



ETUDE DE LA VARIABILITE DU TAUX DE RADIOACTIVITE DES PRODUITS MINIERES EN EXPORTATION DANS LA PROVINCE DU HAUT KATANGA

- **AUTEUR PRINCIPAL** : CLARISSE KUMWIMBA MASENGO (1)
- **CO-AUTEUR** :
 - CELESTIN KABWIKI KITUMBI
 - JEAN LUC KASHALA KAPALOLA
 - DEMERS KYUNGU LUKOMBA
 - TONY KAYIJ KANZ NTET
 - MARTIN MUTALA KABIMBI
 - JHON SILOE MWENGE KAHINDA
 - TEDDY MUCAIL A MUCAIL

Abstract

The DRC exports mining products from Lualaba and Haut-Katanga (copper, cobalt, etc.), often associated with uranium, to the greater Katanga region. To prevent the illicit trade in nuclear materials, a branch of the General Atomic Energy Commission (CGEA) assesses the radioactivity of exported products. In 2019, most products met the 3 $\mu\text{Sv/h}$ limit, but tin concentrates and coltan often had higher levels and were resubmitted after testing for further processing to make them suitable for export. Regulations require enhanced medical surveillance and dosimetric monitoring for workers exposed to ionizing radiation, classified into categories A and B depending on the level of exposure, with a limit of 1 mSv/year for the general public.

Keywords: Export, Mining Products, Radioactivity, Control, Regulatory Limit, Dose.

Digital Object Identifier (DOI): <https://doi.org/10.5281/zenodo.15473248>

Résumé

La RDC exporte dans le grand Katanga des produits miniers du Lualaba et du Haut-Katanga (cuivre, cobalt, etc.), souvent associés à l'uranium. Pour prévenir le commerce illicite de matières nucléaires, une antenne du Commissariat Général à l'Energie Atomique évalue la radioactivité des produits à l'exportation. En 2019, la plupart des produits respectaient la limite de 3 $\mu\text{Sv/h}$, mais les concentrés d'étain et le coltan avaient souvent des niveaux plus élevés et étaient resoumis après contrôle à un traitement ultérieur pour la rendre propre à l'exportation. La réglementation exige une surveillance médicale renforcée et un suivi dosimétrique pour les travailleurs exposés aux rayonnements ionisants, classés en catégories A et B selon le niveau d'exposition, avec une limite de 1 mSv/an pour le public.

Mots clés : Exportation, Produits miniers, Radioactivité, Contrôle, Limite réglementaire, Dose.

1. Introduction

La République Démocratique du Congo est exportatrice des produits miniers marchants. Ces produits proviennent principalement de deux nouvelles Provinces : Le Lualaba et le Haut Katanga.

Ces produits sont des concentrés de cuivre, de cobalt ou concentrés double de cuivre et cobalt en passant par les cathodes de cuivre, le cuivre blister, la cassitérite et le coltan.

Le cuivre, le cobalt et le zinc sont des métaux qui sont généralement accompagnés par l'uranium (1).

Le commerce des matières nucléaires règlementé par l'AIEA et la RDC a signé le protocole d'accord de vérifier que toutes les matières nucléaires restent affectées à des activités pacifiques (2).

Pour que la RD Congo ne soit pas considérée comme encourageant le commerce illicite des matières nucléaires, une antenne du commissariat Général à l'Energie Atomique a été ouverte dans l'ex province du Katanga.

Le rôle principal assigné à cette antenne est l'évaluation de la radioactivité des produits miniers marchands destinés à l'exportation. Cette évaluation est faite principalement in situ à l'industrie, aux niveaux de péages et à la sortie de la ville de Lubumbashi vers la Zambie au niveau du péage Kanyaka pour la contre vérification.

Tous les lots de minerais ayant un débit de dose au-delà de la valeur requise (3 $\mu\text{Sv/h}$) ne sont pas autorisés à quitter le territoire congolais (3). Cette valeur est définie à partir des normes internationales de transport des matières radioactives en exportation.

