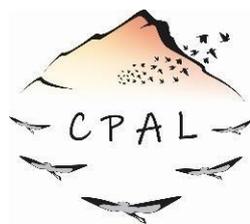


# **Rapport d'étude sur la présence de plomb dans le sol et dans les matières organiques sur la zone Natura 2000 du col de Lizarrieta**

*Septembre 2023*



Auteur : Association CPAL

Relecture : Régine MAURY-BRACHET, Ingénieure de recherche – Université de Bordeaux, laboratoire EPOC UMR 5805 (Environnements et Paléoenvironnements Océaniques et Continentaux)

# Table des matières

<b>Introduction</b> .....	3
<b>1 Matériels et méthodes</b> .....	3
<b>2 Résultats</b> .....	6
<b>3 Discussion</b> .....	7
3.1 Analyse comparative des échantillons de sols .....	7
3.2 Analyse comparative des échantillons organiques .....	10
<b>Conclusions</b> .....	12
<b>Bibliographie</b> .....	13

# Introduction

La zone Natura 2000 du col de Lizarieta est située sur l'une des principales voies de passage des oiseaux migrateurs en France. Au Pays Basque, le col de Lizarieta est un des plus anciens sites d'études de la migration. Cet axe est notamment emprunté par un grand nombre d'espèces dites « gibiers ». Cette spécificité, ainsi que la topographie des lieux, est exploitée depuis le 13<sup>e</sup> siècle à travers une chasse dite « aux filets » comprenant des postes de rabat situés de part et d'autre de la vallée jusqu'à un col où sont tendus les filets. La seconde moitié du 20<sup>e</sup> siècle a vu apparaître la démocratisation de la chasse aux fusils et son ampleur n'a eu de cesse de se développer et de s'intensifier. Aujourd'hui, dans un contexte de chasse intensive et exempte de toute réglementation sur le nombre de coups de feu, l'utilisation du plomb dans les munitions interroge sur le devenir de cet élément dans le sol.

Le plomb est un Élément Trace Métallique (ETM) et donc par définition présent en quantité infime dans la croûte terrestre (Baize, 2009) et dans les sols naturels. Il fait partie des métaux lourds reconnus dangereux pour la santé humaine au-delà d'une certaine concentration et susceptible de résider et de s'accumuler dans les sols et dans les organismes. L'intoxication par le plomb porte le nom de saturnisme. Cette maladie est dangereuse pour la santé car le plomb a toujours des effets toxiques sur l'organisme, même à faible dose, surtout au niveau du système nerveux, de la moelle osseuse et des reins<sup>1</sup>. Le plomb fait également partie des éléments qui s'accumulent dans les organismes vivants et, au contraire d'autres toxines, sans en disparaître.

Depuis 2018, plus de 3,6 tonnes de plomb ont été déversées par les seules activités cynégétiques autour du col de Lizarieta (plus de 114 000 coups de feu comptabilisés)<sup>2</sup> (CPAL, 2022). L'association C PAL a lancé en 2021 une étude préliminaire d'analyse de la concentration en plomb dans le sol. Les résultats ont amené l'association à poursuivre ses recherches et à fournir cette année un premier compte rendu sur la concentration en plomb dans le sol et dans les organismes végétaux autour du col.

## 1 Matériels et méthodes

En novembre 2021 et 2022, 29 échantillons (respectivement 14 et 15) ont été récoltés sur les crêtes frontalières du col de Lizarieta au col de Gaztainlepoa ainsi que sur le versant nord (voir Figures 1, 2 et 3). Les échantillons se définissent comme suit :

- 16 échantillons de la partie supérieure du sol, dont 13 correspondent à du sol forestier situé entre 10 et 100m des lignes de tir, 2 proviennent d'un sol utilisé pour le potager et 1 a été récolté sur une zone de pâturage proche du col de Lizarieta.
- 12 échantillons de matière organique, dont 9 champignons d'espèces différentes ramassés entre 10 et 100m des lignes de tir, 1 courge ramassée dans un potager, 1 échantillon de mousse récoltée dans une fontaine d'eau potable située à 1,5 km du col, et un échantillon de crottin de cheval ramassé sur le col de Lizarieta.
- 1 échantillon de sédiment récolté dans l'abreuvoir attenant les toilettes publiques éco-responsables (SANISPHERE) installées au col de Lizarieta.

