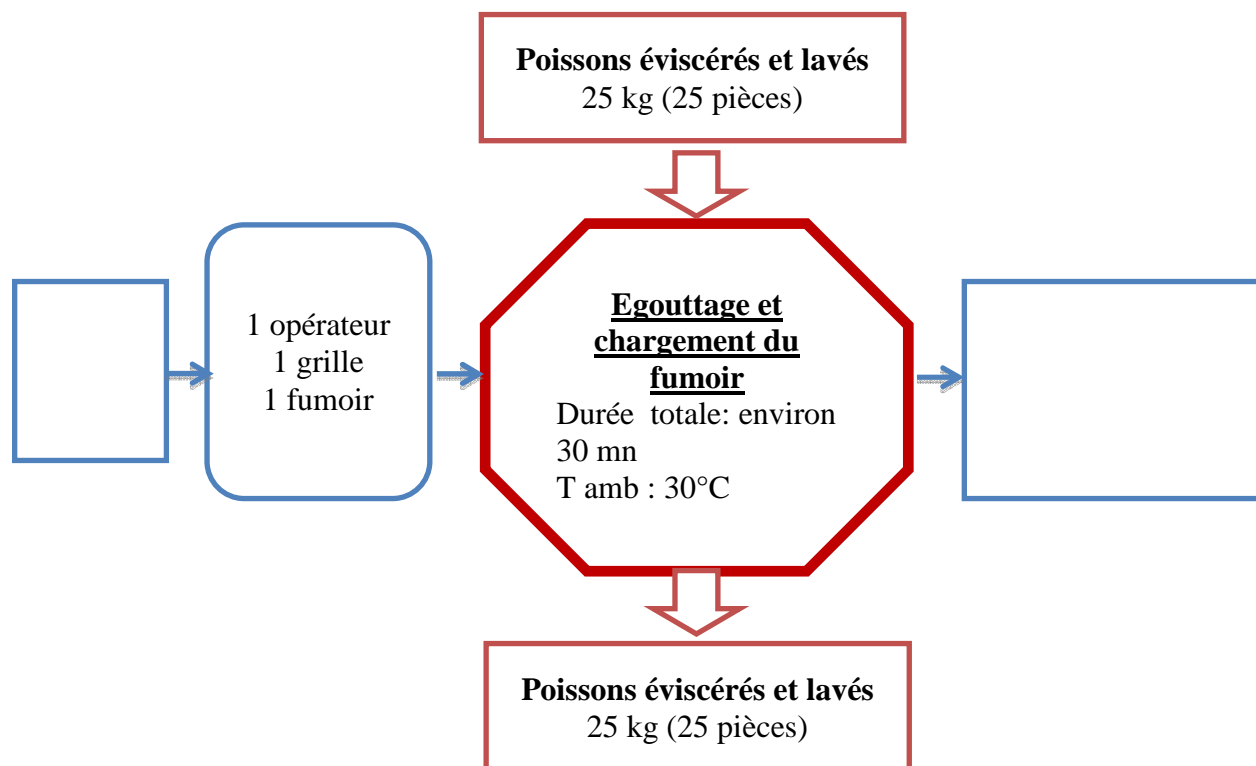


Figure 6 : Diagramme d'étape « égouttage et chargement du fumoir »
(Kong fumé humide – GIE Seuty Ndiaré)

Après le lavage, les poissons sont gardés dans une autre bassine (Photo 7). L'égouttage commence dans la bassine et se poursuit sur les claies de four. Lors de la disposition des poissons sur la grille du four, les poissons de grand calibre (ouverts en deux) sont étendus sur toute leur longueur et sur le dos (Photo 8). Et pour ceux de petits calibres, (pliés en anneaux) sont placés de manière que l'extrémité de la queue et de la tête soit en contact direct avec grille.



Photo 7: Transfert des poissons après lavage.



Photo 8: égouttage des poissons sur la grille du four.

Etape 5 : fumage (1)

La première étape de fumage consiste selon l'opérateur à envoyer plus de flamme que de fumée sur le poisson. Pour se faire les combustibles sont choisis en conséquence : il s'agit de bois ou de sciures de bois. Sur le site de Seuty Ndiaré, la sciure de bois est privilégiée.

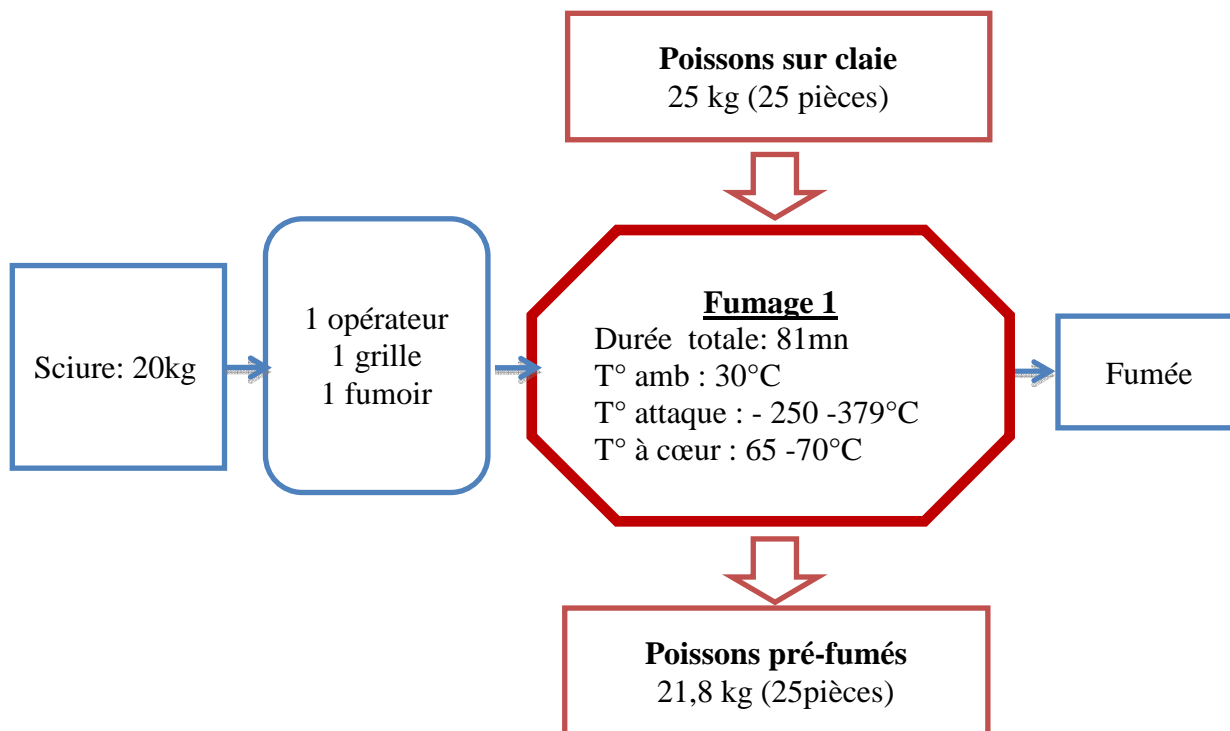


Figure 7: Diagramme d'étape « fumage 1 » (Kong fumé humide – GIE Seuty Ndiaré)

Le four moderne utilisé sur ce site présente les caractéristiques suivantes.

Longueur: 200 cm; hauteur: 90 cm ; Largeur 120 cm ; Distance de la claie au foyer : 80 cm.

Les poissons sont d'abord étalés sur le dos (photo 9). Au cours de cette phase caractérisée par une forte production de chaleur, le poisson est retourné sur sa face ventrale. D'après nos entretiens cette opération permet une déshydratation et une cuisson de la partie la plus charnue du poisson.



Photo 9: Disposition des poissons sur leur face dorsale

Report on the changes of the product quality induced by unit operations of traditional Kong processes

Durant cette phase de fumage la perte en eau moyenne est estimée à 13%. Le produit intermédiaire obtenu subit manifestement une cuisson et une déshydratation et son apparence dorée permet d'avancer également un léger dépôt de fumée car les conditions de combustion n'empêchent pas la production de fumée (photo 9). La cinétique de température affiche pour cette phase, des températures maximales d'attaque et en surface du produit qui varient respectivement de 250°C à 380°C et de 120 à 170°C (figure 8). A cœur, la température ne dépasse guère 65°C.

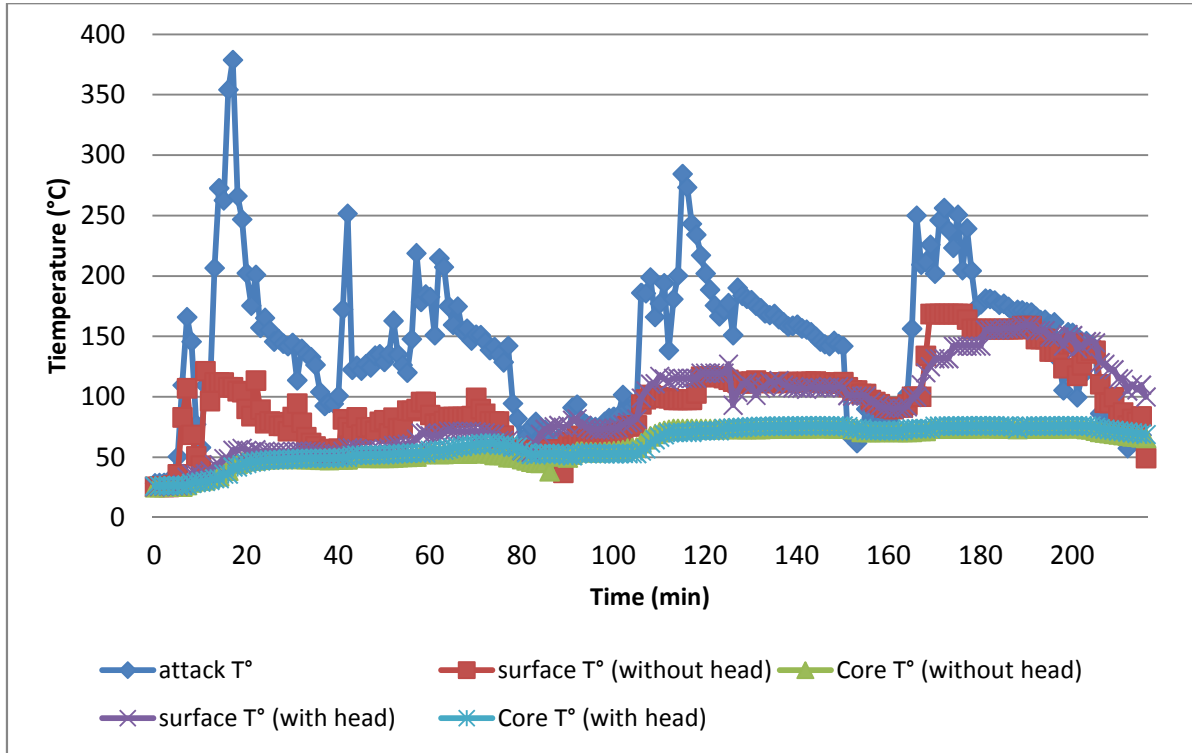


Figure 8 : Cinétique des températures lors du fumage humide à Seuty Ndiaré

Report on the changes of the product quality induced by unit operations of traditional Kong processes

Etape 6: fumage (2)

Lors de cette phase de fumage dont le diagramme est ci-dessous (figure 9), les poissons sont retournés sur le ventre. Cette phase de fumage dure environ 120 minutes pendant que le fumoir reste toujours couvert. Le foyer est essentiellement alimenté par les bourres de coco et la sciure de bois dont la combustion est surveillée pour ne pas générer des flammes. Selon l'opérateur, « il s'agit surtout d'une phase de fumage proprement dit ». Les températures d'attaque baissent et sont maintenues entre 150°C et 250°C. Celles à la surface du produit sont maintenues en moyenne entre 100°C et 150°C (figure 8).

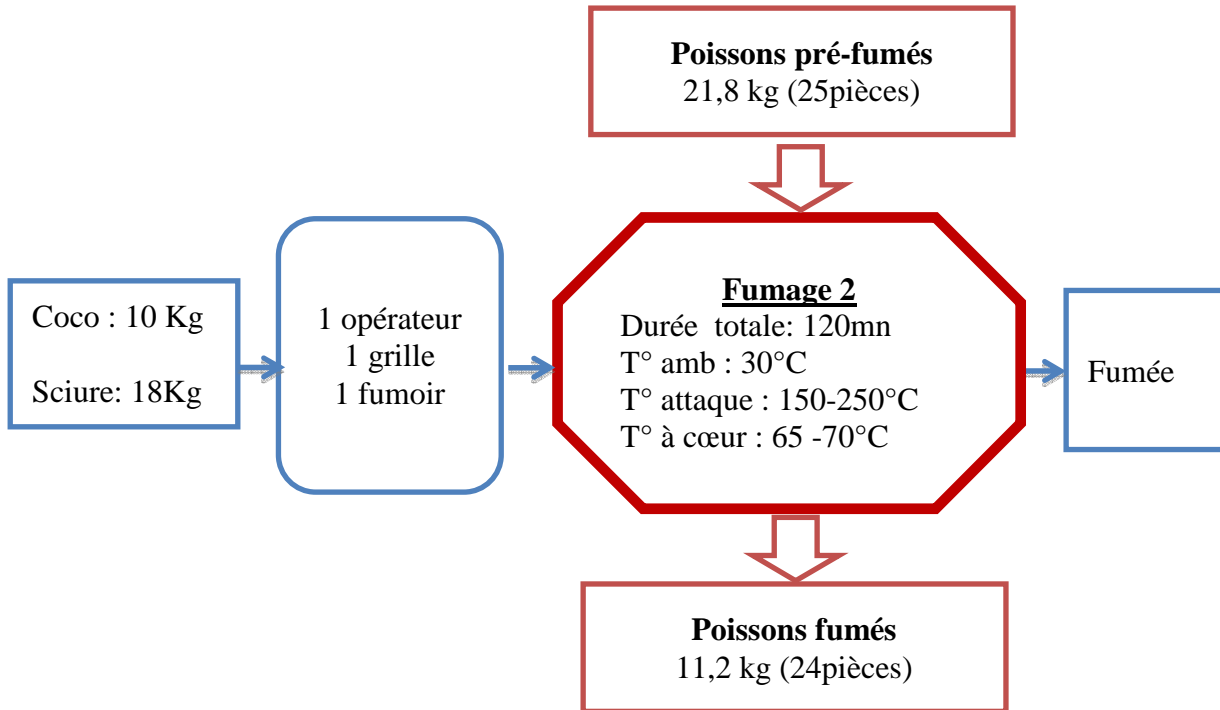


Figure 9 : Diagramme d'étape « fumage 2 » (Kong fumé humide – GIE Seuty Ndiaré)

Etape 7: Refroidissement et déchargement du fumoir

A la fin de la phase de fumage 2, on assiste à la phase de refroidissement et de déchargement du fumoir (figure 10). A Seuty Ndiaré les poissons fumés sont emballés dans des cartons pour être acheminé chez les destinataires. Cette phase dure environ 30 minutes voire 1heure.

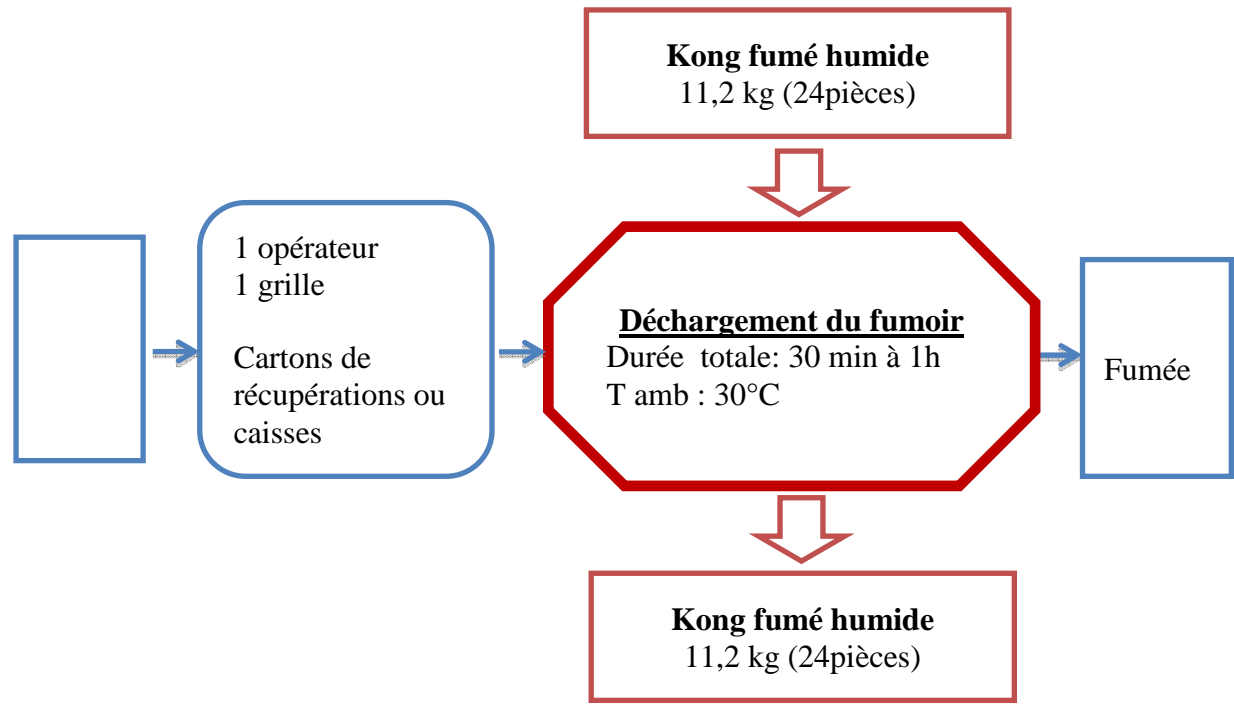


Figure 10: Diagramme d'étape « déchargement du fumoir »
(Kong fumé humide – GIE Seuty Ndiaré)

D'après l'opérateur, le refroidissement du produit fini doit être total avant toute manipulation ; car en effet cette phase permet une remise en place et une stabilité ou un raffermissement des faisceaux musculaires sollicités par la chaleur. Il s'agit d'une phase de repos.

Durant le suivi du fumage, trois phases ont fait l'objet de prélèvements (figure 1) pour des analyses chimiques et microbiologiques afin d'évaluer les transformations occasionnées par les opérations unitaires. Les résultats figurent dans le tableau de synthèse suivant.

Report on the changes of the product quality induced by unit operations of traditional Kong processes

3.2.2 Résultats et discussion

L'ensemble des résultats de mesure et d'analyse obtenus dans le cadre du suivi du procédé de fabrication du Kong fumé humide sur le site de Seuty Ndiaré sont présentés dans les tableaux I et II ci-après.

