



PROFILE OF EMERGING DISEASES INHERENT TO POISONING BY EXPOSURE TO URANIUM ORES IN KATANGA PROVINCE.

Dominique Mudimbi Kalonda¹ | *Arsène Kabamba Tshikongo¹ | Fridolin Kodondi kule koto² | Zet Lukumwena Kalala³ | Albert Longanga Otshudi^{1,4} | Dominique Kalonda Kabundi¹ | Christian Kasongo Busambwa¹ | Patrick Kimpitu Kifwame⁵ | Anne Muba Kamanda⁵

¹ Faculté des Sciences pharmaceutiques, Université de Lubumbashi, RD Congo. *Corresponding author

² Faculté des Sciences pharmaceutiques, Université de Kinshasa, RD Congo

³ Faculté de Médecine Vétérinaire, Université de Lubumbashi, RD Congo

⁴ Université Libre de Bruxelles (ULB), Belgique.

⁵ Faculté de Médecine, Université de Kabinda, RD Congo.

ABSTRACT

Context

Naturally present in our environment and used industrially, minerals are emitted into the air as very fine particles and end up falling on the ground and contaminant on animals and plants. Most can be found in our diet. Some are essential to the proper functioning of our body while others have no biological function. But in excess, all may present risks to health.

Goal

This work would identify the various emerging diseases due to exposure to uranium ores in Katanga province.

Methods

An investigation near the miners has raised our blood and urine samples. And a retrospective analysis of 5205 records of patients who were hospitalized in hospitals around the mining sites, has raised our epidemiological data. The selection of plugs met the following criteria: identity, origin, occupation, disease, purpose of hospital care for the patient.

Biological samples from 90 randomly sorted diggers in the three mining sites (Shinkolobwe kansonga and Hewa Bora) were analyzed by radioactive methods.

Results

The results revealed the presence of several clinical pathologies recorded on sheets of exposed patients whose digestive, nervous, skin, endocrine, respiratory and cardiovascular. Biological analyzes have confirmed the strong presence of uranium in the blood and urine samples in the partial samples.

Conclusion

Katanga mining province by its reputation, packed within it several emerging pathologies whose cause is due to the levels of exposure to minerals in general and particularly uranium, as frequently encountered.

Keywords: Emerging diseases, poisoning, Minerals, Uranium, Katanga

INTRODUCTION

Les mines d'uranium créent des millions des résidus qui conservent environ 80-85% de la radioactivité qui était présente à l'origine dans le minerai. Ces résidus constituent des déchets radioactifs qui doivent être complètement isolés par des barrières physiques suffisamment étanches et résistantes à l'érosion [1,2]. Les fuites très probables à travers ces barrières et les possibles déversements accidentels d'éléments radioactifs présentent une grave menace pour la santé des humains et pour l'environnement [2].

L'uranium est un élément radioactif, sa structure nucléaire est instable et a tendance à se désintégrer spontanément, conduisant à la formation d'un nouvel élément, appelé descendant, et à l'émission de particules et de rayonnements. L'uranium naturel est constitué de trois isotopes, l'uranium 238, l'uranium 234 et l'uranium 235, dans des proportions massiques relatives de 99,274 %, 0,006% et 0,72 %. Les chaînes de désintégrations successives de l'uranium 238 et de l'uranium 235 comportent respectivement 14 et 11 éléments radioactifs qui se désintègrent successivement avant de parvenir à des éléments stables [3,4].

Le minerai extrait en République démocratique du Congo présente une teneur massique en uranium naturel de l'ordre de quelques kilogrammes par tonne. Il est extrait dans des mines souterraines nommées TMS (travaux miniers souterrains) ou à ciel ouvert, nommées

MCO (mines à ciel ouvert).

Dans les deux cas, pour atteindre le minerai, d'importantes quantités de roches sont amenées à la surface du sol. Dénommés communément « stériles miniers », ces matériaux sont constitués par la roche engainant les filons et par du minerai dont la teneur en uranium n'est pas jugée économiquement exploitable (généralement moins de 0,03 % en masse) [3,5].

