

## Statut en sélénium de la population d'une région côtière de l'Ouest algérien à forte activité anthropique

NOURIA DENNOUNI-MEDJATI  
MAJDA DALI-SAHI

HOURIA HAREK

YAHIA HAREK

Laboratoire  
d'électrochimie et de  
chimie analytique  
Université de Tlemcen  
BP119

13000 Tlemcen

Algérie

<dennouria@yahoo.fr>

<fdali13@yahoo.fr>

<h\_harek@yahoo.fr>

<yahiaharek@yahoo.fr>

Tirés à part :

N. Dennouni-Medjati

**Résumé.** *Objectif.* Le sélénium est un oligo-élément essentiel à la santé humaine, cependant à fortes doses il peut se révéler toxique. L'objectif de cette étude est de déterminer le taux de sélénium plasmatique ainsi que la concentration de la glutathion peroxydase 3 d'une population de Ghazaouet, une région algérienne à forte activité anthropique, et de les comparer à ceux d'une population de Honaine, une région sans aucune activité industrielle.

*Méthodes.* Au total, 260 individus ont été inclus dans cette étude, dont 160 à Ghazaouet et 100 à Honaine. Le sélénium plasmatique avait été déterminé par polarographie et la glutathion peroxydase 3 par la méthode de Gunzler *et al.* (1974). La corrélation du taux de sélénium plasmatique avec quelques paramètres avait été étudiée.

*Résultats.* La moyenne du sélénium plasmatique était significativement plus élevée à Ghazaouet qu'à Honaine ( $100,1 \pm 18,6 \mu\text{g/l}$  versus  $78,4 \pm 17,3 \mu\text{g/l}$ ,  $p = 0,0001$ ). Il en était de même pour celle de la glutathion peroxydase, qui était de  $431,3 \pm 59,5 \text{ U/l}$  à Ghazaouet et de  $308,2 \pm 59,1 \text{ U/l}$  ( $p = 0,001$ ) à Honaine. Cette enzyme antioxydante n'était corrélée aux teneurs de sélénium plasmatique que chez la population de Honaine.

*Conclusion.* La population de Ghazaouet présente un statut en sélénium significativement plus élevé que celui de la population de Honaine. L'implantation d'une usine de traitement de zinc et de ses alliages à Ghazaouet pourrait expliquer cette différence. Toutefois, le taux de sélénium plasmatique observé est loin du seuil de toxicité et permet d'assurer une activité optimale de la glutathion peroxydase, contrairement à celui de Honaine.

**Mots clés :** sélénium ; glutathion peroxydase ; sujets sains ; activité anthropique.

### Abstract

#### **Selenium status of the population of a western Algeria coastal area with high level of anthropogenic activity**

*Objective.* Although the trace element selenium is essential for human health, it can be toxic in high doses. This study aimed to determine the plasma selenium level and glutathione peroxidase 3 concentration in a sample of the population of Ghazaouet, a region with high anthropogenic activity, and to compare them to those in a sample of the population of Honaine, a region without any industrial activity.

*Materials and methods.* A total of 260 individuals were included in this study : 160 in Ghazaouet and 100 in Honaine. Plasma selenium levels were determined by polarography. The glutathione peroxidase 3 concentration was analyzed by the method described by Gunzler *et al.* (1974). Plasma selenium levels were correlated with various parameters.

*Results.* The plasma selenium level was significantly higher in Ghazaouet than in Honaine ( $100.1 \pm 18.6 \mu\text{g/l}$  versus  $78.4 \pm 17.3 \mu\text{g/l}$ ,  $p = 0.0001$ ). Similarly, the mean glutathione peroxidase 3 concentration was  $308.2 \pm 59.1 \text{ U/l}$  in Honaine and  $431.3 \pm 59.5 \text{ U/l}$  in Ghazaouet ( $p=0.001$ ).

