



Fumage de poissons en Afrique de l'Ouest pour les marchés locaux et d'exportation

RAPPORT INTERMÉDIAIRE

**RIVIER M. / CIRAD / UMR Qualisud
KEBE F. / UCAD/ ESP/ CIFRES
GOLI T. / CIRAD / UMR Qualisud
Février 2009**

*Ce travail bénéficie du concours de l'Agence Universitaire de la Francophonie
Convention 2092 RR 813*



ACTIONS DE RECHERCHE EN RÉSEAU (ARR)
Réseau de chercheurs «Génie des procédés appliqué à l'agro-alimentaire»
Environnement et développement durable solidaire
AGENCE UNIVERSITAIRE DE LA FRANCOPHONIE

1. Introduction

Le fumage est une opération de transformation pratiquée depuis des générations dans de nombreuses régions du monde, pour la conservation de produits (viandes, poissons ou fromages) et la diversification alimentaire (conférer une saveur). Il est souvent associé à une cuisson, un séchage et/ou un salage.

Particulièrement en Afrique de l'Ouest, le fumage permet de stabiliser des denrées alimentaires périssables et ainsi les acheminer des sites de capture ou d'élevage vers des zones de consommation.

Les fonctions préservatrices, d'aromatisation et de coloration sont bien corrélées à l'apport de fumée mais on sait également que la fumée véhicule des hydrocarbures polycycliques aromatiques (HAP), connus depuis plusieurs décennies pour leur pouvoir cancérigène sur l'homme¹. Aujourd'hui, les procédés de fumage sont sous surveillance des pouvoirs publics et dans l'Union Européenne, une nouvelle norme sanitaire² s'applique aux produits fumés et il est probable qu'à terme, elle se durcisse encore pour suivre les recommandations des experts toxicologues.

En Afrique de l'Ouest, on note des difficultés pour les transformateurs locaux à satisfaire les conditions exigées par les normes mises en place lors de la commercialisation de leur production à l'étranger (mouvements migratoires et diaspora dans les grandes villes du Nord) ; la filière se trouve dans une situation très critique vis-à-vis de cette niche de marché.

La mise au point et/ou la reconception de procédés et d'équipements, formulant des produits « sains » permettraient aux transformateurs et aux exportateurs locaux de se repositionner sur le marché d'exportation tout en respectant une éthique de sûreté alimentaire pour la consommation locale des produits.

2. Objectifs du projet

Dans le cadre d'actions de Recherche Développement (R&D) à conduire à moyen terme, le Cirad et ses partenaires souhaitent appuyer la mise sur les marchés nationaux et internationaux, de produits fumés respectant les normes sanitaires, respectueux de la santé des populations locales en Pays du Sud sur des équipements et par des procédés adaptés aux contextes technique et économique locaux.

Le présent projet a pour objectifs plus spécifiques d'acquérir, de transférer et de formaliser des connaissances dans le domaine du fumage, susceptibles de dynamiser et de structurer un consortium d'équipes de recherche.

3. Bilan des travaux réalisés

Dans la conduite de ce projet, des travaux sont à mener dans deux groupes d'activités bien distincts : i / la mise en place de techniques analytiques pour la mesure des teneurs en benzopyrène (BaP), « traceur » de la famille des HAP recherché par les services de contrôle et ii / l'étude de l'influence des paramètres de la mise en contact de poissons avec des générateurs de température et/ou de fumée sur la qualité des produits.

¹ Le 3,4-benzopyrène (BaP) et le dibenzanthracène sont les deux représentants de la famille des HAP (hydrocarbures aromatiques polycycliques) dont la carcinogénicité a été soulignée par l'OMS il y a plus de 20 ans. Lors d'un symposium en 1976 (International Symposium on Advances in Smoking of Foods, Warsaw, Poland, 8-10 September 1976) plusieurs communications y ont été consacrées.

² Règlement UE (CE) No 208/2005 du 4 février 2005 modifiant le règlement (CE) no 466/2001 en ce qui concerne les hydrocarbures aromatiques polycycliques ; désormais, une teneur maximum en HAP est fixée, basée sur 5 microgrammes de 3,4-benzopyrène par kilogramme de viandes et poissons fumés.

3.1 Mise au point de techniques d'analyse des contaminants BaP

Au Cirad, comme dans les laboratoires des partenaires sénégalais et burkinabè du projet, il n'y a pas à ce jour de possibilité de faire les mesures de teneur en BaP dans des produits alimentaires, surtout pour des valeurs recherchées aussi faibles (5 microgrammes de 3,4-benzopyrène par kilogramme de poissons fumés). Des laboratoires français fournissent leur expertise dans ce domaine mais facturent 115 euros par analyse.

Dans le cadre de ce projet, il a été décidé qu'un protocole puisse être développé afin de faire ces analyses « en interne » au Cirad et ainsi pouvoir obtenir, rapidement et à moindre coût, les réponses aux diverses expériences. Il est aussi souhaité que les techniques analytiques et les équipements associés puissent être « accessibles » lors du transfert aux partenaires, particulièrement aux collègues de l'École Supérieure Polytechnique de Dakar. Ils pourraient ainsi se positionner comme structure sous régionale en Afrique de l'Ouest pour ce type d'analyses.