---

<sup>1</sup> Ministère de la santé et de la prévention. <http://sante.gouv.fr/>

<sup>2</sup> Poids de plomb d'une cartouche pris en compte pour l'étude : 32g

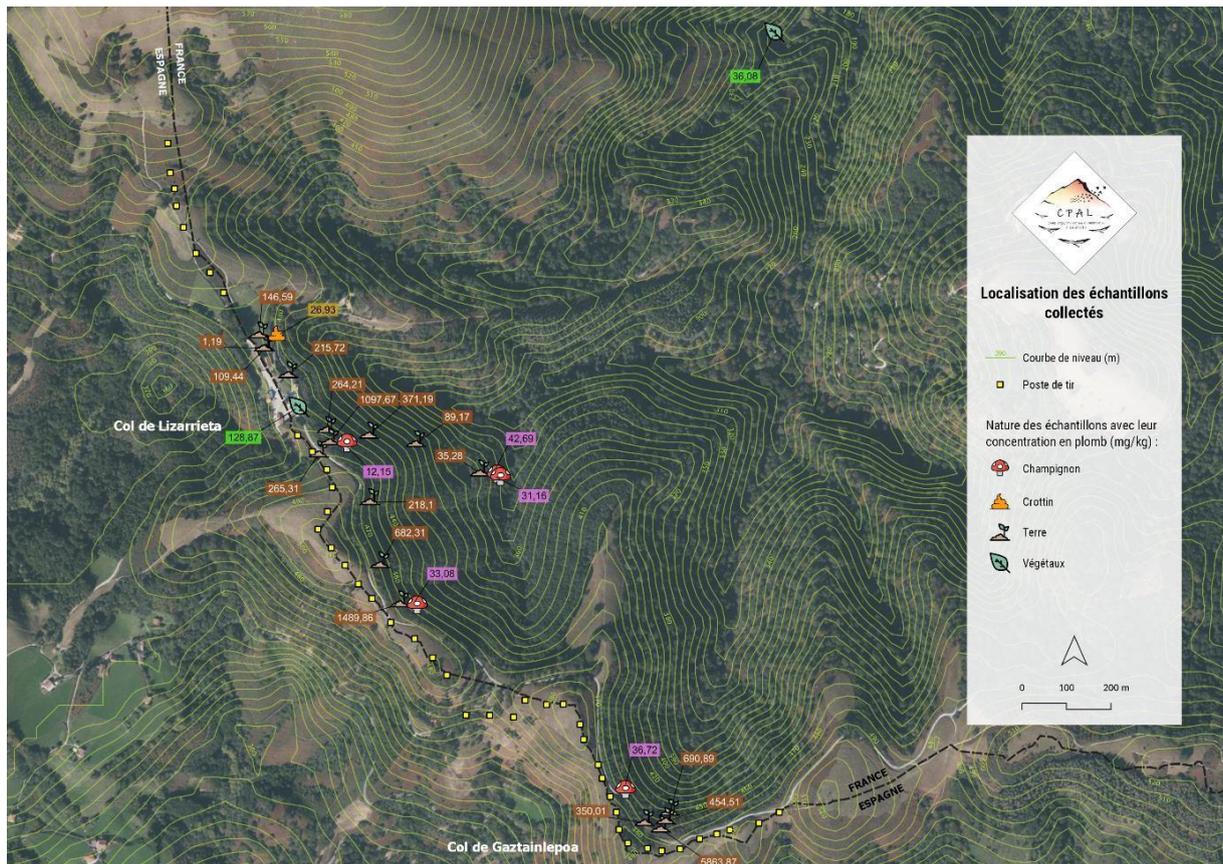


Figure 1 : Localisation des échantillons collectés. ©Audrey Caille

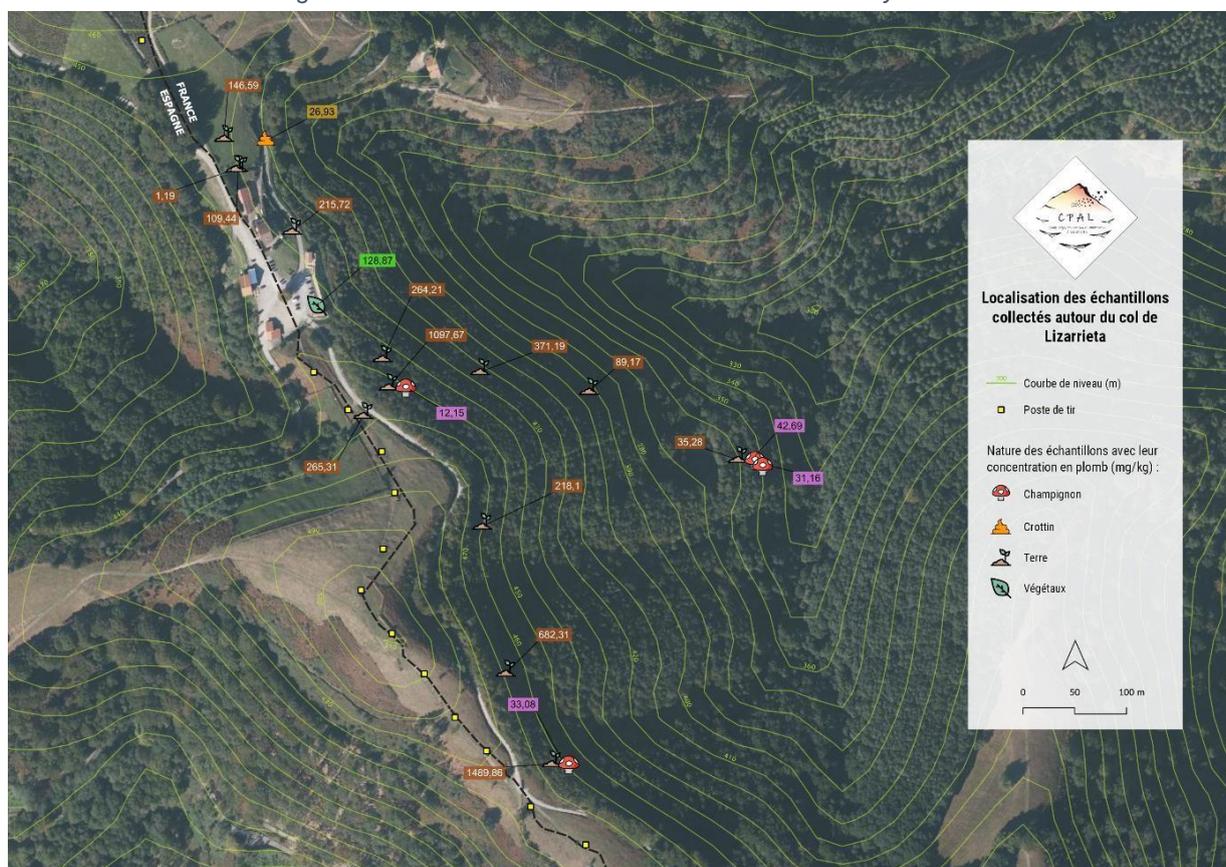


Figure 2 : Localisation des échantillons collectés autour du col de Lizarrieta. ©Audrey Caille



Figure 3 : Localisation des échantillons collectés autour du col de Gaztainlepoa. ©Audrey Caille

Ces 29 échantillons ont été envoyés pour analyse à la plateforme M&Ms Eléments majeurs et métaux traces UMR EPOC 5805, Université de Bordeaux-CNRS.

La technique d'analyse est la suivante :

- L'échantillon est séché,
- Sur 1g de poids sec, une extraction à l'acide nitrique (3ml) (comparable à l'EDTA) est effectuée,
- Chauffage dans un tube spécial, pendant 3 heures à 100°C
- Enfin, dilution et analyse à l'ICP OES<sup>3</sup>.

Les résultats présentés ci-dessous présentent la concentration en plomb exprimée en mg/kg par rapport au poids sec.

