

Production of essential oils from Ceylon lemongrass (*Cymbopogon nardus*) in Loumo district (Congo)

Gilles Freddy Mialoundama Bakouétla^{1,6}  , Francis Thedy Adoua Ndinga² , Mathieu Auger-Schwartzberg³ , Harley Bittson Bitsindou Kokolo⁴ , Jean Claude Dellot Nsonda² , Euloge Kalélé⁵  and Scherell Ségolen Lutterah Missengué⁶ 

¹Laboratoire d'Economie et Sociologie Rurales, Ecole Nationale Supérieure d'Agronomie et de Forêt (ENSAF), Université Marien NGOUABI, Congo

²Centre de Valorisation des Produits Forestiers Non Ligneux (CVPFNL), Ministère de l'Economie Forestière, Congo

³Agence Française de Développement

⁴Direction Générale de l'Economie Forestière (DGEF), Ministère de l'Economie Forestière, Congo

⁵Service National de Reboisement (SNR), Ministère de l'Economie Forestière, Congo

⁶Laboratoire de Socio-Economie et Biodiversité, Université Libre du Congo

 **Corresponding Author:** Gilles Freddy Mialoundama Bakouétla, **E-mail:** gialoundama2016@gmail.com

ARTICLE INFORMATION

Received: July 15, 2021

Accepted: August 20, 2021

Volume: 3

Issue: 8

DOI: 10.32996/jhsss.2021.3.8.4

KEYWORDS

Impact, essential oils, citronella, producers, Congo

ABSTRACT

The objective was to assess the social, economic and environmental impact of the production of essential oil (EO) of Ceylon citronella in Loumo. A field survey was carried out with 60 EO producers in 9 localities in the Loumo district in Congo. The results show that 73 % of producers are adult men, 37% of whom are between 51 and 60 years old. The schooling rate is 98%, with a predominance of producers with secondary education levels, the majority living in a common-law relationship. The production of EO is a secondary activity to agriculture and commerce. The income generated by this activity is marginal but makes it possible to diversify the income of the actors. This activity is still in the embryonic stage. The low economic performance translates into low annual investments and low annual distillation frequencies, a consequence of the presence of a single EO extractor. The production of 1.75 litre of essential oil requires 140 kg of cooking wood, which has a direct impact on the surrounding forest ecosystems. The promotion of fast-growing species is necessary in view of the development of this sector.

1. Introduction

Les huiles essentielles constituent une matière première destinée à divers secteurs d'activités (Balandrin *et al.*, 1985), notamment l'aromathérapie et l'industrie des parfums (Razafimahay, 2011), alimentaire. L'industrie des cosmétiques, savonneries et parfums constitue le plus gros consommateur d'huiles essentielles (Balandrin *et al.*, 1985; Muyima *et al.*, 2002). Dans l'industrie alimentaire, elles sont utilisées pour améliorer le goût des aliments (Heath, 1981) et la conservation des aliments à cause de ces effets antimicrobiens et antioxydants (Shan *et al.*, 2005; Burt, 2004). Elles possèdent également des effets insecticides et répulsives (Ndomo *et al.*, 2009; Pavela *et Benelli*, 2016).

Une diversité des plantes produit des huiles essentielles, parmi lesquelles on trouve les Eucalyptus, le céleri, le gingembre, les agrumes (citron, pamplemousses, mandarine, orange, etc.), la menthe, la citronnelle, etc. (Razafimahay, 2011).

La citronnelle est une plante pérenne de la famille des Poaceae (Shah et *al.*, 2011) cultivé en zone tropicale et subtropicale, notamment en Afrique (Bossou et *al.*, 2013) en Amérique du Sud et en Asie. Son huile essentielle a des usages alimentaires et médicinales, elle est utilisée également en aromathérapie (Ekpenyong et *al.*, 2015).

Les éclats de citronnelle introduits au Congo correspondent à l'espèce *Cymbopogon nardus* de type Java du Benin et du Togo (Koumaglo, 2014). Cependant d'après Akhila (2010) cité par Silou et *al.*, (2017) remarque que l'huile produite sur les Plateaux des Cataractes au Congo est plus proche de celle produite par *Cymbopogon winterianus* que celle de *Cymbopogon nardus* (Silou et *al.*, 2017).

De nombreuses études ont porté sur les huiles essentielles, notamment dans ces aspects biochimiques, biologique et économique (Ouamba, 1991 ; Demarne et Blanchard, 1996 ; Razafimahay, 2011 ; Silou et *al.*, 2004 ; Ngakegni-Limbili, 2012 ; Silou et *al.*, 2017 ; Ndomo et *al.*, 2009 ; Bessah et Benyoussef, 2015 ; Ralambondrainy, 2017 ; Raharinirina Baomiavotse, 2009), mais très peu au Congo ont porté sur les aspects socio-économiques en général et sur sa valorisation par les communautés locales en particulier.

Dans la perspective de la diversification de l'économie et de la réduction de la pauvreté à travers la valorisation et la promotion des Produits Forestiers Non Ligneux (PFNL), le Centre de Valorisation de Produits Forestiers Non Ligneux (CVPFNL) du Ministère de l'Economie Forestière a initié en 2012 un projet sur la production d'huile essentielle à base de Citronnelle de Ceylan (*Cymbopogon nardus*). Ce projet accompagnait une dizaine de producteurs du district de Loumo (département du Pool) dans la semi-industrialisation de leur production d'Huile Essentielle (HE) de la citronnelle de Ceylan (*Cymbopogon nardus*), cultivée traditionnellement dans le département. La pérennisation de cet appui a permis d'étendre cette culture sur plus de 35 ha de plantations pour environ 50 producteurs. Les HE produites, sont embouteillées sur place puis vendues entre 30 000 et 50 000 Francs CFA.

