



## LES RISQUES SANITAIRES DES MUTATIONS ENVIRONNEMENTALES EN ALGERIE D'UN TERRITOIRE VIERGE A UN TERRITOIRE VIOLE RADIOACTIVEMENT

### THE HEALTH RISKS OF ENVIRONMENTAL CHANGES IN ALGERIA FROM A VIRGIN TERRITORY TO A RADIOACTIVELY VIOLENT TERRITORY

<sup>1</sup> NAILI Manel, <sup>2</sup> TELAJDIA Djamel, <sup>3</sup> EDDAOUDI Fatima et <sup>4</sup> BOUCHAMA Leila.

<sup>1</sup> Doctorante, Laboratoire d'Analyse urbaine et environnementale, Université de badji mokhtar, Sidi Ammar, Annaba, Algérie, Réseau des professionnels Africain de la géomatique, Algeria Geomatics Innovation, manel.naili@univ-annaba.org

<sup>2</sup> Docteur, Laboratoire d'Analyse urbaine et environnementale, université de badji mokhtar, Sidi Ammar, Annaba, Algérie, telaidjia@yahoo.fr

<sup>3</sup> Professeur, Institut de santé publique, Maroc, fatimaem4@gmail.com

<sup>4</sup> Université des sciences et des technologies de Houari Boumediene, L.bouchama@yahoo.fr

-----  
NAILI Manel, TELAJDIA Djamel, EDDAOUDI Fatima et BOUCHAMA Leila, Les risques sanitaires des mutations environnementales en Algerie d'un territoire vierge à un territoire violé radioactivement , Revue Espace, Territoires, Sociétés et Santé 4 (7), 55-68, [En ligne] 2021, mis en ligne le 2021-08-06 23:57:39, URL: <https://retssa-ci.com/index.php?page=detail&k=200>  
-----

#### Résumé

L'impact de la radioactivité sur l'environnement et la santé est très écrasant. Jusqu'à aujourd'hui, les rayonnements agressifs affectent les populations locales par différents cancers, maladies oculaires, malformations génétiques et

autres maladies très rares. Les radiations mortelles portées par le sable, l'eau et l'air toxique touchent directement ou indirectement l'environnement et la population locale. L'analyse des phénomènes spatiales est efficace grâce à l'utilisation de techniques géographiques, lorsque le problème peut être quantitatif et qualitatif le phénomène peut être identifié et expliqué. Dans notre exemple, si notre phénomène est invisible, incolore et inodore, comment réalisons-nous cette projection ? À nos connaissances, malgré le nombre énorme des risques sanitaires et les grands changements environnementaux, il n'y a pratiquement pas eu de discussion sur les facteurs aggravants liés aux risques radioactifs, nous n'avons même pas la spatialisation des territoires radioactifs en Algérie. Ce travail consiste à identifier les mutations environnementales par l'utilisation des outils de la géomatique pour la spatialisation de la radioactivité d'une part et l'identification des risques sanitaires d'autre part.

**Mots clés :** Algérie, Radioactifs, Risque Sanitaire, Mutations Environnement, Géomatique.

## Abstract

The impact of radioactivity on the environment and on health is very overwhelming. Until today, aggressive radiation affects local populations through various cancers, eye diseases, genetic malformations and other very rare diseases. Deadly radiation carried by sand, water and toxic air directly or indirectly affects the environment and the local population. The analysis of spatial phenomena is effective through the use of geographic techniques, when the problem can be quantitative and qualitative the phenomenon can be identified and explained. In our example, if our phenomenon is invisible, colorless and odorless, how do we achieve this projection? To our knowledge, despite the enormous number of health risks and the great environmental changes, there has hardly been any discussion of the aggravating factors linked to radioactive risks, we do not even have the spatialization of radioactive territories in Algeria. This work consists of identifying environmental mutations through the use of geomatics tools for the spatialization of radioactivity on the one hand and the identification of health risks on the other hand.

**Keywords:** Radioactive, Health Risk, Algeria, Environmental Changes, Geomatics

## INTRODUCTION

Plusieurs facteurs s'articulent pour le changement global de l'environnement. Dans cet article nous s'intéresserons aux impacts néfastes de la radioactivité sur le changement de l'environnement saharien d'Algérie à travers l'analyse de la santé de l'homme et de l'environnement. En Algérie, 17 essais nucléaires surfaciques et souterrains ont été effectués. Depuis 1960, la radioactivité créée par les quatre (4) essais nucléaires atmosphériques à Reggane et les 13 essais souterrains à In Ekker continue d'affecter la santé de la population locale dans le sud Algérie (IAEA, 2005, p.53).

Les essais atmosphériques ont provoqué des dépôts de particules radioactives dans le désert du Sahara, dans l'Afrique du Nord ainsi que dans certains pays subsahariennes (J.M., Collin et al., 2020, p.17 ). D'autre part, les radiations transmises par le sable, l'air ou l'eau ont causé plusieurs formes de cancers, de maladies oculaires, des malformations génétiques et d'autres maladies rares.

Treize (13) jours après le premier essai nucléaire (13 février 1960), les retombées radioactives ont atteint les côtes espagnoles des particules chaudes étaient présentes dans les précipitations et l'air dans le sud-ouest Suède (JM.Collin et al, 2020, p.17).

En Algérie saharienne les vents de sables soufflent dans toutes les directions, ce qui aggrave le risque de transport de la matière radioactive. A In Ekker, à proximité d'un tunnel où de la lave radioactive a été éjectée, des niveaux non négligeables de matières radioactives ont été mesurés (PR, Danesi et al, 2008, p.1671).

Dans ce sujet Yu Morino affirme que lors de l'accident de fukushima des précipitations ont été observées à cause du cyclone transitoire qui est passé au-dessus du Japon et donc des matières radioactives ont été effectivement déposées sur le sol par des procédés humides (Yu, Morino et al., 2011, p.6).

Par ailleurs, le 06 février 2021 une large partie de la France a été l'objet d'un phénomène météorologique apportant du vent plein de sable et de fines particules du Sahara. Le 24 février 2021, L'association pour le contrôle de la radioactivité dans l'ouest déclare que le résultat de l'analyse est sans appel du césium-137 est clairement identifié.