Tableau I : suivi des caractéristiques chimiques et microbiologiques du poisson au cours du procédé de fabrication du Kong fumé humide sur le site de Seuty Ndiaré

Paramètres	Résultats physico-chimiques					
	Matière première		Poisson éviscéré et lavé		Produit fini	
	Ech 1	Ech 2	Ech 1	Ech 2	Ech 1	Ech 2
Matière sèche (%)	25,5	21,3	22,0	20,8	40,0	42,4
Teneur en eau (%)	74,5	78,7	78,0	79,2	60,0	57,6
aw	0,97	0,96	0,95	0,95	0,92	0,89
pH	6,11	6,08	6,17	6,18	6,23	6,39
Phénols (mg/100g MS)					21,8	18,9
HAPs totaux (ppb)					251,7	259,4
B(a)P (ppb)					18,7	20,4
Lipides totaux (%)	5,54	4,51			16,54	16,72
Amines biogènes totales* (mg/100g MS)	28	202	98	228	12	19
Résultats microbiologiques (Log cfu/g)						
Flores	Matière première (n=2)		Poisson éviscéré et lavé (n=2)		Produit fini (n=2)	
Flore aérobie totale	4,20±3,30		4,68±4,53		1,54±1,54	
<i>Enterobacteriaceae</i>	1,00±0,00		2,65±2,65		<1	
<i>C. Perfringens</i>	<1		<1		<1	
<i>S. aureus</i> et CPS	<1		<1		<1	
<i>CN Staphylococcus</i>	6,09±6,07		5,37±4,18		4,75±4,54	
Bactéries lactiques	2,04±2,04		4,02±3,98		<1	
Levures	<1		1,40±1,40		<1	
Moisissures	<1		<1		<1	
<i>E. coli</i>	<1		<1		<1	
Résultats microbiologiques (cfu/25g)						
<i>Salmonella sp.</i>	A		ND		A	
<i>L.monocytogenes</i>						
<i>Bacillus cereus</i>						

* Les amines biogènes totales incluent l'histamine, la cadaverine, la putrescine et la spermidine / A: absent, ND: non déterminé

Tableau II: Amines biogènes (mg/100g) contenues dans le Kong fumé humide (Seuty Ndiaré)

(ppm)	Putrescine	cadaverine	Histamine	Spermidine	Amines totales
Echantillons frais	1,3	13,5	0	13,1	28
	5,7	153,7	0	43	202
Echantillons égouttés	5,2	194,7	0	28,1	228
	4,8	40,8	0	52,2	98
Kong fumés humides	0	0	14,8	4,4	19
	0	4,8	7,6	0	12

AFTER (G.A n°245025) – Deliverable 3.1.2.2
Report on the changes of the product quality induced by unit operations of traditional Kong processes

L'examen de l'ensemble des résultats montre à quel point les phases thermiques (opérations unitaires de fumage, cuisson et déshydratation combinées lors des 2 phases de « fumage » relevées, pour une durée de traitement thermique de l'ordre de 3h20, à des températures oscillant entre 100 et 250°C) ont un effet particulièrement marqué sur :

- l'enlèvement d'eau
- l'augmentation relative de teneur en lipides
- le dépôt de composés de fumée (phénols)
- le dépôt de résidus de combustion du bois de type HAP
- la réduction de la teneur en amines biogènes (hors histamine)
- la réduction de la flore microbienne.

Les phases thermiques représentent environ 3 heures 20 minutes à une température oscillant entre 100 et 200°C.

La teneur en eau subit une baisse modérée au cours du procédé, passant grossièrement de 75% à 58 %. Cela exige toutefois une fourniture importante d'énergie, puisqu'à l'occasion des 2 phases de cuisson-fumage successives, pas moins de 70% de l'eau présente dans la chair du poisson est extraite par évaporation.

Malgré cela, l'impact sur la baisse d' a_w est limité, puisqu'elle atteint 0,90 environ pour le produit fini. Ainsi, le procédé est qualifié de procédé de fumage « humide ».

Ce produit n'étant pas salé, ses caractéristiques de pH et d' a_w en font un produit très sensible à la dégradation autolytique et microbienne, à consommer dans les 2 ou 3 jours qui suivent la fabrication dans les conditions locales.

Pour atteindre une stabilité à température ambiante plus importante, uniquement par l'enlèvement d'eau, il faudrait abaisser l' a_w en-deça de 0,8, ce qui exigerait d'atteindre une teneur en eau finale de l'ordre de 20 à 30%. Le produit obtenu serait alors très sec et dur, et les temps de séchage très longs.

Les **phénols** sont déposés en quantité très importante, conférant au produit une saveur et une odeur de fumée très marquée.

Le kong fumé humide obtenu lors de la production sur ce site moderne est caractérisé par une forte teneur finale en **HAP totaux et en B(a)pyrene**. Ces valeurs, respectivement de 250 et 20 ppb sont bien au-delà des références normatives (Règlement UE 835/2011 : 12 et 2 ppb à compter de septembre 2014). Ces produits sont donc réputés impropres à la consommation, du fait des risques cancérigènes.

Les **rendements matière** sont faibles, mais essentiellement liés à l'abaissement de la teneur en eau. L'éviscération/parage présente un rendement de 89%, le rendement au fumage est de 45%, ce qui correspond à un rendement global qui avoisine 40%.

Les teneurs en **amines biogènes** sont anormalement élevées avant le fumage, avec un total des principales amines pouvant dépasser 2000 ppm. La phase d'égouttage semble faciliter la formation des amines (cadaverine, putrescine, spermidine) faisant d'elle un point critique à maîtriser. Toutefois, ces amines sont éliminées en grande partie par volatilisation et destruction thermique. Étonnamment, l'histamine n'apparaît qu'après fumage. Elle est à surveiller car elle pourrait dépasser les 100 ppm qui sont la valeur maximale recommandée.

Report on the changes of the product quality induced by unit operations of traditional Kong processes

Pour ce critère, la fraîcheur de la matière première est vraisemblablement en cause. La chaîne de froid à bord est en générale la première cause de présence d'amines biogènes. Ce défaut fait courir un risque avéré **d'intoxication alimentaire**.

L'action destructrice sur la **flore microbienne** est évidente et logique, compte-tenu des valeurs cuisatrices pratiquées. Ainsi, le produit fini présente des charges microbiennes très satisfaisantes. On notera l'absence de pathogènes.

En conclusion, si le procédé est qualifié d'« humide » il apporte toutefois plusieurs facteurs de conservation :

- La cuisson très vive, associée à la durée longue de traitement thermique réduit très efficacement la charge microbienne contaminante présente sur le poisson avant traitement
- Le dépôt de fumée apporte un facteur stabilisant (acides organiques, polyphénols...) vis-à-vis de l'oxydation (noter la teneur finale importante en matière grasse) et des proliférations microbiennes
- La légère baisse d' a_w met le produit à l'abri du développement de la plupart des bactéries pathogènes.

Restent possibles : l'action des insectes (apparition de vers) et des moisissures pour lesquels l' a_w de 0,9 est peu inhibitrice.

La présence de HAP en quantité excessive présente un risque pour la santé publique et constitue un frein majeur à l'export.

L'activité de l'eau finale élevée, associée à l'absence de conditionnement protecteur et de chaîne de froid en fait un produit de faible potentiel de conservation.

Indépendamment des problèmes de configuration des locaux et d'organisation qualité, compte-tenu de la demande du produit notamment très importante à l'export, un développement de la production de Kong selon le process identifié justifie des réflexions de réingénierie.

3.3 Procédé traditionnel de fabrication du Kong fumé sec sur Seuty Ndiaré

L'ensemble des opérations unitaires nécessaires à la fabrication du Kong fume humide se retrouvent dans le procédé de fabrication du Kong fume sec. Les différences se situent au niveau des temps de fumage et sont résumées dans le tableau III ci-dessous.

Tableau III: Temps de fumage pour la fabrication du Kong fumé sur un site moderne

	Voie "humide"	Voie "sèche"
Opération unitaire 5: fumage 1	81 mn	420 mn
Opération unitaire 6: fumage 2	120 mn	220 mn
Durée totale	201mn (3h20mn)	640 (10h40mn)

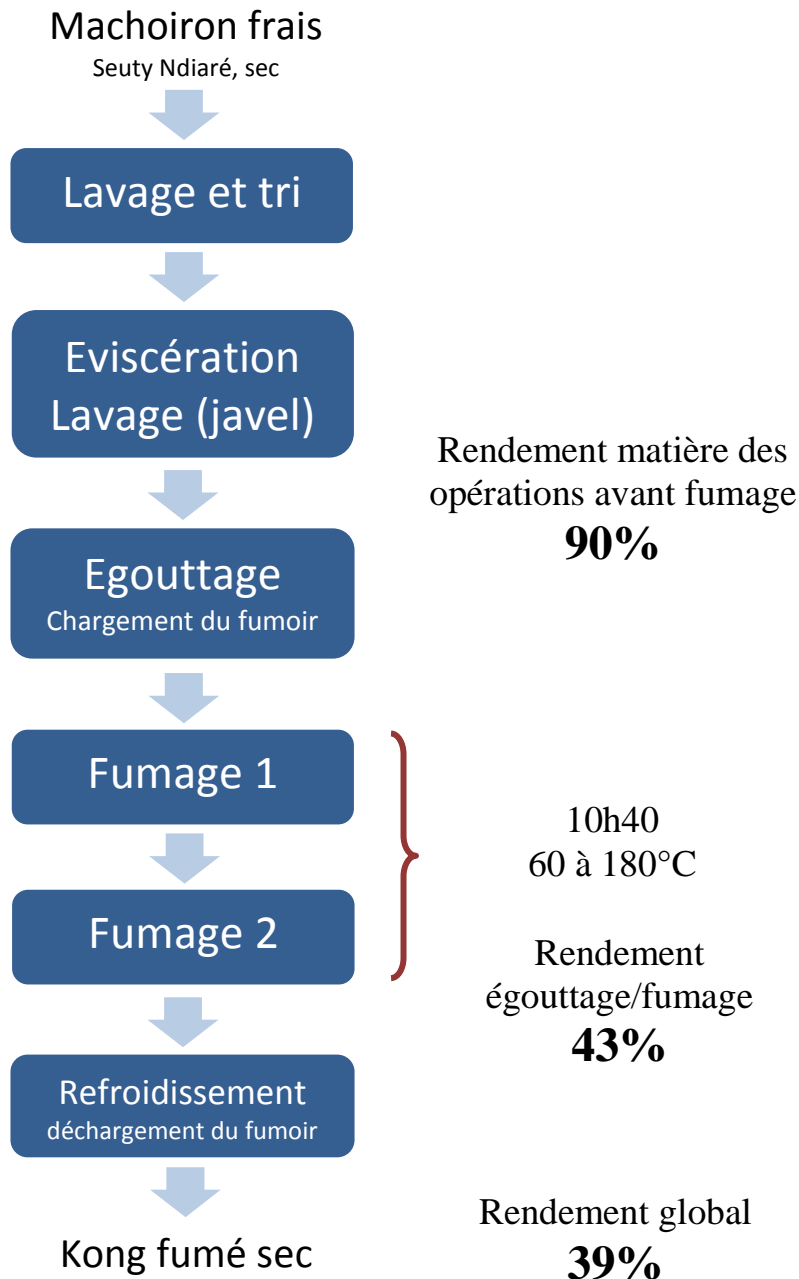


Figure 11: diagramme de production du Kong Fumé sec (site moderne – GIE Seuty Ndiaré)

3.3.1 Diagrammes d'étapes

Etape 1: lavage et tri

Au cours de cette étape, le poisson est lavé et trié (figure 12). Le lavage des poissons entier se fait en moyenne en 11sec/poisson dans de l'eau avec un rapport de 1poisson/0,5litre. Lors de cette phase l'opérateur peut éliminer au toucher certains poissons qui sont jugés en début d'altération car selon l'opérateur le poisson destiné au fumage doit être frais. Ceci constitue ainsi l'opération de triage. Ils sont ensuite mis dans une bassine en plastiques pour être éviscérés.

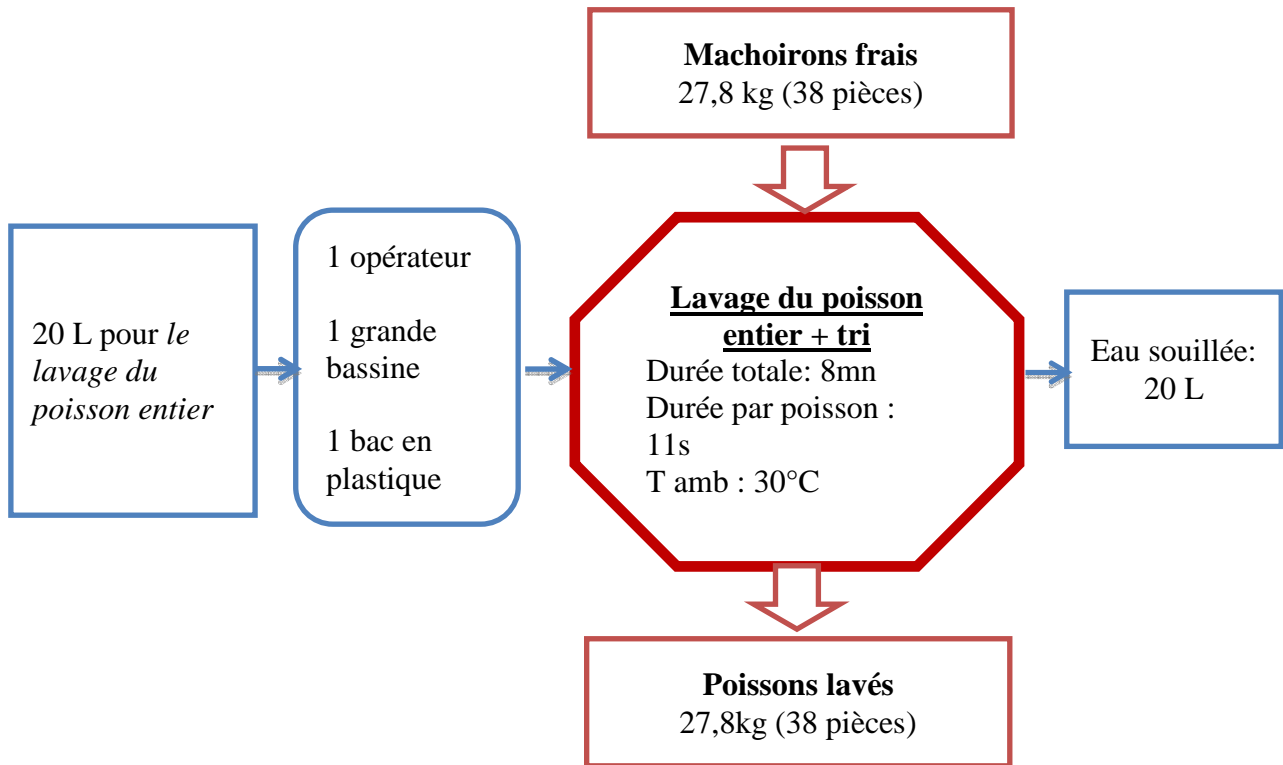


Figure 12: Diagramme d'étape "lavage et tri du poisson"
(Kong fumé sec – GIE Seuty Ndiaré)

Etapes 2 et 3: Eviscération et lavage (javel)

L'éviscération qui suit cette étape de premier lavage est représentée par la figure 13. Les poissons trempés dans la bassine sont recueillis au fur et à mesure par les opérateurs pour l'étape d'éviscération.

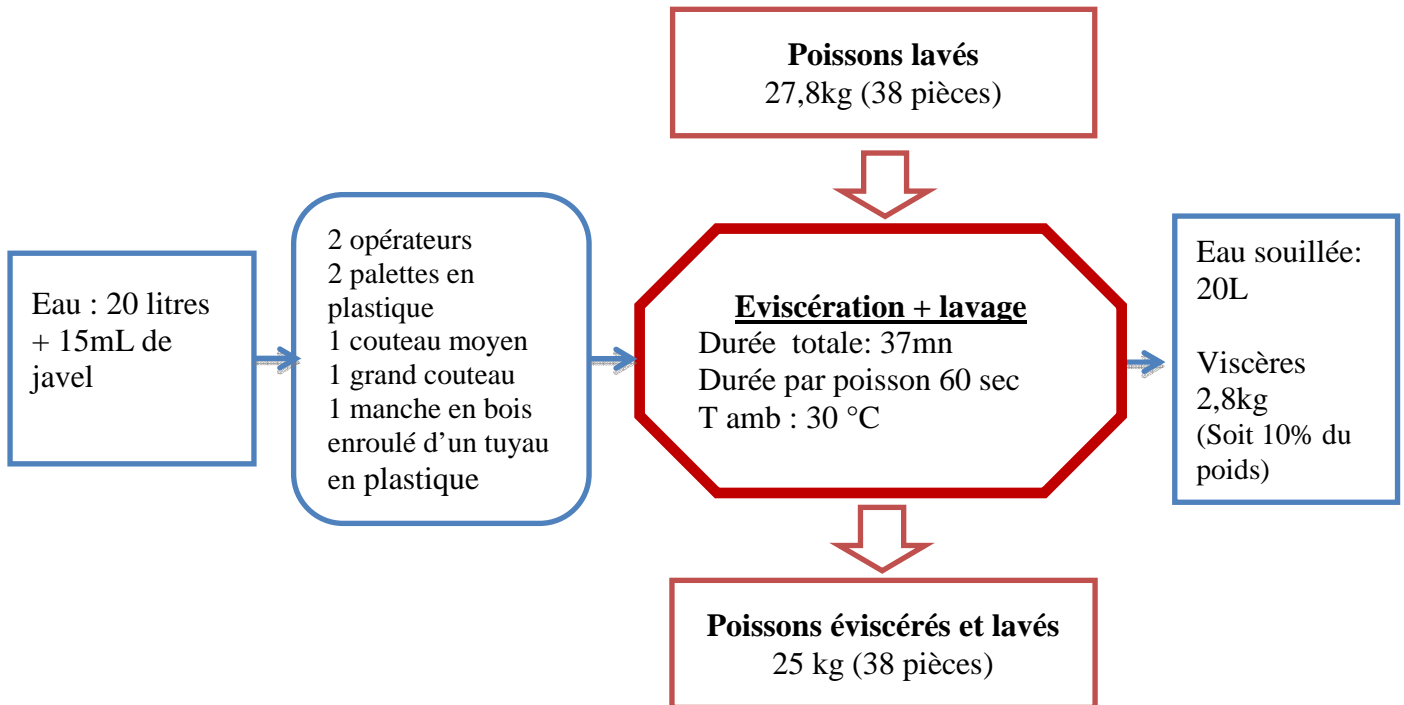


Figure 13 : diagramme d'étape « éviscération et lavage »
(Kong fumé sec – GIE Seuty Ndiaré)

Le lavage après éviscération est une étape importante pour débarrasser le sang et les entérobactéries pouvant contaminer la chair du poisson. Pour ce faire deux opérateurs exécutent lentement cette opération qui dure 1minute par poisson. Tous les matériels nécessaires à l'éviscération des poissons sont nettoyés avant le début de l'opération avec de l'eau, de la lessive en poudre et un peu d'eau de javel.

Procédure d'éviscération :

- Les poissons de petit calibre sont placés sur le coté sur la palette en plastique
- Une entaille est faite sur le flanc du poisson à l'aide du couteau et les viscères sont enlevés à la main. Le poisson est ensuite courbé en forme d'anneau et maintenu par l'épine dorsale enfoncée dans la chair.
- Pour les poissons de grand calibre, ils sont placés sur le ventre et l'opérateur A sépare leur tête en deux en plaçant la lame du grand couteau au niveau de l'entaille sur le dos et en tapant dessus à l'aide du manche en bois. Cette tâche est réservée aux hommes. Puis il le place sur le côté et le sépare en deux sur toute sa longueur (de la tête à la queue) du côté du dos à l'aide d'un couteau. Les viscères sont enlevés à la main par la suite.

Les poissons éviscérés sont immédiatement transférés, lavés puis remis dans une bassine.

Etape 4: égouttage et chargement du fumoir

Les poissons éviscérés et lavés qui sont placés dans la bassine commencent leur égouttage avant d'être placés sur la grille du four. L'égouttage sur claie dure 30minutes environ (figure 14).