Après concassage, le minerai subit, généralement à proximité des sites d'extraction (afin de minimiser les coûts de transport), l'étape d'extraction de l'uranium par attaque chimique. Il en résulte, d'une part, un concentré pulvérulent, appelé « yellow-cake », contenant en masse entre 60 et 75 % d'uranium et, d'autre part, des boues de traitement appelées résidus. Ces résidus contiennent encore environ 70 % de l'activité initiale du minerai, liées pour partie à l'uranium qui n'a pas été extrait, mais surtout à la présence de la quasi totalité de ses descendants, comme le thorium 230 et le radium 226 [6,7]. La dispersion de ces radionucléides dans l'environnement est favorisée par les différents traitements mécaniques et chimiques.

Les activités minières d'extraction de l'uranium consistent à dégager du sous-sol un minerai brut, puis à en séparer l'uranium, élément radioactif, afin de produire un concentré destiné à des fins différents dont les applications civiles et militaires de l'énergie nucléaire. Ces

opérations conduisent au rejet dans l'environnement d'effluents radioactifs liquides et gazeux et à la production d'importants volumes de déchets radioactifs solides [8,9].

La présence de ces déchets radioactifs constitue, pour les êtres vivants, une source d'exposition directe aux rayonnements ionisants par les différentes voies, internes et externes, et ceci, pour des périodes allant de dizaines de milliers d'années à des dizaines de milliards d'années – en fonction du cocktail isotopique et des activités mises en jeu. De plus, par dispersion et transport (eaux, air, utilisation des matériaux), ils constituent indirectement, pendant et après l'exploitation, une source de contamination potentielle de l'environnement plus ou moins proche ainsi que de la chaîne alimentaire [1,5].

Dans le cadre de ce travail, nous nous sommes attachés à évaluer l'exposition externe aux rayonnements ionisants ajoutée par l'exploitation minière. En nous appuyant sur les données radiométriques collectées lors de notre campagne de terrain et l'analyse par spectrométrie gamma des échantillons prélevés. La présente étude ne constitue qu'un diagnostic préliminaire de la situation radiologique et a volontairement été limitée à l'aspect exposition externe.

METHODES

Cette étude retro-prospective menée du 26 mai au 3 juin 2003, a concerné d'une part 90 creuseurs (hommes et femmes) des minerais ; localisés dans des campements sur des sites miniers de Shinkolobwe, Kansonga et Hewa-bora dont l'âge variait entre 18 et 62 ans. Etait inclus dans cette étude le sujet âgé d'au moins 18 ans et ayant un travail dans une carrière minière.

De l'autre part, cette étude a pris en compte l'aspect épidémiologique des personnes exposées, et dont le matériel utilisé pour la collecte des données cliniques rétrospectives était constitué de 5205 fiches d'hospitalisation des hôpitaux suivants : Dako de Likasi, Cliniques Universitaires de Lubumbashi, Hôpital Jason Sendwe, et Hôpital général Ruashi militaire. La sélection des fiches des malades était basée sur les critères ou les paramètres suivants : Profession : creuseurs ou négociants des minerais, Identité du malade (sexe, âge), Provenance (village ou localité n'étant autre qu'un site minier ci haut décrit), Pathologies mentionnées sur les fiches.

Les échantillons sanguins et urinaires de 90 personnes ont été prélevés dans les trois sites miniers : Shinkolobwe, Kansonga et Hewa-bora.

Les échantillons de sang et des urines ont subi, avant l'analyse élémentaire directe, une série de dilutions de 100 dans des matrices spécifiques suivant la nature de l'échantillon.

Le sang et les urines 5 ml ont été recueillis dans des tubes centrifuges à fond conique avec couvercle de 50 ml de volume et dilués dans une matrice composée de butanol (2% v/v) et d'acide nitrique (1% v/v).

Ces échantillons biologiques ont été analysés par spectrophotométrie de masse (ICP-MS : Inductively Coupled Plasma Mass Spectrometry). Nous avons utilisé le logiciel Excel pour le traitement de nos données. Considérations éthiques : cette recherche a été autorisée par le comité d'éthique médicale de l'Université de Lubumbashi.

RESULTATS

Les résultats épidémiologiques montrent des grandes fréquences de pneumopathies soient 36,99 % ; 31,44 % ; 30,45 % ; et 39,72% respectivement pour l'hôpital Dako (Likasi), Cliniques universitaires de Lubumbashi, l'hôpital Sendwe et l'hôpital militaire de la Ruashi. Et les fréquences suivantes enregistrées par ordre d'importance sont celles des maladies digestives, soient 22,30% ; 26,74% ; 24,55% ; et 26,91% respectives pour l'hôpital Dako(Likasi), Cliniques universitaires de Lubumbashi, hôpital Sendwe et l'hôpital Ruashi Militaire (Tableaux 1, 2, 3 et 4).