Le césium 137 est radiotoxique et écotoxique, en raison de ses propriétés radiologiques (P.Lestaevel, 2010, p.108).

Dix ans après les essais nucléaires, une augmentation claire a été observée dans l'incidence du thyroïde cancer chez les personnes situées à un demi-mile du sol zéro. (S. Glasstone et al., 1977, p.540).

Le changement environnemental implique plusieurs risques, tant sur le plan de la santé humaine que sur celui de la flore et la faune et le lien entre les risques sanitaires et la radioactivité n'est plus à démontrer.

Le sud algérien a été soumis à plusieurs essais nucléaires surfaciques et souterraines qui a laissé des désintégrations radioactives qui d'après M.Bakaç et al. sont le nom donné au processus naturel par lequel un noyau atomique se transforme spontanément lui-même en un autre, libérant des émissions dangereuses à haute énergie (2011, p. 2196).

La mutation environnementale est définie comme une grave dégradation des ressources du sol, la couverture végétale et la dégradation des sols, aggravés par la détérioration des zones agricoles, dépassant les normes environnementales, causé par des inégalités sociales et spatiales; exacerbant ainsi le niveau de risque environnemental. La mutation

environnementale est également définie comme un changement global (E. Hatt et al., 2015).

Quels sont les mutations environnementales et les risques sanitaires induits par la radioactivité en Algérie ?

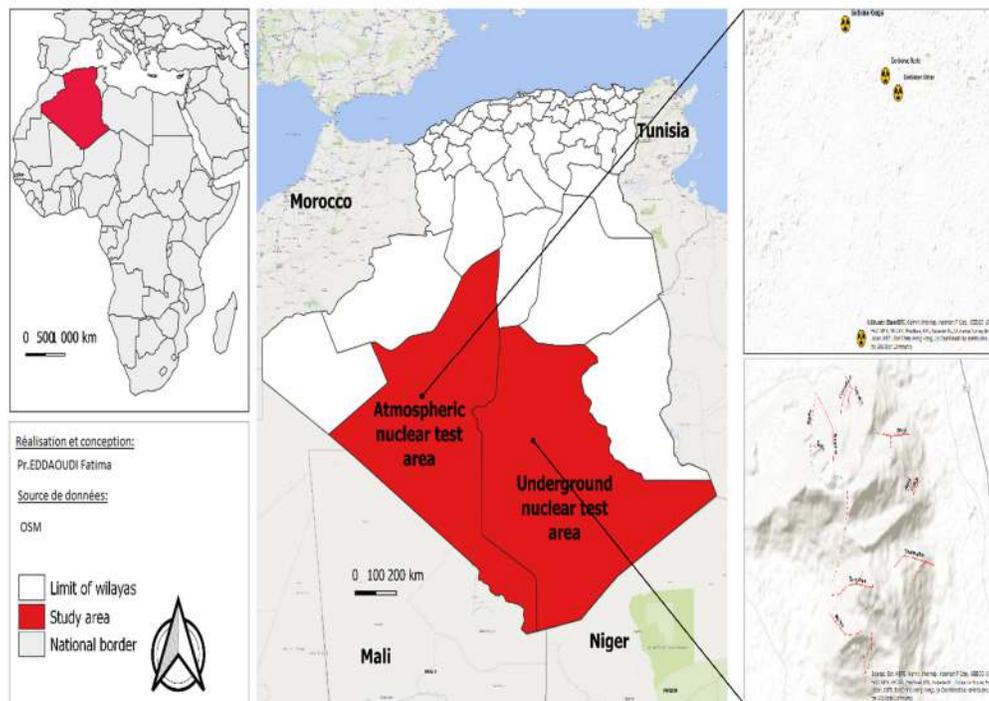
L'objectif de cette étude est d'identifier les mutations environnementales à travers la spatialisation de la radioactivité par l'utilisation du système d'information géographique afin d'identifier les sols radioactifs.

## 1. Outils et Méthodes

### 1.1. Présentation de la zone d'étude

Notre zone d'étude est située au sud de l'Algérie localisé dans la wilaya de Tamanrasset à l'Est et la Wilaya d'Adrar à l'Ouest. La zone d'étude est composée de deux sites séparés par 573 m (Carte n°1).

**Carte n°1 : Localisation des zones d'essais nucléaires en Algérie**



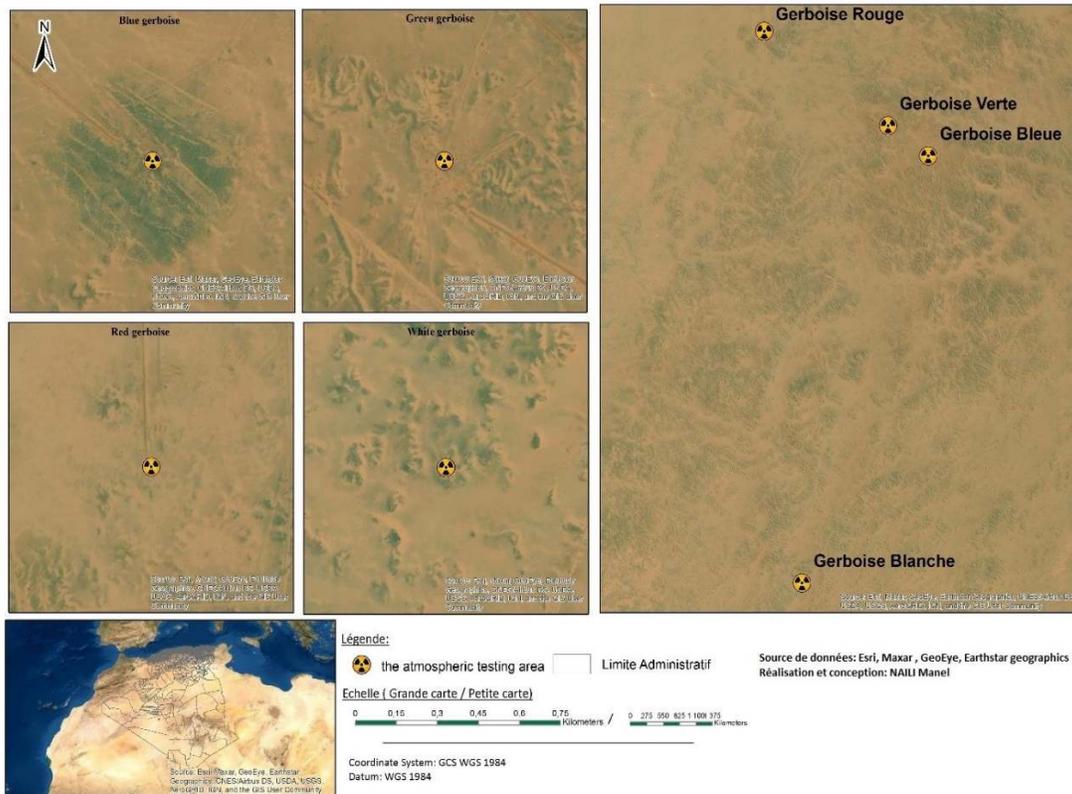
#### 1.1.1. Zone d'essais nucléaires atmosphériques