Article reçu le 15 octobre 2018,  
accepté le 19 février 2019

Pour citer cet article : Dennouni-Medjati N, Dali-Sahi M, Harek H, Harek Y. Statut en sélénium de la population d'une région côtière de l'Ouest algérien à forte activité anthropique. *Environ Risque Sante* 2019 ; 18 : 254-260. doi : 10.1684/ers.2019.1312

doi: 10.1684/ers.2019.1312

*Conclusion. The selenium level is significantly higher in Ghazaouet than in Honaine. The existence of a plant processing zinc and its alloys in Ghazaouet may explain this difference. However, this level of selenium is far from the threshold of toxicity and ensures optimal activity of glutathione peroxidase, unlike in Honaine.*

**Key words:** *selenium; glutathione peroxidase; healthy individuals; anthropogenic activity.*

Le sélénium (Se) à dose adéquate est un micronutriment essentiel à de nombreuses fonctions biologiques humaines et animales. Cet élément est incorporé aux sélénoprotéines sous forme d'un 21<sup>e</sup> acide aminé, la sélénocystéine, qui est directement impliquée dans le potentiel redox des séléno-enzymes [1]. L'exemple le plus connu de cette fonction redox est la réduction du peroxyde d'hydrogène ou des hydroperoxydes lipidiques par la glutathion peroxydase (Gpx) [2], ou encore de la thioredoxine-réductase, nécessaire à la réduction des ribonucléotides en désoxyribonucléotides, ainsi qu'à la détoxification des radicaux libres [3]. La carence en Se mène finalement à un dysfonctionnement du système antioxydant interne, ce qui peut être à l'origine de morbidité clinique [4]. Cependant, un apport élevé de Se peut entraîner une intoxication. Les signes de la sélénose potentielle consistent en une perte de cheveux, des ongles cassants ainsi que des effets neurologiques et gastro-intestinaux ; elle serait aussi impliquée dans la sclérose latérale amyotrophique [5]. Des essais randomisés ont montré que le Se augmentait le risque de maladies cardiovasculaires, de diabète, de néoplasmes spécifiques tels que le cancer de la peau et de la prostate [6, 7]. L'apparition de ces effets suit une courbe en U, liée aussi bien au déficit qu'à la surexposition, avec une zone d'apport journalier recommandé de 0,9 µg.kg.J<sup>-1</sup> de poids corporel pour l'adulte [6, 8]. Une dose journalière d'environ 15 µg est suspectée être un facteur favorisant l'apparition de la maladie de Keshan, une cardiomyopathie touchant l'enfant et la femme jeune dans le comté de Keshan en Chine [9].

L'apport alimentaire est la principale source d'exposition au Se [5]. D'autres facteurs peuvent intervenir, à savoir l'environnement professionnel, le tabagisme et la pollution de l'air [7]. En principe, l'air ambiant contient très peu de Se [2]. Cependant, les activités humaines peuvent être à l'origine de la mobilisation et de l'accumulation du Se dans l'environnement, avec environ 37 à 40 % des émissions totales de Se dans l'atmosphère attribuées à des activités anthropiques [10], particulièrement d'usines de raffinage de métaux [11]. En effet, le Se est un sous-produit important du cuivre électrolytique, de l'acide sulfurique, du zinc et du nickel [12].

Malgré l'intérêt croissant de la communauté scientifique pour cet élément, très peu de données sont enregistrées en Algérie, particulièrement dans la région polluée de Ghazaouet, une ville côtière de l'Ouest algérien. L'objectif de cette étude est de déterminer le statut sélénié de la population saine de Ghazaouet, chez

qui aucun signe d'intoxication au Se n'a été décelé. Ce statut comprend le taux de Se plasmatique ainsi que la teneur de la glutathion peroxydase plasmatique 3 (Gpx 3). Cette enzyme constitue un bon marqueur du statut en Se, mais uniquement chez des populations où l'apport en cet élément est relativement faible, puisqu'à des niveaux élevés, l'activité enzymatique atteint un plateau et n'est plus modifiée [13]. Le choix s'est porté sur cette sélénoprotéine, car dans la wilaya (département) d'étude des travaux antérieurs étaient en faveur d'un taux de Se sanguin relativement faible [14]. Ces résultats seront comparés à ceux de la population de la ville de Honaine, une autre région côtière sans activité industrielle, mais présentant un petit port de pêche artisanale.

## Matériels et méthodes

### Lieux d'étude

L'enquête descriptive, transversale a été réalisée dans deux communes de la wilaya de Tlemcen située dans le nord-ouest algérien : Ghazaouet et Honaine.

Ghazaouet est une ville portuaire de la rive sud-ouest de la mer Méditerranée, distante d'environ 10 km de la frontière marocaine. Elle comprend neuf localités dont elle est le chef-lieu. En plus de l'intense activité maritime, on y retrouve une importante unité de production de zinc et de ses alliages (Alzinc), dont les rejets liquides sont déchargés dans un système de collecte composé de deux gouttières menant à la mer [15]. Cette usine existe depuis 1974 ; elle est située sur la rive ouest de la ville de Ghazaouet, en zone urbaine. L'étude s'est déroulée au chef-lieu même de la commune de Ghazaouet, où est implantée l'usine.