De cette valeur, une équivalence en sievert par heure a été évaluée à 0.3 $\mu\text{Sv/h}$ pour 80ppm d'U-238(4).

Cette étude porte sur un ensemble des 23 entreprises minières privées et publiques (Gécamines) opérant dans la Province de Lualaba et celle du Haut-Katanga. Parmi les produits miniers destinés à l'exportation, on peut citer :

- le cuivre cathodique
- le cuivre blister
- le cuivre matte
- le concentré de cuivre-cobalt
- l'hydroxyde de cobalt
- le concentré d'Étain

Les différents tableaux des données ci-dessous représentent les valeurs de débit de dose de différents lots de produits miniers marchands destinés à l'exportation. Seuls les minima et les maxima ont été pris en compte par mois et par entreprise et suivant les différents produits à exporter pour l'année 2019 ; 17 de ces 23 entreprises ont exporté le cuivre cathodique tandis que 7 d'entre elles, ont exporté des hydroxydes de cobalt. Ainsi que 2 de ces entreprises ont exporté des concentrés cuivre/cobalt et 2 autres d'entre elles se sont contentés d'exporter du cuivre blister. Enfin, le cuivre matte, le concentré d'étain, et le coltan ont été chacun pris en charge par une entreprise.

2. Méthode et matériels

2.1 Méthode

L'Antenne du CGEA Katanga est composée de plusieurs postes dont les postes de Kolwezi, Likasi et Lubumbashi. Ce dernier comprend les postes de Pweto et Sakania. L'évaluation de la radioactivité se fait sur site, dans les entrepôts et au niveau de poste de péage.

Les matériels utilisés pour exécuter cette évaluation sont des détecteurs de type : PM 1703 GN communément appelé Polimaster et le HDS-101 GN communément appelé Identifier capable de détecter le rayonnement gamma et neutron.

3. Résultats et discussion

3.1 Résultats

Tableau 1 : Evaluation du taux de la radioactivité des cathodes de Cuivre

ENTREPRISES	Radioactivité	Janvier	Février	Mars	Avril	Mai	Juin	Juillet	Aout	Septembre	Octobre	Novembre	Décembre
MMG	<i>Taux inf</i>	0,08	0,09	0,09	0,09	0,1	0,1	0,11	0,11	0,11	0,09	0,09	0,09
	<i>Taux sup</i>	0,11	0,19	0,13	0,14	0,14	0,14	0,14	0,15	0,14	0,12	0,12	0,12
HUACHIN MABENDE	<i>Taux inf</i>	0,09	0,09	0,09	0,09	0,09	0,09	0,1	0,09	0,09	0,09	0,09	0,09
	<i>Taux sup</i>	0,1	0,1	0,11	0,11	0,12	0,17	0,13	0,11	0,15	0,14	0,15	0,15
SOMIKA	<i>Taux inf</i>	0,1	0,09	0,1	0,1	0,09	0,09	0,09	0,09	0,1	0,1	0,1	0,13
	<i>Taux sup</i>	0,15	0,1	0,15	0,17	0,17	0,14	0,15	0,15	0,17	0,15	0,15	0,15
MUMI	<i>Taux inf</i>	0,1	0,09	0,11	0,12	0,09	0,09	0,09	0,08	0,1	0,1	0,1	0,11
	<i>Taux sup</i>	0,12	0,11	0,14	0,13	0,15	0,15	0,11	0,11	0,11	0,14	0,14	0,15
SMCO	<i>Taux inf</i>	0,09	0,09	0,1	0,1	0,11	0,13	0,12	0,12	0,12	0,12	0,13	0,11
	<i>Taux sup</i>	0,11	0,11	0,14	0,16	0,18	0,2	0,14	0,18	0,14	0,19	0,2	0,2
GECAMINES	<i>Taux inf</i>	0,11	0,08	0,09	0,07	0,07	0,08	0,08	0,09	0,04	0,08	0,07	0,09
	<i>Taux sup</i>		0,16	0,1	0,68	0,45	0,1	0,83	0,2	0,34	0,15	0,54	0,1
KCC	<i>Taux inf</i>	0,1	0,07	0,07	0,07	0,09	0,06	0,05	0,05	0,06	0,06	0,1	0,09
	<i>Taux sup</i>	0,2	0,18	0,16	0,16	0,18	0,2	0,22	0,17	0,15	0,16	0,16	0,17
METALKOL	<i>Taux inf</i>	0,09	0,05	0,06	0,05	0,08	0,07	0,07	0,04	0,02	0,03	0,02	0,01
	<i>Taux sup</i>	0,14	0,11	0,11	0,15	0,17	0,13	0,13	0,1	0,1	0,17	0,11	0,13
TFM	<i>Taux inf</i>	0,14	0,06	0,06	0,09	0,08	0,06	0,05	0,06	0,03	0,06	0,05	0,13
	<i>Taux sup</i>	0,24	0,11	0,12	0	0,14	0,16	0,12	0,12	0,11	0,11	0,12	0,2