<sup>3</sup> Instrument de mesure destiné à réaliser des analyses élémentaires par spectrométrie d'émission atomique

## 2 Résultats

Les résultats présentés dans le Tableau 1 montrent que sur les 29 échantillons testés, 25 présentent une trace détectable en élément plomb, et seulement 4 en sont dépourvus ou possèdent une concentration en dessous du seuil de détection. Tous les sols testés présentent une concentration en plomb détectable. Celle-ci est comprise entre 35,28 et 5863,87 mg/kg. Le plomb n'est pas uniquement présent dans le sol, mais également dans certains organismes végétaux avec des concentrations allant de 1,19 à 42,69mg/kg.

La présence de plomb dans les échantillons se vérifie sur les deux années d'échantillonnage.

Année	Nom échantillon	Type d'échantillon	Contexte	Pb (en mg/kg)
2022	Ech 1	mousse verte	au fond d'une fontaine/source public	36,08
2022	Ech 2	terre	sol forestier (10 premiers cm) en contre bas des postes de tir :10 à 50m	5863,87
2022	Ech 3	terre	sol forestier (10 premiers cm) en contre bas des postes de tir :10 à 50m	350,01
2022	Ech 4	terre	sol forestier (10 premiers cm) en contre bas des postes de tir :10 à 50m	690,89
2022	Ech 5	terre	sol forestier (10 premiers cm) en contre bas des postes de tir :10 à 50m	454,51
2022	Ech 6	champignon	champignon récolté aux abords des postes de tir	36,72
2022	Ech 7	terre	terre de potager	109,44
2022	Ech 8	courge	récoltée dans ce même potager	1,19
2022	Ech 9	terre	terre de potager	215,72
2022	Ech 10	terre	sol forestier (10 premiers cm) en contre bas des postes de tir : 10 à 50m	265,31
2022	Ech 11	terre	sol forestier (10 premiers cm) en contre bas des postes de tir : 10 à 50m	264,21
2022	Ech 12	terre	terre d'un pâturage utilisé pour le bétail	146,59
2022	Ech 13	crottin	crottin de cheval pâturant sur le col	26,93
2022	Ech 14	sédiment	sédiments récoltés au fond d'un abreuvoir	128,87
2021	Sol 1	terre	sol forestier (10 premiers cm) en contre bas des postes de tir : 10 à 50m	1097,7
2021	Sol 2	terre	sol forestier (10 premiers cm) en contre bas des postes de tir : 10 à 50m	218,1
2021	Sol 3	terre	sol forestier (10 premiers cm) en contre bas des postes de tir : 10 à 50m	682,3
2021	Sol 4	terre	sol forestier (10 premiers cm) en contre bas des postes de tir : 10 à 50m	1489,9
2021	Sol 5	terre	sol forestier (10 premiers cm) en contre bas des postes de tir : 50 à 100m	371,2
2021	Sol 6	terre	sol forestier (10 premiers cm) en contre bas des postes de tir : 50 à 100m	89,2
2021	Sol 7	terre	sol forestier (10 premiers cm) en contre bas des postes de tir : 50 à 100m	35,3
2021	Champ 1	champignon	Récolté en sol forestier autour des postes de tir	< LD
2021	Champ 2	champignon	Récolté en sol forestier autour des postes de tir	12,1
2021	Champ 3	champignon	Récolté en sol forestier autour des postes de tir	33,1
2021	Champ 4	champignon	Récolté en sol forestier autour des postes de tir	42,7
2021	Champ 5	champignon	Récolté en sol forestier autour des postes de tir	31,2
2021	Champ 6	champignon	Récolté en sol forestier autour des postes de tir	< LD
2021	Champ 7	champignon	Récolté en sol forestier autour des postes de tir	< LD
2021	Champ 8	champignon	Récolté en sol forestier autour des postes de tir	< LD

Tableau 1 : Concentration de plomb (en mg/kg) dans les échantillons collectés autour du col de Lizarrieta. LD = Low Detect (en dessous du seuil de détection : 10.36 µg/L pour les sols et 30.11 µg/L pour les matières végétales et champignons ).