Deux « voies » analytiques sont explorées dans ce projet et reposent sur :

- un travail de recherche du Centre R&D de Nestlé ayant fait l'objet d'une publication³. Les analyses se font en chromatographie en phase gazeuse couplée avec spectrométrie de masse (CGSM) ; ceci après extraction sur phase solide.
- la norme NF EN ISO 15302, de mai 2007, qui spécifie la méthode de détermination du BaP dans les corps gras par chromatographie liquide haute performance (HPLC) avec détecteur fluorimétrique. La partie extraction s'appuie sur les travaux de Visciano et al⁴.

A ce jour, un travail (de fin d'études de Mlle A.S. Carasco) a été mené sur la première technique d'analyse (par CGSM). Il a fait l'objet d'un rapport⁵. Les premières analyses effectuées suivant le protocole d'extraction décrit par Mottier et al, ont montré la présence de plusieurs HAP légers dans du poisson fumé au cours d'expérimentations préalablement réalisées. Cependant, ce protocole étant trop incomplet, il a été modifié et amélioré à plusieurs reprises en tenant compte des ressources techniques du CIRAD.

De l'étalon BaP a alors été utilisé comme traceur lors des extractions afin de vérifier la validité du protocole. De plus, l'étape de purification par extraction sur phase solide a été plus particulièrement étudiée.

Les différents chromatogrammes obtenus après ces expériences, n'indiquent pas la présence de BaP. Par conséquent, les premiers résultats ne permettent pas de valider le protocole utilisé et des essais complémentaires doivent être réalisés.

Sans pour cela abandonner cette technique (la mise au point va être poursuivie), la deuxième voie analytique par HPLC va être développée à partir de début mars 2009 par la mobilisation d'un technicien du Cirad sur ce sujet.

Monsieur Mady Cissé, Docteur de l'UCAD-ESP, a pu participer à certains des travaux de développement du protocole au Cirad, « profitant » de son séjour en France prévu sur des budgets d'activités de recherche qu'il mène par ailleurs avec notre Unité de Recherche.

Pour les essais de fumage déjà réalisés, notre équipe s'est appuyée sur le laboratoire « ExperAgro » de la région parisienne pour la détermination des contaminants HAP et de la teneur en phénols.

³ P. Mottier, V. Parisod & R. J. Turesky, Quantitative Determination of Polycyclic Aromatic Hydrocarbons in Barbecued Meat Sausages by Gas Chromatography Coupled to Mass Spectrometry, J. Agric. Food Chem., vol. 48 (2000), 1160-1166

⁴ P. Visciano, M. Perugini, F. Conte & M. Amorena, Polycyclic aromatic hydrocarbons in farmed rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) processed by traditional flue gas smoking and by liquid smoke flavourings, Food and Chem. Toxicology, vol. 46 (2008), 1409-1413

⁵ A.S. Carasco, M. Rivier, T. Goli, Étude sur le fumage de poisson et extraction de HAP, rapport Cirad (juin 2008)

3.2 Développement de procédés, d'équipements et expérimentations réalisées

Comme prévu, un fumoir traditionnel de type « Chorkor » a été dessiné par le bureau d'études de l'UMR Qualisud, fabriqué par l'équipe de l'atelier de l'UMR avant d'être mis en place sur la plateforme dédiée à la transformation des produits animaux de la halle de technologie du Cirad.

Le fumoir traditionnel de type « Chorkor » fabriqué, s'inspire de ceux que l'on rencontre en Afrique de l'Ouest (photo 1). Il a été dessiné (figure 1) sur logiciel de Conception Assisté par Ordinateur « 3 dimensions » ; les plans constituent un délivrable du projet.



Photo 1 : fumoir type Chorkor réalisés à partir de bidons de récupération

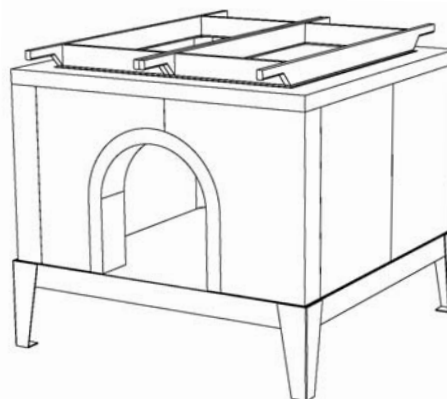


Figure 1 : dessin CAO 3D du fumoir Chorkor réalisé au Cirad

3.2.1 Première expérimentation

La première expérimentation a eu lieu lors de la visite de Yao Azoumah (enseignant chercheur de 2IE à Ouagadougou et partenaire du projet). Ce dernier s'est rendu à Montpellier pour 3 jours lors d'une mission en France (sur financement propre de 2IE). A



Photo 2 : fumoir type Chorkor réalisé dans le cadre du projet et expérimenté lors de la visite de M. Azoumah

cette occasion, des filets de maquereaux ont été traités sur le fumoir Chorkor, afin qu'il y ait une appropriation de la conduite du fumoir par les chercheurs et techniciens du Cirad et de 2IE.

Lors de ces essais, des discussions entre partenaires ont pu s'engager sur les différentes possibilités et/ou opportunités de séparer les opérations de séchage (perte en eau), cuisson (pasteurisation du produit par montée en température à cœur du produit), grillage (aspect pour la typicité) et fumage (imprégnation en phénols) qui sont « combinées » sur cet équipement et lors de sa conduite : on appelle ainsi communément « fumage », l'ensemble de ces opérations.