La promotion et la valorisation d'une filière d'HE par le CVPFNL semble représenter une réelle opportunité pour les communautés locales, mais se heurte également à un défi environnemental qu'il conviendra d'appréhender. De plus en plus nombreux, plusieurs producteurs considèrent la production d'HE comme une activité génératrice de revenu additionnel. Cependant, les résultats très hétérogènes et potentiellement faibles emmènent à s'interroger sur la viabilité et l'avenir de cette activité dans les bassins de production. D'où, il paraît nécessaire d'évaluer la contribution réelle de cette activité sur l'économie des ménages.

La présente étude a pour objectifs d'identifier le profil des producteurs d'HE, d'analyser l'impact socio-économique de cette activité sur l'économie des ménages, mais aussi d'évaluer la consommation du bois de cuisson utile pour la production d'huile essentielle de Ceylan. Le choix de Loumo se justifie par le fait qu'il est l'un des bassins pionniers de production d'HE en république du Congo et qu'un projet précédent a initié la structuration d'une filière, incluant un mécanisme de partage des bénéfices pour les communautés locales.

2. Méthodologie

2.1. Localisation et échantillonnage de l'étude

La présente étude a été réalisée dans le district de Loumo (figure 1), au sud du département du Pool. Il est situé à environ 150 km de la ville de Brazzaville et à 47 km du chef-lieu du département du Pool (Kinkala). Le district de Loumo compte 4 715 habitants dont 2 330 femmes (49,42 %) et 2 385 hommes (50,58 %) d'après le RGPH – 2007. Les jeunes représentent 40 % de la population totale.

Le district de Loumo est fortement dépendant de l'économie rurale. La dynamique agricole a permis de consolider sa vocation agricole. Ainsi, on retrouve deux types d'activités : les activités non agricoles (artisanat, pêche, ramassage, pisciculture...) et les activités agricoles.

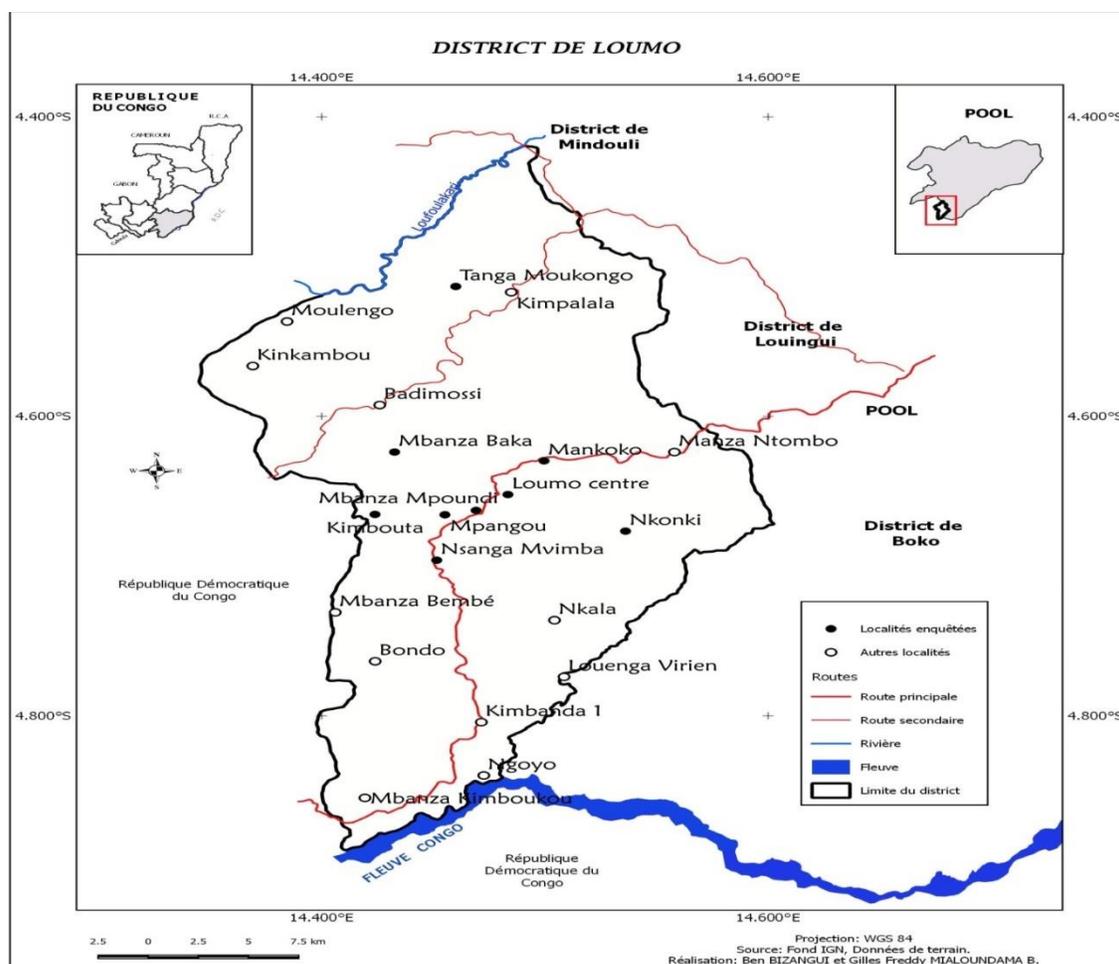


Figure 1: Localisation des villages enquêtés du district de Loumo

2.2. Echantillonnage et collecte des données

La présente étude porte essentiellement sur l'ensemble des producteurs d'HE du district de Loumo. Il s'agit plus particulièrement des producteurs identifiés dans 09 localités de ce district ayant fait l'objet de la promotion d'huile essentielle de citronnelle, notamment le chef-lieu du district (Loumo centre) et huit communautés rurales (Kimbouta, Makonko, Mbanza Baka, Mbanza Npundi, Mpangou, Nkoki, Nsaga Mvimba, Yanga Moukongo). La collecte des données a été faite auprès de 48 producteurs. La disponibilité des acteurs à participer à l'enquête et la domiciliation dans l'un des 9 localités sont les deux principaux critères d'inclusion de l'échantillon des producteurs.