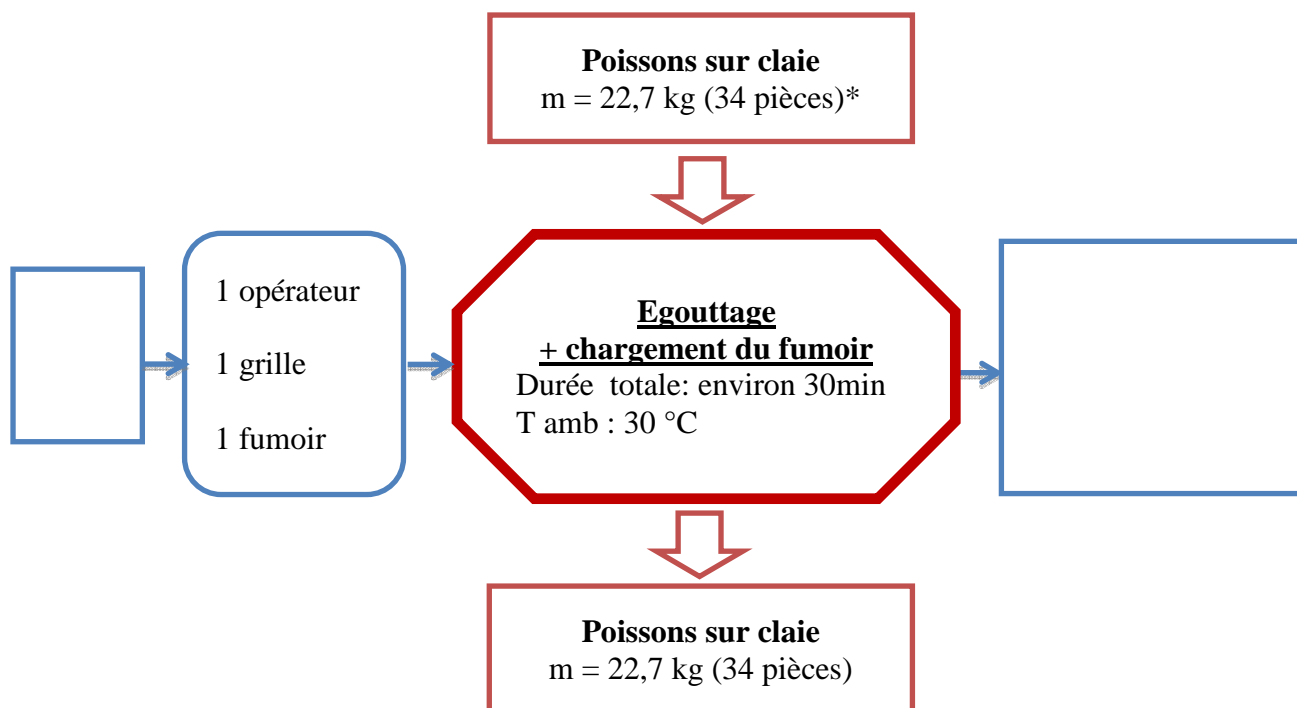


Figure 14 : diagramme d'étape « égouttage et chargement du fumoir »
(Kong fumé sec – GIE Seuty Ndiaré) *la masse initiale n'est pas identique à celle de sortie de l'étape précédente du fait du prélèvement d'échantillons pour analyses

Lors de la disposition des poissons sur la grille du fumoir, les poissons de grand calibre (ouverts en deux) sont étendus sur toute leur longueur et sur le dos. Ceux de petits calibres, (pliés en anneaux) sont placés de manière à ce que l'extrémité de la queue et de la tête soit en contact direct avec grille.

Report on the changes of the product quality induced by unit operations of traditional Kong processes

Etape 5 : fumage (1)

La phase de fumage 1 dure environ 7h environ (**figure 15**). Pendant toute la durée de cette première phase de fumage, il n’y a pas d’ajout de biomasse et les poissons seront fumés à feu constant jusqu’à l’extinction totale de ce dernier. Les poissons seront retournés ensuite sur la partie ventrale pour la deuxième phase de fumage. Les manipulations des poissons sont réduites. Les combustibles utilisés sont uniquement la sciure de bois et la bourre de coco. Selon l’opérateur « le procédé d’obtention du kong fumé sec nécessite un feu doux pendant longtemps afin de déshydrater en profondeur le poisson et rendre sec ». Cette option est rendue possible par les températures d’attaque plus faibles que celles du kong fumé humide. Néanmoins ces températures n’empêchent pas le produit d’atteindre les mêmes températures à cœur de 65°C, du fait de la durée du traitement.

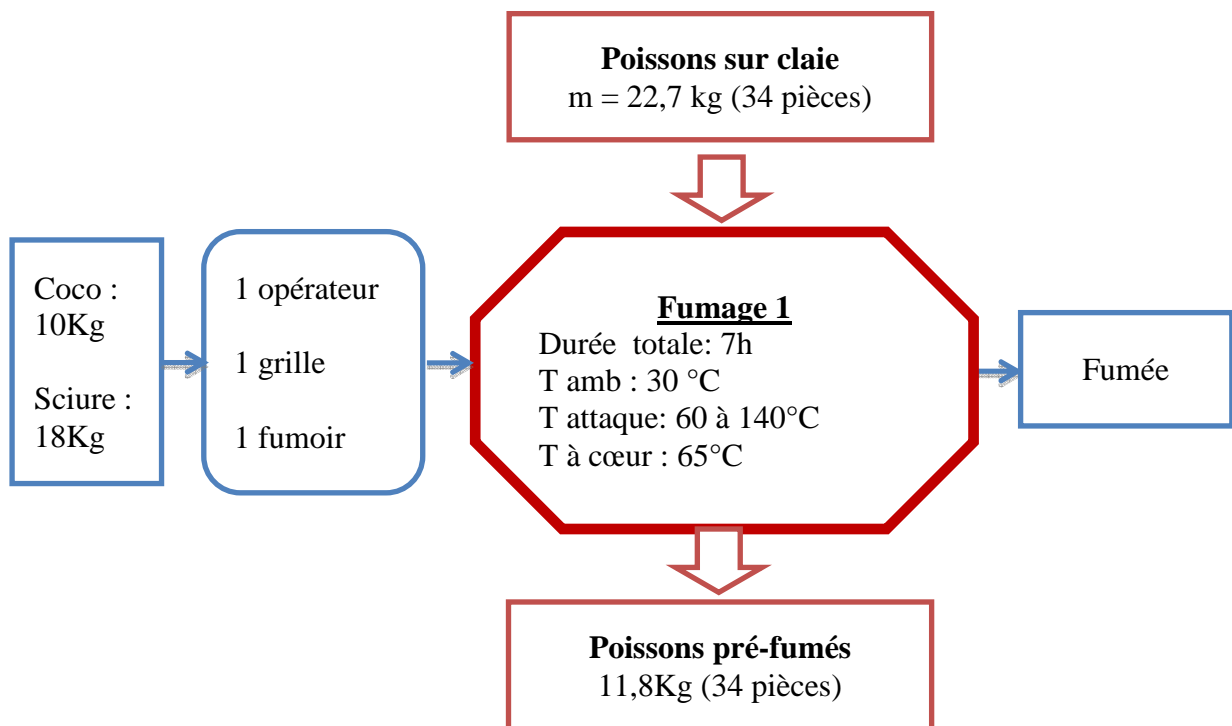


Figure 15: diagramme d’étape « fumage 1 » (Kong fumé sec – GIE Seuty Ndiaré)

Report on the changes of the product quality induced by unit operations of traditional Kong processes

Etape 6: fumage (2)

Lors de cette phase de fumage les poissons sont retournés sur le ventre. Cette phase de fumage 2 a duré 4 heures pendant que le fumoir reste toujours couvert (figure 16). Le foyer du four est alimenté par une quantité de biomasse nettement inférieure à celle la phase 1. Selon l'opérateur, « il s'agit plus d'une phase de déshydratation que de fumage proprement dit car le fumage du poisson était à point à la fin de la phase 1 ».

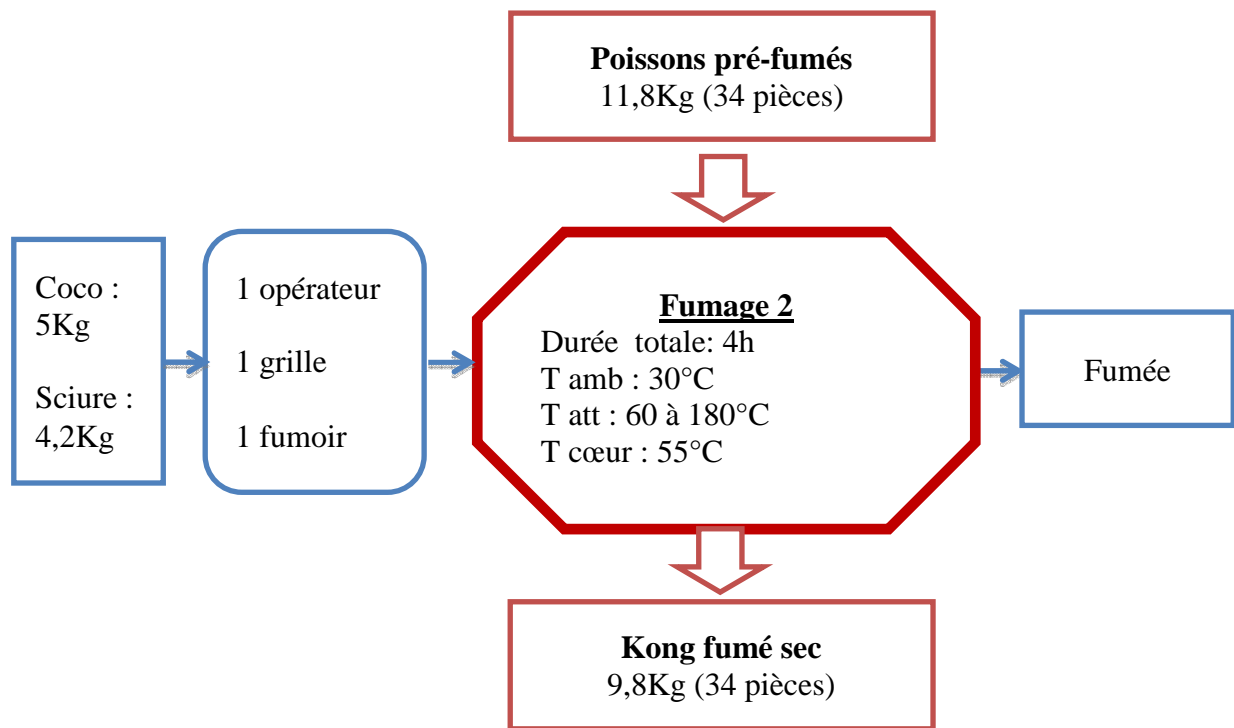


Figure 16 : diagramme d'étape « fumage 2» (Kong fumé sec – GIE Seuty Ndiaré)

Etape 7: Refroidissement et déchargement du fumoir

A la fin de la phase de fumage 2, on assiste à la phase de refroidissement et de déchargement du fumoir (figure 17). A Seuty Ndiaré les poissons fumés régulièrement produits sont emballés dans des cartons pour être acheminé chez ses destinataires. Cette phase dure environ 30 minutes.

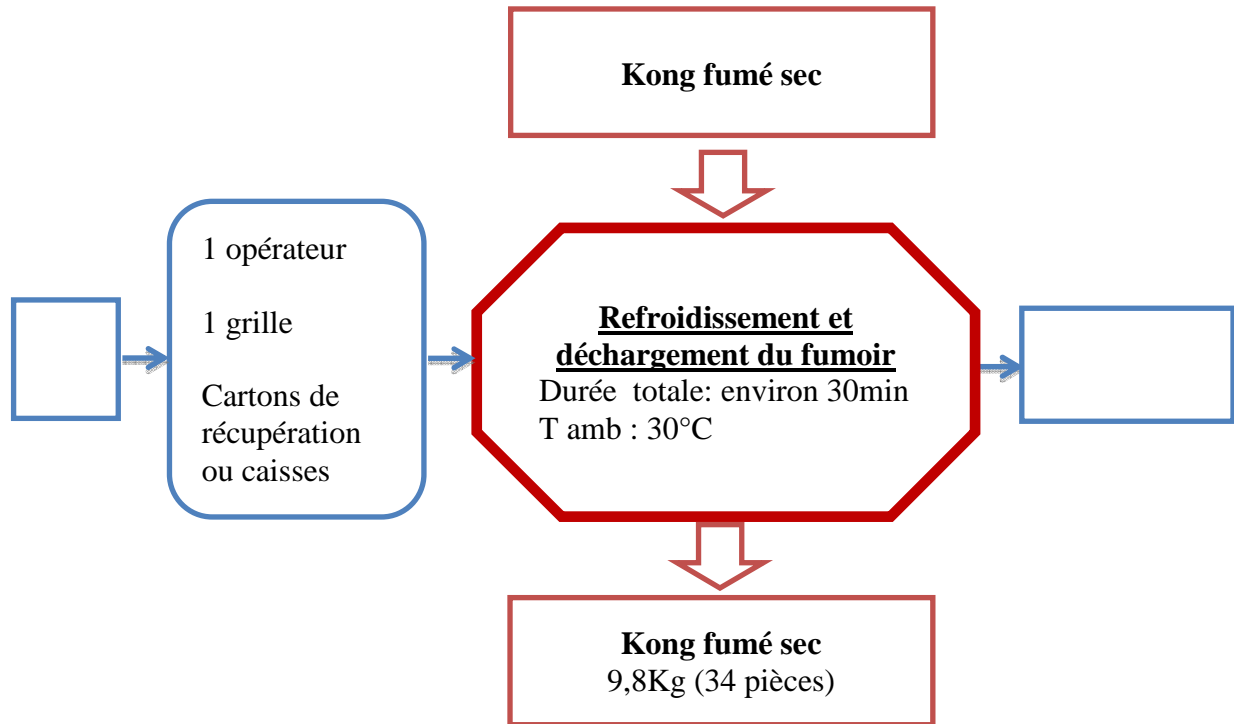


Figure 17 : diagramme d'étape « refroidissement et déchargement du fumoir»
(Kong fumé sec – GIE Seuty Ndiaré)

Report on the changes of the product quality induced by unit operations of traditional Kong processes

3.3.2 Résultats et discussion

L'ensemble des résultats de mesure et d'analyse obtenus dans le cadre du suivi du procédé de fabrication du Kong fumé sec sur le site de Seuty Ndiaré sont présentés dans les tableaux IV et V ci-après.

Tableau IV : suivi des caractéristiques chimiques et microbiologiques du poisson au cours du procédé de fabrication du Kong fumé sec sur le site de Seuty Ndiaré

Paramètres	Résultats physico-chimiques					
	Matière première		Poisson éviscéré et lavé		Produit fini	
	Ech 1	Ech 2	Ech 1	Ech 2	Ech 1	Ech 2
Matière sèche (%)	18,7	20,7	20,5	20,2	43,7	60,4
Teneur en eau (%)	81,3	79,3	79,5	79,8	56,3	39,6
aw	0,96	0,96	0,91	0,91	0,88	0,88
pH	6,39	5,83	5,95	6,08	6,53	6,4
Phénols (mg/100g MS)					40,1	21,9
HAPs totaux (ppb)					283,1	417,1
B(a)P (ppb)					13,3	33,9
Lipides totaux (%)	1,28	7,82			3,53	6,85
Amines biogènes totales* (mg/100g MS)	-	414	17	84	88	37
Résultats microbiologiques (Log cfu/g)						
Flores	Raw material (n=2)		Gutted fish (n=2)		End-product (n=2)	
Flore aérobique totale	4,74±4,65		4,88±4,74		1,00±1,00	
<i>Enterobacteriaceae</i>	3,27±2,40		3,13±2,18		<1	
<i>C. Perfringens</i>	2,97±2,83		1,00±1,00		<1	
<i>S. aureus</i> et CPS	<1		<1		<1	
<i>CN Staphylococcus</i>	3,88±3,88		3,98±3,98		7,25±7,23	
Bactéries lactiques	5,11±5,09		5,10±5,10		<1	
Levures	4,28±3,30		4,09±3,78		6,69±6,69	
Moisissures	1,00±1,00		0,70±0,70		<1	
<i>E. coli</i>	<1		<1		<1	
Résultats microbiologiques (cfu/25g)						
<i>Salmonella sp.</i>	A		ND		A	
<i>L.monocytogenes</i>						
<i>Bacillus cereus</i>						

* Les amines biogènes totales incluent l'histamine, la cadaverine, la putrescine et la spermidine / A: absent, ND: non déterminé.

Tableau V: Amines biogènes (mg/100g) contenues dans le Kong fumé sec (Seuty Ndiaré)

(ppm)	Putrescine	cadaverine	Histamine	Spermidine	Amines totales
Poisson frais	13,9	0,4	2,3	ND	-
	5,6	356,2	0	52,6	414
Poissons égouttés	0	8,3	0	8,6	17
	0	52,9	0	30,9	84
Poissons Fumés secs	1,8	2,3	0	83,8	88
	3,3	23,1	0	10,5	37

AFTER (G.A n°245025) – Deliverable 3.1.2.2
Report on the changes of the product quality induced by unit operations of traditional Kong processes

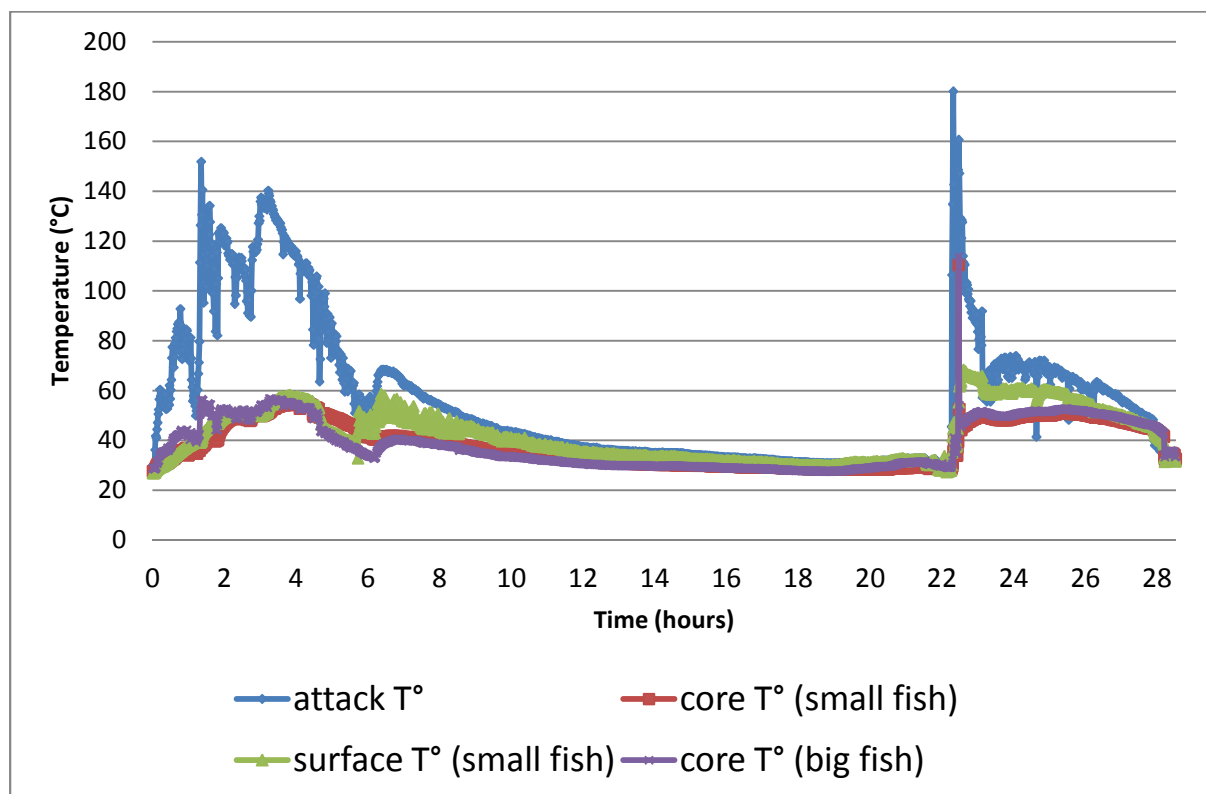


Figure 18: Evolution des températures relevées en surface et à cœur des produits, pour la production de Kong fumé sec (Seuty Ndiaré) – 3 phases de cuisson/fumage incluses

Avec une durée de plus de 10 heures de traitement thermique il n'est pas étonnant qu'un effet particulièrement marqué sur l'ensemble des critères physico-chimiques et microbiologiques soit observé :

La teneur en eau subit une baisse de modérée à moyenne selon l'échantillon relevé (40 à 56% de teneur en eau finale). Dans le cas du produit le plus sec, 70 à 80% de l'eau présente dans la chair du poisson initialement a été extraite par évaporation (70% dans le cas du process « humide »).

L' a_w reste assez élevée, de l'ordre de 0,88 pour le produit fini. Ceci nous amène à considérer que ce procédé, qualifié de fumage « sec » se différencie assez peu de celui qui a été décrit dans la partie précédente et qualifié d'humide.

L'explication est à chercher dans les profils thermiques enregistrés, qui montrent que dans le procédé « humide », la durée est courte, mais les températures moyennes atteintes sont très hautes (100 à 250°C à l'attaque, et 50 à 70°C de température à cœur), tandis que dans le procédé « sec », la durée est longue, mais les températures moyennes atteintes sont plus faibles (60 à 180°C à l'attaque, et 40 à 60°C de température à cœur). Ainsi, les valeurs cuisatrices appliquées aux produits sont assez proches vraisemblablement. Ce que cela indique également est que les opérateurs de ce site ne possèdent pas le savoir-faire pour pousser l'enlèvement d'eau jusqu'à obtenir les produits « secs » (teneur en eau de 15%) trouvés sur des marchés à Dakar dans le cadre des enquêtes du WP1.

