
M.E.S., Numéro 123, Juillet – Septembre 2022

<https://www.mesrids.org>

Dépôt légal : MR 3.02103.57117

N°ISSN (en ligne) : 2790-3109

N°ISSN (impr.) : 2790-3095

Mise en ligne le 30 juin 2022



Revue Internationale des Dynamiques Sociales

Mouvements et Enjeux Sociaux

Kinshasa, juillet - septembre 2022

EFFETS STOCHASTIQUES DE LA RADIOACTIVITE ET TOXICITE DES CIGARETTES TUMBACO LEGERE ET AMBASSADE SUR LA SANTE DU FUMEUR EN R.D. CONGO

par

Leonard WOTO MAKONTSHI

CGEA, Campus de Kinshasa,

Isaac WOTO TSHIKUMA

Faculté de Médecine, Université de Kinshasa

Résumé

Le tabagisme représente un problème mondial majeur de santé publique par ses multiples implications historiques, socioculturelles, économiques et écologiques ou environnementales. La radioexposition liée à la consommation de vingt cigarettes par jour représente environ le triple de la dose efficace annuelle pour les travailleurs sous rayonnements ionisants. La présente étude a été réalisée en vue de contribuer à la protection et à la promotion de la santé de la population congolaise exposée aux fumées des cigarettes Tumbaco Légère et Ambassade.

Cette étude révèle que le risque d'apparition du cancer radio-induit (0.1% à 0.5%) est plus élevé dans l'organisme du fumeur que le risque d'effet génétique (0%). En outre, elle montre que le risque total stochastique des personnes du public est plus élevé, soit 0.5% que celui des travailleurs sous rayonnements ionisants (0.4%) consommant les mêmes cigarettes Tumbaco Légère et Ambassade. Le fumeur est plus affecté par le cancer radio-induit sous toutes ses formes que par l'effet génétique.

Abstract

Smoking is a major global public health problem due to its multiple historical, socio-cultural, economic and ecological or environmental implications. The radiation exposure linked to the consumption of twenty cigarettes per day represents approximately three times the annual effective dose for workers under ionizing radiation. This study was carried out with a view to contributing to the protection and promotion of the health of the Congolese population exposed to the smoke of Tumbaco Légère and Ambassade cigarettes.

This study reveals that the risk of appearance of radiation-induced cancer (0.1% to 0.5%) is higher in the body of the smoker than the risk of genetic effect (0%). In addition, it shows that the total stochastic risk of members of the public is higher, i.e. 0.5%, than that of workers under ionizing radiation (0.4%) consuming the same Tumbaco Légère and Ambassade cigarettes. Smokers are more affected by radiation-induced cancer in all its forms than by the genetic effect.

Mots-clés : *Evaluation, effet stochastique, radiotoxicité, radioactivité, dose efficace engagée, cigarettes.*

INTRODUCTION

La radioactivité d'origine naturelle ou artificielle, se manifeste de la même façon et produit les mêmes effets sur la santé de l'homme. [2-5]. La radioactivité du tabac est souvent due à la présence des radio-isotopes contenus dans les feuilles de tabac ou causée par les radioéléments primordiaux présents dans le sol, milieu où la plante a été

cultivée. Cette radioactivité résulte aussi pour l'essentiel de l'épandage d'engrais phosphatés qui contiennent les différents radioéléments dont le radium 226 et le polonium 210 [2-4].

Pour l'Agence Internationale de l'Energie Atomique (AIEA), la radioexposition liée à la consommation de vingt cigarettes par jour occasionne un débit de dose moyen annuel de 53 millisieverts (53 mSv an^{-1}). Une telle exposition, ne serait pas négligeable puisqu'elle correspondrait à environ vingt fois l'exposition naturelle moyenne annuelle en France (environ $2,4 \text{ mSv an}^{-1}$), à deux fois et demie la limite individuelle annuelle de dose efficace admissible pour les travailleurs du nucléaire (20 mSv an^{-1}) et à cinquante fois la limite annuelle de dose efficace recommandée pour les personnes du Public (1 mSv an^{-1}).