Honaine est une petite commune du littoral algérien, distante de 21 km de la ville de Ghazaouet. On y retrouve un petit port de pêche artisanale.

### Population d'étude et échantillonnage

À Ghazaouet, 160 individus ont été sélectionnés pour l'étude, alors qu'à Honaine ils étaient 100 sujets. Le recrutement des volontaires s'est fait de manière aléatoire. La composition de l'échantillon s'est basée sur la technique du *random route* (méthode des itinéraires). Sur la base d'un choix aléatoire de points géographiques de départ, l'enquêteur suit un cheminement imposé pour arriver à

une porte de logement [16]. Cette méthode a été appliquée dans les deux zones d'étude en raison de la non-accessibilité de liste exhaustive d'individus ou de ménages. Dans les rares cas où plus d'un volontaire consentant répondait aux critères de sélection dans un même foyer, le choix a été fait par tirage au sort. Un interrogatoire approprié, portant sur différents facteurs, a été mené auprès des personnes concernées.

Pour être éligible, les individus recrutés devaient être nés et avoir vécu dans les zones d'étude, ils ne devaient souffrir d'aucune pathologie et ne suivre aucun régime alimentaire particulier. Les fumeurs, ainsi que les femmes enceintes, ont été écartés de l'étude.

La tranche d'âge des sujets sélectionnés était comprise entre 25 et 40 ans, pour réduire l'influence du facteur âge. Le statut de sujet sain a été évalué par un examen physique pratiqué par le médecin généraliste. Le poids a été déterminé par une balance électronique de précision (WB-800S, Tanita, Japon) et la taille mesurée par un stadiomètre de type mobile (Seca 217, Allemagne). Chaque résultat était une moyenne de deux mesures. Les sujets sélectionnés présentaient tous un indice de masse corporelle (IMC) qui oscillait entre 19 et 35 kg/m<sup>2</sup>, intervalle en faveur d'un statut nutritionnel acceptable [17]. L'enregistrement était fait à domicile, tandis que les prélèvements de sang avaient lieu dans les centres de santé de ces deux régions.

L'échantillonnage a été réalisé de mars à juin 2016.

Le sang a été prélevé par ponction de la veine du pli du coude après un jeûne d'environ 8 heures en utilisant les S-monovettes (Sarstedt, Marney France, SAR011604400), contenant de l'héparine de lithium comme anticoagulant et spécifique pour l'analyse des éléments traces.

Des précautions particulières ont été prises afin d'éviter toute contamination de l'échantillon par les métaux traces de l'environnement. Il fallait être particulièrement prudent et empêcher tout contact de l'aiguille avec la transpiration du sujet ou les mains du médecin.

Une procédure de test fiable consistait à utiliser les échantillons certifiés (Serorm<sup>TM</sup> trace elements serum level 1, MI0181) dès les premières étapes du prélèvement et de les conserver dans les mêmes conditions que les échantillons à analyser [18].

Les échantillons ont été centrifugés à 2 000 tours/minutes à une température de 4 °C pendant 15 minutes, et les plasmas conservés à -80 °C jusqu'à l'analyse, qui s'est déroulée au laboratoire de chimie analytique et d'électrochimie de l'université de Tlemcen.

### Dosage du taux de Se plasmatique

Le Se a été dosé par voltamétrie cathodique inverse à impulsion différentielle dans un analyseur polarographique POL 150 (*Radiometer Analytical*, Copenhague) selon la méthode décrite par Toniolo *et al.* [19]. L'analyse de chaque échantillon a été dupliquée. Nous avons utilisé

des échantillons standards certifiés pour calculer le pourcentage d'exactitude et le coefficient de variation intra-tests : ils étaient de 95 % et de 8 % respectivement.

### Dosage de la Gpx 3

La Gpx3 a été dosée selon la méthode de Gunzler *et al.* [20] en utilisant l'hydroperoxyde de tert-butyle comme substrat de la réaction. La quantité de glutathion oxydé par le tert-butyle a été mesurée en suivant la décroissance d'absorption du NADPH<sub>2</sub> à 340 nm à 25 °C et à pH 7. Les coefficients de variation intra- et inter-tests étaient de 3 % et 5 % respectivement. Les résultats ont été exprimés en U/l. Le spectrophotomètre utilisé était de type Uvikon 860. Le résultat présenté est la moyenne de deux analyses.