Le produit fini, compte-tenu de ses caractéristiques, est très sensible à la dégradation.

AFTER (G.A n°245025) – Deliverable 3.1.2.2
Report on the changes of the product quality induced by unit operations of traditional Kong processes

Les **rendements matière** sont faibles, mais essentiellement liés à l'abaissement de la teneur en eau. Le rendement de parage est ici également de 90%, pour un rendement global est de l'ordre de 40%. Le rendement au fumage est de 43%, ce qui traduit un enlèvement d'eau similaire à celui observé en voie « humide », et donc logiquement à une a_w des produits finis du même ordre. Proche de celui du diagramme précédent, il confirme l'administration de barèmes thermiques proches du procédé qualifié d'humide.

Les **phénols** sont déposés en quantité très élevée, conduisant vraisemblablement à des produits fumés très typés, ceci est à relier avec la durée importante de fumage.

On retrouve également de très fortes teneurs finales en **HAP totaux et en B(a)pyrene**. Ces valeurs, respectivement de 300-400 et 20-40 ppb sont bien au-delà des normes européennes. Ces produits sont donc réputés impropres à la consommation et à la commercialisation.

On trouve comme dans le cas précédent des teneurs en **amines biogènes** anormalement élevées avant le fumage, avec un total des principales amines pouvant atteindre 4000 ppm. Pour ce critère, la fraîcheur de la matière première est vraisemblablement en cause. Ce défaut fait courir un risque avéré **d'intoxication alimentaire** au consommateur.

L'action destructrice sur la **flore microbienne** est de nouveau constatée, compte-tenu des valeurs cuisatrices pratiquées. Ainsi, le produit fini présente des charges microbiennes très satisfaisantes. On notera l'absence de pathogènes. Après éviscération et lavage, on observe des niveaux de flores similaires à ceux du produit initial. Ceci n'est pas étonnant car la flore intestinale contamine le poisson lors de l'éviscération, puis le lavage ramène la flore au niveau antérieure voire n'amène aucune amélioration. Il serait bien d'améliorer cette phase de lavage en augmentant l'efficacité de la Javel. En plus, le lavage après éviscération permet d'éliminer les caillots de sang, les restes de viscères et les tissus adipeux superflus. Il rend ainsi le poisson « propre » avant le fumage.

En conclusion, le procédé qualifié de sec sur ce site est une variante de fumage prolongé conduisant à un produit d'humidité intermédiaire ($a_w \approx 0,9$) de caractéristiques et de propriétés voisines de celles décrites dans la partie précédente (figure 2).

4 2nd site de production : Yarakh

4.1 Présentation générale

Le site traditionnel de Yarakh est situé près de la zone industrielle et est exploité par plusieurs transformateurs. Il n'y a ni électricité ni eau courante. L'eau utilisée pour nettoyer les poissons est fournie par le voisinage, sans subir de traitement particulier.

Le matériel utilisé se résume à une couverture, un seau de 20L et une caisse de 60L. Cet équipement est réutilisé plusieurs fois par jour sans nettoyage intermédiaire. Les conditions et l'environnement de travail sont déplorables (Photo 10).



Photo 10: Vue d'ensemble du site de Yarakh

4.1 Procédé traditionnel de fabrication du Kong fumé sec sur Yarakh

Ce diagramme, spécifique aux sites traditionnels, se caractérise par l'absence de lavage après éviscération (figure 19).

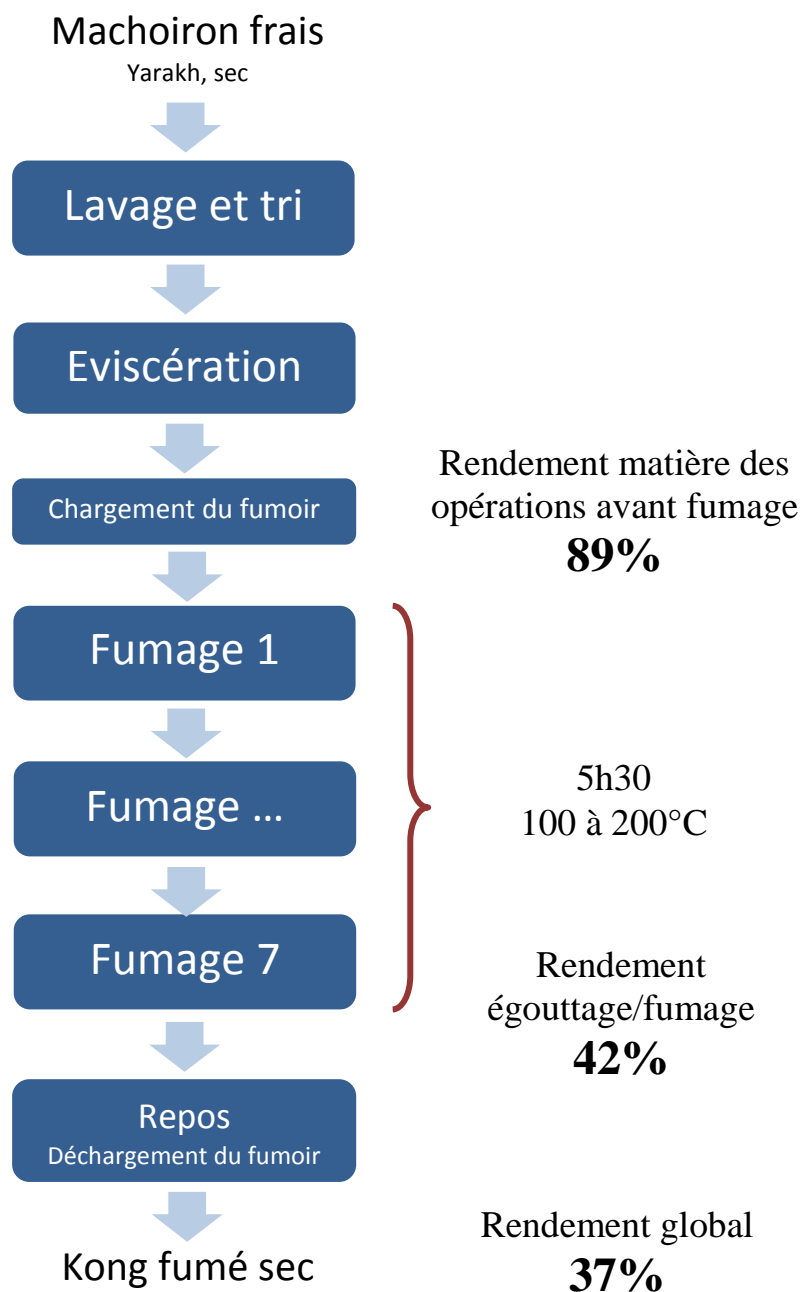


Figure 19: diagramme de production du Kong Fumé sec (site traditionnel – Yarakh)

4.1.1 Diagrammes d'étapes

Etape 1: lavage et tri

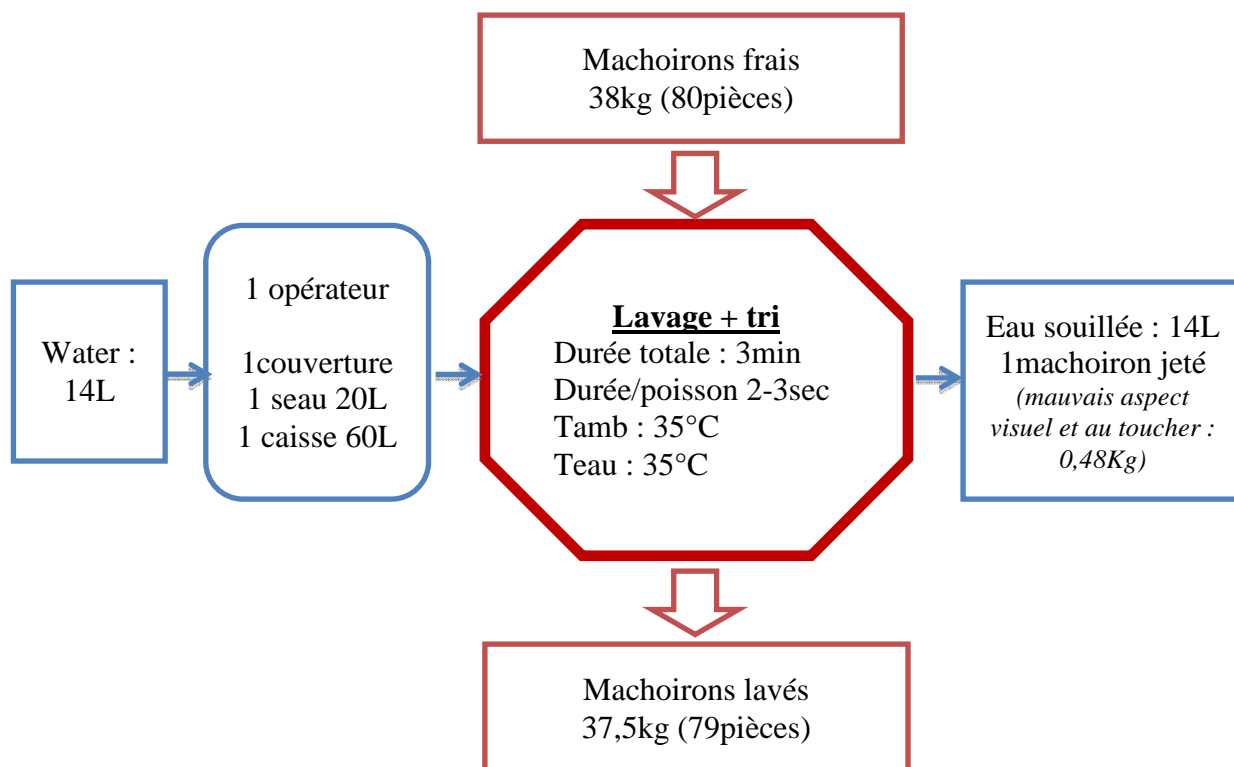


Figure 20 : diagramme d'étape « lavage et tri»
(Kong fumé sec – Yarakh)

La matière première est transportée dans des sacs (photo 11) sans respect de la chaîne du froid. Plusieurs transformateurs partagent le matériel sur site. La couverture est notamment utilisée à plusieurs reprises sans être systématiquement nettoyée entre opérateurs (photo12). Le lavage est réalisé rapidement pendant 2 à 3 secondes/ poisson avec de l'eau non traitée, dans un rapport de 14 litres/ 38 kg ou 14 litres/ 79 poissons



Photo 11: Transport de la matière première



Photo 12 : Matière première avant lavage

AFTER (G.A n°245025) – Deliverable 3.1.2.2
Report on the changes of the product quality induced by unit operations of traditional
Kong processes

Etape 2: Eviscération

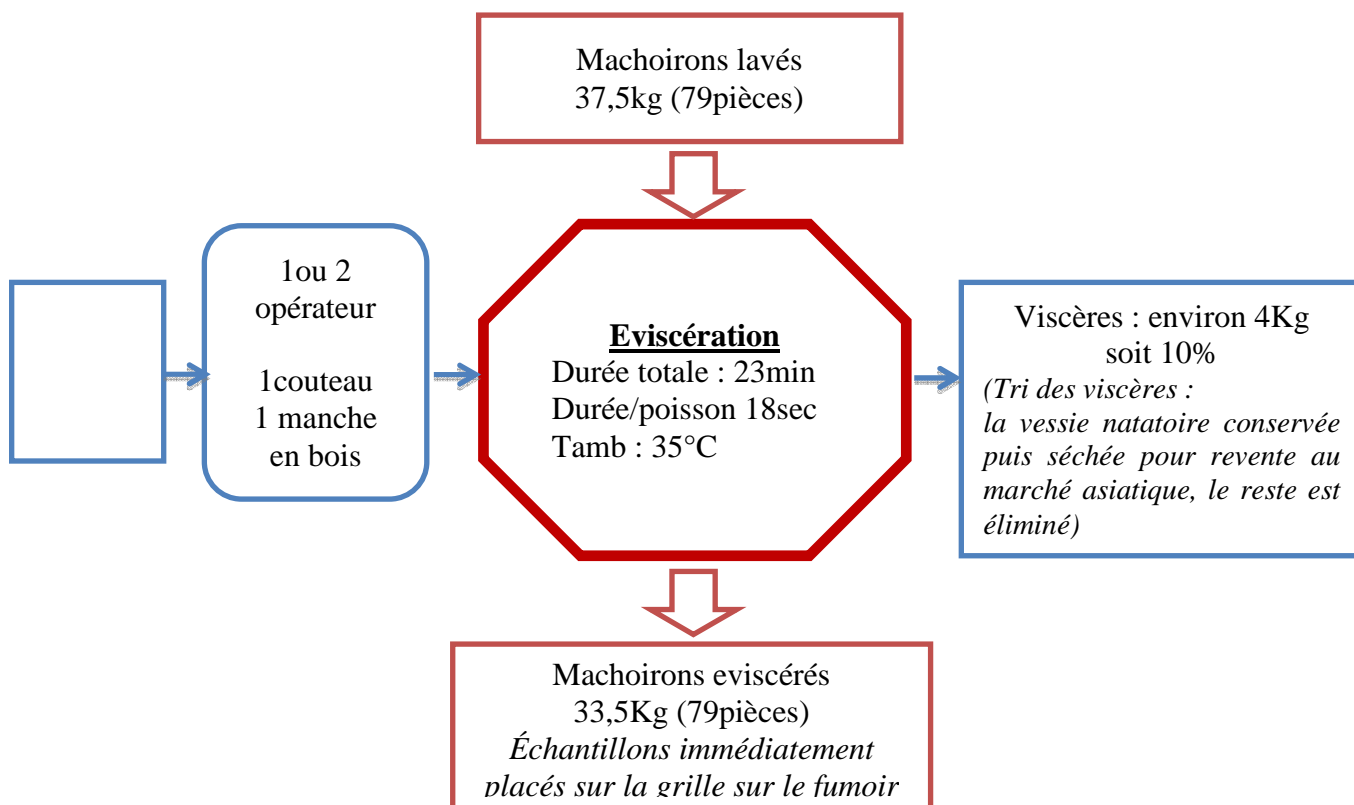


Figure 21 : diagramme d'étape « éviscération »
(Kong fumé sec – Yarakh)

Une fois lavés, les poissons sont éviscérés ; l'os crânien est fendu (photo 13) et le poisson est ouvert. Les viscères sont retirées manuellement (photo 14) et constituent des déchets. Cette opération, effectuée à température ambiante, dure 18 secondes par poisson.

Les poissons sont ensuite directement placés sur les grilles du fumoir, sans lavage intermédiaire.



Photo 13 : Préparation des poissons avant éviscération

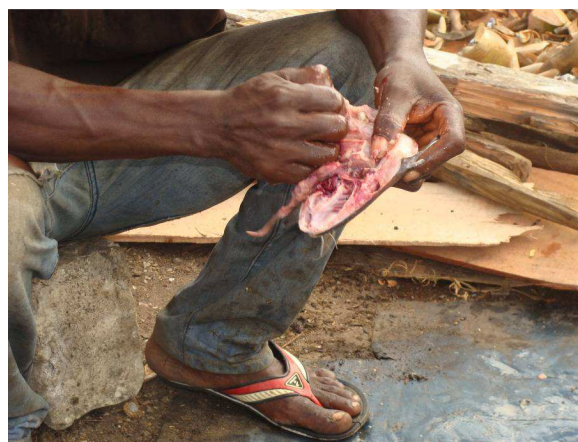


Photo 14 : éviscération manuelle

Etape 3: chargement du fumoir

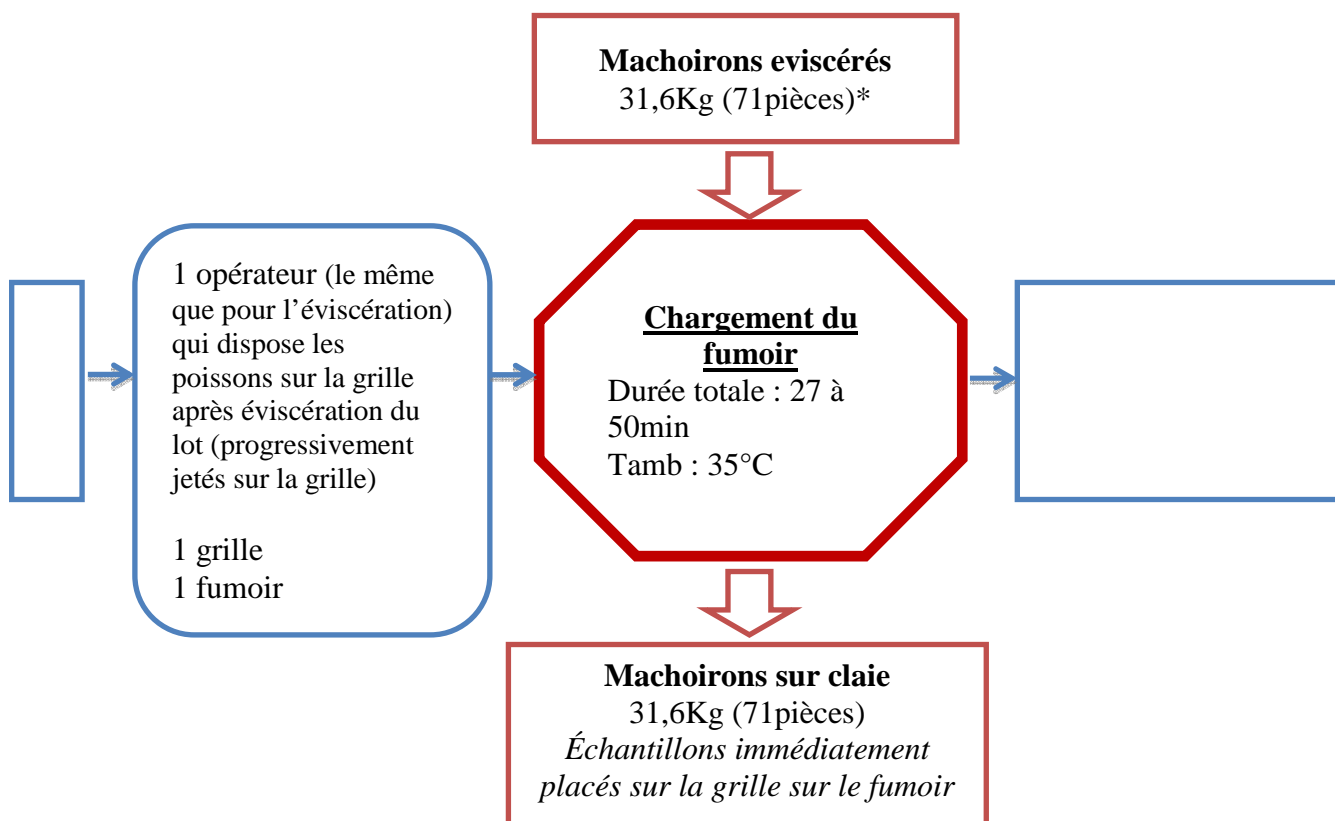


Figure 22 : diagramme d'étape «chargement du fumoir» (Kong fumé sec – Yarakh)

* la masse initiale n'est pas identique à celle de sortie de l'étape précédente du fait du prélèvement d'échantillons pour analyses)

Caractéristiques du fumoir :

hauteur: 92 cm ; longueur: 158 cm ; largeur : 102 cm ; distance grille-foyer : 70 cm

Le fumoir utilisé est principalement constitué de plaques de fer et d'une grille (photo 15).