Les cigarettes Ambassade et Tumbaco légères, fabriquées par Tabac Congo sont des produits de consommation courante en République Démocratique du Congo (RDC) et en particulier dans la Ville de Kinshasa. La consommation du tabac contaminé exposerait l'homme à une contamination interne par ingestion ou par inhalation des substances radioactives ou des contaminants radioactifs contenus dans les feuilles du tabac utilisées pour la fabrication des cigarettes [3-5].

Ainsi, le tabac est le produit responsable de la plupart des cas de cancer et des lésions pulmonaires. Il est également responsable d'autres cas des cancers, notamment le cancer de la vessie, de la cavité buccale, du pharynx, du larynx, de l'œsophage, du pancréas, du rein, du col utérin, mais aussi de bronchite chronique et emphysème, des maladies cardio-vasculaires, des effets sur le système nerveux, sur la grossesse, sur le fœtus et sur les paramètres sanguins [1-3].

Cependant, pour éviter ce danger de contamination radioactive et de la radiotoxicité en vue de protéger les populations *kinois* fumeuses contre les effets nocifs de rayonnements ionisants, il importe qu'une évaluation de radioactivité et de radiotoxicité du tabac soit fait et que les mesures de protection et de la prévention soient prises par l'organisme compétent en la matière [1,5].

La réalisation de cette étude consiste à évaluer l'impact sanitaire et des effets stochastiques de la radioactivité et de la radio-toxicité des cigarettes Tumbaco Légère et Ambassade vendues à Kinshasa en vue de contribuer à la protection et à la promotion de la santé des fumeurs et de la population congolaise exposée aux fumées du tabac. Elle s'articule en deux points. Le premier présente les matériels utilisés et les méthodes exploitées, la seconde quant à elle, expose et ouvre une discussion sur les résultats. Une brève conclusion met un terme à ce travail.

I. MATERIELS ET METHODES

1.1. Matériels d'étude

Les échantillons des cigarettes Tumbaco légère et Ambassade, soumis à l'analyse, ont été achetés à la B.A.T. CONGO et sur le marché de Kinshasa dont les feuilles de ce tabac proviennent habituellement des provinces du Kongo Central, Bandundu, Katanga et Nord- Kivu. Les tableaux 1 et 2 donnent les poids nets, les poids de séchage, les poids de broyage et les poids des échantillons calcinés de Tumbaco Légère et Ambassade.

Le traitement et l'analyse des échantillons ont été effectués à l'aide d'une balance à plateau de marque AWALABOR, une étuve de marque FISCHER, modèle 177 ISOTEMP OVEN, un broyeur à plateau de marque ISO, un four THERMOLYNE, un ensemble alpha-bêta de marque CANBERA, modèle 2000, d'un compteur proportionnel, les sachets, les coupelles, les creusets et les boîtes de Pétri. La source de strontium-90 et

Yttrium-90 (Sr-90, Y-90), émetteur Bêta et la source d'américium-241 (Am-241), émetteur Alpha ont été utilisées pour la calibration du compteur global alpha et bêta.

Tableau I. Poids des échantillons de Tumbaco Légère

N° Ech.	P1(gr)	P2(gr)	P3(gr)	P4(gr)	P5(gr)	P6(gr)
1	17.00	15.00	15.30	4.40	0.90	0.60
2	17.00	15.30	15.50	4.40	0.80	0.60
3	16.50	14.90	15.30	4.40	0.90	0.60
4	16.50	14.80	15.10	4.40	0.90	0.60
5	16.50	14.60	15.00	4.40	0.90	0.60
6	18.00	15.80	16.40	4.40	0.90	0.60
7	17.50	15.60	16.00	4.40	0.80	0.60
8	17.00	15.00	15.50	4.40	0.80	0.60
9	16.50	14.90	15.20	4.40	0.80	0.60
10	18.00	16.20	16.50	4.40	0.90	0.60