GOLDEN	<i>Taux inf</i>	0,12	0,08	0,09	0,1	0,09	0,09	0,1	0,09	0,1	0,09	0,1	0,14
	<i>Taux sup</i>	0,15	0,15	0,15	0,15	0,16	0,16	0,16	0,1	0,15	0,19	0,15	0,15
CHEMAF	<i>Taux inf</i>	0,1	0,09	0,1	0,09	0,08	0,09	0,1	0,11	0,11	0,09	0,1	0,1
	<i>Taux sup</i>	0,15	0,13	0,13	0,15	0,16	0,16	0,15	0,15	0,16	0,15	0,14	0,12
OM METAL	<i>Taux inf</i>	0,09	0,07	0,15	0,12	0,08	0,1	0,09	0,1	0,09	0,1	0,1	0,12
	<i>Taux sup</i>	0,18	0,1	0,16	0,15	0,15	0,15	0,15	0,13	0,15	0,15	0,15	0,13
RUASHI	<i>Taux inf</i>	0,14	0,09	0,09	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,09	0,12	0,1	0,1
	<i>Taux sup</i>	0,16	0,16	0,18	0,16	0,16	0,18	0,17	0,16	0,15	0,15	0,15	0,15
TCC	<i>Taux inf</i>	0,1	0,09	0,08	0,1	0,1	0,09	0,07	0,07	0,06	0,07	0,09	0,08
	<i>Taux sup</i>	0,45	0,12	0,14	0,13	0,16	0,17	0,12	0,15	0,16	0,13	0,12	0,13
CCR	<i>Taux inf</i>	0,1	0,11	0,09	0,12	0,1	0,1	0,07	0,07	0,08	0,07	0,07	0,07
	<i>Taux sup</i>	0,15	0,17	0,14	0,19	0,15	0,16	0,1	0,14	0,12	0,13	0,14	0,15
SICOMINE	<i>Taux inf</i>	0,09	0,06	0,05	0,07	0,1	0,1	0,06	0,05	0,04	0,03	0,03	0,03
	<i>Taux sup</i>	0,11	0,1	0,14	0,16	0,18	0,15	0,1	0,13	0,12	0,09	0,08	0,13
MKM	<i>Taux inf</i>	0,11	0,1	0,09	0,07	0,11	0,08	0,07	0,07	0,07	0,05	0,07	0,1
	<i>Taux sup</i>	0,14	0,16	0,12	0,11	0,15	0,13	0,13	0,12	0,1	0,15	0,13	0
COMMUS	<i>Taux inf</i>	0,07	0,09	0,07	0,08	0,06	0,1	0,08	0,09	0,08	0,06	0,06	0,08
	<i>Taux sup</i>	0,13	0,15	0,17	0,18	0,13	0,12	0,14	0,13	0,15	0,16	0,13	0,14