### 3 Discussion

#### 3.1 Analyse comparative des échantillons de sols

Le plomb est un composant naturel de la croûte continentale terrestre, mais faisant partie des éléments métalliques traces, sa concentration est toujours minime (les ETM représentent chacun moins de 0,1% du total des éléments chimiques constitutifs de la croûte continentale) (Baize, 2009). La concentration naturelle en plomb dans les sols reste faible, mais varie selon la nature de la roche mère et le contexte géologique historique de la région.

En 2011, le RMQS<sup>4</sup> a réalisé une étude nationale sur la qualité des sols (Gis Sol, 2011). Cette étude présente notamment les concentrations en éléments métalliques traces dans les sols (voir carte Figure 4 et Tableau 2).

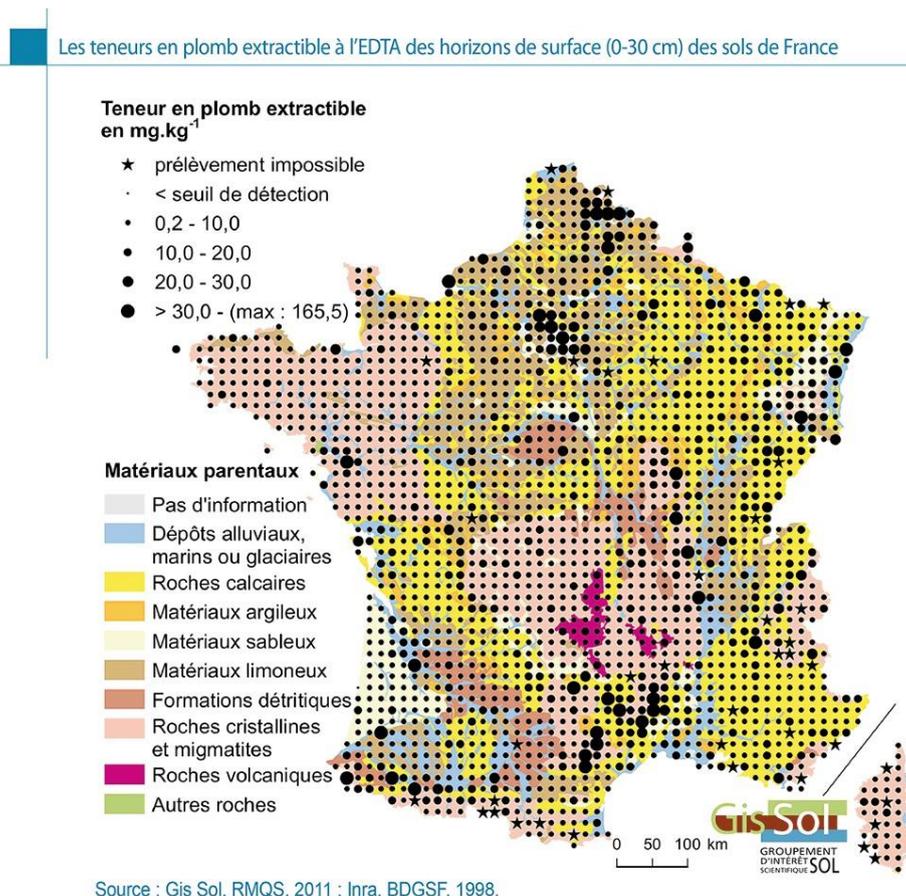


Figure 4 : Extrait du rapport sur l'état des sols en France (Gis Sol, 2011)