Le principal outil de collecte des données est le questionnaire d'enquête. Les principales techniques de collecte des données primaires ont été des entretiens individuels formels, les causeries libres, les focus group ainsi que les observations directes. Ces données primaires ont été complétées par la collecte des données secondaires.

2.3. Analyse des données

Les données primaires issues des entretiens individuels formels ont été saisies sur le logiciel Excel 2010. Le même logiciel a été utilisé pour le traitement et l'analyse statistiques des données primaires issues de l'enquête. Les autres informations, notamment celles issues des causeries libres, des focus group et des données secondaires ont fait l'objet d'une analyse de contenu. Pour estimer le revenu de la production d'HE, la formule ci-après a été utilisée :

$$R = PB - CR$$

R = Revenu tiré de la production de l'HE

PB = Produit brut tiré de la production de l'HE qui est le produit entre la quantité de l'HE produite (Y) et le prix de vente des HE (P)

$$PB = Y \times P$$

CR = Charges réelles incombant au producteur

3. Résultats

3.1. Caractéristiques sociales des producteurs d'huiles essentielles

La production d'huile essentielle dans les communautés rurales de Loumo mobilise les deux genres, avec une prédominance des hommes (73 %). Les femmes sont moins impliquées, elles sont plus attirées par d'autres spéculations agricoles (maraîchage, cultures vivrières). Les adultes de plus de 40 ans sont les plus impliqués dans la production d'HE, avec une prédominance des producteurs dont l'âge varie entre 41 et 60 ans (60 %). Les jeunes, socles de développement de toute filière agricole sont moins attirés par cette activité. Le taux de scolarisation des producteurs est très élevé (98 %), la catégorie la plus impliquée est celle possédant un niveau secondaire, soit 58 % (tableau 1). La proportion de 60 % des producteurs sont célibataires, avec une forte implication des producteurs vivant en union libre. Près de 31 % des producteurs sont mariés, soit coutumièrement, soit à l'état civil.

Les producteurs d'huiles essentielles à Loumo sont en majorité des agriculteurs, ils possèdent des champs de manioc (71 %) associé à l'arachide et d'autres vivriers (62 %), des vergers (62 %) d'arbres fruitiers (Litchi, Mangoustan, agrumes, avocatiers, manguiers, etc.), etc. Toutefois, on note la présence de quelques producteurs d'huiles essentielles impliqués dans le commerce (11 %) ou l'exploitation bois (44 %).

Tableau 1 : Typologie des producteurs d'huiles essentielles dans le district de Loumo

Variables	Modalités	Fréquences (%)
Genre	Femme	26,7
	Homme	73,3
Tranche d'âge (ans)	≤ 30	6,7
	31-40	4,4
	41-50	22,2
	51-60	37,8
	61-70	13,3
	71-80	11,1
	>80	4,4
Niveau d'instruction	Sans instruction	2,2
	Primaire	35,6
	Secondaire	57,8
	Supérieur	4,4
Situation matrimoniale	Célibataire	60,0
	Marié (e)	31,1
	Veuf (ve)	8,9
Autres Activités Génératrices des Revenus (AGR) /cultures	Manioc	71,1
	Arachide	62,2
	Verger	62,2
	Maraîchage	48,9
	Commerce divers	11,1
	Bois	44,4

3.2. La production d'huile essentielle à Loumo

La production d'huile essentielle dans le district de Loumo se réalise en plusieurs étapes dont les principales sont la culture de la citronnelle et les opérations post récoltes aboutissant à la production d'huile (figure 2). Le défrichage, le labour et le pulvérisage sont les trois principales opérations culturales de préparation de terrain, elle précède le planting des éclats de citronnelle. Ces derniers ont été pour la plupart fournis par le CVPFNL. Les opérations de labour et de pulvérisage sont assurées par le CVPFNL

moyennant une somme de 25 000 FCFA /ha pour la première opération et 20 000 FCFA/ha pour la seconde opération, soit un total de 45 000 FCFA/ha.

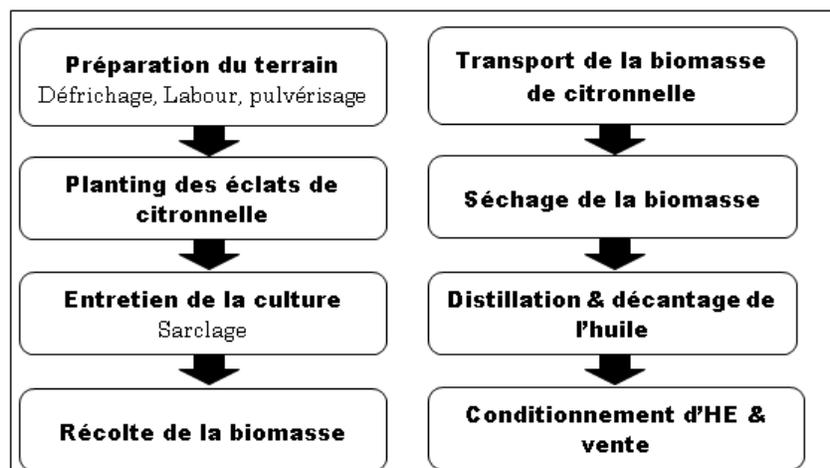


Figure 2 : Processus de production d'huile essentielle à Loumo

Le planting est généralement réalisé par la main d'œuvre familiale, mais exige quelques fois une main d'œuvre additionnelle (extérieure). Il en est de même pour les opérations culturales d'entretien (sarclage) et de récolte. Lorsqu'elles sont rémunérées, le coût de la main d'œuvre extérieure est compris entre 1000 et 5000 FCFA/homme/jour, avec une moyenne de 1767 FCFA/homme/jour. Les photos 1 et 2 présentent des plantations de citronnelle appartenant à un producteur d'huile essentielle dans un village proche du chef-lieu du district de Loumo.