Tableau II. Poids des échantillons d'ambassade

N° Ech.	P1(gr)	P2(gr)	P3(gr)	P4(gr)	P5(gr)	P6(gr)
1	18.00	14.80	15.50	4.40	0.60	0.60
2	16.50	16.00	16.50	4.40	0.70	0.60
3	17.00	15.20	15.00	4.40	0.60	0.60
4	18.00	16.30	16.80	4.40	0.70	0.60
5	18.00	15.40	15.90	4.40	0.70	0.60
6	16.50	16.10	16.70	4.40	0.70	0.60
7	16.50	15.00	15.60	4.40	0.70	0.60
8	16.50	15.40	16.20	4.40	0.70	0.60
9	17.00	16.30	16.00	4.40	0.70	0.60
10	17.00	14.50	15.90	4.40	0.80	0.60

Légende : P1 : poids net d'un paquet de cigarette, P2 : poids après séchage de l'échantillon, P3: poids après broyage de l'échantillon, P4 : poids de l'échantillon utilisé pour la calcination, P5 : poids après calcination de l'échantillon, P6 : poids de l'échantillon calciné mis sur coupelle pour comptage.

1.2. Méthodes

Avons prélevé dans chaque paquet de cigarettes 4.4 gr d'échantillon broyé et mis dans un creuset, puis a été introduit dans un four THERMOLYNE pour être calciné. La température de calcination variait graduellement de 100 à 300°C. Le temps de calcination était \pm de 8 heures et prenait fin quand l'échantillon broyé devenait cendre blanche. Une quantité de 0,6 grammes d'échantillon "sec calciné" étalée sur une coupelle a été mesurée à l'aide du compteur CANBERA, modèle 2000. Les tensions de 1000 volts et 1450 volts pour compter le nombre d'impulsions alpha et bêta pendant 600 secondes ont été utilisées. Le background a été mesuré dans les mêmes conditions que les échantillons.

1.2.1. Activité massique au poids initial de l'échantillon

Pour calculer l'activité massique alpha et bêta à partir des échantillons analysés,

la règle de trois simple a été appliquée en considérant l'activité obtenue à partir de 0.6 grammes d'échantillon calcinés (0.06 Bq pour alpha et 0.12 Bq pour bêta) en prenant comme exemple Tumbaco légère et les poids en gramme non sec (humide) d'un paquet de cigarette (P1), les poids en gramme sec d'un paquet de cigarette (P2), les poids en gramme broyé d'un paquet de cigarette (P3), les poids en gramme broyé utilisé pour la calcination (P4), les poids en gramme, après calcination (P5) et les poids en gramme calciné mis sur coupelle pour comptage (P6), $A\alpha$ (Bq) : activité alpha en becquerel du P6 calciné.

Pour 0.6 gr nous avons une activité de 0.06Bq et 0.9 gr correspond à une activité de 0.09 Bq en prenant comme exemple Ambassade. De la même manière, on retrouve les activités correspondant aux P4, P3, P2 et P1. Pour 0.6 gr nous avons une activité de 0.12Bq et 0.9 gr correspond à une activité de 0.18 Bq. De la même manière, on retrouve les activités correspondant aux P4, P3, P2 et P1.