Les résultats du dosage par ICP-MS de l'uranium (238 U) dans les échantillons urinaires et sanguins des creuseurs de tous les sites ont révélés que le taux urinaire de l'uranium est plus élevé chez les hommes à Shinkolobwe 0,311 µg/L, tandis qu'il est plus faible chez les hommes de Kansonga 0,023 µg/L. Par contre chez les femmes, le taux urinaire le plus élevé est de 0,34 µg/L à Kansonga, tandis que le taux le

plus bas est de 0,073 µg/l chez les femmes de Hewa Bora (Tableau 5). Pour le taux sanguin en uranium, le taux le plus élevé est de 4,635 µg/L chez les hommes de Shinkolobwe, tandis que le taux le plus bas est de 2,033 µg/L à Kansonga. Chez les femmes le taux en uranium le plus élevés est de 3,374 µg/l à shinkolobwe tandis que le taux le plus bas est de 2,509 µg/L à Hewa-bora (Tableau 5).

De manière générale nous avons obtenu une très bonne précision analytique sur la majorité des analyses ciblées avec des bonnes valeurs du pourcentage de la déviation standard relative (% RSD) dont le seuil est de 5% et nous avons obtenus des valeurs inférieures à 2 %.

DISCUSSION

Au regard des résultats, il s'avère que plusieurs cas de pneumopathies, maladies digestives, maladies du système nerveux et autres ont été enregistrés chez des personnes vivants dans les sites miniers sujets de nos investigations ; et il ya eu présence d'uranium dans les échantillons sanguins et urinaires des creuseurs. Nous pensons que cela pourrait être du au fait que ces personnes malades résident dans des zones géographiquement exposées aux minerais dont uranifères. Ces résultats démontrent les effets perturbateurs des minerais uranifères sur le processus normal de fonctionnement de différents organes des humains.

Il n'existe malheureusement que très peu de travaux scientifiques abordant la problématique de l'impact de l'uranium sur la santé humaine. Par ailleurs, nos résultats corroborent ceux de Duncan et al. (1986) qui ont publié une étude qui démontre une augmentation huit fois plus élevée de cancers des organes de reproduction chez les jeunes et adolescents Navajo comparé au taux chez les enfants non-autochtones. L'effet perturbateur endocrinien de l'uranium pourrait être responsable de cette épidémie car les niveaux mesurés dans l'eau de consommation dans une région fortement exploitée par les minières de l'uranium étaient élevés [10].

Une autre étude menée par Shields (1992) a décelé un taux statistiquement plus élevé d'anomalies congénitales chez des mères vivantes près de résidus miniers des mines d'uranium [11].

Par contre un suivi de plusieurs années d'une population de résidents vivant non loin d'une usine de transformation d'uranium au Colorado n'a pas décelé de niveau élevé de cancer sauf pour le cancer du poumon chez les mineurs [7]. Cette enquête de type écologique pêche par manque de données sur l'exposition et par le petit nombre de personnes étudiées. Ce genre de situation a par le passé faussé les résultats des études chez les travailleurs produisant des résultats faussement négatifs [12].

Par ailleurs, Au et al. (1998) ont démontré en laboratoire que les résidents non loin des sites miniers de l'uranium souffraient d'un trouble de réparation enzymatique de l'ADN, ce qui fait craindre un risque accru de souffrir d'un cancer dans un avenir plus ou moins rapproché [8].

Chez l'homme, le principal mode de pénétration se fait par ingestion. Le taux d'absorption intestinal est de 1 à 1,5 % et varie selon la solubilité des sels [13]. Suite à son absorption, l'uranium est redistribué aux organes cibles, principalement le rein et les os (90 % de la charge systémique) et dans une proportion plus faible dans les tissus mous (poumons, rate, foie, etc.) [14]. Toutefois, Paquet et al. (2006) ont menées des études chez le rat exposé de façon chronique démontrent que ce radionucléide s'accumule dans la plupart des organes [15].