Photo 1 : Plantation de citronnelle de 2 semaines



Photo 2 : Plantation de citronnelle de plus de 6 mois

Le matériel utilisé pour la culture de la citronnelle est constitué de la machette, la houe et le couteau, etc. Il sert également à d'autres activités génératrices de revenus et est généralement amortie au bout de 3 à 5 ans ; il est quelques fois acquis par le biais des dons des autorités politiques, ONG et projets de développement.

Les différentes charges relatives à la distillation de la biomasse et le décantage de l'huile (eau, moto pompe, carburant, bois énergie, etc.) sont à la charge du CVPFNL. C'est pourquoi tous les producteurs versent à ce centre 1/3 de leur production d'huile essentielle. Cette redevance du CVPFNL appelée encore contrepartie des producteurs, permet d'assurer l'entretien du tracteur, de l'alambic (extracteur d'huile essentielle), du carburant pour la moto pompe, la fourniture en eau, etc.

L'huile essentielle obtenue est conditionnée dans des bouteilles recyclées. La commercialisation se fait aussi bien par les producteurs eux-mêmes, mais surtout par le biais du CVPFNL. Le prix de vente du litre d'huile essentielle est 30 000 FCFA.

3.3. Analyse socioéconomique et environnementale de la production d'huile essentielle à Loumo

3.3.1 Des faibles revenus moyens annuels due au nombre de distillation et la quantité de biomasse transformée

Dans les localités de Loumo, la production moyenne annuelle d'huile essentielle (HE) est de 2,31 litre/an. Cette faible performance technique se traduit par la faible superficie moyenne cultivée par production (0,55 ha) ainsi que le nombre moyen de distillation par an, soit 1,32 distillation (tableau 2). Les charges de préparation de terrain représentent 6 139,36 FCFA,

représentant 29 % de l'ensemble des coûts de production d'huile essentielle. La main d'œuvre mobilisée pour la récolte de la biomasse est rémunérée à 5 380,30 FCFA, soit 13 % de l'ensemble des charges. Toutefois, les charges relatives à la redevance du CVPFNL contribuent à 58 % des coûts de production d'huile essentielle ; ce qui a une forte influence sur le revenu des producteurs.

Tableau 2 : données de production moyenne annuelle d'HE de citronnelle pour un producteur

Libellés	Production d'HE (litre/an)	Nombre d'hectare (ha)	Coût de préparation de terrain (FCFA)	Main d'œuvre (h/jour)	Coût de la M.O (FCFA/h/jour)	Nbre moyen de distillation/an
Valeurs	2,31	0,55	6 136,36	3,05	1 767	1,32

La production d'huiles essentielles de citronnelle de Ceylan à Loumo est comprise entre 0,38 à 12,600 litres/an, soit une moyenne de 2,31 litres/an par producteur. Le prix de vente moyen d'un litre d'HE au district de Loumo est fixé à 30 000 FCFA. Par conséquent, le produit brut moyen par an issu de cette activité est de 69 292,53 FCFA. En supportant des charges d'exploitation (28 447,81 FCFA) et d'investissement (11 516,66 FCFA), le producteur moyen réalise un bénéfice de 29 298,06 FCFA par an (tableau 3).

Tableau 3 : Compte de résultat d'un producteur moyen d'HE à Loumo

Charges	Montant (FCFA)	Produits	Montant (FCFA)
Charges d'exploitation			
Main d'œuvre récolte biomasse	5 380,30	Vente de marchandises	69 292,53
Distillation	0,00		
Fourniture en bois	0,00		
Redevance du CVPFNL	23 097,51		
Sous total (1)	28 477,81		
Charges d'investissement			
Préparation de terrain	6 136,36		
Acquisition des éclats	0,00		
Main d'œuvre préparation terrain	5 380,30		
Acquisition petit matériel	0,00		
Sous total (2)	11 516,66		
Total des charges	39 994,47	Total des produits	69 292,53
Bénéfice (revenu)	29 298,06		
Total général	69 292,53	Total général	69 292,53

3.3.2 La présence d'un seul alambic à Loumo, à l'origine des faibles performances économiques de la production d'HE

Le district de Loumo ne compte qu'un seul alambic (extracteur d'huile essentielle) sur un rayon de couverture de 702,86 km². L'analyse des données montre une influence de la distance entre le lieu d'installation de l'alambic (chef-lieu du district de Loumo) et les communautés rurales des producteurs d'HE sur le revenu des acteurs. Plus le producteur est proche du lieu d'installation de l'alambic, plus son revenu a tendance à être plus élevé (figure 3). Au fur et à mesure que l'on s'éloigne du lieu d'installation de l'alambic, le revenu a également tendance à baisser. Les performances technico-économique d'HE sont donc également fonction de la distance du lieu d'installation de l'alambic et la localité où habite le producteur. Il y a donc nécessité d'augmenter le nombre d'alambic afin de réduire le temps et la pénibilité du transport de la biomasse de citronnelle vers la chef-lieu du district de Loumo.