La première est la zone d'essais nucléaires atmosphériques De Hammoudia, située à environ

Les risques sanitaires des mutations environnementales en Algérie d'un territoire vierge à un territoire violé radioactivement

65 km de la ville de Reggan dans la wilaya Gerboise Bleu, Gerboise Rouge et Gerboise Blanc (Carte n°2). Cette zone est connue par les 04 essais nucléaires atmosphériques: Gerboise vert,

**Carte n°2 : localisation de la zone des essais atmosphériques**



**Tableau n°1: Les essais nucléaires atmosphériques**

Nom	Type	KT puissance	Axe	Date	Heure	Adresse
Blue jerboa	Tower 100m	40<w<80	East 106 °	13/02/1960	7 :04	Gerboise bleue, 1004 Reggane, RADP
Green jerboa	Tower, 50m	w<10	Westward 240 °	25/04/1961	6 :05	Gerboise verte, 1004 Reggane, RADP
Red jerboa	Tower, 50m	W<10	South 190, 210 °	27/12/1960	7 :28	Gerboise rouge, 1004 Reggane, RADP
White jerboa	Area	w<10	South 195°	01/04/1960	6 :15	Gerboise blanche, 1004 Reggane, RADP

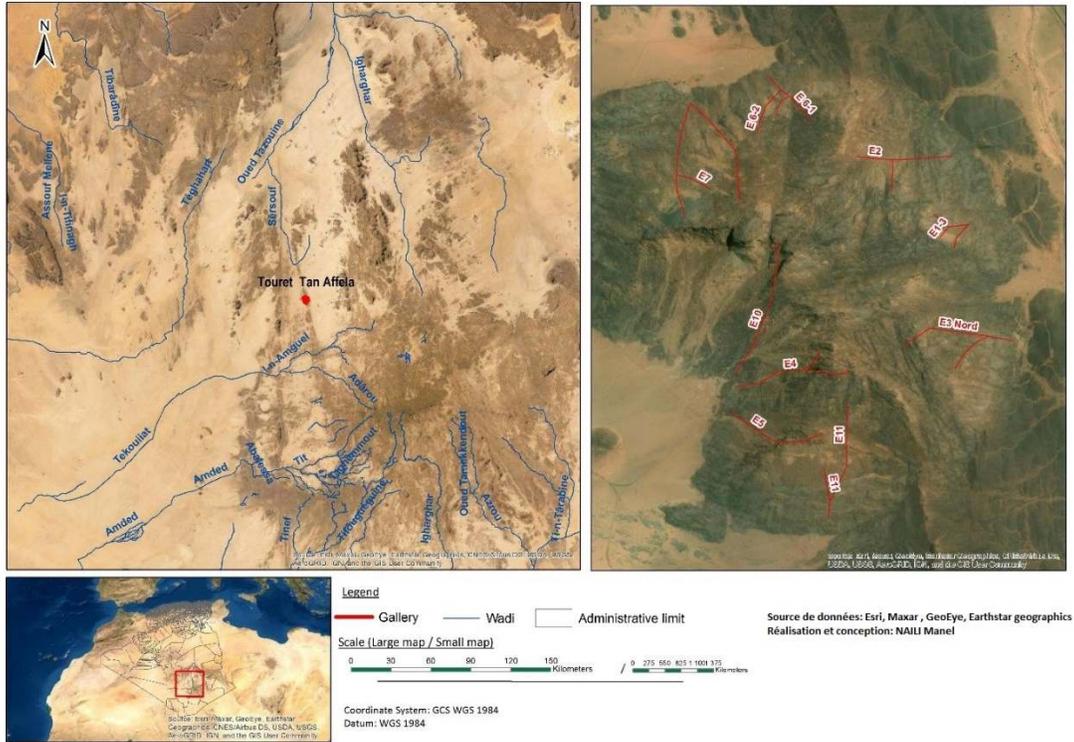
Source : Agence Internationale de l'énergie atomique (AIEA), 2005

### 1.1.2. Zones d'essais nucléaires souterraines

La deuxième zone d'étude est la zone d'In Ekker, située dans la commune d'In Amguel qui est à 170 km au nord de la ville de Tamanrasset. Les

montagnes de Tan Affala témoin les essais souterrains creusées dans les 13 galeries (Tableau n°2). La carte n°3 présente la localisation des sites de ces essais nucléaires.