1.2.2. Calcul de l'activité alpha et bêta après comptage

$$A\alpha = \frac{N\alpha - Bgd\alpha}{t \times E\alpha\%} \quad (1)$$

$$A\beta = \frac{N\beta - Bgd\beta}{t \times E\beta\%} \quad (2)$$

$$At = A\alpha + A\beta \quad (3)$$

Légende :

$A\alpha$	= Activité alpha en Becquerel par seconde ;
$A\beta$	= Activité bêta en Becquerel par seconde ;
At	= Activité totale en Becquerel par seconde ;
N	= Nombre d'impulsions alpha ou bêta comptées sur coupelle ;
Bgd	= Background ou bruit de fond
t	= Temps de comptage pris à 600 secondes (10 minutes) ;
E %	= Efficacité du compteur en pourcentage ;
$E\alpha$ %	= Efficacité du compteur en pourcentage pour alpha ($E\alpha$ % = 15%);
$E\beta$ %	= Efficacité du compteur en pourcentage pour bêta ($E\beta$ % = 21%).

1.2.3. Détermination de la dose efficace individuelle (E)

La dose efficace individuelle s'obtient par la formule suivante :

$$E = C \times Tc \times F_{\Delta ing} \quad (6)$$

où:

C : Concentration intégrée dans le produit alimentaire (Bq.an.kg⁻¹)

Tc : Taux de consommation du produit considéré (kg.an⁻¹)

$F_{\Delta ing}$: Dose efficace due à l'ingestion de 1 Bq du radionucléide considéré, exprimée en SvBq⁻¹.

1.2.4. Détermination de l'incorporation

Les formules suivantes ont été utilisées pour l'incorporation et les doses :

$$I [\text{Bq an}^{-1}] = C [\text{Bq kg}^{-1}] \times TC [\text{kg.an}^{-1}] \quad (7)$$

$$\text{et } E [\text{Sv an}^{-1}] = I [\text{Bq.an}^{-1}] \times FD [\text{Sv Bq}^{-1}] \quad (8)$$

où

- I : est l'incorporation due à l'ingestion ;
 C : est la concentration dans les aliments ou concentration des cigarettes ;
 TC : est le taux de consommation alimentaire ou des cigarettes ;
 E : est la dose efficace engagée.

1.2.5. Expressions dosimétriques

Les expressions dosimétriques suivantes ont été utilisées pour évaluer le risque des effets stochastiques et interpréter les résultats obtenus

- 1) $E/EL \leq 1$: elle permet de mesurer les effets des rayonnements ionisants qui peuvent apparaître sur l'organisme des fumeurs. Elle permet de mettre en évidence le niveau ou le degré de la radiotoxicité des rayonnements ionisants sur la santé du fumeur. Nous l'avons utilisée pour évaluer les dégâts biologiques sur la santé du fumeur résultant de l'exposition aux rayonnements ionisants alpha, bêta et gamma.
- 2) $R = \text{Dose efficace (E)} \times \text{Facteur de risque (K)}$: cette formule nous a permis d'évaluer le risque d'apparition du cancer sur l'organisme du fumeur ou de l'individu exposé aux fumées de cigarettes et le risque de mourir de cancer par sievert. En outre, elle permet d'évaluer le risque ou la probabilité d'apparition des effets génétiques dans la descendance des fumeurs et des personnes exposées aux fumées de tabac (Tableau 3).

Tableau III. Facteurs de risque relatifs aux effets stochastiques.

Population exposée	CIPR 103
	Détriment (10^{-2} Sv^{-1})
Population générale (public) :	
Risque de cancer	5.5
Effets héréditaires	0.2
Total	5.7
Travailleurs :	
Risque de cancer	4.1
Effets héréditaires	0.1
Total	4.2

Le tableau III expose les facteurs de risque relatifs aux effets stochastiques pour les personnes du public et les travailleurs considérés comme la population exposée aux rayonnements ionisants alpha et bêta contenus dans les fumées des cigarettes.