Photo 15 : Fumoir typiquement traditionnel

AFTER (G.A n°245025) – Deliverable 3.1.2.2
Report on the changes of the product quality induced by unit operations of traditional
Kong processes

Etape 4 : fumage 1

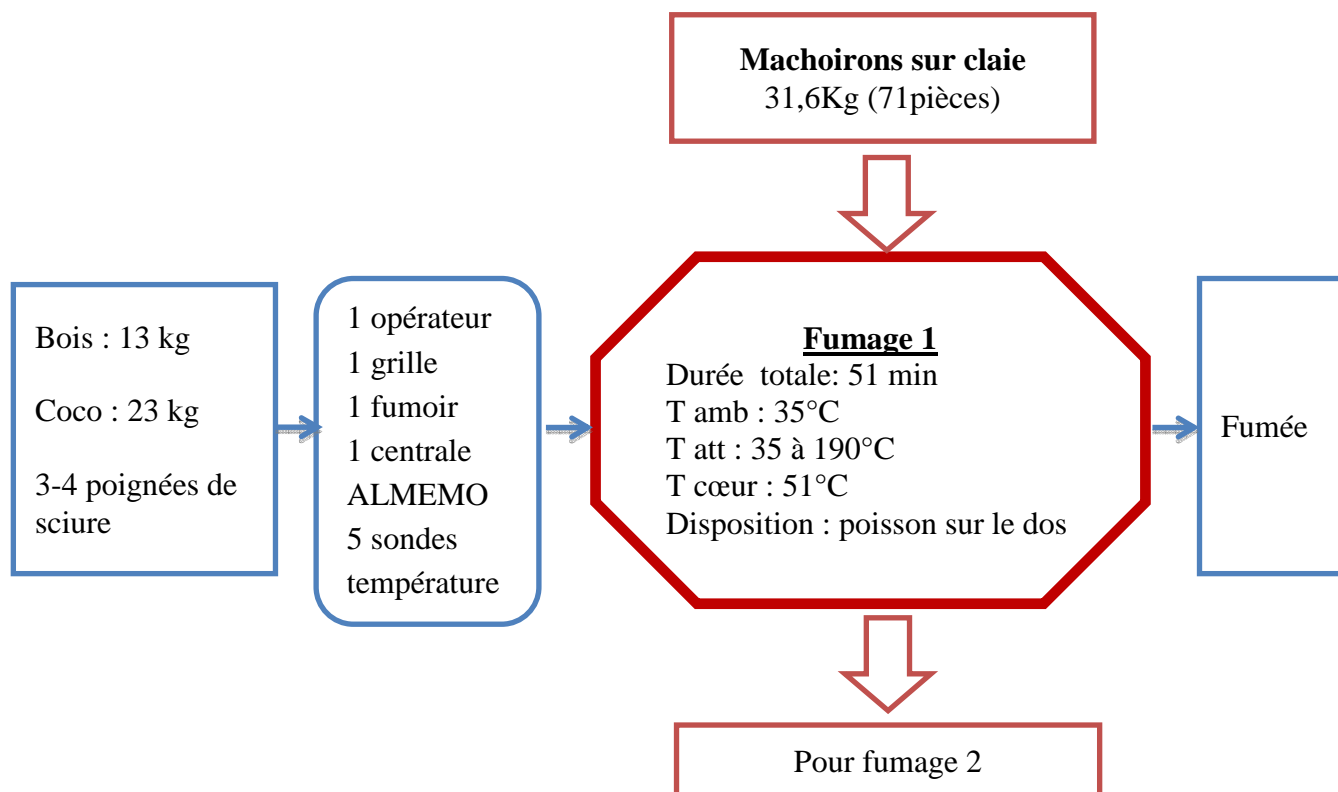


Figure 23 : diagramme d'étape «fumage 1» (Kong fumé sec – Yarakh)

Les combustibles utilisés sont composés de bourre et coque de noix de coco (photo 16), de bois (photo 17) et de sciure de bois (photo 18).



Photo 16 : Mélange de bourre et coque de coco pour fumage



Photo 17 : Bois pour fumage



Photo 18 : Sciure pour fumage

Report on the changes of the product quality induced by unit operations of traditional Kong processes

L'étape de fumage 1 est suivie par deux étapes successives toutes caractérisées par une combustion vive dans un four ouvert et des actions de retournement des poissons pour en assurer un temps d'exposition plus ou moins identique des deux faces.

Entre la première et la seconde étape de fumage, les poissons sont retournés : premier fumage (figure 23) pendant 51 minutes sur les dos, puis second fumage (figure 24) pendant 46 minutes sur le ventre (photo 16).



Photo 16: Poissons disposés sur leur face dorsale (gauche) ou ventrale (droite)

Etape 5: fumage 2

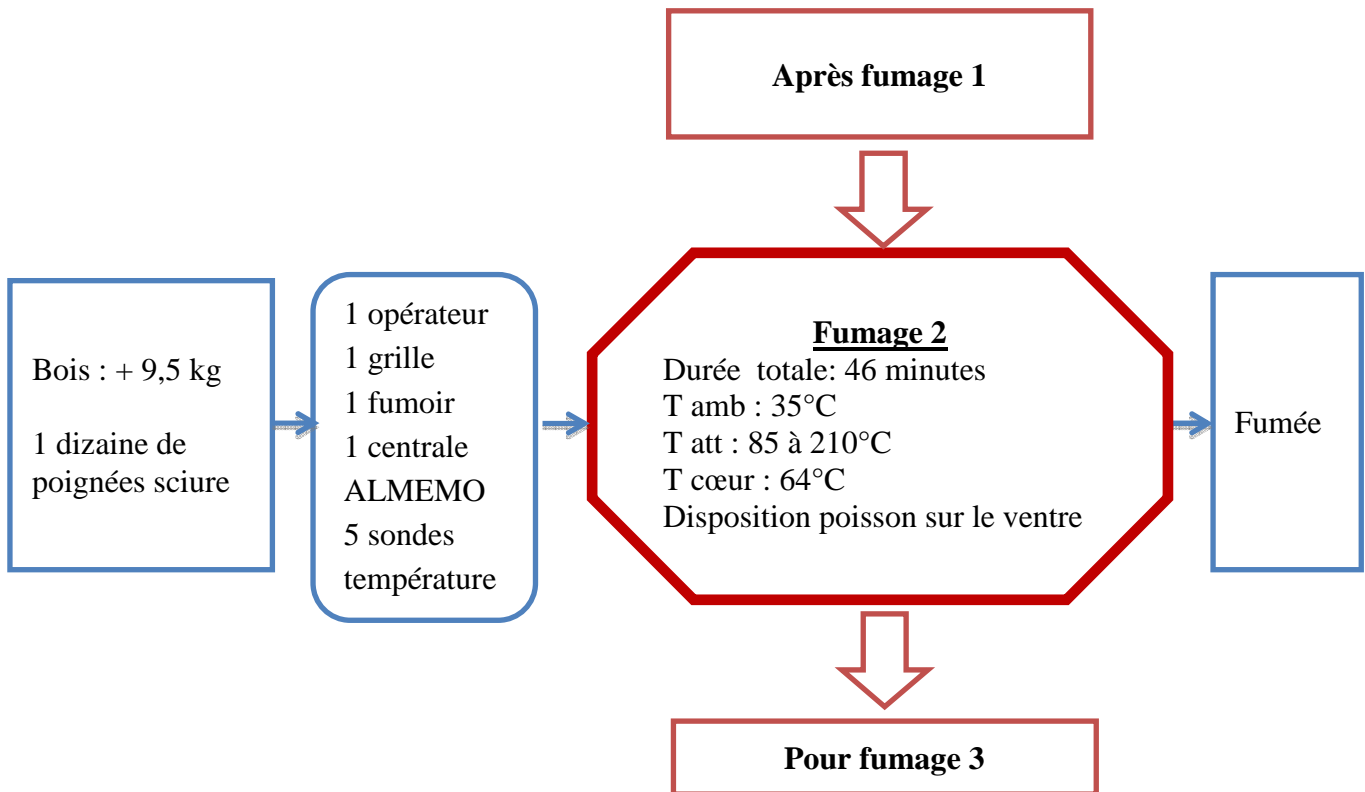


Figure 24: diagramme d'étape «fumage 2» (Kong fumé sec – Yarakh)

Au cours de cette phase 2 de fumage, les températures du foyer et à cœur du produit augmentent légèrement passant respectivement de 190° à 210°C et 51°C à 64°C.

Etape 6: Fumage 3

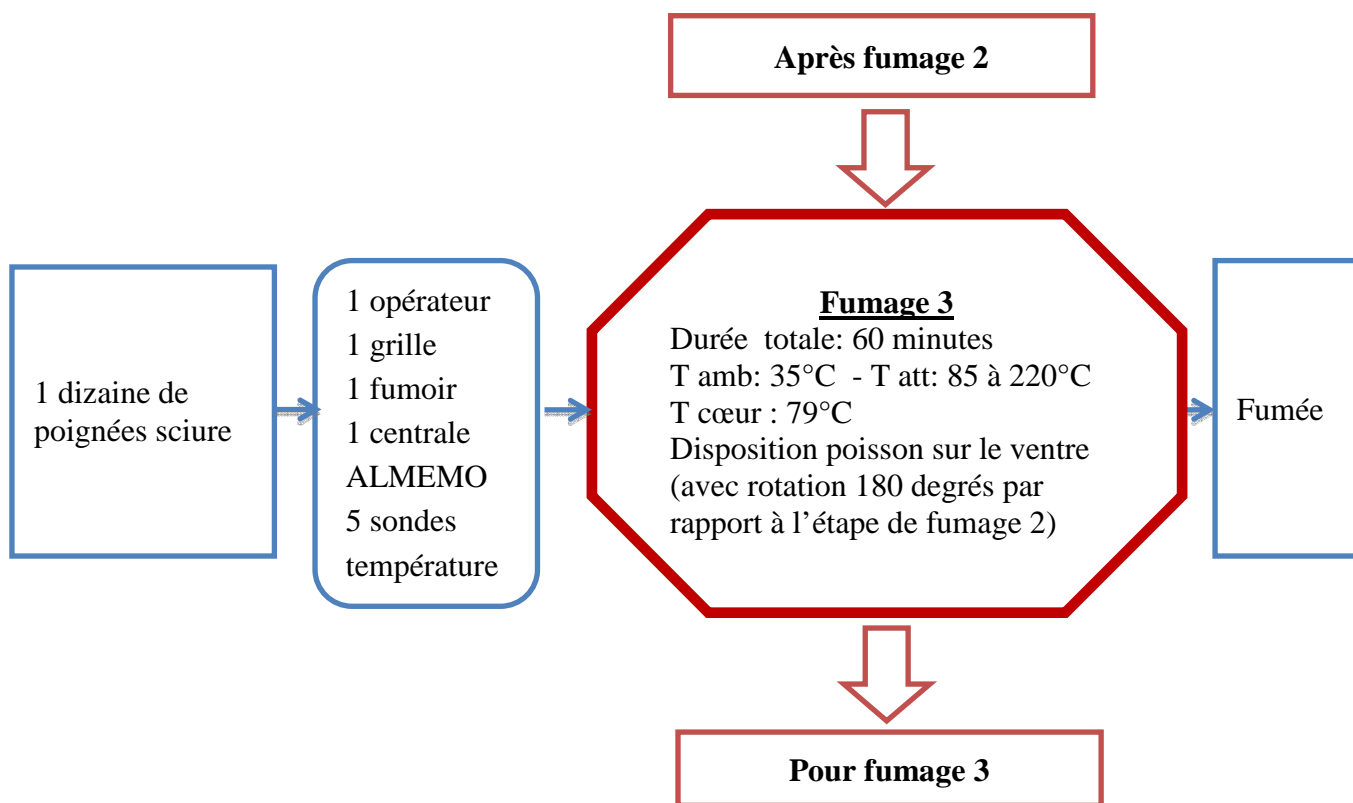


Figure 25: diagramme d'étape «fumage 3» (Kong fumé sec – Yarakh)

L'augmentation de la température se poursuit au cours de cette étape 3 (figure 25) passant à 220°C au foyer et 79°C à cœur du poisson. Il s'agit pour l'opérateur de cuire le produit et de le déshydrater progressivement. A l'étape 4 (figure 26) commencera le fumage au sens strict du terme même si la déshydratation se poursuit.

Etape 7: Fumage 4

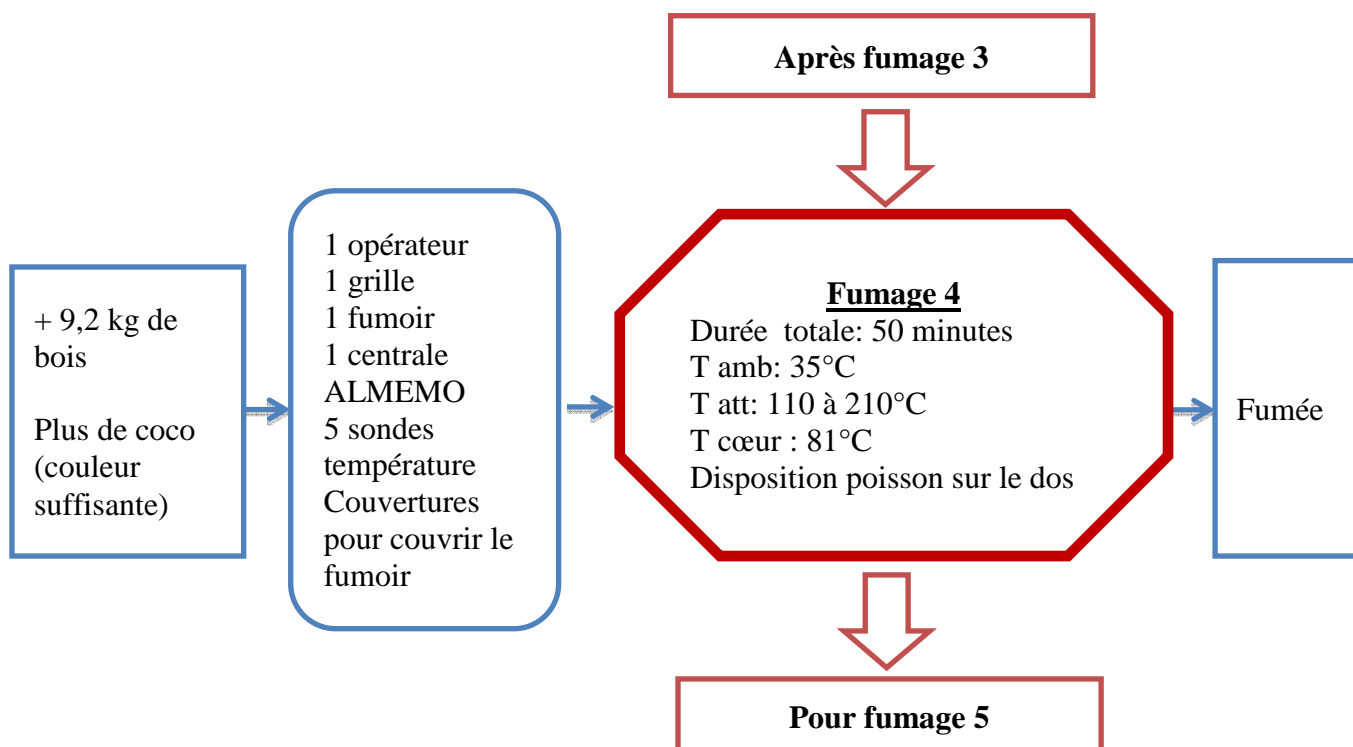


Figure 26: diagramme d'étape «fumage 4» (Kong fumé sec – Yarakh)

C'est une étape de fumage *stricto sensu* dans la mesure où le four est recouvert à l'aide de divers matériaux, de façon à mieux contrôler la fumée (photo 17).



Photo 17: Four couvert à l'aide de divers matériaux pour optimiser la production de fumée

Report on the changes of the product quality induced by unit operations of traditional Kong processes

Plusieurs retournements successifs des poissons permettent de visualiser leur coloration et d'optimiser le fumage en vérifiant notamment leur texture (tenue au long de la cuisson) ainsi que leur température de surface au toucher. L'objectif recherché étant d'aboutir à l'aspect illustré par la photo 18.



Photo 18: Produit fini : Kong fumé sec

Etape 8:Fumage 5

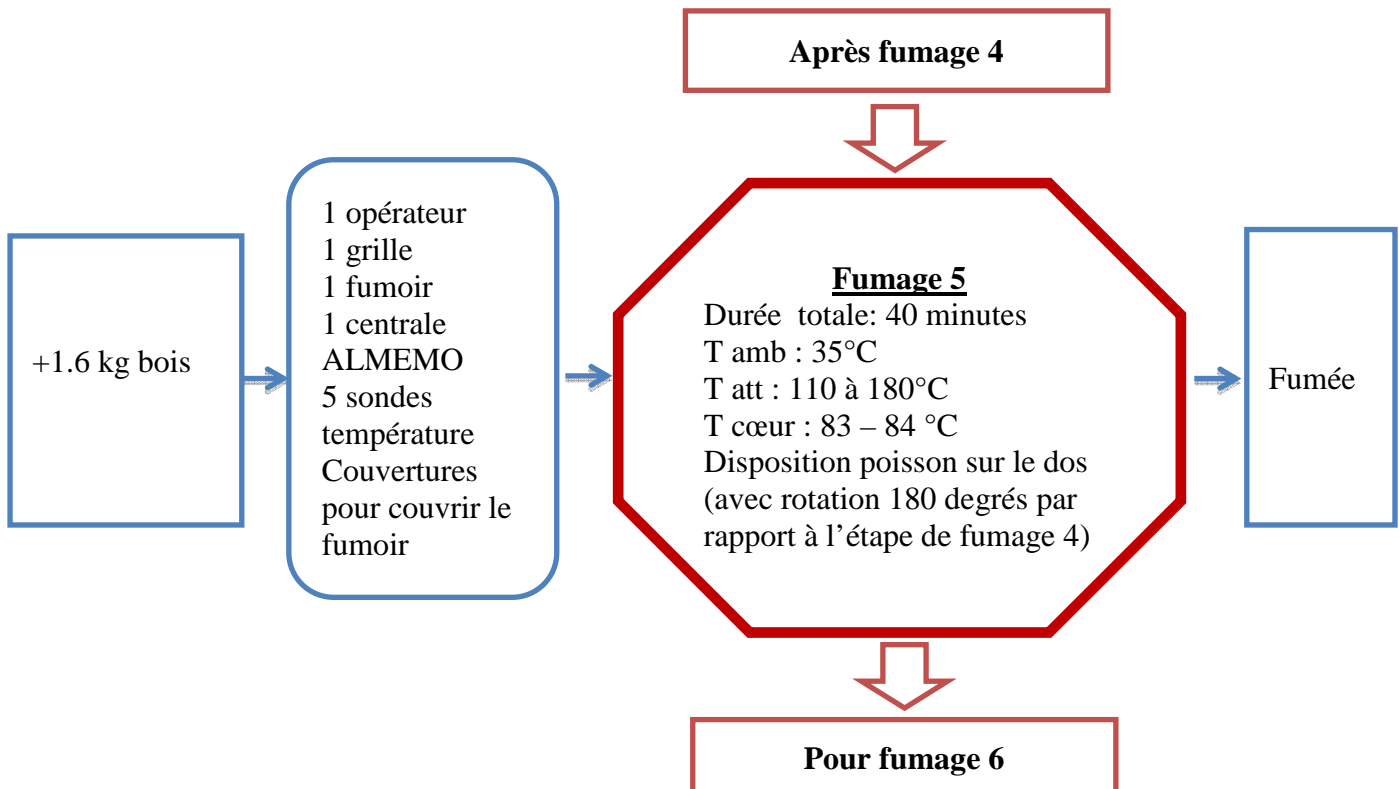


Figure 27: diagramme d'étape «fumage 5» (Kong fumé sec – Yarakh)

Les deux premières phases de fumage *stricto sensu* se poursuivent pendant les étapes de fumage 6 et 7. Elles sont toutes marquées par des températures du foyer (110 à 180°C) et à cœur du poisson (83 à 85°C).