**Carte n°3 : Localisation des essais souterrains**



**Tableau n°2: Les essais nucléaires souterrains dans les monts de Taourirt Tan Affela**

Nom	Gallerie	KT Puissance	Date	Heure	Adresse
Topaze	E 6-1	1	06/15/1964	13	Taourirt Tan Affela
Corindon	E 6-2	4	10/01/1965	10	Taourirt Tan Affela
Saphir	E 7	115	02/27/1965	11 :30	Taourirt Tan Affela
Béryl	E2	30	05/01/1965	10	Taourirt Tan Affela
Agathe	E1 Nord	5	11/07/1961	11 :30	Taourirt Tan Affela
Jade	E1-3	0.6	05/30/1965	11	Taourirt Tan Affela
Opale	E1 Sud	4	02/14/1964	11	Taourirt Tan Affela
Améthyste	E3 bis	0.7	03/03/1963	10	Taourirt Tan Affela
Emeraude	E3 Sud	15	03/18/1963	10	Taourirt Tan Affela
Tourmaline	E3 Nord	10	12/01/1965	10 :30	Taourirt Tan Affela
Grenat	E4-2 Nord	15	02/16/1966	11	Taourirt Tan Affela
Turquoise	E4	05	11/28/1964	10 :30	Taourirt Tan Affela
Rubis	E5	60	10/20/1963	13	Taourirt Tan Affela

Source: Agence International de l'énergie atomique (AIEA), 2005

**1.2. Données et méthodes**

**1.2.1. Acquisition des données**

Nous avons commencé par l'acquisition des coordonnées géographiques de chaque essai

nucléaire afin de les localiser selon le dernier rapport de l'Agence International de l'énergie atomique (AIEA) (Tableau n°1 et Tableau n°2).

Une autre étape consiste à la collecte des données sur le débit de dose et de la radioactivité qui ont

Les risques sanitaires des mutations environnementales en Algérie d'un territoire vierge à un territoire violé radioactivement

été obtenues à partir de l'enquête d'AIEA publié en 2005 pour la zone des essais atmosphérique afin de les localisées (Figure n°1, Figure n°2, Figure n°3, Figure n°4).

Nous avons utilisé les données des analyses radiologiques de matériaux prélevés sur l'ancien site d'essais nucléaires sous-terraines du Commission de Recherche et d'Information Indépendantes sur la Radioactivité (CRIIRAD) publié en 2010.

Nous avons utilisé l'USGS afin d'acquérir les images satellitaires et l'OSM pour le vecteur de l'occupation du sol.

Les données sur le cancer ont été collectées à partir du registre sanitaire contenant des informations sur le cancer, mais aussi par l'enquête effectuée avec les responsables des centres de lutte contre le cancer dans le salon national d'information contre le cancer en 2020 (Photo n°1).

**Photo n°1 : Collecte de données dans le salon national d'Information contre le cancer**

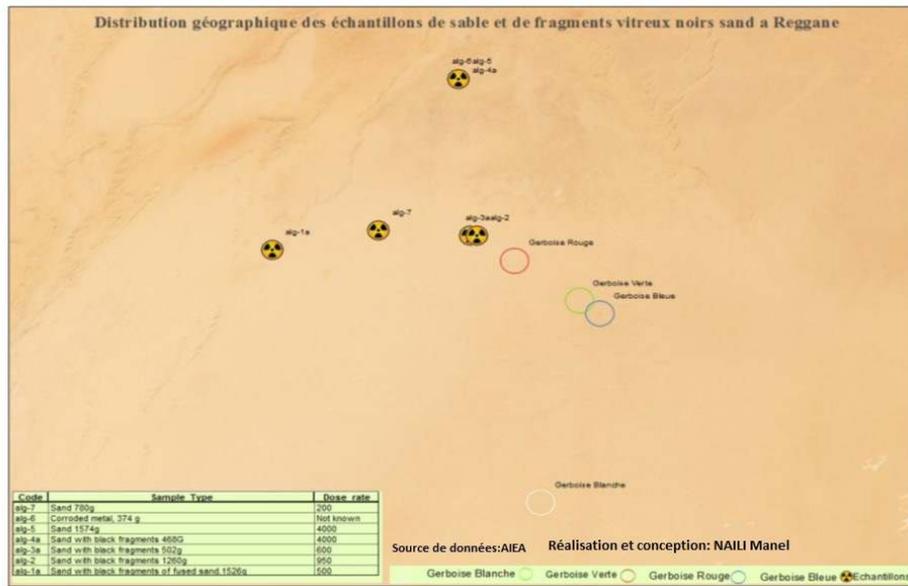


*Source : Prise par NAILI Manel, 2020*

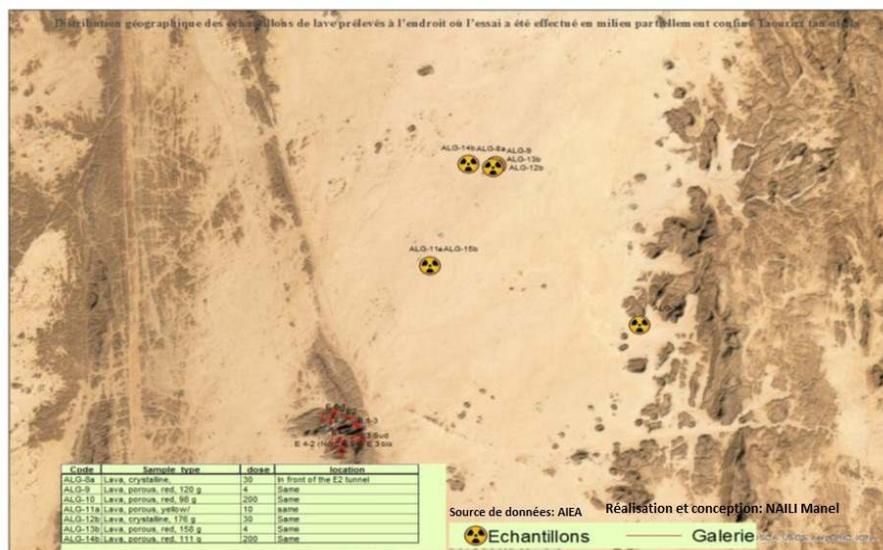
La seconde étape consiste à la collecte des données de cas du cancer à partir des registres de cancer et des données acquises depuis les salons

nationaux de l'information contre le cancer à travers l'entretien avec les directeurs des CLCC.