Et ailleurs, Souidi et al. (2009) ont démontrés que des effets neurotoxiques, hépatotoxiques, genotoxiques et au niveau embryonnaire qui pourraient jouer un rôle non négligeable dans la toxicité à long terme de l'uranium. Cette toxicité à long terme est d'une manière particulière inquiétante, étant donné la demi-vie de l'uranium de 4,5 milliards d'années et qu'à date ce sont les effets à long terme qui sont les moins bien connus et ce sont eux qui sont les moins étudiés [6].

Les recherches de Domingo (2001) montrent que l'ingestion d'uranium pendant l'organogenèse induit une toxicité maternelle et fœtale se manifestant par une réduction de la prise de poids, une diminution de la prise alimentaire et une augmentation du poids du foie chez la souris en gestation. Au niveau fœtal, il ya eu l'apparition de malformations congénitales du sternum ainsi que des troubles

d'ossification voire une absence d'ossification du squelette [9].

Toutes ces raisons, nous amènent à penser que les individus creuseurs ou résidants dans les sites miniers sont certes exposés à des radiations diverses dont les radiations uranifères ; qui engendre à long terme des maladies diverses.

CONCLUSION

les analyses épidémiologiques et cliniques réalisées dans les trois sites de la province du Katanga (Shinkolobwe, Kansonga et Hewa Bora) mettent en évidence la présence chez les habitants de ces sites des différentes pathologies pneumopathiques, digestives, neuropathiques, etc. Une présence quasi-permanente de l'Uranium a été trouvée dans les échantillons sanguins et urinaires des creuseurs traduisant ainsi l'exposition de ces personnes à des minerais uranifères.

Conflits d'intérêts : Aucun

Contributions des auteurs

Tous les auteurs ont lu et approuvé la version finale du manuscrit.

Légende

Tableau 1 : Résultats des données des fiches de l'hôpital DACO Likasi

PATHOLOGIES	FREQUENCE	POURCENTAGE %	NOMBRE DE MORT	TAUX DE MORTALITE
Maladies digestives	359	22.30	48	3.07
Pneumopathie	579	36.99	108	6.9
Troubles cutanés	287	18.34	6	0.38
Maladies Ophtalmologiques	189	12.08	-	-
Troubles neuropsychiatriques	62	3.96	18	1.15
Troubles endocriniens	-	-	-	-
Troubles cardiovasculaires	99	6.33	85	5.43
TOTAL	1565	100	265	16.93

Tableau 2 : Résultats des données des fiches des cliniques Universitaires de Lubumbashi

PATHOLOGIES	FREQUENCE	POURCENTAGE %	NOMBRE DE MORT	TAUX DE MORTALITE
Maladies digestives	376	26,74	5	0,35
Pneumopathie	442	31,44	25	1,78
Troubles cutanés	298	21,19	6	0,43
Maladies Ophtalmologiques	73	5,19	-	-
Troubles neuropsychiatriques	104	7,40	32	2,27
Troubles endocriniens	-	-	-	-
Troubles cardiovasculaires	113	8,03	67	4,77
TOTAL	1406	100	135	9,60

Tableau 3 : Résultats des données des fiches de l'Hôpital JASON SENDWE

PATHOLOGIES	FREQUENCE	POURCENTAGE %	NOMBRE DE MORT	TAUX DE MORTALITE
Maladies digestives	324	24,55	67	5,07
Pneumopathie	402	30,45	106	8,03
Troubles cutanés	218	16,52	17	1,29
Maladies Ophtalmologiques	92	6,97	2	0,15
Troubles neuropsychiatriques	194	14,70	28	2,12
Troubles endocriniens	-	-	-	-
Troubles cardiovasculaires	90	6,81	71	5,38
TOTAL	1320	100	291	22,04

Tableau 4 : Résultats des données des fiches de l'Hôpital Général de Référence RUASHI MILLITAIRE

PATHOLOGIES	FREQUENCE	POURCENTAGE %	NOMBRE DE MORT	TAUX DE MORTALITE
Maladies digestives	246	26,91	38	4,16
Pneumopathie	363	39,72	59	6,46
Troubles cutanés	106	11,60	13	1,42
Maladies Ophtalmologiques	32	3,50	-	-
Troubles neuropsychiatriques	69	7,55	7	0,76
Troubles endocriniens	-	-	-	-
Troubles cardiovasculaires	98	10,72	11	1,20
TOTAL	914	100	128	14