Etape 9:Fumage 6

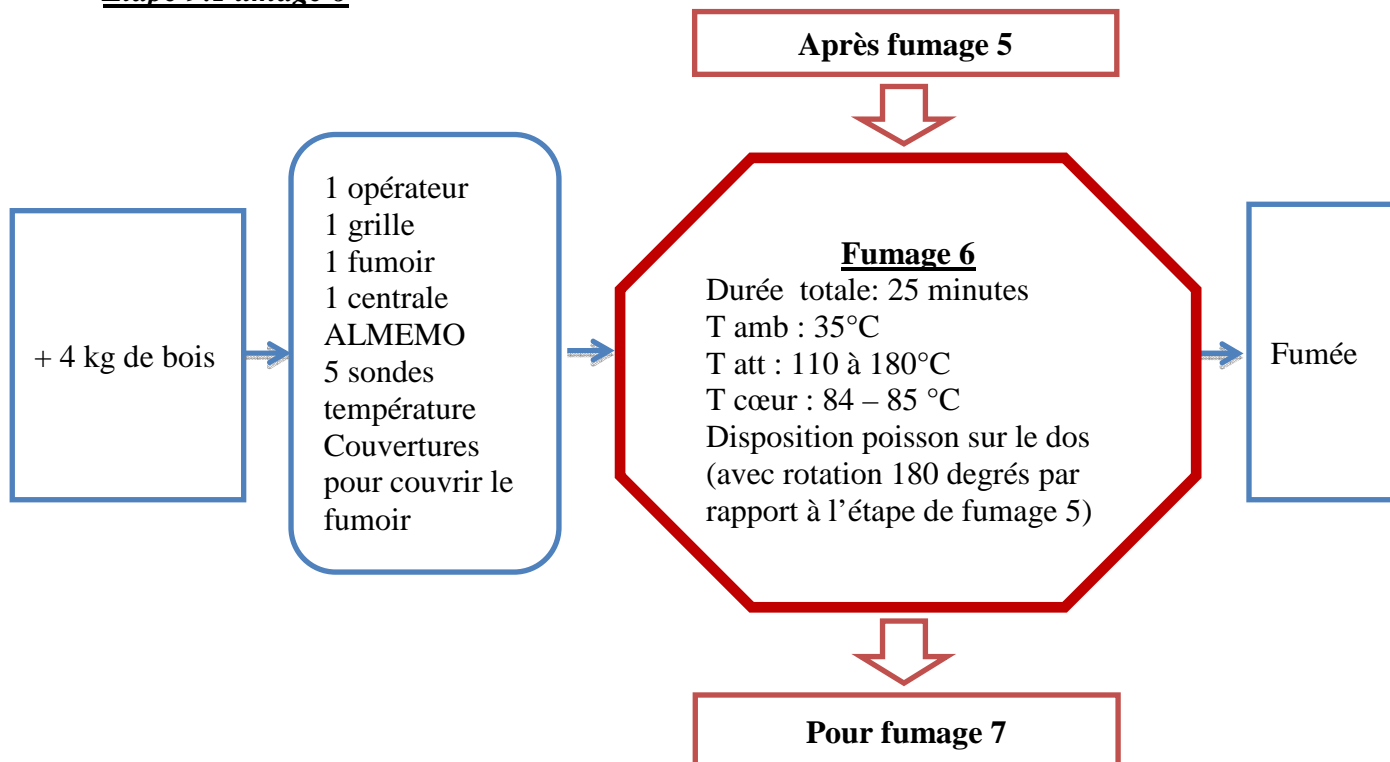


Figure 28: diagramme d'étape «fumage 6» (Kong fumé sec – Yarakh)

Etape 10:Fumage 7

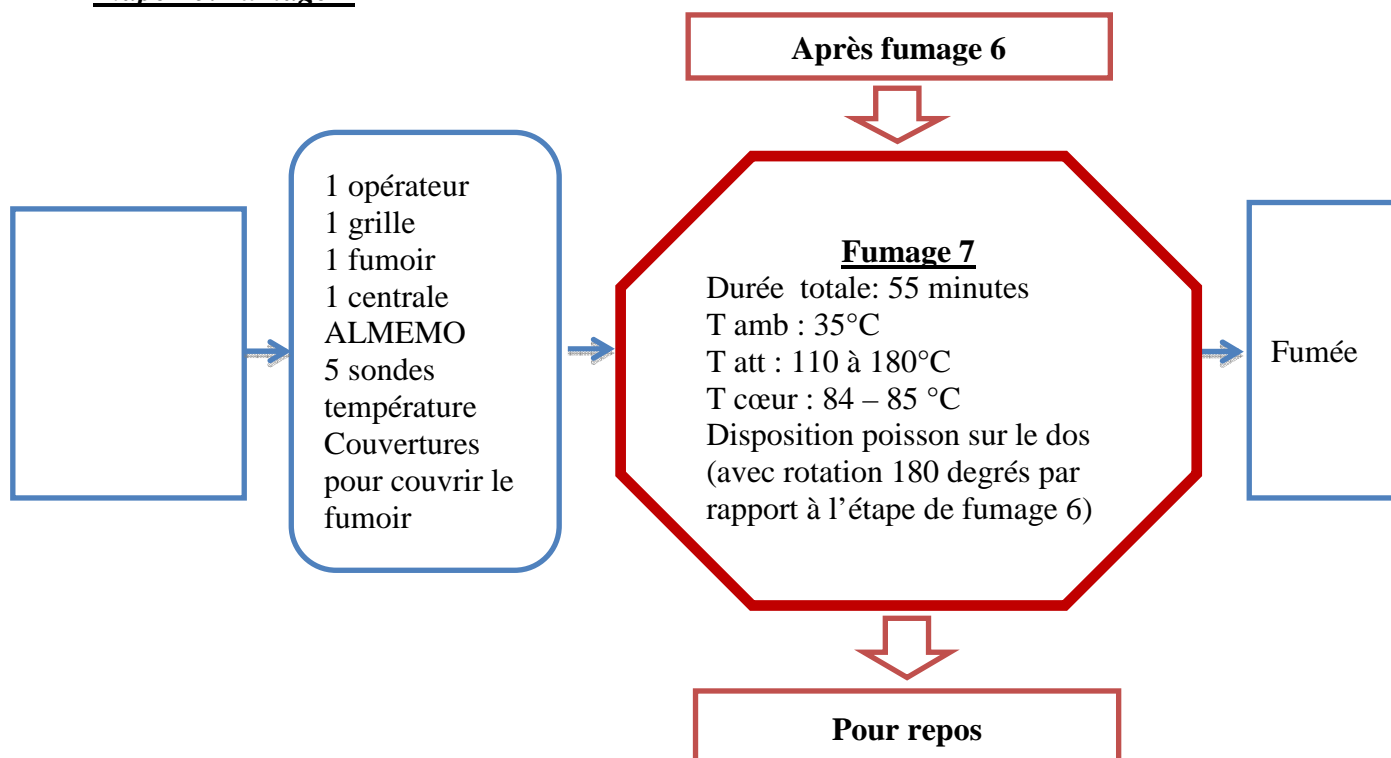


Figure 29: diagramme d'étape «fumage 7» (Kong fumé sec – Yarakh)

Cette longue série de fumage a duré environ 3heures et est marquée par beaucoup de manipulations du produit.

Etape 11: Repos et déchargement du fumoir

Une phase de repos est observée pendant au moins 30minutes voire 1heure pour laisser le produit fini se refroidir avant d'être mis en cartons. Les deux phases de repos et de déchargement (figure 30) peuvent ainsi être associées dans une unique opération unitaire.

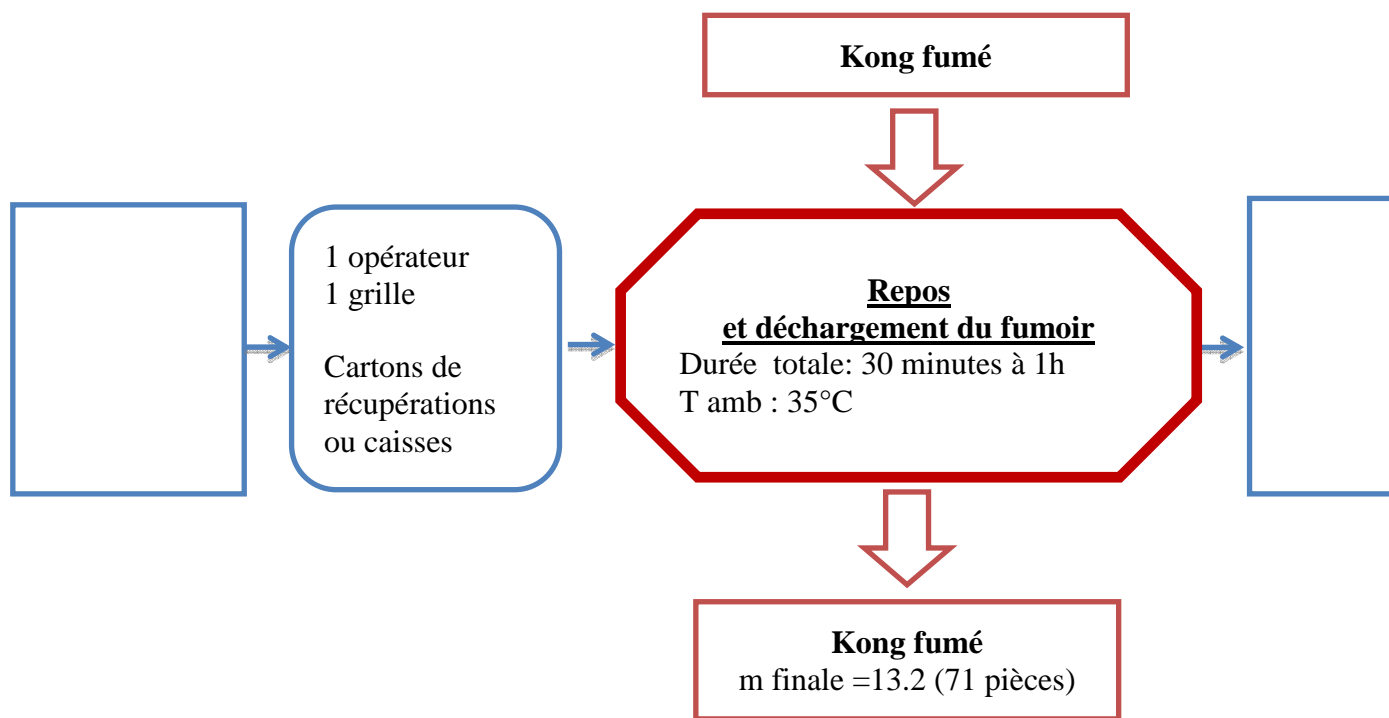


Figure 30: diagramme d'étape «repos et déchargement du fumoir»
(Kong fumé sec – Yarakh)

Les prélèvements réalisés au cours du fumage « sec » sur le site de Yarakh sont confinés dans les tableaux VI et VII et la figure 31 présente la cinétique des températures.

Report on the changes of the product quality induced by unit operations of traditional Kong processes

4.1.2 Résultats et discussion

L'ensemble des résultats de mesure et d'analyse obtenus dans le cadre du suivi du procédé de fabrication du Kong fumé sec sur le site de Yarakh sont présentés dans les tableaux VI et VII ci-après.

Tableau VI : suivi des caractéristiques chimiques et microbiologiques du poisson au cours du procédé de fabrication du Kong fumé sec sur le site de Yarakh

Paramètres	Résultats physico-chimiques					
	Matière première		Poisson éviscéré		Produit fini	
	Ech 1	Ech 2	Ech 1	Ech 2	Ech 1	Ech 2
Matière sèche (%)	22,6	23,0	22,8	20,5	57,2	43,1
Teneur en eau (%)	77,4	77	77,2	79,5	42,8	56,9
aw	0,96	0,96	0,94	0,94	0,89	0,90
pH	6,54	6,47	6,26	6,28	6,39	6,59
Phénols (mg/100g MS)					16	14,7
HAPs totaux (ppb)					188,5	113,6
B(a)P (ppb)					23,5	14,15
Lipides totaux (%)	1,43	1,79	-	-	14,67	7,95
Amines biogènes totales* (mg/100g MS)	2	8	5	6	36	129
Résultats microbiologiques (Log cfu/g)						
Flores	Matière première (n=2)		Poisson éviscéré (n=2)		Produit fini (n=2)	
Flore aérobie totale	5,44±5,33		4,39±4,18		3,48±2,54	
<i>Enterobacteriaceae</i>	4,84±4,18		4,93±4,93		<1	
<i>C. Perfringens</i>	2,08±2,08		1,93±0,60		1,74±1,74	
<i>S. aureus</i> et CPS	<1		<1		<1	
<i>CN Staphylococcus</i>	6,47±6,44		6,29±6,18		3,13±3,13	
Bactéries lactiques	5,61±5,50		5,93±5,82		4,79±4,77	
Levures	3,28±2,68		4,24±3,65		<1	
Moisissures	<1		<1		<1	
<i>E. coli</i>	3,40±3,08		3,96±3,65		<1	
Résultats microbiologiques (cfu/25g)						
<i>Salmonella sp.</i>	A		ND		A	
<i>L.monocytogenes</i>						
<i>Bacillus cereus</i>						

* Les amines biogènes totales incluent l'histamine, la cadaverine, la putrescine et la spermidine / A: absent, ND: non déterminé.

Tableau VII: Amines biogènes (mg/100g) contenues dans le Kong fumé sec (Yarakh)

(mg/100g)	Putrescine	cadaverine	Histamine	Spermidine	Amines totales
Echantillons frais	0	1,6	0	0	2
	10,6	45,5	0	32,3	88
Echantillons égouttés	4,5	0	0	0	5
	0	2,1	0	3,7	6
Kong fumés secs	2,5	17,1	2,3	13,9	36
	7	29,1	19,3	73,4	129

AFTER (G.A n°245025) – Deliverable 3.1.2.2
Report on the changes of the product quality induced by unit operations of traditional Kong processes

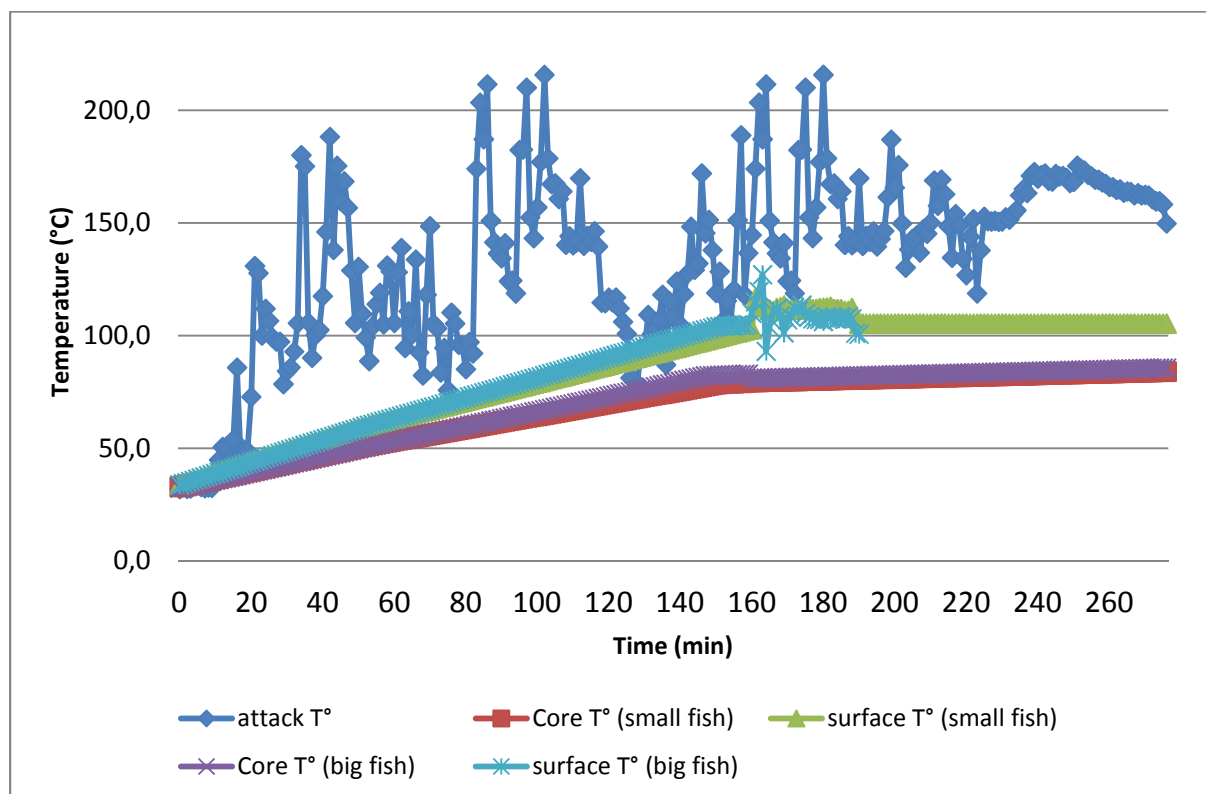


Figure 31: Evolution des températures relevées en surface et à cœur des produits, pour la production de Kong fumé sec (Yarakh) – 3 phases de cuisson/fumage incluses

Avec une durée de près de 5 heures 30 de traitement thermique, on constate une durée inférieure d'environ 8 heures avec celle relevée à Seuty Ndiare (process « sec »). Avec une température oscillant entre 100 et 200°C, il n'est pas étonnant qu'un effet particulièrement marqué sur l'ensemble des critères physico-chimiques et microbiologiques soit ici également observé.

La teneur en eau subit une baisse de modérée à moyenne selon l'échantillon relevé (40 à 60% de teneur en eau finale). On retrouve ici un taux d'enlèvement d'eau de l'ordre de 70 à 80% de l'eau présente dans la chair du poisson initialement, ce qui nous situe encore à une a_w de l'ordre de 0,9.

Ceci nous amène à considérer que ce procédé, qualifié de fumage « sec » se différencie assez peu de celui qui a été décrit par ailleurs comme humide.

La teneur en eau finale des produits proche de celle des précédents cas étudiés nous indique un traitement cuisateur d'intensité proche. Cela montre, comme dans le cas de Seuty Ndiaré, que les opérateurs ne possèdent pas le savoir-faire pour l'élaboration de Kong sec (teneur en eau de 15%), qui serait plus développé dans la région de Casamance.

Le produit fini compte-tenu de ses caractéristiques est très sensible à la dégradation, et doit être consommé dans les 2 ou 3 jours qui suivent la fabrication dans les conditions locales.

Les **rendements matière** sont faibles, essentiellement liés à l'abaissement de la teneur en eau. Le rendement global est de l'ordre de 37% (dont 90% à l'éviscération et 41% au fumage). Ils

Report on the changes of the product quality induced by unit operations of traditional Kong processes

sont comparables à ceux observés à Seuty Ndiare. Confirmant l'application de barèmes thermiques équivalents, avec une répercussion sur l' a_w non différente significativement de celle constatée dans les cas rapportés précédemment dans ce rapport.

Les **phénols** sont déposés en quantité extrêmement élevée, conduisant vraisemblablement à un produit fumé très typé, en lien avec la durée importante de fumage et la biomasse utilisée : coco et une quantité importante de bois, ajoutés au cours de 7 phases de fumages distinguées. On retrouve également de très fortes teneurs finales en **HAP totaux et en B(a)pyrene**. Ces valeurs, respectivement de 100-200 et 15-25 ppb sont bien au-delà des normes européennes. Ces produits sont donc impropres à la consommation et à la commercialisation.

On retrouve des teneurs en **amines biogènes** élevées avant le fumage, avec un total des principales amines pouvant atteindre 1000 ppm. Pour ce critère, la fraîcheur de la matière première est vraisemblablement en cause. Ce défaut fait courir un risque avéré **d'intoxication alimentaire** au consommateur. De l'histamine apparaît également sur le produit fini, à une hauteur critique (200 ppm dans un échantillon)

L'action destructrice sur la **flore microbienne** est constatée cette fois-ci principalement sur les entérobactéries, en lien avec les valeurs cuisatrices pratiquées. On retrouve toutefois des traces de contamination tellurique, et une flore globale voisine de la flore initiale. Ceci est étonnant compte-tenu des barèmes thermiques pratiqués, et peut traduire des contaminations croisées après fabrication, avec les souillures laissées par les poissons non transformés. On note l'absence de pathogènes.

Le fumage demande une manutention lourde avec 7 phases de fumage observées, au cours desquels les poissons sont retournés, et le feu ravivé.

En conclusion, le procédé « voie sèche » observé sur le site de Yarakh conduit à des produits à humidité intermédiaires, très chargés en phénols, impropres à la consommation compte-tenu de leur teneur en HAP, et présentant des indicateurs de mauvaises conditions hygiéniques de production.

Les consommations de bois sont importantes du fait du caractère non optimisé des foyers (env. 1kg de bois par kg de poisson fumé), et le fumage demande une manutention de tout instant.