II. RESULTATS

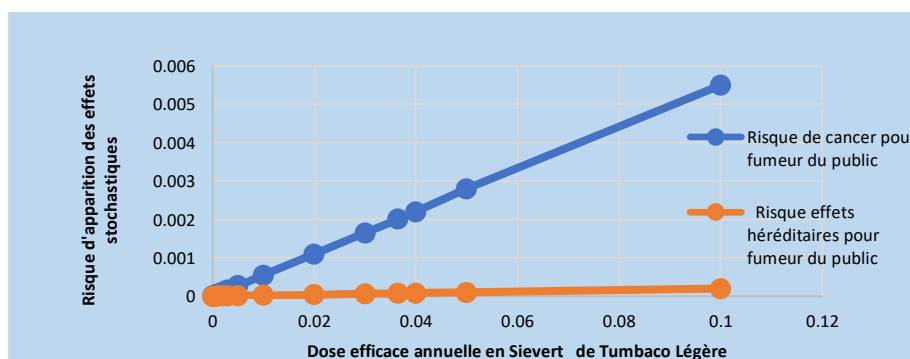


Figure 1. Graphe de risque d'apparition des effets stochastiques en fonction de la dose efficace engagée de Tumbaco Légère consommée par les personnes du public

La figure 1 montre que chez les personnes du public le risque du cancer est plus élevé que le risque génétique. Soit le risque de cancer est plus important et peut se manifester plus rapidement que le risque des effets héréditaires chez les personnes du public qui consomment la cigarette *Tumbaco Légère*

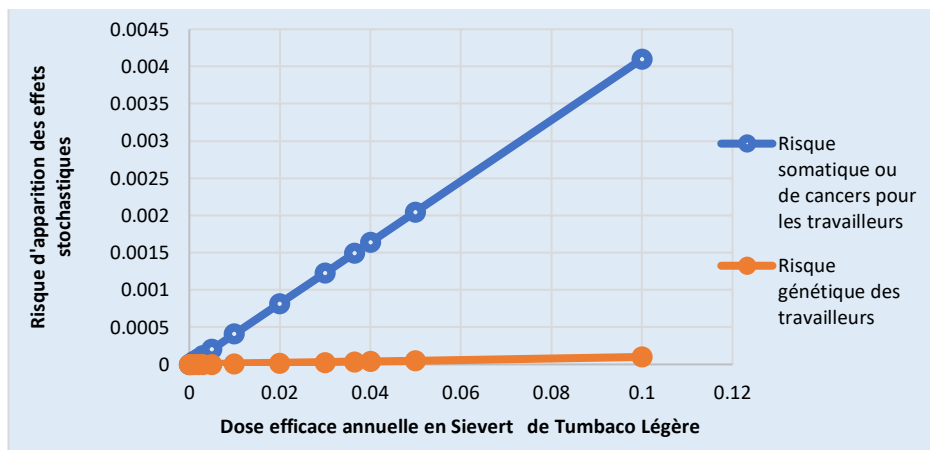


Figure 2. Graphe de risque d'apparition des effets stochastiques en fonction de la dose efficace engagée de Tumbaco Légère consommée par les travailleurs.

La figure 2 indique que chez les travailleurs fumeurs, le risque somatique est plus dominant que le risque génétique.