Tableau 2 : Evaluation du taux de la radioactivité des HYDROXYDE DE COBALT

ENTREPRISE S	Radioactivité	Janvier	Février	Mars	Avril	Mai	Juin	Juillet	Aout	Septembre	Octobre	Novembre	Décembre
SOMIKA	<i>Taux inf</i>	0,13	0,12	0,11	0,13	0,11	0,1	0,11	0,12	0,13	0,14	0,16	0,12
	<i>Taux sup</i>	0,15	0,3	0,16	0,15	0,15	0,14	0,16	0,19	0,17	0,15	0,18	0,2
MUMI	<i>Taux inf</i>	0,13	0,11	0,12	0,11	0,12	0,13	0,14	0,11	0,13	0,15	0,15	0,13
	<i>Taux sup</i>	0,19	0,2	0,2	0,22	0,18	0,24	0,15	0,19	0,18	0,19	0,19	0,18
METALKOL	<i>Taux inf</i>	0,12	0,13	0,11	0,13	0,14	0,11	0,08	0,1	0,07	0,08	0,1	0,08
	<i>Taux sup</i>	0,19	0,17	0,2	0,15	0,2	0,13	0,14	0,14	0,19	0,2	0,2	0,19
TFM	<i>Taux inf</i>	0,14	0,12	0,14	0,14	0,11	0,14	0,13	0,13	0,13	0,12	0,13	0,06
	<i>Taux sup</i>	0,21	0,24	0,2	0,25	0,2	0,2	0,2	0,19	0,18	0,17	0,18	0,12
CHEMAF	<i>Taux inf</i>	0,12	0,11	0,11	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,11	0,11	0,11	0,12
	<i>Taux sup</i>	0,13	0,15	0,15	0,19	0,14	0,18	0,18	0,15	0,15	0,13	0,15	0,13
SICOMINE	<i>Taux inf</i>	0,12	0,14	0,15	0,17	0,11	0,13	0,1	0,12	0,1	0,14	0,1	0,11
	<i>Taux sup</i>	0,16	0,21	0,24	0,23	0,2	0,19	0,14	0,14	0,18	0,2	0,15	0,2
MKM	<i>Taux inf</i>	0,09	0,1	0,09	0,11	0,08	0,12	0,09	0,08	0,08	0,08	0,09	0,13
	<i>Taux sup</i>	0,14	0,16	0,14	0,17	0,19	0,2	0,1	0,1	0,13	0,19	0,13	0,19

Tableau 3 : Evaluation du taux de la radioactivité des Cuivre Blister

ENTREPRISES	<i>Radioactivité</i>	<i>Janvier</i>	<i>Février</i>	<i>Mars</i>	<i>Avril</i>	<i>Mai</i>	<i>Juin</i>	<i>Juillet</i>	<i>Aout</i>	<i>Septembre</i>	<i>Octobre</i>	<i>Novembre</i>	<i>Décembre</i>
THOMAS	<i>Taux inf</i>	0,1	0,1	0,1	0,11	0,1	0,1	0,09	0,11	0,12	0,1	0,1	0,1
	<i>Taux sup</i>	0,14	0,15	0,11	0,14	0,17	0,16	0,16	0,17	0,14	0,16	0,18	0,2
COMMUS	<i>Taux inf</i>	0,12	0,11	0,09	0,09	0,1	0,1	0,11	0,06	0,05	0,07	0,06	0,1
	<i>Taux sup</i>	0,18	0,2	0,22	0,19	0,19	0,23	0,13	0,13	0,13	0,15	0,13	0,14

Tableau 4 : Evaluation du taux de la radioactivité des Cuivre Matte

ENTREPRISES	<i>Radioactivité</i>	<i>Janvier</i>	<i>Février</i>	<i>Mars</i>	<i>Avril</i>	<i>Mai</i>	<i>Juin</i>	<i>Juillet</i>	<i>Aout</i>	<i>Septembre</i>	<i>Octobre</i>	<i>Novembre</i>	<i>Décembre</i>
THOMAS	<i>Taux inf</i>	0,12	0,11	0,09	0,09	0,1	0,1	0,08	0,07	0,09	0,07	0,1	0,13
THOMAS	<i>Taux sup</i>	0,18	0,2	0,22	0,19	0,19	0,23	0,14	0,12	0,22	0,14	0,13	0,25