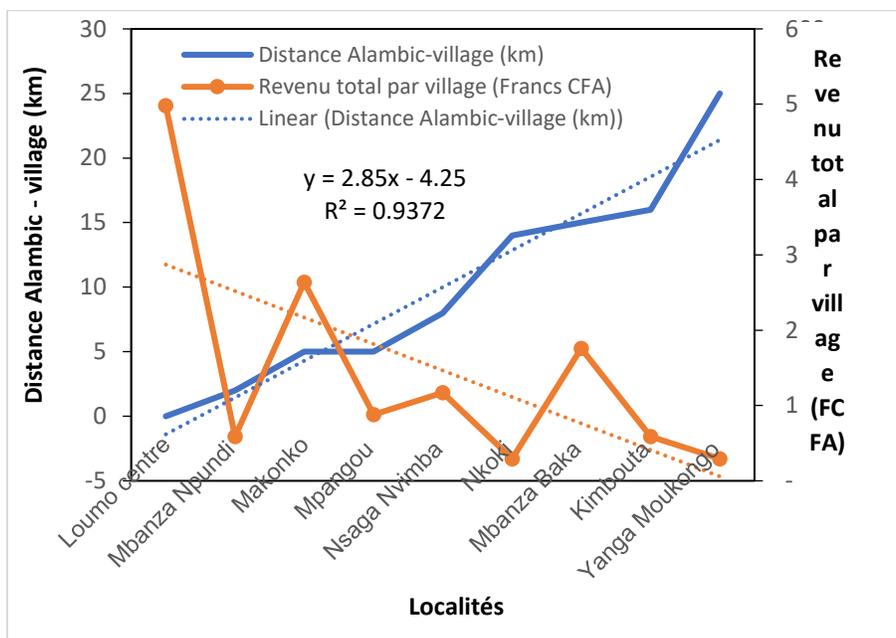


Figure 3 : Relation revenu d'HE et distance localité à l'alambic

3.3.3 Une faible contribution des revenus d'HE dans le revenu global des producteurs

L'analyse des sources de revenus des producteurs d'HE montre que la production d'HE est une activité qui procure des revenus additionnels aux producteurs impliqués. Les revenus issus de la production d'HE occupent une fine partie dans le revenu global des producteurs, soit 5 % du revenu global des producteurs. L'arboriculture fruitière et le maraîchage sont les deux premières sources de revenus des producteurs d'huile essentielle, leur contribution respective au revenu global est de 29 % et 26 % (figure 4). Les cultures vivrières viennent en 3^{ème} position, avec une prédominance de la culture du manioc dans le système agraire vivrier.

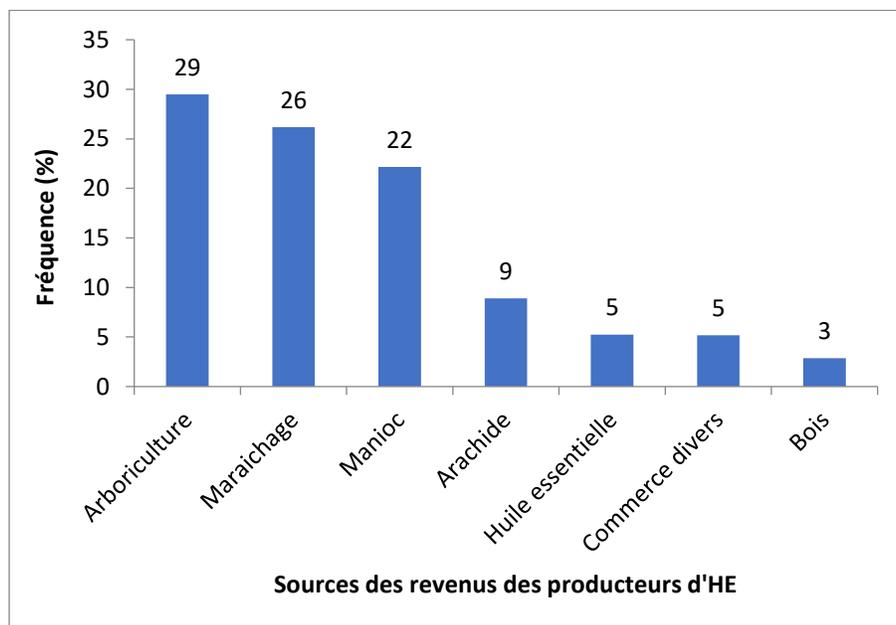


Figure 4 : Importance de l'huile essentielle dans l'ensemble des revenus des producteurs

Les revenus de la vente des huiles essentielles comme celles d'autres activités génératrices de revenus servent à faire face aux charges familiales et à participer à la vie sociale de leur territoire par un engagement associatif (appartenance à des mutuelles). Les revenus d'agriculteurs permettent d'assurer en priorité la nutrition et l'accès aux soins de santé (tableau 4). Ces revenus permettent aussi de faire face aux charges relatives à la scolarisation des enfants, mais aussi à d'autres charges (réinvestissement dans l'activité agricole, épargne, transport, participation financière aux événements du lignage, habillement, etc.).

Tableau 4 : Allocation des revenus issus de la vente de l'HE

Allocation des revenus d'HE	Fréquence (%)	
	Oui	Non
Nutrition	96	4
Soins de santé	91	9
Scolarisation	76	24
Autres	73	27

3.4. Une production d'huile essentielle qui a un impact sur la déforestation des îlots forestiers

La production d'HE dans le district de Loumo a un impact négatif sur l'environnement. La distillation et le décantage de l'huile dans le processus de transformation de la citronnelle nécessite du bois de cuisson. Ce dernier provient principalement des restes de défrichage des sites agricoles préparés, mais aussi du bois mort récupéré aussi bien en savane que dans les forêts environnantes. La consommation de bois par village est très fluctuante, elle varie de 109,58 kg à 4 957,73 kg. Les données relevées au centre de distillation du CVPFNL montrent que la consommation d'un mois de distillation est d'environ 3 081,47 kg. L'analyse montre aussi que la quantité de bois utilisés lors de la distillation de la biomasse de citronnelle est fonction de la distance entre la localité d'habitation du producteur et le lieu d'installation de l'alambic (figure 5). Les localités où la production d'HE est plus importante sont celles proche du chef-lieu de Loumo, elles utilisent une quantité de bois nettement supérieure à celle des villages plus éloignés. Par conséquent, le développement de la filière huile essentielle à Loumo devrait intégrer les stratégies de réduction de son impact sur le processus de déforestation ou de dégradation des forêts environnantes.