3.2.2 Deuxième expérimentation

Au cours de la deuxième série d'essais (travaux de Mlle Carasco), des filets de maquereaux ont subi quatre opérations de fumage successives. Des échantillons ont été extraits des différentes phases de fumage pour mesure des teneurs en eau et activités de l'eau, d'autres conservés en congélation pour la mise au point du protocole de mesure des BaP. La

caractérisation des « biomasses » utilisées (bûches de hêtre et de chêne, sciure de hêtre, charbon de bois) a été réalisée. L'ensemble des protocoles et des résultats sont consignés dans le rapport de Mlle Carasco.

3.2.3 Troisième expérimentation



Photo 3 : création de deux chambres de fumage sur le fumoir Chorkor

En octobre 2008, M. Fadel Kebe, partenaire de l'UCAD / ESP de Dakar s'est rendu en mission au Cirad à Montpellier pour 10 jours (photo en page de garde). A cette occasion, des poissons entiers (poissons « chats », espèce plus proche de celles traitées en Afrique de l'Ouest) ont été traités en quatre opérations de fumage successives et selon deux modes de « pilotage » du fumoir. Ce dernier a été divisé en deux par le montage d'une tôle (voir photo 3 ci-contre) : sur la partie gauche du fumoir, le poisson est traité par la combustion de charbon de bois (séchage, cuisson et grillage) et de sciure humidifiée (apport régulier pour le fumage). Sur la partie droite du fumoir le poisson est traité par la combustion de bois de hêtre : séchage, cuisson, grillage et

fumage simultanés. L'objectif était de pouvoir quantifier, sur ces deux modes de pilotage, les réponses suivantes : teneur en eau et activité de l'eau (aw), teneur en phénols et teneur en BaP.

L'évolution de la **teneur en eau au cours des quatre opérations successives de fumage**, et selon les deux méthodes, est représentée sur la figure 2 ci-dessous.

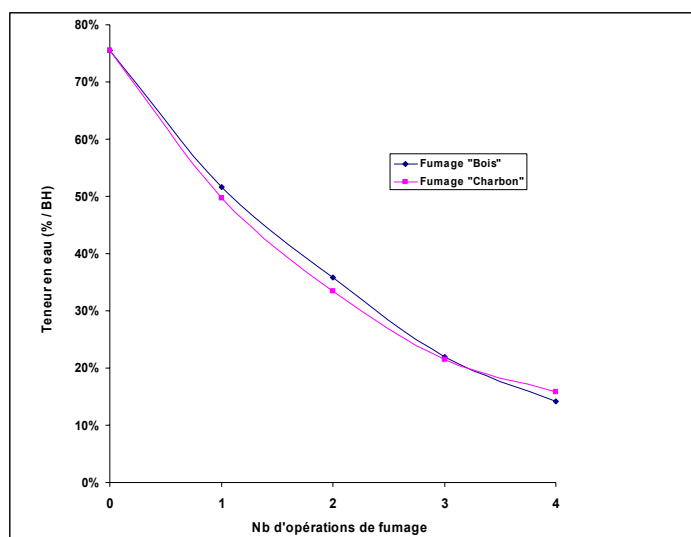


Figure 2 : évolution de la teneur en eau des poissons au cours des fumages successifs

Les résultats des **analyses des teneurs en eau finales, aw finales, teneurs en phénols, teneurs en BaP** sont présentés dans le tableau 1 ci-dessous. Les valeurs de teneurs en phénols et en BaP sont extraites des résultats d'analyses réalisées par le laboratoire Experagro (voir fiche des résultats complets en annexe 1).

	Matière première	Produit après 4 « fumages sur bois »	Produit après 4 « fumages sur charbon »
Teneur en eau (%/BH)	75,5	14,2	15,9
Activité de l'eau, aw	0,97	0,74	0,78
Teneur en phénol (mg / kg)		1,7	4,9
Teneur en BaP (µg / kg)		38	< 0,5

Tableau 1 : données de teneurs en eau, aw, teneurs en phénol et BaP en fonction de la méthode de fumage

On constate que les activités de l'eau et les teneurs en eau finales sont voisines, quel que soit le traitement de fumage. Pour une stabilité à température ambiante, il serait souhaitable, soit de conditionner à l'abri de l'air, soit de poursuivre le séchage jusqu'à une aw de 0,65 (soit environ 10% de teneur en eau (base humide)). Attention à l'accumulation supplémentaire de HAP que cela impliquerait si les méthodes de fumage ne sont pas améliorées.

Sur les produits élaborés, ceux fumés au bois sont à 38 ppb de BaP et avec des « congénères » en quantité importante (BaAnthracène, 73 ppb) tandis que le fumage au charbon / sciure a donné des produits sans BaP détectable, ainsi que très peu de ses « congénères ».

Au total, pour les 16 HAP, les teneurs sont à 1309 ppb pour le traitement de fumage au bois et à 124 ppb pour le traitement au charbon / sciure soit 10 fois plus.

Le poisson fumé par traitement au charbon répondrait donc aux normes sanitaires en vigueur au sein de l'Union Européenne.