Tableau 5 : Evaluation du taux de la radioactivité des Concentré Cu/Co

ENTREPRISES	<i>Radioactivité</i>	<i>Janvier</i>	<i>Février</i>	<i>Mars</i>	<i>Avril</i>	<i>Mai</i>	<i>Juin</i>	<i>Juillet</i>	<i>Aout</i>	<i>Septembre</i>	<i>Octobre</i>	<i>Novembre</i>	<i>Décembre</i>
COMMUS	<i>Taux inf</i>	0,1	0,09	0,11	0,1	0,08	0,07	0,1	0,08	0	0,09	0,07	0,1
	<i>Taux sup</i>	0,2	0,19	0,16	0,18	0,22	RAS	0,2	0,17	0,14	0,15	0,25	0,2
CDM	<i>Taux inf</i>	0,2	0,13	0,09	0,09	0,1	0,12	0,1	0,19	0,12	0,12	0,35	0,25
	<i>Taux sup</i>	0,45	0,35	2,65	0,65	0,16	0,7	0,45	0,5	0,71	0,8	1,1	0,95

Tableau 6 : Evaluation du taux de la radioactivité des Concentré d'Etain

ENTREPRISES	Radioactivité	Janvier	Février	Mars	Avril	Mai	Juin	Juillet	Aout	Septembre	Octobre	Novembre	Décembre
MMR	<i>Taux inf</i>	0,34	0,35	0,58	0,7	0,5	0,55	0,6	0,44	0,5	1,05	1,05	0,9
	<i>Taux sup</i>	1,54	2,1	1,5	1,2	2,08	1,45	2	1,45	1,9	1,7	1,95	1,95

Tableau 7 : Evaluation du taux de la radioactivité Du Coltan

ENTREPRISES	Radioactivité	Janvier	Février	Mars	Avril	Mai	Juin	Juillet	Aout	Septembre	Octobre	Novembre	Décembre
MMR	<i>Taux inf</i>	2,3	2	1,6	0,87	1,9	2,2	2,15	2,05	2,05	2,1	2	1,26
	<i>Taux sup</i>	2,5	2,7	2,75	2,35	2,4	2,6	2,8	2,2	2,1	2,5	2,1	2,1

Après analyse des résultats dans les tableaux ci-haut présentés, nous pouvons tirer les conclusions ci-après selon la nature des produits miniers :

Tableau 8 : Observation des différents taux prélevés

Nature	Taux inf	Taux sup	Observation
Cathode cuivre	0,02	0,22	Taux faible
Hydroxyde de cobalt	0,06	0,30	Taux faible
Concentré cobalt /cuivre	0,06	0,25	Taux faible
Concentré étain	0,34	2,08	Taux faible mais non négligeable
Matte de cuivre	0,07	0,25	Taux faible
Cuivre blister	0,05	0,2	Taux faible
Coltan	1,9	2,8	Taux faible mais non négligeable

Interprétation :

Pour l'ensemble des produits miniers destinés à l'exportation ; la variation de dose de radioactivité se situe entre 0,02 et 2,08 $\mu\text{Sv/h}$ ce qui se situe dans la dose réglementaire ;

Cependant nous devons relever ici le fait que pour les minerais de coltan les doses se sont avérées être particulièrement élevées et proches de la dose maximale requise, ce qui doit constituer une alerte quant au traitement et au conditionnement de ce produit ;

Pour éviter que les produits minerais ou les métaux ne soient accompagnés de l'uranium résiduel, les méthodes de traitement doivent sans cesse être mises à jour notamment par l'acquisition des nouvelles technologies.