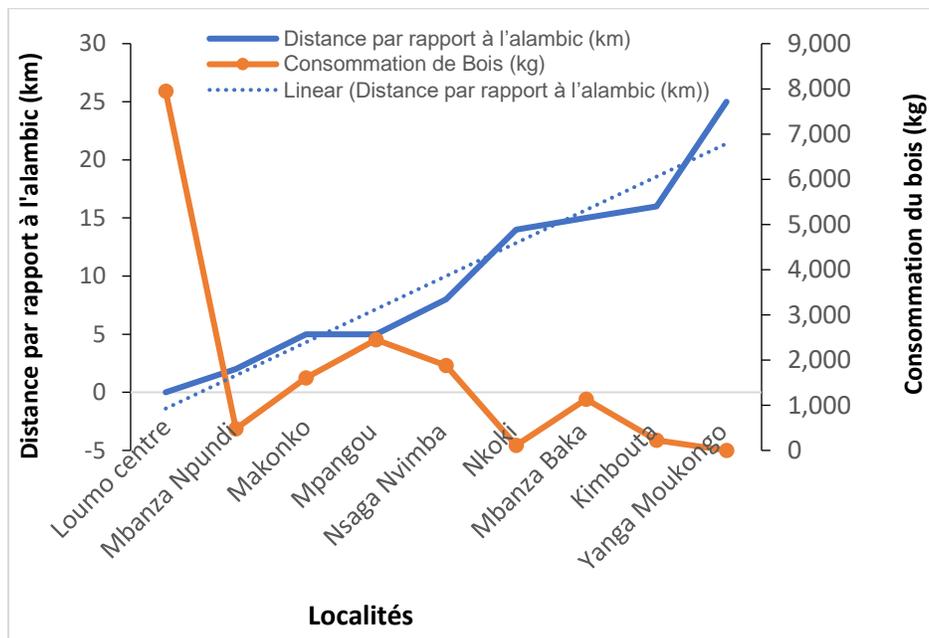


Figure 5 : Relation revenu d'HE et distance des localités à l'alambic

3. Discussion

Les résultats de l'étude montre que la production d'huile essentielle de la citronnelle de Ceylan à Loumo est dominée par les hommes (73 %) adultes âgé de 41 à 60 ans (60 %). Les femmes ne représentent que 27 % des producteurs d'huiles essentielles. Pourtant nombreuses en milieu rural et fortement impliquées dans les cultures vivrières (Mpanzu Balomba, 2013), la faible implication des femmes dans la production d'huile essentielle s'explique par le fait que les actions de sensibilisation et de formation sur cette innovation ont sans doute privilégié les hommes. De plus, le projet de production d'huile essentielle à Loumo n'a pas eu une stratégie claire d'intégration des questions genres.

Les jeunes, socles de développement de toute filière agricole participent très faiblement à la production des huiles essentielles (< 11 %). Ils sont attirés par d'autres activités plus rémunératrices (maraîchage, culture vivrière) et sont les plus exposés à l'exode rural. Les travaux réalisés sur la production de banane dans les districts de Kindamba et Mouyondzi au Congo par Mialoundama Bakouétla (2018) montrent également une faible implication des jeunes. Les résultats de l'étude montrent que les producteurs

d'huiles essentielles appartiennent à différentes catégories socioprofessionnelles dont la majorité est agriculteur. Ils pratiquent les cultures vivrières (manioc, arachide, etc.), le maraîchage mais aussi possèdent pour certains des vergers d'arbres fruitiers. Dans son étude sur le diagnostic agro-environnemental des districts du sud du Pool, Makoye (2014) montre que les systèmes de culture manioc - maïs et maraîchage sont les plus rencontrés. De même dans le plan de développement local du district de Loumo, Anonyme (2016) note que les cultures vivrières (manioc, maïs, arachide, etc.), le maraîchage et l'arboriculture fruitière (manguier, safoutier, avocatier, Litchi, oranger, etc.) occupent une place importante dans le système agraire du district de Loumo. Cependant dans le plan de développement local du département du Pool, Anonyme (2012) souligne que dans les pays de Boko (districts de Boko, Louingui et Loumo), l'activité économique agricole reste dominée par les cultures de manioc et l'arboriculture fruitière dont les litchis, les mangoustans, les mangues greffées et les agrumes forment la trame de fond. Elle s'est aussi façonnée avec le développement des activités maraichères dont les produits sont destinés en priorité aux marchés de la ville de Brazzaville, dont l'écoulement reste facilité par la route départementale n° 14 et la route nationale n°1. La production de citronnelle reste donc une activité dont l'importance dans le système agraire du district de Loumo reste très marginale.

Le revenu issu de la production d'huile essentielle à Loumo est en moyenne de 29298 FCFA par an et par producteur. Ce revenu est très faible, comparé à celui obtenu au Togo par le groupement Zélé (Koumaglo, 1996), soit 666667 FCFA/ha/an. Le faible revenu généré par la production d'huile essentielle à Loumo se justifie par la faible fréquence de distillation par les exploitants de Loumo (1,32 récolte et distillation par an) contre 4 à 5 distillations recommandées dans la fiche technique de production (Koumaglo, 1996). Pour cet auteur, l'optimisation des revenus de la production d'huile essentielle de citronnelle passe par le respect de la conduite de production dont le nombre de coupes annuelles recommandées (4 à 5). Le faible revenu des producteurs s'explique également par la faible fréquence de distillation, due à la présence d'un seul alambic à Loumo pour 702,86 km². Cependant dans le cadre du projet FY-DAFE2, Johnson (2019) explique les bonnes performances de production d'huile essentielle par la mise en place de 15 unités de distillation améliorée à foyer économique pour 425 km² installés dans la localité d'Anjouan dans les Comores, soit un alambic pour 28 km². L'installation d'un alambic à proximité des plantations est l'un des paramètres à prendre en compte pour améliorer le revenu des producteurs (Koumaglo, 1996).