**Figure n°1: Distribution géographique des échantillons de sable et de fragments vitreux noirs à Reggane**



**Figure n°2 : Distribution géographique des échantillons de lave prélevés à l'endroit où l'essai a été effectué en milieu partiellement confiné Tourirt tan afella**

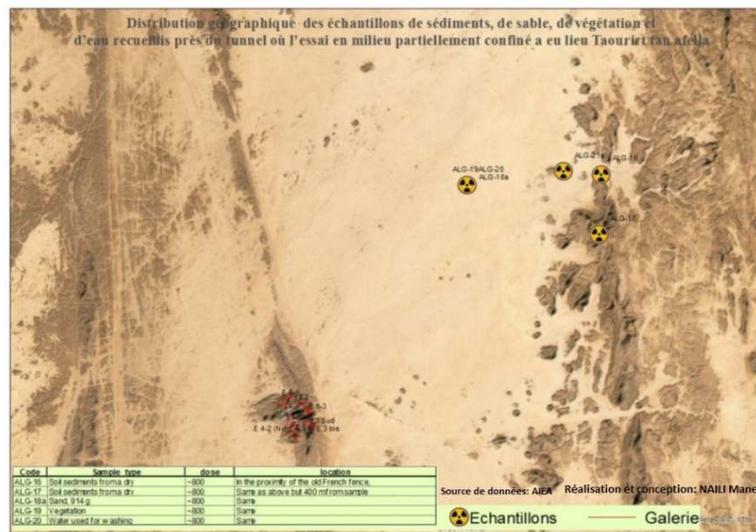


Les risques sanitaires des mutations environnementales en Algérie d'un territoire vierge à un territoire violé radioactivement

**Figure n°3: Distribution géographique des échantillons de sable recueillis sur le site du pollen expériences à Adrar Tikertine**



**Figure n° 4 : Distribution géographique des échantillons de sédiments, de sable de végétation et d'eau recueillis près du tunnel ou l'essai en milieu partiellement confiné a eu lieu Tourirt Tan Afella**



## 1.2.2. Méthodes d'analyse des données

### 1.2.2.1. Utilisation des systèmes d'informations géographique

Plusieurs travaux ont utilisé les Systèmes d'Information Géographiques (SIG) pour analyser et cartographier la radioactivité. D'ailleurs, le SIG a été utilisé par plusieurs

chercheurs. Ils ont appliqué la technique de spline pour estimer la distribution spatiale du débit de dose d'air à Fukushima (Tetsuo Yasutaka et *al.*, 2013, p.1224). Dans ce travail, le SIG est utilisé pour modéliser la radioactivité afin d'identifier les zones présentant une grande contamination radioactive dans les wilayas d'Adrar et de Tamanrasset qui ont causées des

grands changements environnementaux sans doute.

Dans le but d'analyser les données nous avons utilisé différents outils du logiciel ArcGIS 10.8.1 (Buffer Analysis, Spline Interpolation, Maximum likelihood classification, La classification de grappe Iso non assistée) pour l'identification spatiales des sites radioactives respectivement pour La boule de feu, Iso doses, laves radioactives, les sables vérifiés noirs.

Nous avons localisé les points d'échantillonnages à l'aide du logiciel ArcGIS10.8.1. Pour voir la distribution géographique des sols radioactifs sur des images récentes (2020).

#### 1.2.2.2. Utilisation de la télédétection

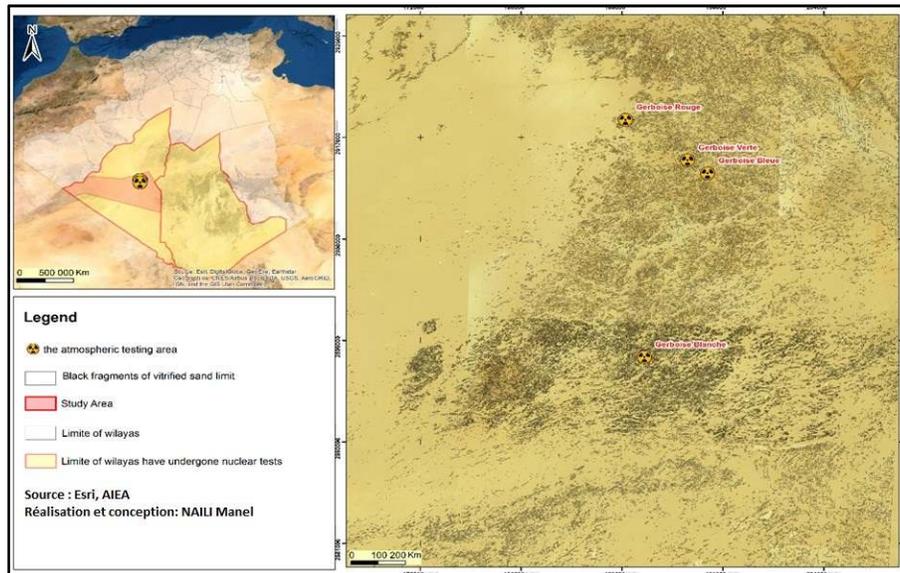
Dès la première visualisation de l'imagerie satellitaire dans le logiciel ArcGIS une différence claire apparue entre la zone de Hammoudia et les autres zones. Entre tâches de sables jaune et noir

un effet de « peau de léopard » a été créée (Jean-Marie collin et *al.*, 2020, p.38). Nous avons utilisé 10 classes pour la classification de grappe Iso non assistée sur des images Sentinel-2, par la suite la technique de photo interprétation de l'imagerie satellitaire pour délimiter et calculer la superficie des fragments noirs de sable vitrifié dans la zone de Hammoudia. Après la validation de la classification par les points collectés par l'AIEA, nous avons trouvé et 421 679 entités de fragments avec une superficie qui égale 4814,58 km<sup>2</sup>. (Carte n°4)

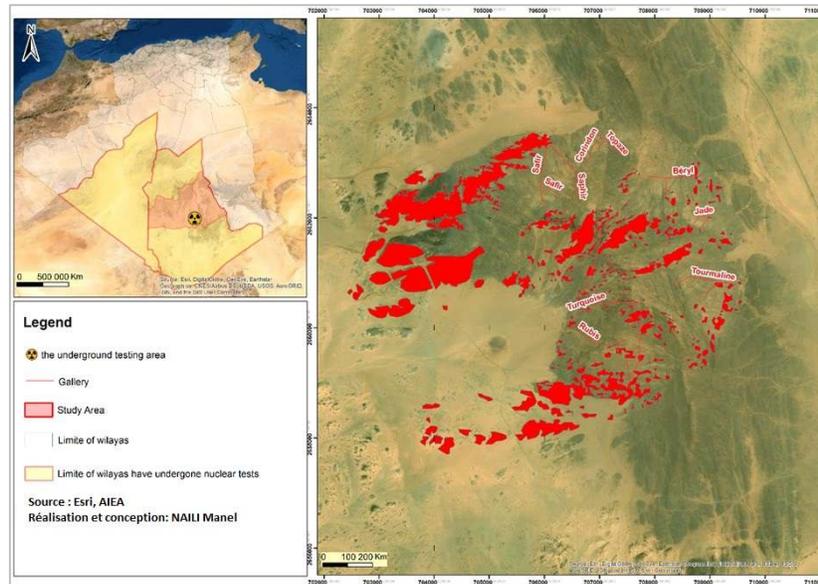
Pour la délimitation des laves radioactives, nous avons utilisées l'outil de géo-traitement du logiciel ArcGIS de maximum likelihood qui est une classification de vraisemblance maximale sur un ensemble de canaux raster.