4.2 Procédé traditionnel de fabrication du Kong fumé humide sur Yarakh

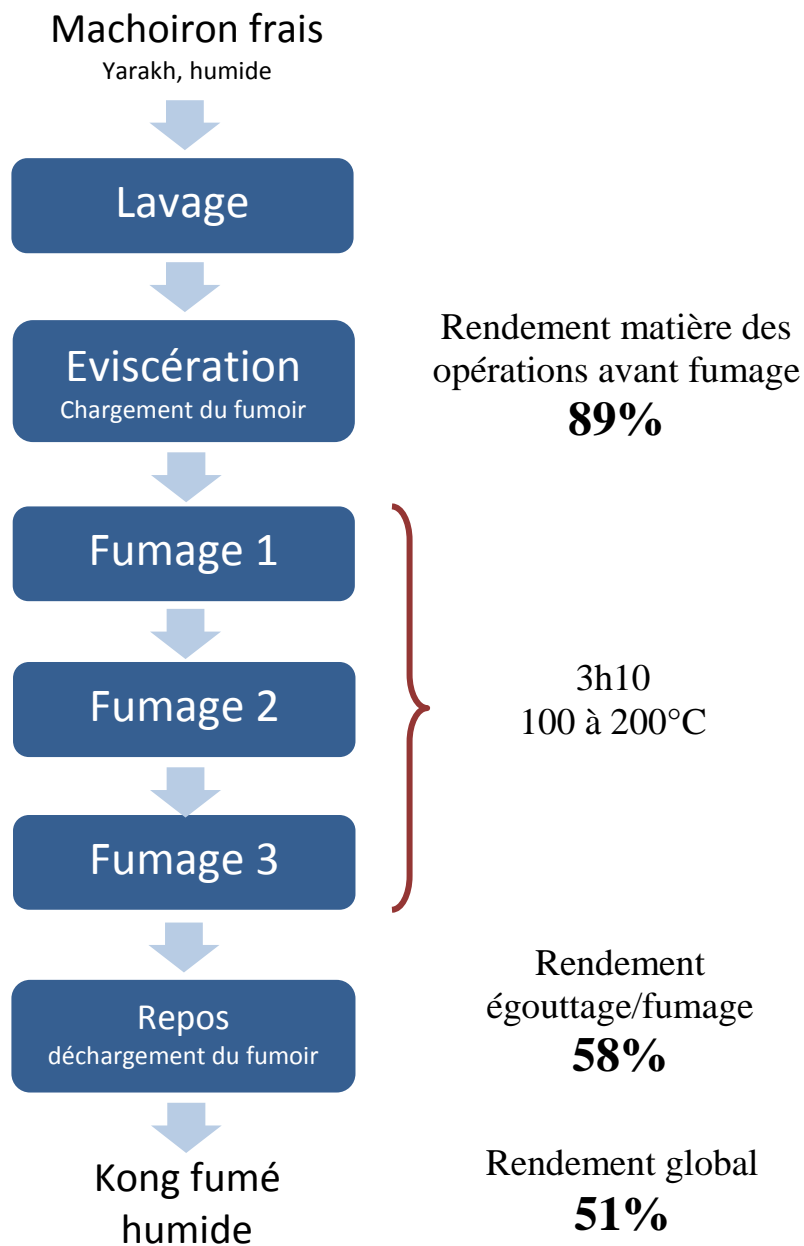


Figure 32: diagramme de production du Kong Fumé humide (site traditionnel – Yarakh)

4.2.1 Diagrammes d'étapes

Etape 1 : Lavage

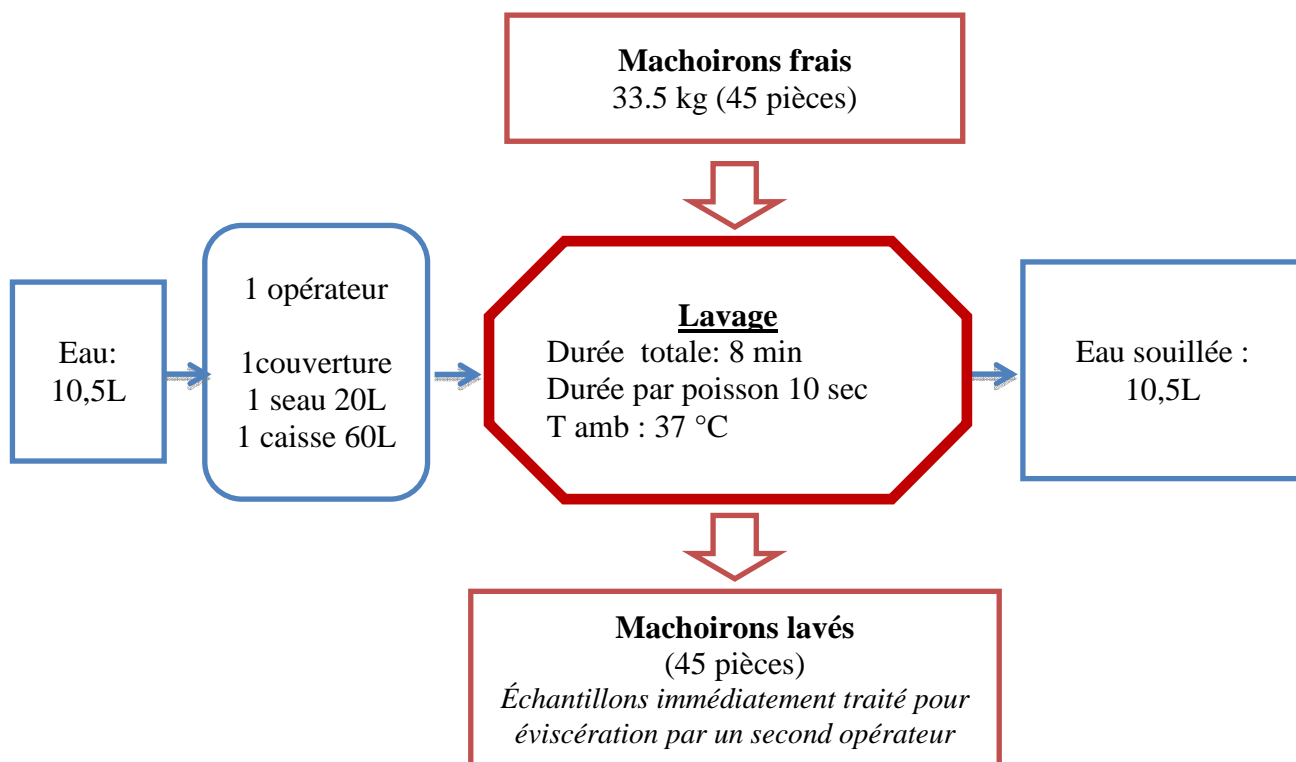


Figure 33: diagramme d'étape «lavage» (Kong fumé humide – Yarakh)

L'opération unitaire de lavage sur ce site est exécutée assez rapidement dans un volume d'eau réduit (10,5 litre/45poissons). Le récipient est petit pour contenir tout le lot de poissons et l'eau n'est pas renouvelée. Cette pratique pose un véritable problème d'hygiène. L'opération suivante d'éviscération est exécutée simultanément sur une toile à même le sol par un autre opérateur.

Etape 2 : Eviscération

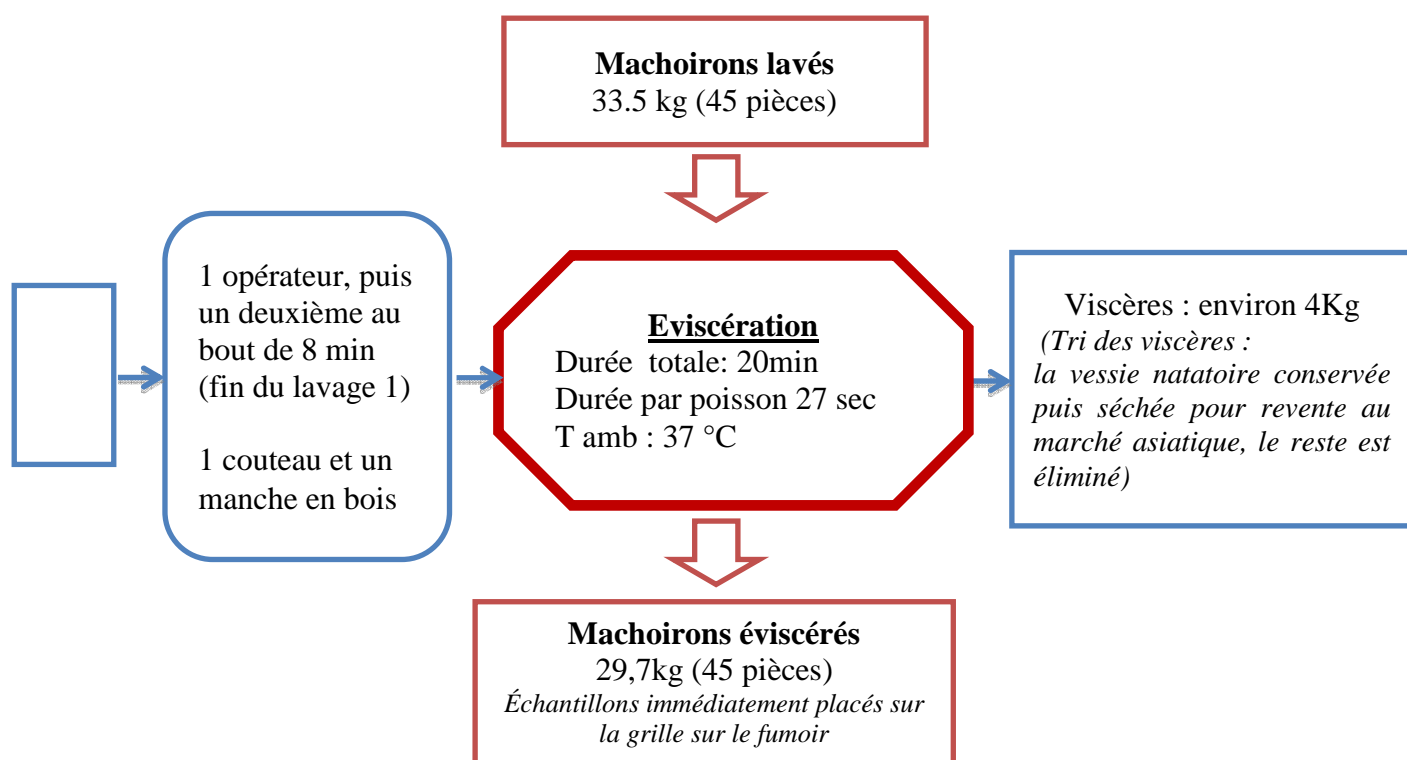


Figure 34: diagramme d'étape «éviscération» (Kong fumé humide – Yarakh)

La durée des deux premières étapes - lavage (figure 33) et éviscération (figure 34) - peut être réduite compte tenu de la sollicitation du four et du matériel qui est partagé par plusieurs. Après l'éviscération les poissons sont directement disposés sur les grilles du four sans une étape de lavage. La phase d'égouttage n'existe pas. Les poissons sont laissés à la merci des mouches pendant que l'éviscération s'achève et que les combustibles sont préparés. Les opérateurs n'affichent aucun souci de protection des produits intermédiaires.

Etape 4:Fumage 1

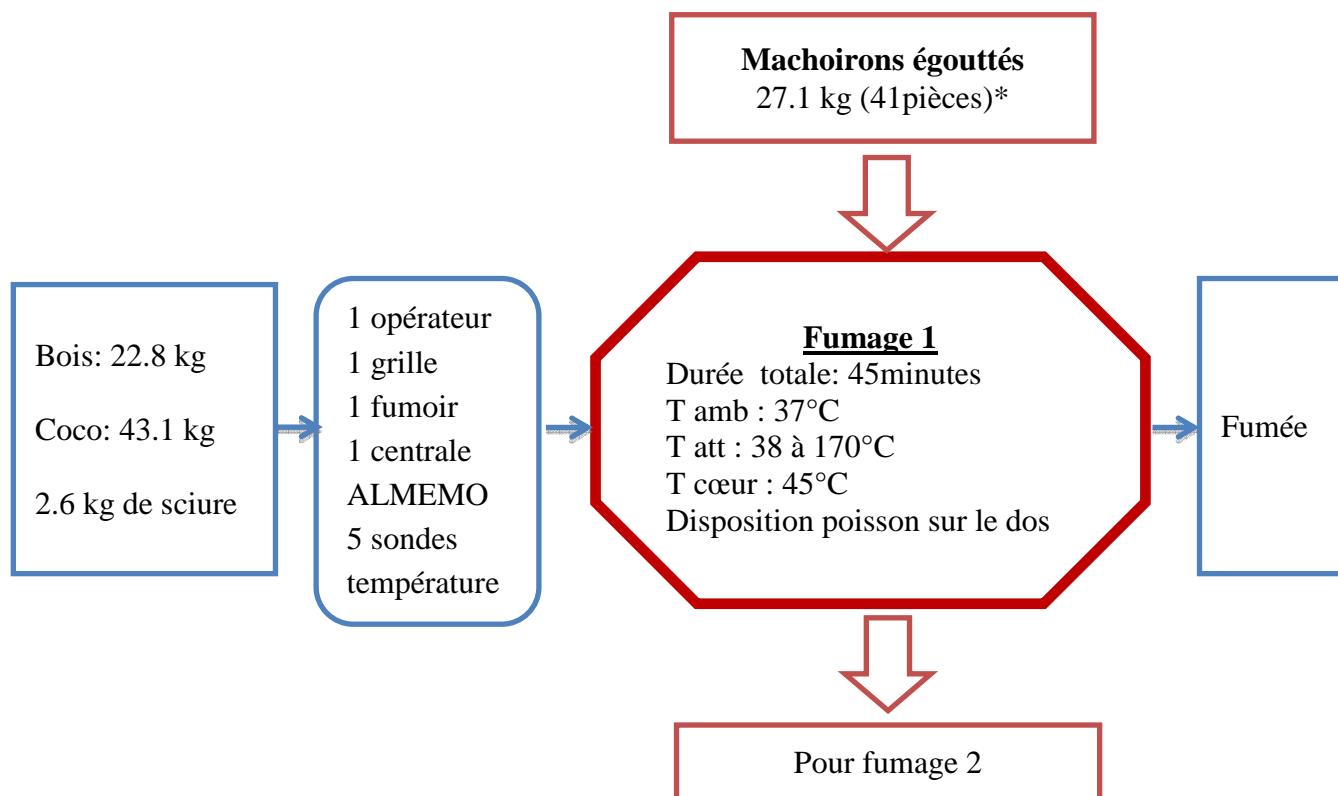


Figure 35: diagramme d'étape «fumage 1» (Kong fumé humide – Yarakh)

*la masse initiale n'est pas identique à celle de sortie de l'étape précédente du fait du prélèvement d'échantillons pour analyses

La première phase de fumage du kong humide est marquée par une durée courte de 45minutes (figure 35). Elle est, comme observé au GIE de Seuty Ndiaré, une phase de cuisson et de déshydratation. L'opérateur utilise les combustibles appropriés et notamment le bois pour générer des flammes. L'usage de sciures et de coco au cours de cette première phase permet de réaliser un début de fumage.

Etape 5:Fumage 2

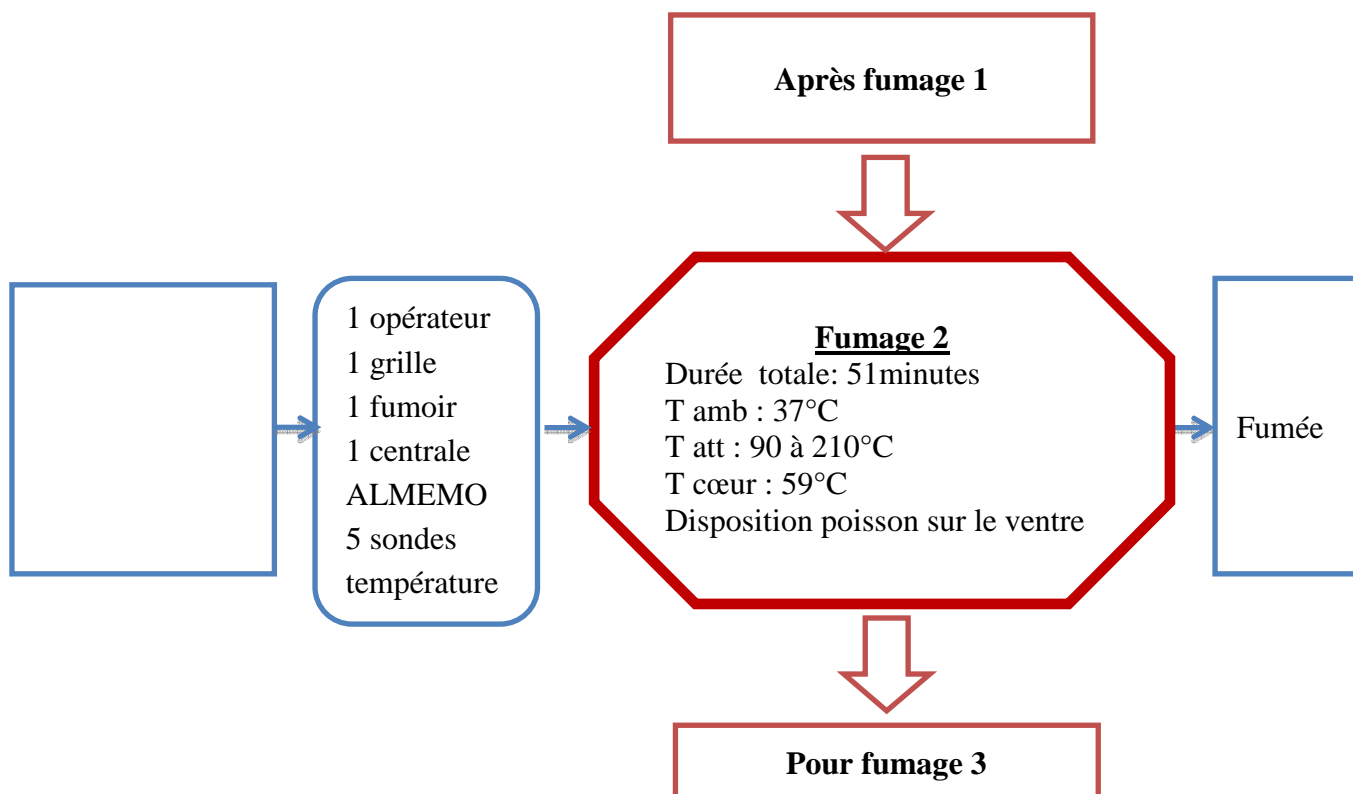


Figure 36: diagramme d'étape «fumage 2» (Kong fumé humide – Yarakh)

L'étape de fumage 2 prolonge la précédente (figure 36). Cependant les poissons sont retournés sur la face ventrale afin de cuire et de déshydrater la partie la plus charnue. Les températures sont quasiment identiques mais la température à cœur du produit passe de 45° à 59°C. Cette phase dure plus longtemps (51 minutes) que la précédente. Elle va se poursuivre par une étape de fumage *stricto sensu*.