Pour la teneur en phénol, il apparaît une tendance à l'obtention d'un produit plus fumé par le mode de fumage « charbon / sciure ». Ce mode de fumage permettrait d'accentuer facilement ce critère par l'augmentation de la production de fumée (ajout de sciure) et de son opacité.

Des mesures de température ont été réalisées (annexe 2). On peut remarquer que par la méthode de fumage par charbon de bois, les températures montent à des niveaux moins importants qu'avec le fumage avec le bois, et que l'on arrive à obtenir une meilleure « régulation » de cette température. Ce dernier point est intéressant car l'on peut arriver ainsi à mieux gérer les conditions de température (éviter des pics intempestifs de température) pour l'obtention d'un produit plus « standardisé ». Le niveau de température pourrait être obtenu par le réglage de l'espace entre les claies supportant les poissons et le foyer de combustion du charbon.

Une évaluation sensorielle a été réalisée pour évaluer l'effet de la méthode de fumage sur l'aspect visuel et sur l'odeur de fumée (voir protocole, résultats détaillés, fiche de test et photos en annexe 3).

L'effet de la méthode de fumage (charbon + sciure vs. Bois) sur l'aspect visuel et sur l'odeur de fumée a été évalué par analyse sensorielle (tests triangulaires).

Sur l'odeur, une différence globale (entre les deux modes de fumage) significative a été perçue, sans qu'elle ne puisse être caractérisée par le jury. Une formation du jury aux notes fumées serait nécessaire pour approfondir cette différence.

Sur l'aspect, le traitement « charbon » procure indéniablement une teinte plus claire, l'aspect étant également jugé plus mat que pour le fumage au bois.

Ainsi, dans nos conditions expérimentales, les traitements de fumage au bois ou au charbon avec sciure ont conduit à des produits très significativement différents pour ce qui est de l'odeur fumée et de l'aspect extérieur.

Ces essais devront être validés par des répétitions et des épreuves descriptives lors d'essais de confirmation en année 2. Des tests d'acceptabilité de la méthode de fumage par charbon devront être réalisés dans le cas où une différence serait confirmée.

Pour l'aspect et plus particulièrement la couleur, une étude a été réalisée sur le **système de couleur CIE Lab**.

Mode fumage :	L		a		b	
	bois	charbon	bois	charbon	bois	charbon
Tête	28,3 ^a	27,4 ^a	0,83 ^a	1,13 ^a	1,02 ^a	1,19 ^a
Côtés	15,5 ^a	20,6 ^b	0,71 ^a	3,53 ^b	0,67 ^a	2,76 ^b
Ventre	21,5 ^a	23,1 ^b	6,15 ^a	4,99 ^b	5,41 ^a	6,14 ^a

Tableau 2 : comparaison de la couleur des poissons fumés au bois ou au charbon + sciure, exprimée selon le système de couleur CIE Lab (Chromamétrie Minolta)

Les lettres en exposant traduisent l'appartenance des moyennes au même groupe. Deux moyennes (par ligne, pour la même composante de la couleur) qui portent une même lettre ne présentent pas de différence significative entre elles, au risque 5% (test post-hoc de comparaison de moyennes par ppds de Student).

Facteur L (Clarté, qui va du noir au blanc entre 0 et 100) :

On constate que les produits traités au charbon sont plus clairs, pour les côtés et le ventre des poissons. Cette différence confirme ce qui a été relevé lors des tests triangulaires par jury sensoriel. Pour ce qui est de la tête, il n'y a pas de différence.

Composante a : (gamme de l'axe rouge (valeur positive) -> vert (négative) en passant par le blanc (0) si la clarté vaut 100) : de la même façon, l'appareil perçoit une différence pour les côtés et le ventre. Toutefois, il y a peu de chance que ces faibles différences instrumentales soient perçues par un œil humain.

Composante b : (gamme de l'axe jaune (valeur positive) -> bleu (négative) en passant par le blanc (0) si la clarté vaut 100) : une différence est perçue pour ce critère uniquement pour les côtés. De la même façon que pour a, cette différence mérite peu de considération.

Consommation énergétique : au cours de la troisième expérimentation, un suivi des consommations de biomasse a été réalisé sur les quatre fumages successifs.

Pour le mode de fumage par combustion de bois, des bûches de hêtre et de chêne (bois de chauffage acheté chez un grossiste) ont été utilisées. Pour le mode de fumage par charbon et sciure, le charbon a été acheté en grande surface et la sciure est un produit spécifiquement conditionné pour ce type d'utilisation (sciure de hêtre pour fumage). Les caractéristiques des différentes biomasses et leur consommation sont notées dans le tableau 3 ci-dessous.

Type de biomasse	Densité	Teneur en eau (% / BH)	PCI sur anhydre moyen (kJ/kg)	Consommation moyenne sur un fumage (kg)
Bûche hêtre	0,69	16	17400	10
Bûche chêne	0,88	25	21500	
Charbon de bois		4,5	32700	5,7
Sciure de hêtre		22	17400	0,5

Tableau 3 : caractérisation et consommation des différentes biomasses

Nota :

- la sciure de hêtre est commercialisée à une teneur en eau de 7 % (BH). Pour un fumage optimisé, cette teneur en eau est portée à 22% (BH).
- pour le fumage par bois, des bûches de hêtre ou de chêne ont été indifféremment utilisées.
- PCI : pouvoir calorifique inférieur.