Par la suite nous entamons, la localisation des points de validation collectés par l'AIEA dans les laves d'in Ekker, pour effectuer une photo-identification des laves afin de créer la signature spectrale. La superficie totale de lave radioactive est de 5,65 km<sup>2</sup> (Carte n°5).

**Carte n°4 : Les sables vérifiés Hammoudia**



Carte n°5: les laves radioactives à In Ekker



## 2. RESULTATS ET DISCUSSION

### 2.1. Analyse environnementale

Le fait que les dommages environnementaux nucléaires sont de nature laxiste, ils ont également un caractère diffusif. Si l'on sait que le préjudice subi par une personne pour son argent ou son corps a une portée spécifique, alors la question est différée complètement en matière de dommages environnementaux, du fait que les dommages environnementaux s'étendent au-delà d'une région et d'un pays.

Il va sans dire que les rayons nucléaires ont des effets négatifs sur le contenu de l'écosystème, comme l'eau, l'air, le sol, y compris les animaux et les micro-organismes, ses effets sont dévastateurs, multiformes sur tous recevant des milieux environnementaux, et étant donné l'importance de ces éléments environnementaux, il était nécessaire que les humains adoptent un type particulier de la protection.

#### 2.1.1. Le Sol

Selon la dernière publication de L'Association pour le contrôle de la radioactivité dans l'ouest

(2021), les vents chargés de sable et de fines particules en provenance du Sahara Algérienne ont de retombé estimé de 80 000 Bq au km<sup>2</sup> de césium-137 (ACRO, 2021, p.2).

À cet égard, le rapport de l'Agence internationale de l'énergie atomique (AIEA) a souligné que le sol de la zone où l'explosion nucléaire s'est produite dans le désert algérien contient une grande quantité de matières radioactives sans conditions minimales de protection, et constitue donc une menace directe pour divers éléments du système environnemental (AIEA, 2005, p.54).

Pour cela à l'aide de l'image satellitaire et des points de doses radioactives nous avons effectué une classification par l'outil ArcGIS pour la spatialisation des sols radioactifs.

Le résultat de l'interprétation de la première zone est cartographié dans la carte n°4 et le résultat de l'analyse de In Ekker est dans la carte n°5.

#### 2.1.2. La faune

Les autorités coloniales françaises lors du premier bombardement dans la région de Hamoudia à Reggane ont utilisé un groupe d'Echantillons d'animaux en prévision de la

mesure de l'effet des rayonnements sur l'espèce animale.

Parmi ces animaux, chameaux, chèvres, lapins, chats, 600 rats de laboratoire, insectes et oiseaux ont été testés. Les résultats obtenus de cette expérience ont laissé que des cadavres.

La disparition d'un certain nombre de reptiles et d'oiseaux migrateurs, le déclin de l'élevage et de la biodiversité dans la région saharienne est directement lié aux essais nucléaires.

Les essais nucléaires dans le désert algérien ont eu des conséquences dangereuses sur les animaux et les plantes de ces zones, ainsi que la baisse de la durée de vie des chameaux de moins de 20 ans. Et donc la baisse de l'élevage et de la biodiversité (Y. Belbali, 2018, p.87).

## 2.2. Risques et situation sanitaire

L'exposition prénatale aux rayonnements ionisants peut induire des lésions cérébrales chez le fœtus lorsque le fœtus reçoit une dose pendant la grossesse. Les effets biologiques potentiels de l'exposition aux rayonnements d'un fœtus en développement comprennent la mort prénatale, la restriction de la croissance intra-utérine, petite taille de la tête, retard mental, malformation des organes et cancer infantile qui peuvent apparaître des années, voire des décennies plus tard. Le risque de chaque effet dépend de l'âge gestationnel, le temps d'exposition, les mécanismes de réparation cellulaire fœtale et le niveau de dose de rayonnement absorbé (H. Cynthia et al., 2007, p.909).

Des recherches menées en s'appuyant sur des témoignages, diverses sources d'information et des archives, cette étude dresse un inventaire de l'ensemble des déchets, notamment radioactifs, qui ont été laissés par la France sur les zones algériennes de Reggane et d'In Ekker. Cette présence implique des risques sanitaires importants pour les populations locales et les générations futures ; l'environnement et la faune sont aussi affectés durablement (J.M. Coline, 2020, p.10).

Plusieurs maladies sont réparties dans le sud algérien à cause des essais nucléaires tels que les cancers différentiels, malformation génétique, avortements, infertilités, maladies oculaires et des centaines des maladies non identifiées.

### 2.2.1. Cancer

L'existence d'une carcinogenèse radiologique est un fait scientifique, qui a été prouvé par des expériences. Le débat n'a rien à voir avec la réalité des cancers radio-induits (qui sont pleinement établis pour les IR à haute dose), mais avec leur dépendance à la dose de rayonnement. C'est-à-dire, schématiquement, lorsqu'il y a un seuil de dose (et on reviendra au seuil du débit de dose), au-delà de ce seuil, l'incidence du cancer augmentera de manière significative. Par conséquent, il n'y a pas de super-événement en dessous de cela (J.P. Vuillez et al., 2020, p.313). Étant donné que le cancer est l'une des maladies les plus courantes causées par le rayonnement nucléaire dans une région Reggane, grâce à ce volet, la taille des maladies cancéreuses qui affligent les habitants de Reggane et d'autres zones sont surveillées.