### Analyse statistique

Les résultats ont été exprimés par la moyenne arithmétique plus ou moins l'écart type. Le choix s'était porté sur des tests paramétriques : le test *t* de Student pour comparer deux moyennes et le test du  $\chi^2$  pour comparer des pourcentages. Pour évaluer le degré de relation entre les différents paramètres, nous avons déterminé le coefficient de corrélation *r* de Pearson.

Le logiciel *SPSS statistic version 17 Windows* a été utilisé. La valeur de *p* < 0,05 est considérée comme significative et celle de *p* < 0,001 comme hautement significative.

## Résultats

La population d'étude comptait 160 individus à Ghazaouet et 100 à Honaine. L'ensemble présentait une moyenne d'âge de 33,3 ± 4,9 ans. Cet échantillon était à prédominance masculine, soit un sex-ratio de 1,2.

Les caractéristiques de la population d'étude sont détaillées dans le *tableau 1*.

L'IMC a été calculé par le ratio du poids en kg sur la taille en m<sup>2</sup>. Cette variable a été codée en trois classes : un IMC normal compris entre 19 et 24,9, une classe en surpoids avec un IMC entre 25 et 29,9, et enfin un IMC supérieur ou égal à 30 et qui comprenait les individus obèses, conformément à leurs définitions chez l'adulte [21].

La population d'étude a été stratifiée en trois classes selon le revenu du foyer qui pouvait être moyen (entre 40 000 et 70 000 dinars) ou faible (entre 20 000 et 40 000 dinars). Certains ne disposaient d'aucun revenu. Le salaire minimum interprofessionnel garanti (SMIG) étant de 18 000 dinars.

À Ghazaouet, la concentration moyenne de Se était de 100,1 ± 18,6 µg/l, alors qu'à Honaine elle était de

**Tableau 1.** Caractéristiques de la population d'étude.

Table 1. Characteristics of the study population.

Variables	Ghazaouet	Honaine	Total	p
Nombre d'hommes et (%)	87 (54,4)	56 (56)	143 (55)	0,50
Moyenne d'âge (ans)	32,7 ± 5,1	31,9 ± 4,7	32,1 ± 5	
Nombre de femmes et (%)	73 (45,6)	44 (44)	117 (45)	0,20
Moyenne d'âge (ans)	34,7 ± 4,8	33,6 ± 4,5	34,2 ± 4,7	
Total	160	100	260	0,12
Moyenne d'âge (ans)	33,6 ± 5	32,7 ± 4,5	33,3 ± 4,9	
IMC (%)				0,88
19-24,9	26	28	26	
25-29,9	46	47	47	
30-35	28	25	27	
Revenus (%)				0,17
Aucun	16	19	17	
Faible	50	59	54	
Moyen	34	22	29	

78,4 ± 17,3 µg/l, avec une différence hautement significative ( $p = 0,0001$ ). Le test  $t$  n'a pas montré de différence significative entre les moyennes des hommes et des femmes, et ce, dans les deux régions d'étude.

La moyenne totale de la Gpx plasmatique était de 308,2 ± 59,1 U/l à Honaine, alors qu'à Ghazaout elle était de 431,3 ± 59,5 U/l. La différence entre ces deux moyennes était hautement significative (tableau 2). Le sexe ne semblait pas impacter la concentration de la Gpx 3 chez les deux populations étudiées ( $p > 0,05$ ).

La corrélation de Pearson a été utilisée dans le but de déterminer une éventuelle relation entre les teneurs plasmatiques de Se et de Gpx 3. Il a été constaté à Ghazaouet un pourcentage plus élevé de foyer présentant un revenu moyen par rapport à Honaine ; il en était de

même pour l'IMC : c'est pourquoi la corrélation a été étudiée entre ces variables et le taux de Se dans chaque région (tableau 3). Le Se plasmatique était corrélé positivement à la Gpx 3, mais de manière significative uniquement à Honaine. Il était corrélé positivement à l'IMC et au revenu, mais la corrélation n'était pas significative.

## Discussion

L'impact de l'activité anthropique sur le statut sélénié de la population générale n'a pas fait l'objet de beaucoup d'études. Pourtant, les sources anthropiques du Se atmosphérique ont été identifiées comme importantes

**Tableau 2.** Teneurs plasmatiques en sélénium et en glutathion peroxydase 3 (Gpx 3) des deux populations d'étude.

Table 2. Plasma selenium and glutathione peroxidase 3 (Gpx3) levels of the study populations.