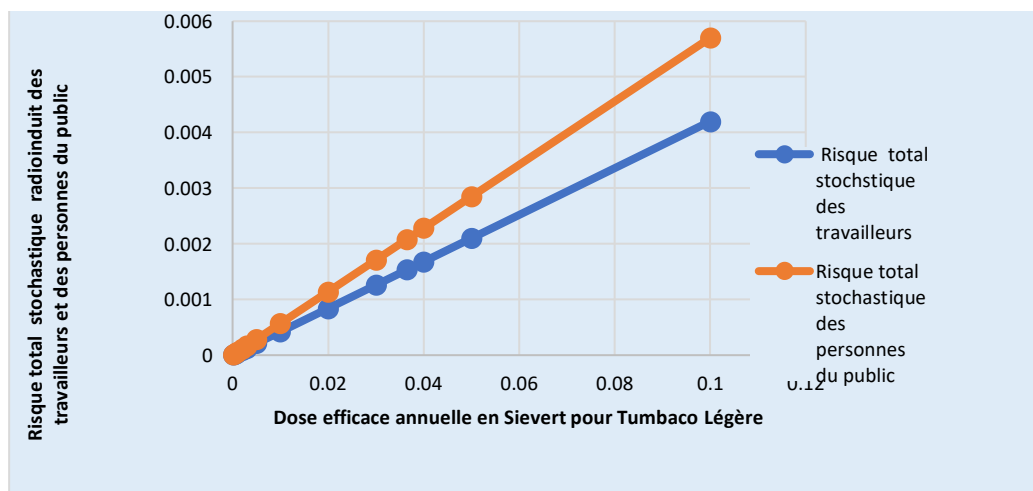


Figure 3. Graphe comparatif du risque total stochastique des travailleurs et des personnes du public en fonction de la dose efficace annuelle de Tumbaco Légère.

La figure 3 renseigne que le risque total stochastique chez les personnes du public est, plus élevé que chez les travailleurs fumeurs.

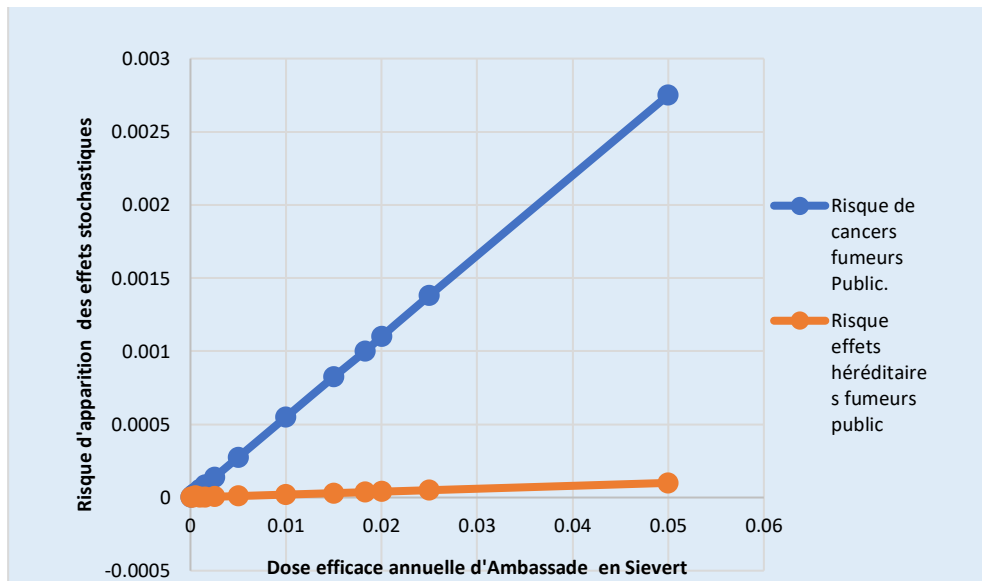


Figure 4. Graphe comparatif de risque d'apparition des effets stochastiques en fonction de la dose efficace engagée d'Ambassade pour les personnes du public

La figure 4 atteste que chez les fumeurs publics, le risque du cancer radio-induit est plus élevé que le risque génétique.