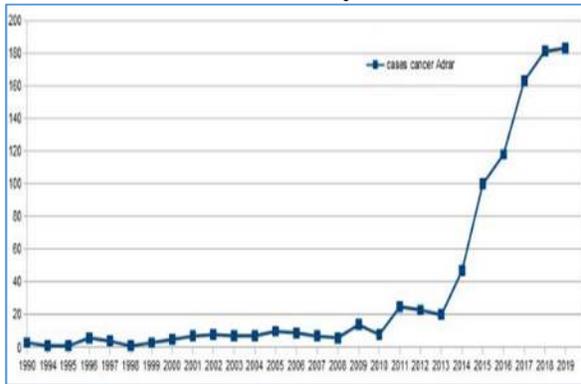
Sur la base des statistiques fournies par le service du cancer Reggan Hôpital, la courbe suivante représente la taille des cancers sous toutes leurs formes dans la région de Reggan et ses environs, de la période allant de 1999 au premier semestre 2020.

Cette étude statistique montre que les maladies cancéreuses à Reggane et ses environs sont en constante augmentation, en plus de l'émergence de nouvelles variétés au fil du temps. Par exemple, on a enregistré en 2015 environ 47 nouveaux cas de cancer à Reggane et sa banlieue, et le sixième cas seulement la première année de 2017 (Graphique n°1).

Environ 27 cas ont été enregistrés, mais ces données ne reflètent pas fidèlement la situation du Centre de santé du district; et est dû au fait que la plupart des maladies liées au cancer, principalement, ne disparaissent pas du traitement à l'hôpital Reggan.

Les risques sanitaires des mutations environnementales en Algérie d'un territoire vierge à un territoire violé radioactivement

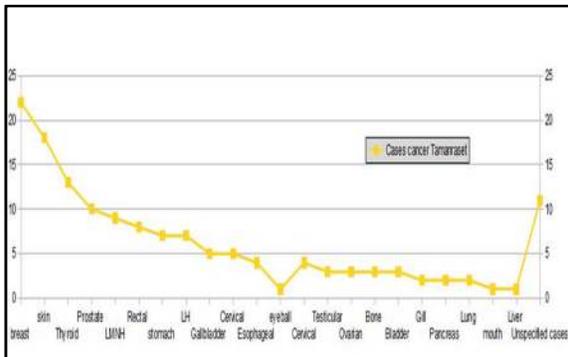
**Graphique n°1: Profil épidémiologiques des cancers dans la wilaya d'Adrar**



Source : Reggan Hôpital, 1999-2000

D'autres analyses ont été faites sur le profil épidémiologique de cancer au niveau de la Wilaya de Tamanrasset. L'analyse graphique montre que le cancer du sein est en tête de liste parmi les autres types de cancer, suivi du mélanome, et le cancer de la thyroïde est le troisième type de cancer qui se propage (Graphique n°2).

**Graphique n°2: Profil épidémiologique des cancers à Tamanrasset**



Source : Reggan Hôpital, 1999-2000

La photo n°2 présente Khair-Eddine, un enfant de 13 ans, lourdement handicapé et né avec un spina bifida avec une malformation au niveau de sa boîte crânienne.

**Photo n°2 : Khair-Eddine né avec un cancer et une malformation dans sa boîte crânienne**



Source : Canal Algérie, Janvier, 2019

**2.2.2. Retard mental**

Plusieurs recherches confirment le lien entre les retards mentaux et la radioactivité, dans ce sujet Baattout confirme les effets des radiations ionisantes sur le développement de l'embryon et du cerveau par l'utilisation conjointe de modèles animaux, de la culture cellulaire in vitro et de techniques moléculaires (S. Baatout, 2018, p.2).

La période comprise entre la huitième et la quinzième semaine correspond à la maturité du cerveau pendant la grossesse. Le risque de retard mental après rayonnement est plus élevé (A. Aurengo et al., 2017, p.108).

Enregistrement des cas de retard mental chaque année dans la commune de Reggane, Djamilia qui à 30 ans est né avec un retard mental et une malformation génétique, cette jeune fille représente un cas parmi des milliers des victimes (Photo n°3).

**Photo n°3: Djamila malade mental**



*Source : Canal Algérie, Janvier, 2019*

### 2.2.3. Malformation génétique

Il existe plusieurs travaux et publications scientifiques depuis la fin de l'année 1990, sur le concept biologique « instabilité la génétique ». La malformation génétique est un phénomène qui affecte la progéniture de l'objet irradié. Il existe différents contextes dans le cadre des « faits nucléaires » et peut constituer la représentation croisée induite de la pathologie génétique peut-être due à l'origine des tableaux cliniques, aux « caractéristiques étiologiques » hérédité. Il existe des déformations, des anomalies morphologiques et ou retard mental (C. Sueur, 2018, p.64).

Sur la photo n°4 Mohamed est un enfant qui a une malformation en niveau de son pied.

**Photo n°4: Mohamed né avec une malformation**



*Source : Canal Algérie, Janvier, 2019*

### 2.2.4. Infertilité

L'émergence d'une infertilité généralisée suite à une atrophie génitale dans et autour de la région de Reggan. Cela s'est traduit par un nombre relativement faible de naissances, connu sous le nom d'opacité génitale, ce qui a entraîné moins de naissances par rapport aux régions éloignées. Après une enquête effectuée au niveau de la compagnie militaire de radioprotection nucléaire qui s'éloigne 70 km de la zone des essais atomiques de Reganne. Vingt pourcent (20%) des soldats qui travaillant pendant une durée de 3 ans ont trouvé des problèmes d'infertilité. Monsieur X «affirme qu'après 3 ans de sa mutation il n'a pas eu des enfants».

D'autre part, selon le service de maternité de l'hôpital de Reggane, le taux de naissances a baissé par rapport aux années précédentes.