Variables	Ghazaouet Moyennes (minimum-maximum)	Honaine Moyennes (minimum-maximum)	p
<b>Se plasmatique (µg/l)</b>			0,0001
Hommes	101,2 ± 20,3 (78,1-183,1)	79,7 ± 16,2 (51,3-115,9)	
Femmes	98,7 ± 16,6 (77,8-177,5)	76,8 ± 18,7 (45,5-132,2)	
Total	<b>100,1 ± 18,6 (77,8-177,5)</b>	<b>78,4 ± 17,3 (45,5-132,2)</b>	
IC à 95 % de la moyenne	(97,2-103)	(75-81,8)	
<b>Gpx 3 (U/l)</b>			0,001
Hommes	458,4 ± 55,1 (261,2-478,5)	315,2 ± 60 (203,3-401,7)	
Femmes	405,1 ± 64,1 (205,7- 477,8)	301,2 ± 59,1 (210,7-411,5)	
Total	<b>431,3 ± 59,5 (205,7- 477,8)</b>	<b>308,2 ± 59,1 (203,3-411,5)</b>	
IC à 95 % de la moyenne	(422,1- 440,2)	(291-325,3)	

IC : intervalle de confiance.

**Tableau 3.** Corrélation de Pearson entre les concentrations plasmatiques de sélénium et les différents paramètres étudiés.

Table 3. Pearson correlation between plasma concentrations of selenium and the different parameters studied.

Variables	Ghazaouet		Honaine	
	r	p	r	p
Glutathion peroxydase 3	0,12	0,23	0,42	0,007
IMC	0,18	0,11	0,20	0,10
Revenus	0,15	0,10	0,14	0,15

r : coefficient de corrélation de Pearson ; IMC : indice de masse corporelle.

dans les sols, en raison de la diminution des niveaux de Se dans les herbages du Royaume-Uni suite à des réductions des émissions industrielles [22]. En outre, une étude portant sur les facteurs de risque du cancer chez des enfants autour de la plus grande zone de cokéfaction de Chine a montré que l'eau, le sol, la poussière, l'air et les aliments produits localement se sont avérés enrichis non seulement en métaux lourds mais aussi en Se [23].

La population de Ghazaouet présente un taux de Se plasmatique plus élevé que celui de Honaine (100,1 µg/l versus 78,4 µg/l) ; la différence est hautement significative. Ces teneurs de Se, que ce soit à Honaine ou Ghazaouet, ne sont pas corrélées significativement aux caractéristiques étudiées telles que le revenu ou encore l'IMC. Le sexe ne semble pas influencer les concentrations séléniées chez les deux populations d'étude.

Dans la wilaya de Tlemcen, il y a très peu de travaux concernant le statut sélénié. Une étude avait montré que le taux de Se sanguin de la population en bonne santé de cette wilaya était faible, et ce, dans quatre régions d'étude dont Honaine [14]. Ce taux était de  $85,6 \pm 21,6$  µg/l. Un facteur de conversion de 0,8 a été déduit de la littérature pour calculer le Se plasmatique à partir du Se sanguin [24], ce qui donne un taux de Se plasmatique total d'environ 68,5 µg/l. Il n'y avait pas de différence significative entre les régions d'étude. Les concentrations séléniées de ces régions ne traduisent pas une zone de carence sévère, mais elles ne présentent pas non plus un niveau satisfaisant, au regard de la concentration optimale permettant d'assurer pleinement l'activité de la Gpx et qui est d'environ 90 µg/l de Se plasmatique [25].

Dans ce présent travail, la concentration du Se plasmatique à Ghazaouet est nettement plus élevée que celle de Honaine, mais aussi des autres régions du département de Tlemcen. Cette concentration est supérieure à celle de certaines régions méditerranéennes, comme Grenade (74,9 µg/l) [26], alors que celle de Honaine s'y rapproche. Contrairement à Honaine, le taux de Se à Ghazaouet est adéquat puisqu'il se trouve dans l'intervalle des valeurs de référence proposé pour le Se plasmatique, qui est de 100 à 340 µg/l [27].

Le taux de la Gpx 3 est significativement plus élevé à Ghazaouet qu'à Honaine (431,3 U/l versus 308,2 U/l). Les Gpx constituent l'une des principales lignes de défense de l'organisme contre le stress oxydatif. La Gpx 3 plasmatique est le seul membre extracellulaire des isoformes sélénodépendantes de cette famille qui neutralise les espèces réactives de l'oxygène produites au cours du métabolisme cellulaire ou après une attaque radicalaire [28]. Outre l'apport en Se, différents facteurs peuvent être à l'origine d'une modification des teneurs en Gpx. Il a été décrit plusieurs variants polymorphes du promoteur du gène de la Gpx 3, dont certains étaient liés à une diminution de l'expression génique de l'enzyme [28]. Le stress oxydatif constitue un autre mécanisme pouvant induire soit une inactivation de l'enzyme, soit une augmentation de sa synthèse, traduisant éventuellement une adaptation cellulaire [29].