En terme de quantité d'énergie apportée, et pour les deux modes de fumage, si l'on multiplie les quantités de biomasse consommées par leur pouvoir calorifique, on peut noter que les valeurs sont très proches l'une de l'autre : env. 190.000 kJ apportés dans les deux cas.

4. Missions/stages menés dans le cadre du projet

Mission de M. Yao Azoumah (enseignant chercheur de 2IE Ouagadougou) au Cirad Montpellier, les 11 / 12 et 13 mars 2008.

Mission de M. Fadel Kebe (enseignant chercheur de UCAD / ESP / CIFRES Dakar) au Cirad Montpellier du 12 au 21 octobre 2008. Son rapport de mission est annexé (annexe 4)

Accueil au Cirad Montpellier de Anne Sophie Carasco, du 31 mars au 30 juin 2008, en stage de fin d'études de l'IUT de Montpellier, département chimie.

5. Problèmes rencontrés

L'équipe de recherche a été confrontée à deux problèmes particuliers :

- la mise au point du protocole analytique dans le laboratoire du Cirad qui n'a pas encore pu aboutir. Cela a une incidence sur la réactivité d'obtention des résultats de teneurs en BaP et ainsi sur le déroulement des expériences à poursuivre. A ce jour, l'UMR Qualisud a pris en charge les coûts d'analyses pour assurer l'avancement des travaux mais doit limiter la sous-traitance à cause des facturations élevées. La mobilisation sur ce sujet, d'un technicien du Cirad à partir de mars 2009 doit permettre de pallier ce problème.
- la signature de la convention (juin 2008) et la mise à disposition des fonds en milieu d'année 2008, ont fait que des activités prévues sur cette année là n'ont être réalisées et le seront en 2009 (voir chronogramme au paragraphe 6).

6. Chronogramme des activités à mener sur la deuxième année du projet

Activités	Équipes	Étudiants	Missions	Phasage
Caractérisation analytique des poissons fumés lors des 4 jours de mission : - au Cirad : Humidité de la matière première, Humidité finale, Couleur, Odeur, Activité de l'eau en sensoriel et/ou en laboratoire. - en laboratoire extérieur : Teneurs en phénols et en HaP/BaP sur produits élaborés.	Cirad + Laboratoire « extérieur »			Janvier 09
Finalisation du protocole de mesures des HaP/BaP en « interne » dans les laboratoires du Cirad	Cirad			Mars 09
Caractérisation analytique en laboratoire Cirad, des teneurs en HaP/BaP sur produits élaborés lors des 4 jours de mission ; en vue de valider le protocole par comparaison avec les résultats du laboratoire extérieur	Cirad			Avril 09
Élaboration du cahier des charges d'un fumoir « Fum-GP3A »	Cirad / Cifres			Février 09
Conception, fabrication et instrumentation au Cirad du fumoir « Fum-GP3A »	Cirad			Février / mars 09
Fabrication à ESP Dakar du fumoir « Fum-GP3A » identique à celui du Cirad	Cifres			Mars/avril 09
Stage à Montpellier : - Synthèse bibliographique sur le fumage : aspects analytiques liés aux HaP et aux phénols ; principe de réduction des HaP ; marché locaux et à l'exportation - Mise au point de protocoles et mises en œuvre d'essais de fumage sur fumoir « Fum-GP3A » ; analyses en laboratoire	Cirad / MAGGI/ Labo d'essai et de test	SupAgro / IRC Montpellier		15 mars/15 mai 09 puis 15 juillet/15 septembre 09
Stage de terrain au Sénégal : - Mise en place du fumoir « Fum-GP3A » sur site de fumage traditionnel - Instrumentation d'un fumoir traditionnel et du fumoir « Fum-GP3A » « Kong » pour essais comparatifs - Identification comparative complète des opérations de fumage traditionnel d'un côté et sur fumoir « Fum-GP3A » de l'autre - Analyses en laboratoire	Cirad/CIFRES/ Maggi Labo d'essai et de test 2IE	IA/ ESP SupAgro / IRC Montpellier	Au Sénégal - Étudiant SupAgro / IRC - Michel Rivier (Cirad) - Yao Azoumah (2IE)	15 mai/15 juillet 09 pour étudiant SupAgro Juin 09 pour Azoumah et Rivier
Caractérisation des biomasses	2IE			Juillet / septembre 09
Modélisation thermique sur le four/ caractérisation des la biomasse	Cifres / 2IE / Cirad		A l'UMR Qualisud Vincent Sambou	Sept. 09
Analyse et valorisation des résultats (rédaction d'articles, posters, communications, ...)	Toutes les équipes			Juin 09 / déc. 09
Rédaction du rapport final	Toutes les équipes			Déc. 2009

7. Bilan financier

Comme cela a déjà été présenté en « problèmes rencontrés » (paragraphe 5), le démarrage tardif du projet en 2008 fait que les fonds prévus sur des activités n'ont pu être engagés ; c'est particulièrement le cas sur le poste budgétaire de la mission de M. Yao Azoumah qui représente la majeure partie des fonds non engagés.

Le rapport financier est en annexe 5.