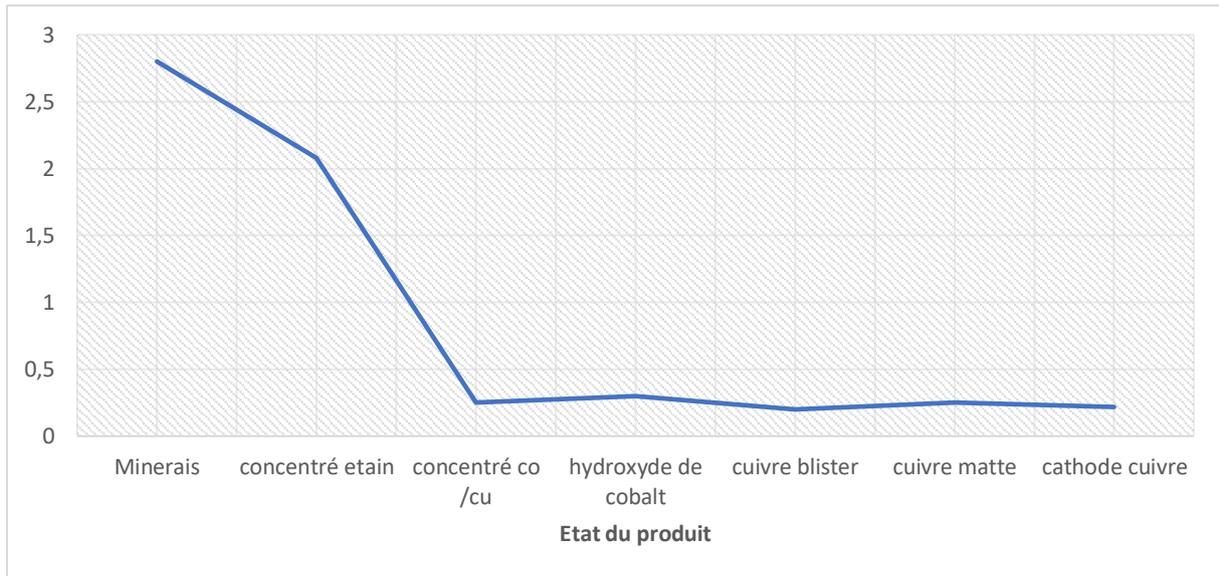


Figure 1. Graphique de correspondance Taux/Concentrés et Métaux exportés

Interprétation :

Il existe un lien direct entre l'état de la transformation et la présence d'uranium résiduel

Selon le diagramme ci-après, nous voyons que chaque état du produit correspond une variation du taux de radioactivité, et plus le minerais tend vers le produit fini plus le taux décroît sensiblement, du traitement des minerais à l'affinage.