Tableau 5 : Teneur en uranium dans les urines et les sérums les sujets étudiés

Paramètres	Nature de l'échantillon	238U µg /L	%RSD (Déviation relative standardisée)
Hewa Bora (Homme)	Urine 1	0,115±0,01	2,01
Hewa Bora (Femme)	Urine 2	0,073±0,03	1,24
Kansonga (Homme)	Urine 3	0,023±0,01	1,794
Kansonga (Femme)	Urine 4	0,34±0,02	2,03
Shinkolobwe (Homme)	Urine 5	0,311±0,01	1,46
Shinkolobwe (Femme)	Urine 6	0,228±0,07	1,49
Hewa Bora (Homme)	Sérum 1	2,074±0,61	1,796
Hewa Bora (Femme)	Sérum 2	2,509±0,73	0,987
Kansonga (Homme)	Sérum 3	2,033±0,42	2,08
Kansonga (Femme)	Sérum 4	3,061±0,85	1,887
Shinkolobwe (Homme)	Sérum 5	4,635±0,91	1,39
Shinkolobwe (Femme)	Sérum 6	3,374±0,81	2,06

REFERENCES

1. Pribil S. and Marvan P. Accumulation of uranium by the chlorococcal alga *Scenedesmus quadricauda*. *Arch Hydrobiol.* 1976; 49(12): 214-25.
2. Ribera D., Labrot F., Tisnerat G., et al. Uranium in the environment: Occurrence, transfer, and biological effects. *Rev Environ Contam Toxicol.* 1996; 146(31): 53-89.
3. Porcelli D., Andersson PS., Wasserburg GJ. et al. The importance of colloids and mires for the transport of uranium isotopes through the kalix River watershed and Baltic sea. *Geochim Cosmochim Acta.* 1997; 61(21): 4095-4113.
4. Sheppard SC. and Evenden WG. Critical compilation and review of plant/Soil concentration ratios for uranium, thorium and lead. *J Environ Rad.* 1988; 8(4):255-285.
5. Radgnarsdottir KV. et Charlet L. Uranium behavior in natural environment. In: *Environmental Mineralogy: Microbiol Interactions, Antropogenic Influences, contaminated Lands and waste management.* Mineralogical Society of Great Britain & Ireland. 2000; 9(3): 333-377.
6. Souidi M., Tissandie E., Racine R., et al. Uranium : propriétés et effets biologiques après contamination interne. *Annales de biologie clinique.* 2009 ; 67(1) :23-38.
7. Boice J., Cohen S., Mumma M., et al. A Cohort study of uranium miners and millers of grants, New Mwxico, 1979-2005. *J Radiol Prot.* 2008; 28(7):303-305.
8. Au WW., McConnell MA., Wilkinson GS., et al. Population monitoring: experience with residents exposed to uranium mining/milling waste. *Mutation Research.* 1998; 405(27):237-245.
9. Domingo JL. Reproductive and developmental toxicity of natural and depleted uranium : a review. *Reprod Toxicol.* 2001; 15(9):603-609.
10. Duncan MH., Wiggins CL., Samet JM., et al. Childhood cancer epidemiology in New Mexico's American Indians. Hiapanic whites, and non-hispanic whites, 197-1982. *J Natl Cancer Inst.* 1986; 76(9):1013-1018.
11. Shields LM., Wiese WH., Skipper BJ., et al. Navajo birth outcomes in the shiprock uranium mining area. *Health Phys.* 1992; 63(11):613-627.
12. Wilkinson GS. Epidemiologic studies of nuclear and radiation workes : an overview of what is known about health risks posed by the nuclear industry. *Occupational Medicine State of the art review.* 1991; 6(3):715-724.
13. Leggest RW., Harrison JD. Fractional absorption of ingested uranium in humans. *Health Phys.* 1995; 68(11):484-498.
14. La Touche YD., Willis DL., Dawydiak OI. Absorption and biokinetics of U in rats following an oral administration of uranyl nitrate solution. *Health Phys.* 1987; 53(16):147-162.
15. Paquet F., Houbert P., Blanchardon E., et al. Accumulation and distribution of uranium in rats after chronic exposure by ingestion. *Health Phys.* 2006; 90(32):139-147.