Annexe 1

Analyses réalisées par Experagro

CIRAD
Dépt. Systèmes de Production & Transformation
UMR Qualisud TA B-95/15
73 rue Jean François Breton
34398 MONTPELLIER Cedex

Certificat d'analyse / Certificate analysis*
N°0902080 – Page : 1/1

Référence de l'échantillon <i>Reference of sample</i>	Poissons fumés
--	-----------------------

Dosage des Hydrocarbures Aromatiques Polycycliques (HAP)
Méthode GC/MSD

Référence échantillon	A	B
Congénères	Concentration ($\mu\text{g}/\text{kg}$)	Concentration ($\mu\text{g}/\text{kg}$)
Naphtalène	49	27
Acénaphylène	63	4
Acénaphène	6	3
Fluorène	58	13
Phénanthrène	312	43
Anthracène	83	10
Fluoranthène	216	10
Pyrène	249	10
Benzo(a)anthracène	73	1
Chrysène	78	2
Benzo(b)fluoranthène	46	1
Benzo(k)fluoranthène	15	<0,5
Benzo(a)pyrène*	38	<0,5
Dibenzo(ah)anthracène	1	<0,5
Indeno(1,2,3-cd)pyrène	12	<0,5
Benzo(g,h,i)perylène	10	<0,5

A : mode de fumage « bois »

B : mode de fumage « charbon + sciure »

Michel BLANC
Responsable technique

Annexe 2

Mesure des températures lors des essais de fumage selon les deux méthodes (combustion de bois ou combustion de charbon et de sciure)

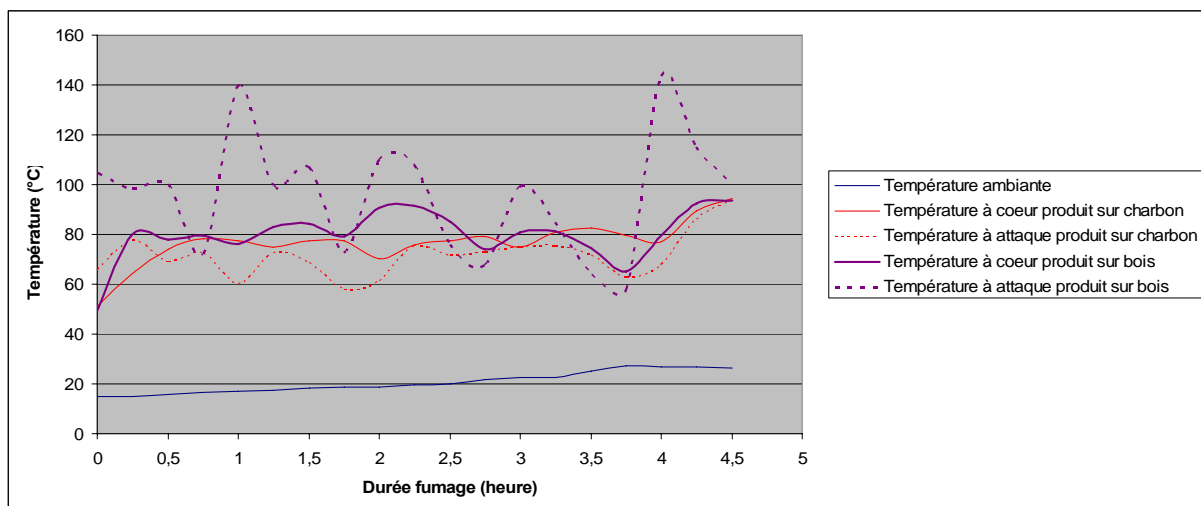
* *température ambiante* : température de l'air ambiant relevée par une sonde extérieure au fumoir

* *température à cœur produit sur charbon* = température relevée par la sonde placée à cœur de la chair du poisson, celui-ci étant positionné sur la partie du fumoir avec combustion de charbon de bois et de sciure.

* *température à attaque produit sur charbon* = température relevée par la sonde placée sous le poisson, celui-ci étant positionné sur la partie du fumoir avec combustion de charbon de bois et de sciure.

* *température à cœur produit sur bois* = température relevée par la sonde placée à cœur de la chair du poisson, celui-ci étant positionné sur la partie du fumoir avec combustion de bois.

* *température à attaque produit sur bois* = température relevée par la sonde placée sous le poisson, celui-ci étant positionné sur la partie du fumoir avec combustion de bois.



Annexe 3

Évaluation sensorielle des poissons fumés / Comparaison bois - charbon

Objectifs :

Evaluer l'effet de la méthode de fumage (charbon + sciure vs. bBois) sur l'aspect visuel et sur l'odeur de fumée.

Méthode :

La différence est appréciée par analyse sensorielle. La méthode choisie est celle du test triangulaire : 4 combinaisons de 3 poissons sont présentées à 13 (pour l'aspect) ou 14 juges. Ces combinaisons sont réarrangées après le test d'odeur (réalisé sous éclairage réduit) pour réalisation du test d'aspect.

En plus de la détermination de l'individu différent, il est demandé aux juges un complément de commentaires sur la nature de la différence (voir fiche d'évaluation) :

- pour l'odeur : précision de l'intensité de l'odeur, de la présence éventuelle d'une odeur de « feu de cheminée », de l'odeur caractéristique de poisson fumé ou autre. Il est demandé de préciser + ou – pour distinguer les 2 traitements.
- pour l'aspect : le champ est laissé libre pour que les juges précisent la nature de la différence de couleur.