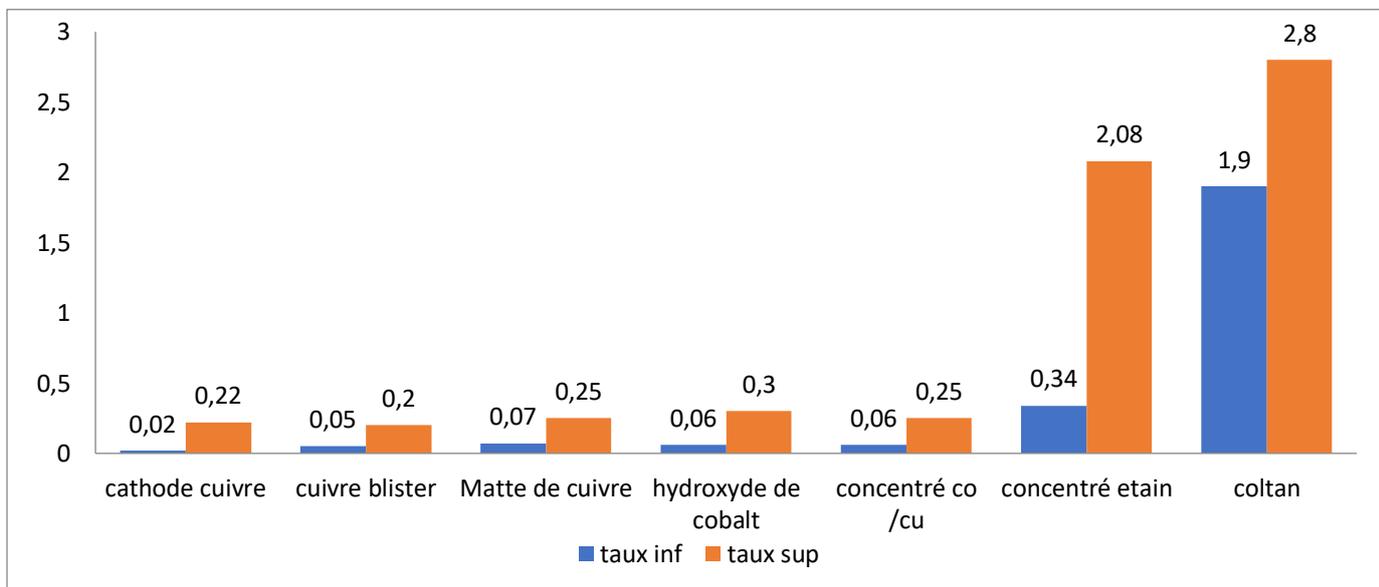


Figure 2. Histogramme de correspondance Taux/Concentrés et Métaux exportés

Interprétation :

Il ressort des résultats, dans les tableaux ci-haut présentés, que le débit de dose évalués, pour l'année 2019, varie de 0,02 à 2,80 $\mu\text{Sv/h}$ pour l'ensemble de produits miniers destinés à l'exportation.

Pour le groupe des entreprises exportatrices du cuivre cathodique, le débit de dose va de 0,02 jusqu'à 0,22 $\mu\text{Sv/h}$ alors que le cuivre métallique a une variation du débit de dose de 0,09 à 0,25 $\mu\text{Sv/h}$

Les hydroxydes de cobalt ont, quant à eux, le taux variant de 0,06 à 0,30 $\mu\text{Sv/h}$ et les concentrés de cuivre/cobalt, une variation de 0,06 à 0,25 $\mu\text{Sv/h}$.

Les concentrés d'étain au contraire présentent cette variation 0,34 à 2,08 et le coltan 1,90 à 2,80 $\mu\text{Sv/h}$.

4. Conclusion

En guise de conclusion, on peut dire qu'au regard de ces résultats les éléments suivants peuvent être relevés. En l'année 2019, les produits miniers destinés à l'exportation avaient, pour la plupart, un taux inférieur à 3 $\mu\text{Sv/h}$. Ce taux est la limite réglementaire à ne pas dépasser pour l'exportation. Seuls les hydroxydes de cobalt ont eu un débit de dose 0.30 $\mu\text{Sv/h}$. En plus, les concentrés d'étain et les minerais de coltan ont eu un débit de dose supérieur à 0,30 $\mu\text{Sv/h}$ soit une variation de débit de dose respectivement 0,34 à 2,08 $\mu\text{Sv/h}$ et 1,90 à 2,80.

La réglementation internationale prévoit que tout travailleur, salarié ou non, exposé aux rayonnements ionisants bénéficie d'une surveillance médicale renforcée. La mise en œuvre de cette surveillance repose bien sur un suivi dosimétrique individuel au cours de l'activité professionnelle. C'est ainsi qu'un travailleur sous rayonnements est classé suivant les différentes catégories suivantes :

- Catégorie A : Tout travailleur susceptible d'être exposé professionnellement à une dose efficace supérieure à 6 mSv par an.
- Catégorie B : Les travailleurs susceptibles d'être exposés à la dose efficace comprise entre 1 et 6 mSv par an.
- Catégorie publique : 1mSv/an pour les personnes du public.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

1. CHABU Mumba : Aperçu sur les ressources minérales de la RDC, notes de cours, 2009-2010, p. 5
2. <https://www.iaea.org/fr/themes/le-protocole-additionnel>
3. <http://radiopurity.in2p3.fr/conversion.html>
4. validation d'une méthode d'analyse de l'u dans les concentrés d'Co(OH)₂(application à la fluorescence X)
5. <https://www.sistepaca.org>