D'après de nombreux auteurs, les Gpx ne sont corrélées au Se que quand le Se ingéré ne couvre pas les besoins [13], c'est-à-dire en dessous d'une concentration plasmatique en Se de 90 µg/l [25]. Au-dessus de cette valeur seuil, l'activité atteint un plateau et n'est plus modifiée.

Contrairement à Ghazaouet, la corrélation significative de cette enzyme au Se plasmatique à Honaine indiquerait donc que les concentrations en cet élément sont loin de recouvrir tous les besoins de cette enzyme chez cette population. Cependant, aucune différence significative n'a été observée entre les moyennes des hommes et des femmes, et ce, dans les deux régions d'étude.

Ghazaouet se démarque donc de Honaine ainsi que des autres villes de la wilaya de Tlemcen [14], puisqu'elle semble être la seule région à présenter un niveau satisfaisant de Se plasmatique, permettant d'assurer une fonction optimale de la Gpx 3. Pourtant Ghazaouet n'est distante de Honaine que d'environ une vingtaine de kilomètres.

Le régime alimentaire ne peut expliquer la particularité de la ville de Ghazaouet. Il est vrai que l'apport alimentaire est la principale source d'exposition au Se, dont la plus grande partie provient de formes organiques de Se, principalement les acides aminés sélénométhionine et sélélocystéine, présents dans les céréales [5]. En Algérie, les habitudes alimentaires sont assez similaires.

Les Algériens accordent une place prépondérante aux groupes des céréales et dérivées dans leur alimentation. D'après une enquête de l'office nationale des statistiques, les céréales fournissent plus de 75 à 80 % des apports protéiques de la ration alimentaire, avec une nette préférence pour le blé tendre [30], surtout pour l'Algérien moyen au regard du prix élevé des protéines d'origine animale. Les individus sélectionnés dans l'étude présentaient un revenu à peine moyen dans les deux régions d'étude ; la corrélation positive observée entre le Se plasmatique et le revenu n'était pas significative.

Les céréales en Algérie sont importées par l'Office algérien interprofessionnel des céréales (OaIC), une entreprise étatique en charge de lancer des appels d'offre internationaux, donnant une même source d'importation pour tout le pays [30].

La principale différence pouvant expliquer un taux de Se plasmatique significativement plus élevé est l'implantation de l'usine Alzinc en plein centre urbain à Ghazaouet. Les polluants issus de cette entreprise sont liquides et gazeux [15]. Le plus dangereux est le soufre, car la blende, qui est la forme de minerai du zinc sulfuré « ZnS » qui constitue la matière première essentielle d'Alzinc [31], en contient une forte teneur, et dans la nature, le Se est étroitement associé aux minéraux contenant du soufre, aux pyrites et aux sources de combustibles fossiles [12]. Rappelons que le Se a été découvert en 1817, par le chimiste suédois Berzelius, dans les boues des chambres de plomb, utilisées pour la fabrication de l'acide sulfurique à partir de pyrite de cuivre [6].

Dans le département de Tlemcen, le statut sélénié est faible, sauf dans la ville polluée de Ghazaouet où le taux de Se plasmatique est significativement plus élevé. Dans les régions du monde où le statut sélénié est acceptable, l'activité anthropique pourrait avoir des impacts importants sur le long terme en raison de la mobilisation du Se dans la chaîne alimentaire.

Les limites de cette étude incluent un manque de données dans la wilaya de Tlemcen, pouvant apporter une meilleure compréhension de l'impact de l'activité anthropique sur le statut sélénié. Cependant, elle permet de mettre en avant le statut sélénié comme un éventuel marqueur de l'exposition de la population à la pollution générée par l'activité industrielle. Il serait intéressant

d'entreprendre à Ghazaouet des mesures de la teneur de l'air, de l'eau, du sol et de l'alimentation en Se, mais surtout en métaux lourds notamment le plomb, le cadmium et l'arsenic. L'impact sur la santé de l'exposition à ces polluants de la population générale, après plus de quarante années d'activité industrielle dans cette ville, mérite une attention particulière. À Honaine, cette étude met en évidence un déficit en Se de la population générale qu'il conviendrait d'explorer.