Pour déterminer la significativité éventuelle d'une différence liée au traitement, on utilise une table de Nombres critiques de réponses justes (ASTM 1968).

Résultats :

1 – Test d'odeur fumée :

14 juges, 31 réponses justes sur 56 lots de 3 poissons. L'effet du traitement est très significatif (seuil de 28 à 1%).

Critère odeur +/- forte : charbon : 8 + et 5 - ; bois 2+ et 2- : non interprétable

Critère « cheminée » : charbon : 5+ ; bois : 4+ et 1- : non interprétable

Critère « poisson fumé » : charbon : 7+ et 1- ; bois 4+ et 1- : non interprétable

Conclusion : la différence a été perçue comme globale, mais n'est pas expliquée par le jury. Une formation du jury aux notes fumées serait nécessaire, mais nous amène vers de la description en jury expert. Intéressant à mettre en place si le projet fumage se prolonge au CIRAD.

2 – Test d'aspect :

13 juges, 42 réponses justes sur 56 lots de 3 poissons. L'effet du traitement est hautement significatif (seuil de 29 à 0,1%).

Critère « foncé » : charbon : 1+ et 16- ; bois : 17+ et 2-.

Critère « mat » : charbon : 8+ et 4- ; bois : 0+ et 2-.

Conclusion : le traitement charbon procure indéniablement une teinte plus claire. Une tendance aussi à donner un aspect plus mat pour le charbon. Cet aspect mat/brillant est à nuancer et a dû être faussé par les manipulations des produits, il sera à approfondir ultérieurement.

Conclusion :

Les traitements de fumage conduisent à des produits très significativement différents pour ce qui est de l'odeur fumée et de l'aspect extérieur. L'odeur globale a pu être perçue sans être valablement précisée, tandis que l'aspect des produits fumés au charbon ont été perçus comme plus foncés.

Ces essais devront être validés par des répétitions et des épreuves descriptives lors d'essais de confirmation. Des tests d'acceptabilité de la méthode améliorée devront être réalisés dans le cas où une différence est confirmée.

EVALUATION SENSORIELLE POISSON FUME

COMPARAISON BOIS/ CHARBON

Les poissons que vous allez évaluer ont subi 2 modes de fumage différents.
Vous allez nous aider à évaluer l'effet du mode de fumage sur l'aspect et l'odeur.

1- COMPARAISON DE L'ODEUR DE FUMEE

Vous allez passer par 4 postes de 3 poissons.

Pour chaque poste, vous indiquerez le poisson dont l'odeur typique de fumée diffère de celle des 2 autres : **entourez celui qui est différent des 2 autres.**

Indiquez si possible en quoi l'odeur de fumée diffère (+/- forte, +/- feu de cheminée, +/- poisson fumé, autre)

POSTE	poissons			forte	Feu de cheminée	Poisson fumé	Autre ?
1	154	759	346				
2	924	731	899				
3	537	195	375				
4	322	963	175				

2- COMPARAISON DE L'ASPECT

Vous allez passer par 4 postes de 3 poissons.

Pour chaque poste, vous indiquerez le poisson dont l'aspect diffère de celui des 2 autres : **entourez celui qui est différent des 2 autres.**

Indiquez si possible en quoi l'aspect diffère (+/- foncé, +/- brun, +/- mat, autre ?)

POSTE	poissons			Différent en quoi ?
1	759	899	731	
2	375	322	537	
3	195	175	963	
4	346	924	154	

Photos de l'analyse sensorielle en cours de réalisation



Annexe 4

Rapport de mission de M. Fadel Kebe, UCAD / ESP / CIFRES Dakar

Rapport de mission de recherche à l'UMR QUALISUD –CIRAD du 12 au 21 octobre 2008 effectuée par Dr Cheikh Mohamed Fadel KEBE Centre International de Formation et de Recherche en Energie Solaire (CIFRES) / Ecole Supérieure Polytechnique – Université Cheikh Anta Diop de Dakar

I-Contexte de la mission

Du 12 au 21 octobre 2008, j'ai effectué une mission à l'UMR Qualisud du CIRAD à Montpellier en France. Cette mission s'inscrit dans le programme du réseau de chercheurs Génie des procédés appliqué à l'agroalimentaire (GP3A) soutenu par l'Agence Universitaire de la Francophonie. Le projet en question s'intitule « fumage de Poisson pour les marchés locaux et les marchés d'exportation ».

Les objectifs assignés à cette mission de étaient de:

- Faire un état des lieux avec le correspondant au nord sur les activités déjà effectuées dans le cadre du projet
- Participer à une étude de fumage de poisson sur un four chorkor construit à l'UMR Qualisud
- travailler avec le responsable du projet au nord sur la planification et l'organisation des activités à venir

II- Déroulement de la mission

La mission a débuté par une présentation de l'équipe et une visite des locaux de l'UMR Qualisud particulièrement la halle technologique, la plateforme biomasse énergie et la halle mécanique et d'essai par le responsable du projet. Cette visite nous a permis de découvrir les importants projets de recherche qui y sont en cours ainsi que les prototypes et équipement validés adéquats pour la valorisation des produits locaux (fruits, légumes, poissons, produits granulés..) par le biais des procédés de fumage et de séchage. Des pistes de collaborations intéressantes se dessinent entre le CIFRES et l'équipe des Génie des procédés de l'UMR Qualisud au delà de ce présent projet.