Le faible revenu généré par la production d'huile essentielle à Loumo expliquerait sans doute la faible implication des jeunes et d'autres producteurs agricoles adultes. C'est une activité qui génère des revenus dérisoires largement en dessous du Salaire Moyen Interprofessionnel Garanti (SMIG) congolais, 90 000 FCFA. Elle mérite d'être mieux structurés et encadrés afin d'augmenter le nombre d'alambic ainsi que le nombre de distillation afin d'améliorer les revenus des acteurs.

La quantité de bois énergie utilisée par distillation à Loumo est de 140 kg de bois par jour. Cette quantité paraît très importante et reste 4 à 5 fois plus importante comparée à la consommation domestique de bois et de charbon dans les grandes villes du Congo (Cuny et al., 2012).

Le projet FY-DAFE 2 dans sa mise en œuvre a résolu la consommation de bois grâce à l'installation des unités de distillation améliorée à foyer économique. Grâce à ce procédé les consommateurs de bois ont été réduits de moitiés (Johnson, 2019). Le développement de la production d'huile essentielle à Loumo contribuerait au processus de déforestation des forêts environnantes. Dans ce contexte, l'installation des unités de distillation améliorée à foyer économique ainsi que la promotion des espèces à croissance rapide pour la production du bois énergie s'avèrent nécessaire. En effet l'un des effets environnementaux les plus importants de la déforestation est l'érosion de la biodiversité et des sols (Roche et Koninck, 2002 ; Gilet et al., 2016).

5. Conclusion

La production d'huile essentielle dans le district de Loumo mobilise des hommes et des femmes adultes, scolarisés et vivant en couple. Les hommes adultes sont plus impliqués que les femmes. Ils appartiennent à différentes catégories socioprofessionnelles dont les plus impliqués sont les agriculteurs. Ces derniers sont impliqués dans la production des cultures vivrières, le maraîchage, l'arboriculture fruitière, etc.

La production d'huile essentielle de Ceylan est précédée par des opérations culturales de la citronnelle puis des opérations post-récolte comprenant entre autres la récolte de la biomasse, le séchage, la distillation, le décantage de l'huile, puis le conditionnement. Elle bénéficie de l'appui technique du CVPFNL, notamment pour quelques opérations de préparation de terrain, la distillation, le conditionnement ainsi que la vente. Les revenus générés par la vente d'huile essentielle sont largement en dessous du SMIG congolais, ce qui justifie une faible participation des communautés rurales, en particulier les jeunes. La faiblesse des revenus est due à la faible fréquence de distillation de la biomasse, mais aussi par la présence d'un seul alambic au sein du district. Les revenus sont fonction également de la distance de la communauté rurale par rapport au lieu d'installation de l'alambic (Loumo-centre) ; d'où la nécessité d'en augmenter le nombre et de mieux encadrer ces acteurs.

Sur le plan environnemental, cette étude n'as pas permis de révéler avec exactitude l'impact de la production d'huile essentielle sur la déforestation des zones forestières du district de Loumo. Il est important de poursuivre l'analyse par une cartographie des zones de prélèvements par villages et une mise en regard des possibilités réelles des forêts prélevées et des besoins en bois-énergie des producteurs.

Financement: Cette recherche n'a reçu aucun financement externe.

Remerciements: les auteurs remercient l'antenne du Centre de Valorisation des Produits Forestiers Non Ligneux (CVPFNL) du district de Loumo qui a facilité cette recherche. Ils remercient également les producteurs d'huiles essentielles.