## Conclusion

La population de Ghazaouet présente un taux plasmatique de Se ainsi que des concentrations de Gpx 3 significativement plus élevés que ceux de Honaine. Cette différence ne peut être expliquée par des régimes alimentaires différents, puisque ces deux régions ne sont distantes que d'une vingtaine de kilomètres et que leurs populations présentent les mêmes habitudes alimentaires, ce qui laisse supposer que l'activité industrielle impacte le statut sélénié à Ghazaouet. Toutefois, ce taux de Se permet, au contraire de Honaine, d'assurer une activité optimale de la Gpx 3. Dans les régions du monde où le statut sélénié est adéquat, l'activité anthropique pourrait donc contribuer à l'apparition des effets liés au surdosage. Cette étude indique aussi qu'il pourrait être un marqueur biologique de certaines activités anthropiques. ■

## Remerciements et autres mentions

Cette étude a été examinée et approuvée par le Comité scientifique du département de biologie, par le Conseil scientifique de la faculté des sciences de la nature et de la vie de l'université de Tlemcen, ainsi que par le Comité d'éthique et de déontologie de l'université de Tlemcen (CEDUT). Toutes les personnes ayant participé à cette recherche avaient été informées du but de l'étude et leur consentement éclairé avait été demandé préalablement.

**Financement :** aucun ; **liens d'intérêts :** les auteurs déclarent ne pas avoir de lien d'intérêt.

## Références

1. Kipp AP, Strohm D, Brigelius-Flohé R, et al. German Nutrition Society (DGE) revised reference values for selenium intake. *J Trace Elem Med Biol* 2015 ; 32 : 195-9. doi: 10.1016/j.jtemb.2015.07.005
2. Césarini JP. *Le sélénium : actualités*. Montrouge : John Libbey Eurotext, Coll. « Pathologie science formation », 2004.
3. Saccoccia F, Angelucci F, Boumis G, et al. Thioredoxin reductase and its inhibitors. *Curr Protein Pept Sci* 2014 ; 15 : 621-46. doi: 10.2174/1389203715666140530091910
4. Kumar BS, Priyadarsinib KI. Selenium nutrition: how important is it? *Biomed Prev Nutr* 2014 ; 4 : 333-41. doi: 10.1016/j.bionut.2014.01.006