A la suite de cette visite, un calendrier de travail pour les 10 jours de mission fut établi. Il s'articule autour d'entretien sur l'état des lieux sur les activités déjà effectuées, d'une étude sur le fumage organisées sur 4 jours afin d'appréhender les protocoles à mener pour les activités de terrain et enfin d'une mise en place d'un programme pour les activités à venir.

II-1 Etat des lieux sur les activités du Projet déjà effectuées

Le coordonnateur du projet a présenté les activités déjà effectuées à l'UMR depuis le début du projet :

- 1-Fabrication d'un four chorkor
- 2- Manipulation sur le Four Chorkor avec le collègue du Burkina lors d'une mission au CIRAD
- 3-Mise en place d'un protocole de mesure des Hydrocarbures Polycycliques Aromatiques (HAP/BaP)

4-Travaux avec un étudiant sur un test de protocole de Mesure des Bap à partir d'un protocole développé par une autre équipe (appui sur les travaux de publication de cette équipe)

II- 2 Etude sur le fumage de poisson

Des manipulations suivies d'une étude sur le fumage de poisson sont organisées sur 4 jours (du Mardi 13 au vendredi 17) sur le four chorkor construit à l'UMR Qualisud. Le four a été compartimenté en deux pour effectuer des fumages avec du charbon de bois et de la sciure de bois d'une coté et du bois de feu de l'autre.

Le protocole suivant fut adopté :

- mesure des quantités de bois, de charbon de bois et de sciure de bois
- Démarrage du four sur les deux compartiments en même temps
- Pesage puis entreposage des poissons sur le four (2 claies sur chaque foyer)
- Instrumentation (thermocouples sur les points d'attaque et au cœur des poissons)
- Retournement des poissons toutes les heures
- Alimentation en biomasse toutes les demi heures
- Acquisition automatique des températures toutes les 15 minutes avec une centrale
- Mesure du temps de fumage

Après chaque fumage, on procède au pesage des claies ainsi que des quantités de biomasse consommées. On retire à la fin de chaque fumage deux échantillons (un sous charbon de bois et un sous bois de feu). Les poissons retirés sont pesés et puis mis sous vide pour les futures mesures analytiques.

Organisation à la fin des manipulations, de séances de test sensorielles sur la couleur et le gout des poissons fumés par un échantillon d'une quinzaine de personne suivie d'une analyse statistique des résultats obtenus.

II-3 Planification des activités à venir

A la suite de cette étude, une planification des activités à venir avec la répartition des taches par équipe ainsi qu'un phasage fut établi. Les informations sont consignés en **annexe 1** dans un tableau synthétique reprenant les activités avec les taches réparties suivant les équipes. Dans ce tableau sera spécifié en outre les besoins en étudiants, la programmation des missions ainsi que le phasage des activités.

III- Conclusion

La mission effectuée à l'UMR Qualisud dans le cadre du réseau des chercheurs du GP3A a été très bénéfique sur plusieurs points. Il a permis de faire le point sur le projet en vue de pouvoir bien planifier les activités à venir, de procéder à des manipulations de fumage qui seront suivis de mesures analytiques dans le but de mieux comprendre et affiner les protocoles pour les études de terrain.

Cette mission été aussi l'occasion de tâter du doigt les nombreuses pistes de collaboration qui peuvent s'établir entre le CIFRES et l'UMR Qualisud en recherche/développement pour la valorisation des produits locaux à travers les procédés de fumage et de séchage.

Remerciements

Au terme de cette mission au cours de laquelle j'ai bénéficiée de très bonnes conditions de travail et d'une bonne ambiance de groupe, je souhaite présenter mes

sincères remerciements aux collègues et à tout personnel de l'équipe 3 de l'UMR Qualisud particulièrement Michel Rivier et Thierry Goli correspondants du projet au nord qui n'ont ménagé aucun effort pour la réussite de cette mission.

Tous ces résultats ne seraient effectifs sans l'appui de l'AUF à travers son programme d'Action de Recherche en Réseau qui a bien voulu appuyer le réseau des chercheurs GP3A, je lui présente mes très sincères remerciements et toute ma gratitude.

Annexe 5

Rapport financier année 2008



Rapport Financier : Convention 2092 RR 813 GENIE DES PROCÉDES APPLIQUE A L'AGRO ALIMENTAIRE

ACTIVITE	BUDGET INITIAL	REALISE 2008	SOLDE
Mission Fade KEBE			
Coût du séjour	1 100,00	1 100,00	0,00
Coût du transport	950,00	866,84	83,16
Mission Yao AZOUMAH			
Coût du transport	600,00		600,00
Coût du séjour	760,00		760,00
Documentation			
Achat 10 publication	300,00		300,00
Achat ouvrage STER	200,00	200,00	0,00
Petit matériel et fournitures diverses			
Installation de Fumage Dakar	500,00		500,00
Consommables de laboratoires	850,00	336,76	513,24
Autres			
Achat centrale d'instrumentation	1 500,00	1 597,00	-97,00
Achat de capteurs associés	410,00	296,40	113,60
TOTAL	7 170,00	4 397,00	2 773,00

A Montpellier le, 06/02/09