Etape 6:Fumage 3

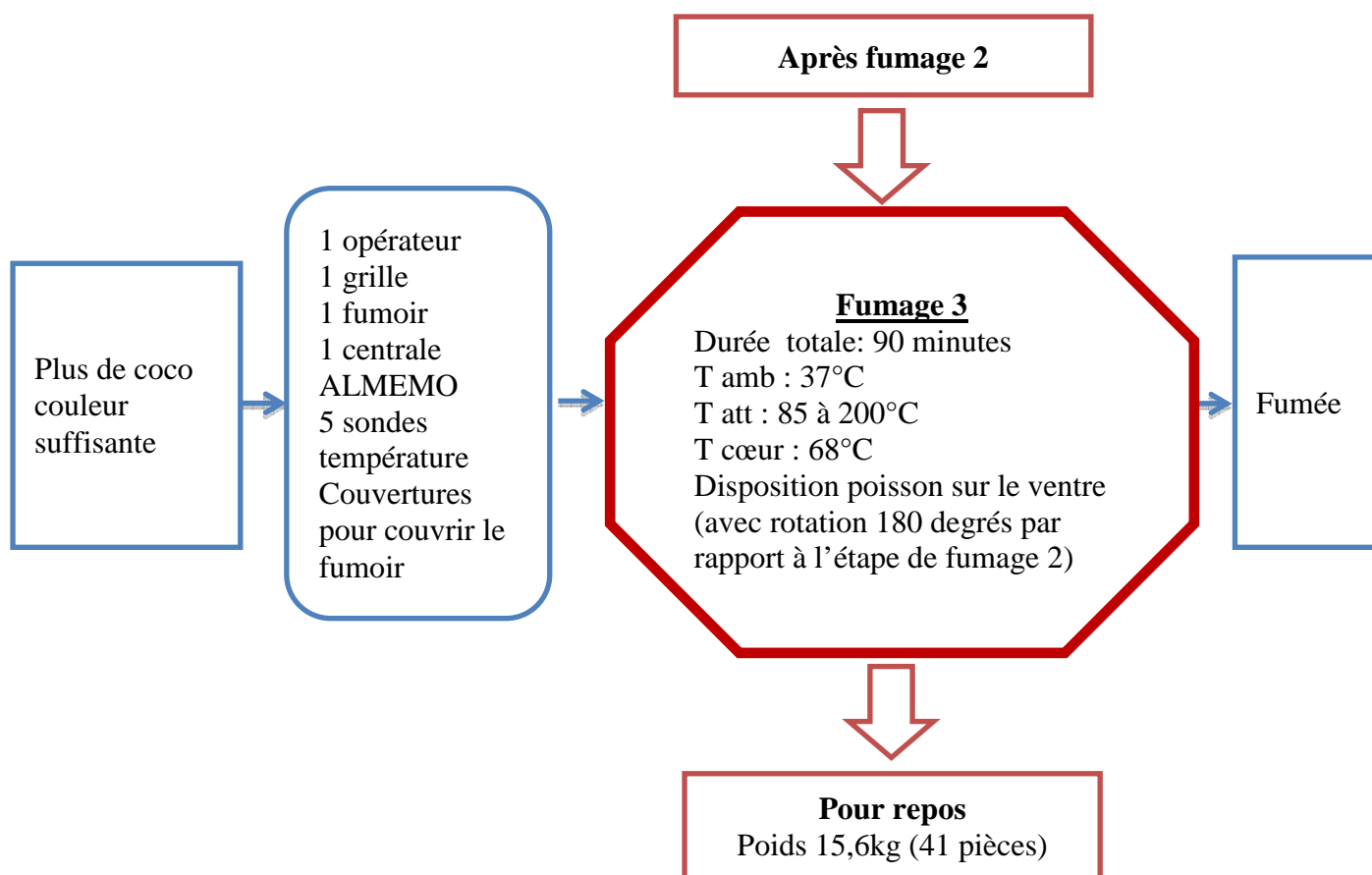


Figure 37: diagramme d'étape «fumage 3» (Kong fumé humide – Yarakh)

L'étape de fumage *stricto sensu* est matérialisée par la couverture du four par des tissus ou des sacs de jute mouillés qui maintiennent la fumée (figure 37). Les morceaux de bois sont retirés et les bourres de coco et la sciure sont privilégiés. La température atteint au maximum 200°C. Elle est continuellement surveillée par des ajouts réguliers de jet d'eau sur la sciure pour éviter une forte combustion et une génération de flamme. Le degré de fumage est contrôlé visuellement. Cette phase de fumage dure en moyenne 90 minutes. La phase de refroidissement et de déchargement des fours commence quand l'opérateur retire tous les combustibles du foyer.

Etape 7: Repos et déchargement du fumoir

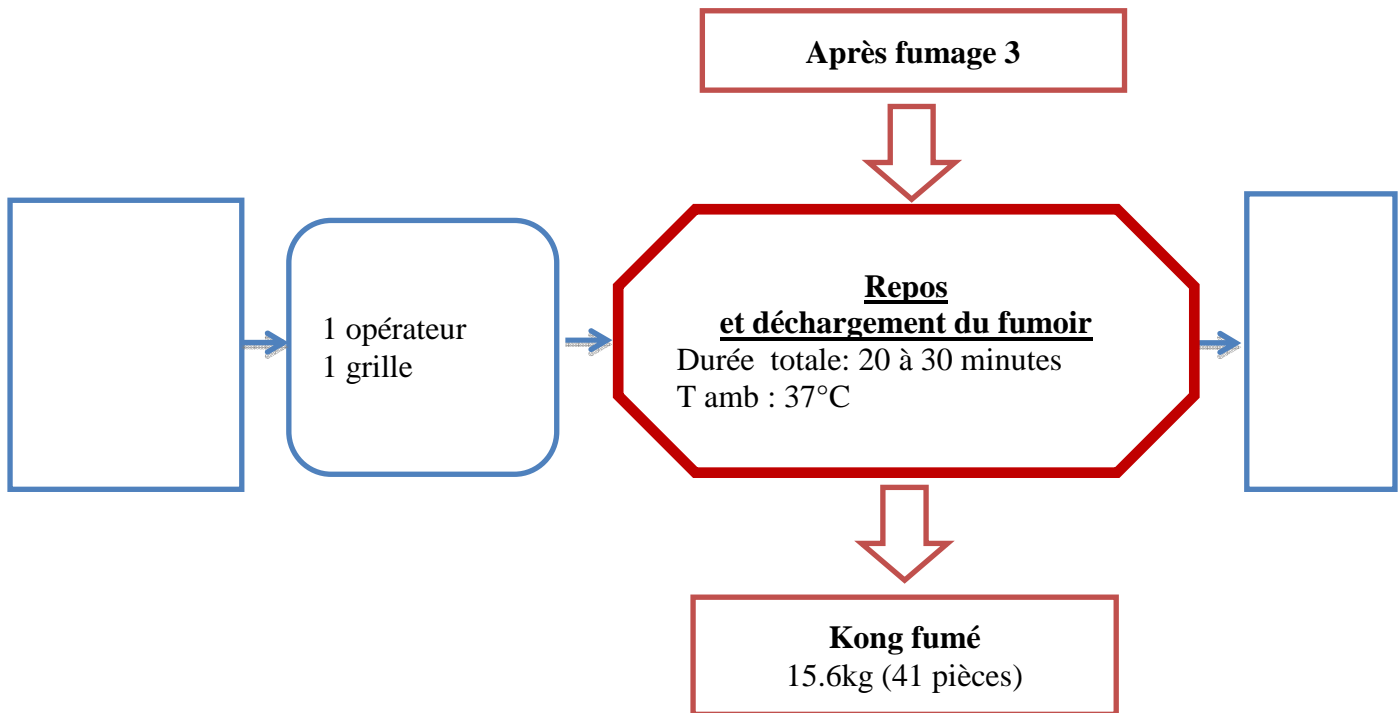


Figure 38: diagramme d'étape «repos» (Kong fumé humide – Yarakh)

Cette phase de repos (figure 38) est accélérée par le retrait des combustibles du foyer. En effet le retrait des combustibles évite la poursuite de la déshydratation du produit qui doit contenir une certaine teneur en eau recherchée (55 à 60%). La phase de refroidissement dure entre 20 et 30 minutes.

Report on the changes of the product quality induced by unit operations of traditional Kong processes

4.2.2 Résultats et discussion

L'ensemble des résultats de mesure et d'analyse obtenus dans le cadre du suivi du procédé de fabrication du Kong fumé humide sur le site de Yarakh sont présentés dans les tableaux VIII et IX ci-après.

Tableau VIII : suivi des caractéristiques chimiques et microbiologiques du poisson au cours du procédé de fabrication du Kong fumé humide sur le site de Yarakh

Paramètres	Résultats physico-chimiques					
	Matière première		Poisson éviscéré		Produit fini	
	Ech 1	Ech 2	Ech 1	Ech 2	Ech 1	Ech 2
Matière sèche (%)	22,7	20,7	20,6	21,8	36,2	34,1
Teneur en eau (%)	77,3	79,3	79,4	78,2	63,8	65,9
aw	0,95	0,95	0,94	0,93	0,91	0,91
pH	6,71	6,87	6,22	6,24	6,42	6,39
Phénols (mg/100g MS)	-	-	-	-	31,2	18,4
HAPs totaux (ppb)					48,7	49,2
B(a)P (ppb)					6	5,4
Lipides totaux (%)		1,93	-	-	16,07	4,47
Amines biogènes totales* (mg/100g MS)	36	-	9	33	45	105
Résultats microbiologiques (Log cfu/g)						
Flores	Matière première (n=2)		Poisson éviscéré (n=2)		Produit fini (n=2)	
Flore aérobie totale	5,86±5,10		5,40±5,19		5,89±5,80	
<i>Enterobacteriaceae</i>	2,77±2,42		4,10±3,54		<1	
<i>C. Perfringens</i>	0,74±0,65		<1		<1	
<i>S. aureus</i> et CPS	<1		<1		<1	
<i>CN Staphylococcus</i>	5,93±4,97		6,69±6,39		5,22±5,21	
Bactéries lactiques	6,43±6,35		6,61±6,60		6,31±6,19	
Levures	2,51±2,50		3,15±3,14		<1	
Moisissures	2,90±2,90		3,01±2,99		1,02±0,98	
<i>E. coli</i>	1,02±0,98		3,50±2,93		<1	
Résultats microbiologiques (cfu/25g)						
<i>Salmonella sp.</i>	A		ND		A	
<i>L.monocytogenes</i>						
<i>Bacillus cereus</i>						

* Les amines biogènes totales incluent l'histamine, la cadaverine, la putrescine et la spermidine / A: absent, ND: non déterminé.

Tableau IX: Amines biogènes (mg/100g) contenues dans le Kong fumé humide (Yarakh)

(mg/100g)	Putrescine	cadaverine	Histamine	Spermidine	Amines totales
Echantillons frais	9	73,2	0	ND	-
	4,6	8,8	0	22,7	36
Echantillons égouttés	15,8	5,2	0	12,4	33
	0	2,6	0	6	9
Kong fumés humides	1,7	2,4	53,9	47,4	105
	1,2	1,5	20,1	22,4	45

AFTER (G.A n°245025) – Deliverable 3.1.2.2
Report on the changes of the product quality induced by unit operations of traditional Kong processes

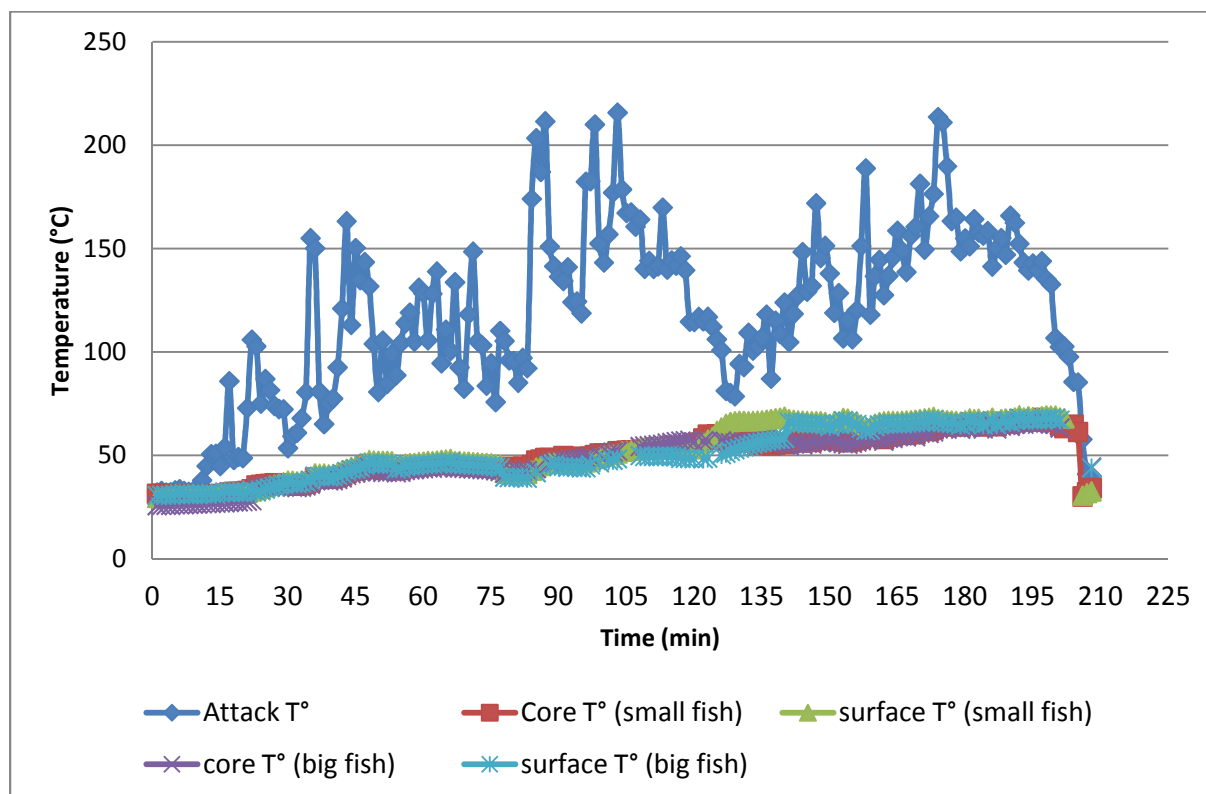


Figure 39: Evolution des températures relevées en surface et à cœur des produits, pour la production de Kong fumé humide (Yarakh) – 3 phases de cuisson/fumage incluses.

Avec une durée d'un peu plus de 3 heures de traitement thermique, on constate une durée comparable à celle relevée à Seuty Ndiare (process « humide »). Avec une température oscillant entre 100 et 200°C, ce traitement est intense et il produit de façon prévisible un effet particulièrement marqué sur l'ensemble des critères physico-chimiques et microbiologiques.

La teneur en eau subit une baisse de modérée à moyenne selon l'échantillon relevé (env. 65% de teneur en eau finale). On retrouve ici un taux d'enlèvement d'eau de l'ordre de 60% de l'eau présente dans la chair du poisson initialement, ce qui nous situe encore à une a_w de l'ordre de 0,9.

La teneur en eau finale des produits proche de celle des précédents cas étudiés nous indique un traitement cuisateur d'intensité légèrement inférieure.

Le produit fini compte-tenu de ses caractéristiques est très sensible à la dégradation, et doit être consommé dans les 2 ou 3 jours qui suivent la fabrication dans les conditions locales.

Les **rendements matière** sont les plus importants relevés. Le rendement global est de l'ordre de 51% (dont 89% à l'éviscération et 58% au fumage), ceci est à relier au rendement au fumage qui est le plus élevé, indiquant un enlèvement d'eau moindre.

Les **phénols** sont déposés en quantité très élevée, conduisant vraisemblablement à un produit fumé très typé, en lien avec la durée importante de fumage et la biomasse utilisée : coco et une quantité importante de bois, ajoutés au cours des 3 phases de fumages relevés.

Report on the changes of the product quality induced by unit operations of traditional Kong processes

On retrouve également des teneurs finales en **HAP totaux et en B(a)pyrene** anormales, bien qu'inférieures aux autres cas étudiés. Ces valeurs, respectivement de 50 et 5 ppb restent au-delà des normes européennes.

On retrouve des teneurs en **amines biogènes** extrêmement élevées avant le fumage, avec un total des principales amines pouvant dépasser 1000 ppm. Pour ce critère, la fraîcheur de la matière première est vraisemblablement en cause. Ce défaut fait courir un risque avéré **d'intoxication alimentaire** au consommateur. De l'histamine apparaît également sur le produit fini, à une hauteur excessive (>500 ppm dans un échantillon) soit 5 fois la teneur maximale recommandée par la réglementation européenne.

L'action destructrice sur la **flore microbienne** certainement important compte-tenu des valeurs cuisatrices pratiquées, est en partie masquée par d'évidentes recontaminations croisées du produit fini, sauf pour les levures/moisissures et les entérobactéries. On retrouve par conséquent une charge globale voisine de celle de la flore initiale. On note l'absence de pathogènes.

Le fumage tel que pratiqué dans ce cas, est gros consommateur de coco et de bois avec 2kgs de combustibles variés/kg de poisson.

En conclusion, le procédé « voie humide » observé sur le site de Yarakh conduit à des produits à humidité intermédiaire, impropres à la consommation compte-tenu de leur teneur en HAP, et présentant des indicateurs de mauvaises conditions hygiéniques de production.

Les consommations de combustibles sont importantes du fait du caractère non optimisé des foyers (env. 2kg de bois par kg de poisson fumé).

5 Conclusion

Le procédé d'élaboration du kong fumé est un procédé simple, constitué principalement par des étapes majeures de parage et de fumage. Toutefois, au cours du « fumage » se combinent plusieurs opérations unitaires : séchage, cuisson et fumage, au sens de dépôt de composés aromatiques et conservateurs issus de la pyrolyse du bois. On ne retrouve pas d'ajout d'ingrédients, de salage ou de fermentation comme dans les autres procédés d'élaboration de produits carnés transformés pris en compte dans le projet AFTER, et plus généralement répandus dans le monde. Compte-tenu du caractère artisanal de la filière d'approvisionnement et du faible degré technique des installations étudiées dans le cas du kong fumé au Sénégal, il apparaît que des actions sont nécessaires pour garantir la salubrité des produits, des procédés et ouvrir des perspectives de développement des marchés en local et à l'export.

Les deux sites de fumage étudiés présentent des similitudes quant aux procédés mis en œuvre, et à la qualité des produits obtenus. Bien que Seuty Ndiaré se présente sous des aspects plus modernes, le principe du matériel de fumage (foyer direct) et les combustibles employés ne diffèrent pas. Une tentative a été faite de considérer que selon la conduite des foyers on pouvait obtenir des produits plus ou moins secs. Cette étude ne l'a pas démontré, avec des produits de faible potentiel de conservation, dont l' a_w avoisine 0,90 (+/- 0,02), pour des teneurs en eau allant de 55 à 65%, et des rendements matière au fumage voisins (40 à 60%). Ceci s'explique par la méconnaissance par les opérateurs audités du procédé d'élaboration de kong sec (de teneur en eau voisine de 15%), qui semble être plutôt développée dans le sud du pays.

Le produit fini, de type « boucané », non salé, est un produit très apprécié au Sénégal, qui possède des « cousins » dans toute l'Afrique de l'Ouest. Ainsi, la consommation est forte sur le marché intérieur, et la demande de la diaspora africaine en Europe et en Amérique est très importante. Sa satisfaction est toutefois freinée par deux problèmes majeurs : (1) le manque d'établissement agréés pour l'exportation de produits à base de poisson, et (2) le faible degré de maîtrise du procédé, qui conduit à des produits de qualité insuffisante. Il faudrait rajouter à cela les carences de la chaîne d'approvisionnement en poisson frais. Les relevés effectués sur les deux sites confirment ce constat.

Pour ce qui est de la qualité des produits :

- La fraîcheur des poissons transformés pose problème, notamment à travers l'indicateur « amines biogènes », reflet d'une matière première corrompue (absence de chaîne de froid efficace)
- L'hygiène post-production se traduit par des contaminations croisées (Yarakh notamment).
- La conduite du fumage conduit à des produits de qualité hétérogène, dont la répercussion la plus préoccupante est l'accumulation de résidus de HAP à des taux empêchant toute exportation, et pouvant poser un problème de santé publique chez des consommateurs réguliers. La teneur en phénols est irrégulière.
- La teneur en eau finale des produits, leur mode de conditionnement et l'absence de chaîne de froid en fait des produits à consommer rapidement.

Il ne faudrait pas négliger les conséquences directes des émanations de fumées sur la santé des opérateurs (inspiration de molécules toxiques dont HAP, CO, acide acétique, etc...),

Report on the changes of the product quality induced by unit operations of traditional Kong processes

contraints de rester à proximité du foyer compte-tenu de sa conception rudimentaire. La chaleur dégagée par ces foyers est également une autre source d'inconfort et de risque pour la santé des opérateurs.

En termes d'impact environnemental, il faut également mentionner les fortes consommations de bois de ces foyers non optimisés.

Développer la filière kong fumé appelle donc de nombreux champs d'action selon les débouchés considérés :

- Pour une consommation locale sur des marchés à faible valeur ajoutée, il est important de baisser les teneurs résiduelles en HAP, par exemple en modifiant la gestion des foyers (combustibles) et de revoir la filière d'approvisionnement.
- Pour des marchés locaux plus modernes, en addition à cela, la conservabilité des produits et l'image des produits sont à améliorer (emballage, chaîne de froid, garanties d'hygiène, teneur en eau, produits nouveaux)
- Pour la demande extérieure, des installations agréées pourraient exploiter des technologies plus modernes de fumage optimisé, de fumage par voie liquide, voire de produits finis congelés, conditionnés et traçables sur toute la chaîne.

Dans tous ces cas de figures, des voies de réingénierie mêlant qualité des produits et génie industriel alimentaire peuvent apporter des éléments de réponse et doivent être imaginées.