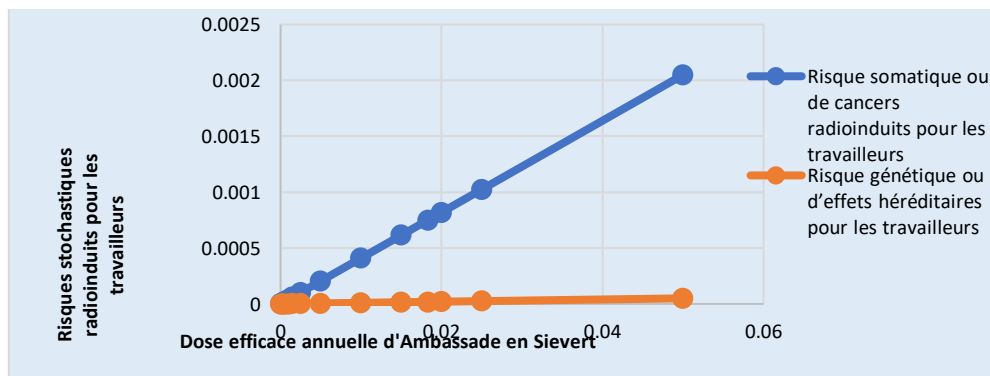


Figure 5. Graphe comparatif de risque somatique et génétique radioinduits des travailleurs en fonction de la dose efficace engagée d'Ambassade

La figure 5 nous montre que chez les travailleurs, le risque somatique ou des cancers radio-induits est plus élevé que le risque génétique. L'apparition du risque génétique est très faible dans la descendance du travailleur fumeur.

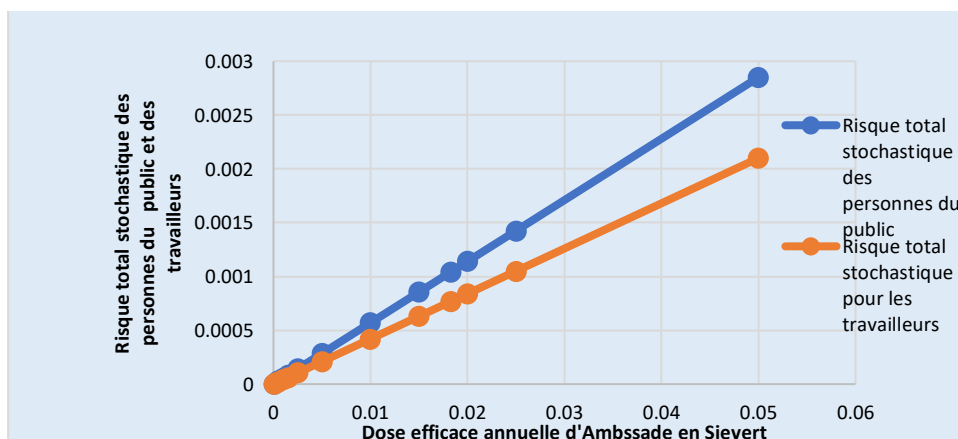


Figure 6. Graphe comparatif de risque total stochastique des personnes du public et des travailleurs en fonction de la dose efficace annuelle d'Ambassade

La figure 6 renseigne que chez les personnes du public, le risque total stochastique est plus élevé que chez les travailleurs fumant les mêmes cigarettes.

2.1. Discussion des résultats

Les figures 1, 2, 4 et 5 montrent que le risque d'apparition de cancer radio-induit sur la santé des personnes du public et celle des travailleurs sous rayonnement, est plus important que le risque génétique. La figure 3 et 6 indiquent que le risque total stochastique des personnes du public, est plus élevé que celui des travailleurs sous rayonnement consommant les mêmes cigarettes Tumbaco Légère et Ambassade. Ceci s'explique par le fait que la catégorie des personnes du public comprend également la tranche d'âge allant de 0-17 ans révolus incluant les nourrissons, les enfants et les adolescents qui sont très radiosensibles aux rayonnements ionisants [2].

Les figures 1 à 6 confirment la linéarité des effets de faibles doses. Cette linéarité permet d'additionner les doses individuelles ou doses de différentes personnes aux moments différents [2]. Elle (linéarité) représente le risque d'apparition des effets stochastiques et aussi la probabilité pour qu'un effet résulte de la dose efficace engagée. Ces graphes indiquent également que les risques stochastiques radio-induits sont proportionnels à la dose efficace. Cette dose efficace engagée dépend du nombre des paquets de Tumbaco Légère et d'Ambassade consommés. Le cancer reste dominant par rapport à l'effet génétique.