Conflits d'intérêts: Les auteurs ne déclarant aucun conflit d'intérêts

Références

- [1] Anonyme, (2012). Plan de développement départemental du Pool 2013 à 2015. Conseil départemental du Pool et PNUD.
- [2] Anonyme, (2016). Plan de développement local du district de Loumo. Comité de Développement Local, Union Européenne.
- [3] Johnson, P. (2019). Evaluation du programme FY-DAFE2 (2016-2019). Filière Ylang –distillation améliorée à foyer économe aux Comores. Rapport final. J. Consulting. In: https://www.pierrejohnson.eu/es/noticias/page/2?et_blog.
- [4] Balandrin, M.F., Klocke, J.A., Wurtele, E.S. & Bollinger, W.H. (1985). Natural Plant Chemicals: Sources of Industrial and Medicinal Materials. *Science*, 228(4704), 1154 – 1159.
- [5] Bessah, R. & Benyoussef El-Hadi. (2015). La filière des huiles essentielles. Etat de l'art, impacts et enjeux socioéconomiques. *Revue des énergies renouvelables*, 18(3), 513-528.
- [6] Bossou, A.D., Mangelinckx, S., Yedomonhan, H., Boko, P.M., Akogbeto, M.C., De Kimpe, N., Avlessi, F. & Sohounhloue, D.C.K. (2013). Chemical composition and insecticidal activity of plant essential oils from Benin against *Anopheles gambiae* (Giles). *Parasit. Vectors*, 6, 337.
- [7] Burt, S. (2004). Essential Oils: Their Antibacterial Properties and Potential Applications in Foods– A Review. *International Journal of Food Microbiology*, 94, 223 – 253.
- [8] Demarne, F.E. & Blanchard, J-P. (1996). La filière des plantes aromatiques et à parfums à Haïti. APROMA/CIRAD.
- [9] Ekpenyong, C.E., Akpan, E. & Nyoh, A. (2015). Ethnopharmacology, phytochemistry and biological activities of *Cymbopogon citratus* (D.C.) Stapf extracts. *Chin. J.Nat. Med.*, 13, 321-337.
- [10] Gillet, P., Vermeulen, C., Feintrenie, L., Dessard, H. & Garcia C. (2016). Quelles sont les causes de la déforestation dans le bassin du Congo ? Synthèse bibliographique et études de cas. *Biotechnologie, Agronomie, Société et Environnement*, 20 (2), 183-194.
- [11] Heath, H.B. (1981). Source Book of Flavors. Springer.
- [12] Koumaglo, H.K. (2004). Production de l'essence de citronnelle par les coopératives villageoises en Afrique Occidentale. In : Collin G. et Garneau F.X., eds. Les huiles essentielles : de la plante à la commercialisation. Manuel pratique. Québec, Canada : Université de Chicoutimi.
- [13] Koumaglo, K.H. (1996). Production de l'essence de citronnelle par des coopératives villageoises en Afrique de l'ouest. Université de Lomé. Corporation Laseve.
- [14] Makoye, M. T. (2014). Diagnostic agroenvironnemental des districts du sud du Pool. Etude sur l'intégration de nouvelles pratiques agricoles respectueuses de l'environnement. Initiative Développement (ID), Fondation Niosi et Union Européenne.
- [15] Cuny, P., Maurice, J. & Itsoua Madzou, I.G. (2012). Etude de préaisabilité « bois énergie durable ». Rapport final. Ministère du Développement Durable, de l'Economie Forestière et de l'Environnement (MDDEF), Agence Française de Développement (AFD), Office National des Forêts International (ONFI), ONF Cameroun, The Forest Trust (TFT).
- [16] Mialoundama Bakouétila, G.F. (2018). Caractérisation de la filière banane en provenance des sous-préfectures de Kindamba et Mouyondzi pour les marchés Brazzavillois (République du Congo). Faculté des Lettres et Sciences Humaines, Université Marien Ngouabi.
- [17] Mpanzu Balomba, P. (2013). Filière vivrière paysanne du Bas-Congo : acteurs, fonctionnement et performance. Développement de l'agriculture en République Démocratique du Congo, opportunités et contraintes. *Revue d'intelligence stratégique et des relations internationales, Dounta*, 6, 26-41.
- [18] Muyima, N.Y.O., Zulu, G., Bhengu, T. & Popplewell, D. (2002). The Potential Application of Some Novel Essential Oils as Natural Cosmetic Preservatives in an Aqueous Cream Formulation. *Flavour and Fragrance Journal*, 17(4), 258-266.
- [19] Ndomo, A. F., Tapondjou, A.L., Tendonkeng, F. & Mbiopo Tchouanguep, F. (2009). Evaluation des propriétés insecticides des feuilles de *Callistemon viminalis* (Myrtaceae) contre les adultes d'*Acanthoscelides obtectus* (Say) (Coleoptera ; Bruchidae). *Tropicultura*, 27(3), 137-143.
- [20] Ngakegni-Limbili, A.Ch. (2012). Etude de synergie des effets cliniques et biologiques des lipides de réserves et des huiles essentielles des fruits et graines saisonniers de la sous-région Afrique Centrale. Institut National Polytechnique de Toulouse (INPT), Université de Toulouse.
- [21] Ouamba, J-M. (1991). Valorisation chimique des plantes aromatiques du Congo. Extraction et analyse des huiles essentielles oximation des aldéhydes naturels. Université Montpellier II- Sciences et Techniques du Languedoc.
- [22] Pvela, R. & Benelli, G. (2016). Ethnobotanical Knowledge on botanical repellents employed in the African region against mosquito vectors-A review. *Exp. Parasitol.*, 167, 103-108.
- [23] Raharininira Baomiavotse, V. (2009). Valorisation économique de la biodiversité par les contrats de bioprospection et la filière huiles essentielles. Le cas de Madagascar. Université de Versailles-Saint-Quentin –en-Yvelines, UFR des Sciences sociales et Humanités.
- [24] Ralambondrainy, M. (2017). Caractérisation chimique et biologique de trois huiles essentielles répulsives issues de la biodiversité régionale contre l'alphavirus Ross River. Thèse de doctorat, spécialité chimie des substances naturelles. Université de la Réunion.
- [25] Razafimahay, M. P. (2011). Filière huile essentielle : de la production à l'exportation : cas de Madagascar. Mémoire de Maîtrise Ès Sciences économiques, option administration d'entreprises. Faculté de Droit, d'Economie, de Gestion et de Sociologie, Université d'Antananarivo.
- [26] Roche, Y. & De Koninck, R. (2002). Les enjeux de la déforestation au Vietnam. *Vertigo, La revue électronique en Sciences de l'Environnement*, 3 (1) :1-20. In <http://journals.openedition.org/vertigo/4113>.
- [27] Shah, G., Shri, R., Panchal, V., Sharma, N., Singh, B. & Mann, A.S. (2011). Scientific basis for the therapeutic use of *Cymbopogon citratus* stapf (*Lemon grass*). *J. Adv. Pharm. Technol. Res.*, 2, 3-8.
- [28] Shan, B., Cai, Y.Z., Sun, M. & Corke, H. (2005). Antioxidant Capacity of 26 Spice Extracts and Characterization of their Phenolic Constituents. *Journal of Agriculture and Food Chemistry*, 53(20), 7749 – 7759.

- [29] Silou, Th., Bikanga, R., Nsikabaka, S., Nombault, J., Mavoungou, Ch., Figuéredo, G. & Chalchat, J-C. (2017). Plantes aromatiques du Plateau des Cataractes (Bassin du Congo). Caractérisation du chémotype de l'huile essentielle de *Cymbopogon nardus* (L.) Rendle acclimaté au Congo Brazzaville. *Biotechnol.Agron.Soc. Environ.*, 21(2), 105-116.
- [30] Silou, Th., Malanda, M. & Loubaki, L. (2004). Optimisation de l'extraction de l'huile essentielle de *Cymbopogon citratus* grâce à un plan factoriel complet 2. *Journal of Food Engineering*, 1-6.