---

## CONCLUSION

---

Face aux mutations environnementales et devant l'ampleur de la situation sanitaire en Algérie, les décideurs ont mis en place des plans d'action pour atténuer de façon significative les effets des changements environnementaux sur la population algérienne. La réussite d'un tel programme nécessite une bonne connaissance de l'état des lieux. Dans ce cadre nous avons utilisé les outils de la géomatique pour étudier la radioactivité due aux essais nucléaires qui est à l'origine de l'émergence de plusieurs Maladies Non Transmissibles dont le cancer en Algérie. La modélisation spatiale facilite la décision pour identifier les sites radioactifs dus aux essais nucléaires. Notre recherche prouve que la radioactivité existe toujours dans le sud Algérien. Selon les dernières images satellitaires utilisées en 2020, les laves et sables vitrifiés sont toujours in situ la superficie totale calculée à forte risque de radioactivité et est égale à 4840 44 km<sup>2</sup>.

---

## REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

ACRO, 2021, « Nuage de sable du Sahara : une pollution radioactive qui revient comme un

- boomerang », p.1-2. Consulté le 10/06/2021 <https://www.acro.eu.org/wp-content/uploads/2021/02/CP-ACRO-vent-du-Sahara-v2.pdf>
- L'AGENCE INTERNATIONALE DE L'ENERGIE ATOMIQUE (AIEA), 2005, Radiological conditions at the former French nuclear test sites in Algeria : preliminary assessment and recommendations, Vienne.
- AURENGO André et MASSE Roland, 2017, « Chapitre 3 La radioprotection : un guide sur les objectifs à atteindre », EDP Sciences, p.101-115. DOI: <https://doi.org/10.1051/978-2-7598-2126-6-004>.
- BAATOUT Sarah, 2018, « La Radioactivité », Bulletin de la Société Royale des Sciences de Liège, 87, p.1-7.
- Bleise Andreas, Danesi Pier Roberto, Burkart Werner, 2003, « Properties, use and health effects of depleted uranium (DU): a general overview », Journal of Environmental Radioactivity 64, p.93-112 doi:10.1016/s0265-931x(02)00041-3.
- CHARLOTTE Christiane Hammer, JULII Brainard, ALEXANDRIA Innes, PAUL R Hunter, 2019, « (Re-) conceptualising vulnerability as a part of risk in global health emergency response: updating the pressure and release model for global health emergencies». Emerging Themes in Epidemiology, 16, p. 01-08.
- CYNTHIA Collough, BETH Richard, SCHUELE Ruediger, THOMAS David, ATWELL Thomas et al, 2007, «Radiation Exposure and Pregnancy: When Should We Be Concerned?», Radio Graphics, 27, p.909–918 , Published online 10.1148/rg.274065149.
- DANESI Pier Roberto, MORENO José, MAKAREWICZ Malgorzata, Louvat Didier, 2008, « Residual radionuclide concentrations and estimated radiation doses at the former French nuclear weapons test sites in Algeria », Applied Radiation and Isotopes, 66(11), p. 1671-1674.
- GLASSTONE Samuel, DOLAN Philip. 1977. « The Effects of Nuclear Weapons, «Biological EFFECTS, United States department of Defense and the United states department of energy », USA, p.1-660
- HATT Émeline, VLES Vincent, 2015, « Mutations socio-environnementales et perspectives d'adaptation des stations de montagne pyrénéenne », Sud-Ouest européen [En ligne], 37 | 2014, mis en ligne le 21 juillet 2015, consulté le 26 janvier 2021. URL: <http://journals.openedition.org/soe/1041>; DOI: <https://doi.org/10.4000/soe.1041>
- VUILLEZ Jean-Philippe, BONARDELB Gerald, DENIZOTC Benoit, 2020, « The radiation-induced cancer, the kangaroo, and the little rabbit. Or “the radiobiological variation of the myth of the Pink Unicorn », Médecine Nucléaire, 44, p. 313-319. DOI : <https://doi.org/10.1016/j.mednuc.2020.09.007>
- Jean-Guy VAILLANCOURT, 2002, «Action 21 et le développement durable», Vertigo, 3, URL: <https://doi.org/10.4000/vertigo.4172> .
- JEAN-MARIE COLLIN ET PATRICE BOUVERET, 2020, Les déchets des essais nucléaires français en Algérie Sous le sable, la radioactivité ! Analyse au regard du Traité sur l'interdiction des armes nucléaires, France
- BAKAÇ Mustafa, KARTAL TALU Aslhan, UYUMAZ Gizem, 2011, « Modeling radioactive decay», Procedia Social and Behavioral Sciences, 15, p.2196–2200.
- LESTAEVEL Philippe, RACINE René, BENSOUSSAN Helene, ROUAS Caroline, GUEGUEN Yannick et al, 2010, « Césium 137 : propriétés et effets biologiques après contamination interne », Médecine Nucléaire, 34, p.108-118, <https://doi.org/10.1016/j.mednuc.2009.12.003>.
- SUEUR Christian, 2018, Les Conséquences Génétiques des Essais Nucléaires français dans le Pacifique, chez les petits-enfants des Vétérans du CEP, et des habitants des Tuamotu Gambiers, France, p.1-115.URL : [http://www.obsarm.org/IMG/pdf/rapport\\_conse\\_quences\\_nucleaires\\_sueur\\_2018.pdf](http://www.obsarm.org/IMG/pdf/rapport_conse_quences_nucleaires_sueur_2018.pdf)
- YASUTAKA Tetsuo, IWASAKI Yumi, HASHIMOTO Shizuka, NAITO Wataru, ONO Kyoko, KISHIMOTO Atsuo, YOSHIDA Kikuo, MURAKAMI Michio, KAWAGUCHI Isao, OKA Toshihiro, NAKANISHI Junko, 2013, « A GIS-based evaluation of the effect of decontamination on effective doses due to long-term external exposures in Fukushima », Chemosphere, 93, p.1222-1229. doi : 0045-6535,<https://doi.org/10.1016/j.chemosphere.2013.06.083>.
- BELBALI Yamina, 2018, La dimension juridique des impacts sanitaires et environnementaux des rayonnements nucléaires, Université AhmedDraia,Adrar,Algérie.
- YU Morino, TOSHIMASA Ohara, MASATO Nishizawa. 2011. « Atmospheric behavior, deposition, and budget of radioactive materials from the Fukushima Daiichi nuclear power plant in March 2011 », geophysical research letters 38(7), p. 1-7.