5. Agency for Toxic Substances and Disease Registry (ATSDR). *Toxicological profiles for selenium*. Atlanta, GA : U.S Department of Health and Human Services, Public Health Services, 2003. <http://www.atsdr.cdc.gov/toxpro2.html>
6. Bisson M, Gay GD, Guillard F, Ghillebaert F, Tack K. *Sélénium et ses composés*. INERIS – Fiche de données toxicologiques et environnementales des substances chimiques. 2001. <https://substances.ineris.fr/fr/substance/getDocument/3012>.
7. Jablonska E, Vinceti M. Selenium and human health: witnessing a Copernican revolution? *J Environ Sci Health C* 2015 ; 33 (3) : 328-68. doi: 10.1080/10590501.2015.1055163
8. Ogawa-Wong AN, Berry MJ, Seale LA. Selenium and metabolic disorders: an emphasis on type 2 diabetes risk. *Nutrients* 2016 ; 8 (2) : 80. doi: 10.3390/nu8020080
9. Ge K, Yang G. The epidemiology of selenium deficiency in the etiological study of endemic diseases in China. *Am J Clin Nutr* 1993 ; 57 : 259S-263S. doi: 10.1093/ajcn/57.2.259S
10. Tan LC, Nancharaiah YV, Van Hullebusch VD, Lens PNL. Selenium: environmental significance, pollution, and biological treatment technologies. *Biotechnol Adv* 2016 ; 34 (5) : 886-907. doi: 10.1016/j.biotechadv.2016.05.005
11. Nancharaiah YV, Lens PN. Selenium biomineralization for biotechnological applications. *Trends Biotechnol* 2015 ; 33 (6) : 323-30. doi: 10.1016/j.tibtech.2015.03.004
12. Kavlak G, Graede TE. Global anthropogenic selenium cycles for 1940-2010. *Resour Conserv Recycl* 2013 ; 73 : 17-22. doi: 10.1016/j.resconrec.2013.01.013
13. Whanger PD, Beilestein MA, Thomson CD, Robinson MF, Howe M. Blood selenium and glutathione peroxidase activity of populations of New Zealand, Oregon and South Dakota. *FASEB J* 1988 ; 2 (14) : 2996-3002. doi: 10.1096/fasebj.2.14.3181654
14. Dennouni-Medjati N, Harek Y, Attar T, Larabi L. Whole blood selenium levels in healthy adults from the west of Algeria. *Biol Trace Elem Res* 2011 ; 147 : 44-8. doi: 10.1007/s12011-011-9287-3
15. Touahri HG, Boutiba Z, Benguedda W, Shaposhnikov S. Active biomonitoring of mussels *Mytilus galloprovincialis* with integrated use of micronucleus assay and physiological indices to assess harbor pollution. *Mar Pollut Bull* 2016 ; 110 : 52-64. doi: 10.1016/j.marpolbul.2016.06.029
16. Bréchon P. *Échantillon aléatoire, échantillon par quotas : les enseignements de l'enquête EVS 2008 en France*. Présentation au colloque francophone sur les sondages, Tanger, mars 2010.
17. Rolland-Cachera MF, Cole TJ, Sempe M, Tichet J, Rossignol C, Charraud A. Body mass index variations: centiles from birth to 87 years. *Eur J Clin Nutr* 1991 ; 4 : 13-21.
18. Cornelis R, Heinzow B, Herber RFM, et al. International union of pure and applied chemistry. Clinical chemistry division commission on toxicology\* working party. IUPAC. *Pure Appl Chem* 1995 ; 67 (8/9) : 1575-608.
19. Toniolo R, Tubaro F, Bin S, et al. Single-step microwave digestion of food and biological samples for the quantitative conversion of Se into the +4 oxidation state. *Talanta* 2009 ; 78 : 753-8. doi: 10.1016/j.talanta.2008.12.045
20. Gunzler WA, Kremers H, Flohé L. An improved coupled test procedure for glutathione peroxidase in blood. *Z Klin Chem Klin Biochem* 1974 ; 12 (10) : 444-8. doi: 10.1515/cclm.1974.12.10.444
21. WHO. *Obesity, preventing and managing the global epidemic*. Report of a World Health Organization consultation on obesity. Geneva: WHO, 1997.
22. Haygarth PM, Cooke AI, Jones KC, Harrison AF, Johnston AE. Long-term change in the biogeochemical cycling of atmospheric selenium: deposition to plants and soil. *J Geophys Res* 1993 ; 98 : 16769-76. doi: 10.1029/93JD01023
23. Cao S, Duan X, Zhao X, et al. Health risks from the exposure of children to As, Se, Pb and other heavy metals near the largest coking plant in China. *Sci Total Environ* 2014 ; 472 : 1001-9. doi: 10.1016/j.scitotenv.2013.11.124
24. Batárióvá A, Černá M, Spácová V, Cejchanová M, Benes B, Smíd J. Whole blood selenium content in healthy adults in the Czech Republic. *Sci Total Environ* 2005 ; 338 (3) : 183-8. doi: 10.1016/j.scitotenv.2004.06.024
25. Burk RF, Hill KE, Motley AE. Plasma selenium in specific and non-specific forms. *Biofactors* 2001 ; 14 : 107-14.
26. Navarro M, López H, Ruiz ML, Gonzáles S, Pérez V, López MC. Determination of selenium in serum by hydride generation atomic absorption spectrometry for calculation of daily dietary intake. *Sci Total Environ* 1995 ; 175 : 245-52. doi: 10.1016/0048-9697(95)04859-6
27. Ryan RP, Terry CE. *Toxicology desk reference*. 3rd ed. United States : CRC Press, Taylor and Francis Group, 1996.
28. Voetsch B, Jin RC, Bierl C, et al. Promoter polymorphisms in the plasma glutathione peroxidase (GPx-3) gene: a novel risk factor for arterial ischemic stroke among young adults and children. *Stroke* 2007 ; 38 : 41-9. doi: 10.1161/01.STR.0000252027.53766.2b
29. Richard MJ, Belleville F, Challas J, et al. Les glutathion peroxydases : intérêt de leur dosage en biologie clinique. *Ann Biol Clin* 1997 ; 55 : 195-207.
30. Bessaoud O. *L'Algérie et le marché des céréales*. Académie d'agriculture de France. Section 10 « Géostratégies alimentaires en Méditerranée : l'enjeu céréalier ». Session du 23 mai 2018.
31. Alzinc. *Alzinc document. Alzinc, qualité et environnement*. Algérie : Alzinc, 2004.