En outre, la dose efficace engagée reste proportionnelle au nombre de paquets consommés des cigarettes, c'est-à-dire que plus le nombre de paquets consommés augmente, plus la dose efficace engagée augmente aussi. Nous constatons enfin que la zone des faibles doses est dominée par l'effet stochastique qui est proportionnel à la dose et qui se manifeste sans seuil de dose. Ceci correspond aux hypothèses formulées par P. Fraboulet de l'Hôpital Pitié-Salpêtrière en 2001 et E. Buglova de l'AIEA en 2013.

CONCLUSION ET PERSPECTIVES

Le but de cette étude a été de contribuer à la protection et à la promotion de la santé des fumeurs et de la population congolaise exposée aux fumées du tabac.

La démarche a consisté à déterminer la quantité des particules alpha et bêta contenues dans les cigarettes Tumbaco Légère et Ambassade. Le traitement physique des échantillons a porté sur la pesée, le séchage, le broyage et la calcination. L'échantillonnage par quota a été retenu pour la réalisation de cette étude. Les dix paquets de cigarettes Tumbaco légère et d'Ambassade ont fait l'objet d'analyse en utilisant le comptage global alpha - bêta.

L'analyse de risque stochastique indiquent que le risque de cancer radio-induit est plus élevé et dominant que le risque génétique par rapport à la dose efficace engagée résultant de la consommation des cigarettes Tumbaco légère et Ambassade. Le risque total stochastique des personnes du public est plus élevé que celui des travailleurs. Les effets génétiques se manifestent très faiblement que les cancers radio-induits sur la santé du fumeur. Donc, le fumeur est beaucoup plus exposé aux effets somatiques radio-induits qu'aux effets génétiques.

Enfin, compte tenu de multiples dangers pour la santé que présente le tabac, il conviendrait que le pouvoir public parvienne à affirmer rigoureusement sa consommation afin d'assurer durablement la promotion de la santé de la population congolaise.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- ANONYME (2009), Recommandations 2007 de la Commission Internationale de Protection Radiologique, publication 103 de la CIPR, IRSN, Édition en langue française supervisée par Jean-Claude Nénot assisté de Jean Brenot, Dominique Laurier, Alain Rannou et Dominique Thierry, 11, rue Lavoisier, 75008 Paris, 417 p.
- Jacques Simon, Pierre Rouzaud, Pierre Payoux, Anne Julian, Pierre Gantet (2009), Tabagisme : cause d'une irradiation artificielle significative ? Bulletin de l'Académie Nationale de Médecine, Volume 193, Issue 1, 16 rue Bonaparte, 75006 Paris, France, pp. 139-150.
- VAILLANT L., SCHNEIDER T. (2012), Evaluation du détrimement associé à l'exposition aux faibles doses et faibles débits de dose dans le système de radioprotection. Environ Risque Santé, pp. 59-149.
- LIRSAC, P.N., NOLIBE, D. (2001), Effets biologiques de rayonnements et ionisants et principes de la radioprotection, Institut National des Sciences et Techniques Nucléaires, Unité d'Enseignement de Radioprotection, Biologie et Médecine, 91191 Gif sur Yvette Cedex, Saclay, France.
- Dörr, W., Hendry, J.H., (2001). Effets tardifs consécutifs dans les tissus normaux, *Radiother. Oncol.* 61, pages 223-231.
- ANONYME (1999), Estimation du risque de cancer radio-induit. Addendum : analyse des incertitudes. Agence de protection de l'environnement des États-Unis, EPA, Washington, DC.
- ANONYME (2005). Rapport de l'Académie des sciences françaises, La relation dose-effet et l'estimation des effets cancérigènes des faibles doses de rayonnements ionisants. (http://www.academie-sciences.fr/publications/rapports/df/dose_effet_07_04_05.pdf).