<sup>4</sup> Réseau de Mesures de la Qualité des Sols

	min	1 <sup>er</sup> décile	1 <sup>er</sup> quartile	médiane	moyenne	3 <sup>e</sup> quartile	9 <sup>e</sup> décile	max
Cd total	<SDD	0,07	0,12	0,20	0,30	0,34	0,62	5,53
Cd EDTA	<SDD	0,04	0,07	0,10	0,16	0,17	0,30	2,95
Cr total	<SDD	19,1	33,4	48,6	57,4	66,5	89,2	3030,0
Cr EDTA	<SDD	0,04	0,07	0,11	0,15	0,18	0,28	3,90
Co total	<SDD	2,9	5,5	9,0	10,6	13,6	18,7	112,0
Cu total	<SDD	5,1	8,7	13,9	20,4	22,3	35,7	508,0
Cu EDTA	0,1	0,6	1,2	2,3	5,3	4,1	8,3	322,0
Mo total	<SDD	0,3	0,4	0,6	0,8	0,9	1,5	19,8
Ni total	<SDD	5,9	11,2	19,4	26,2	31,3	46,1	1530,0
Ni EDTA	<SDD	0,2	0,4	0,7	1,3	1,4	2,4	99,2
Pb total	2,9	16,6	21,3	27,9	32,8	37,7	49,6	624,0
Pb EDTA	<SDD	2,6	3,7	5,6	7,5	8,5	13,1	165,5
Tl total	<SDD	0,27	0,40	0,55	0,68	0,79	1,2	16,80
Zn total	<SDD	27,5	43,1	63,6	74,7	90,2	127,0	1231,0
Zn EDTA	0,2	0,9	1,3	2,1	3,2	3,4	5,6	150,3

Tableau 2 : Extrait du rapport sur l'état des sols en France (Gis Sol, 2011). Concentrations exprimées en mg/kg

Deux méthodes de mesures ont été effectuées par le RMQS, l'une totale à l'acide fluorhydrique et l'autre plus douce dite à l'EDTA<sup>5</sup>. Le plomb extractible à l'EDTA représente une fraction plus mobile du plomb dans les sols et traduit mieux l'influence des contaminations d'origine humaine. Les résultats présentés dans cette étude réalisée autour du col de Lizarrieta sont comparables avec l'extraction à l'EDTA.

La concentration moyenne en plomb extractible à l'EDTA dans les sols français est donc de 7,5 mg/kg et la concentration maximale (Vmax) détectée lors de la campagne d'échantillonnage du RMQS est de 165,5 mg/kg (Figure 4 et Tableau 2).

Année	Nom échantillon	Type d'échantillon	Contexte	Pb (en mg/kg)	Comparaison par rapport à la moyenne (moy) nationale : ech x/7,5	Comparaison par rapport à la concentration maximale (Vmax) enregistrée par le RMQS : ech x/165,5
2022	Ech 2	terre	sol forestier	5863,87	781,85	35,43
2022	Ech 3	terre	sol forestier	350,01	46,67	2,11
2022	Ech 4	terre	sol forestier	690,89	92,12	4,17
2022	Ech 5	terre	sol forestier	454,51	60,60	2,75
2022	Ech 7	terre	potager	109,44	14,59	0,66
2022	Ech 9	terre	potager	215,72	28,76	1,30
2022	Ech 10	terre	sol forestier	265,31	35,37	1,60
2022	Ech 11	terre	sol forestier	264,21	35,23	1,60
2022	Ech 12	terre	pâturage	146,59	19,55	0,89
2021	Sol 1	terre	sol forestier	1097,67	146,36	6,63
2021	Sol 2	terre	sol forestier	218,10	29,08	1,32
2021	Sol 3	terre	sol forestier	682,31	90,97	4,12
2021	Sol 4	terre	sol forestier	1489,86	198,65	9,00
2021	Sol 5	terre	sol forestier	371,19	49,49	2,24
2021	Sol 6	terre	sol forestier	89,17	11,89	0,54

10 à 50 fois supérieur à moy	50 à 100 fois supérieur à moy	Plus de 100 fois supérieur à moy	inférieur à Vmax	1 à 10 fois la Vmax	plus de 10 fois supérieur à Vmax
------------------------------	-------------------------------	----------------------------------	------------------	---------------------	----------------------------------

Tableau 3 : Comparaison des résultats avec la moyenne nationale et la concentration maximale enregistrée par le RMQS

<sup>5</sup> EDTA = Éthylènediaminetétraacétique

En premier lieu, il apparaît nettement dans les résultats du Tableau 3 que tous les échantillons de sol présentent une concentration en plomb supérieure à la moyenne nationale. Trois sols forestiers sont 50 à 100 fois plus concentrés en plomb, et trois autres sont plus de 100 fois supérieur. A noter que l'échantillon 2 (Ech 2) présente une concentration en plomb très supérieure à 100 fois la concentration moyenne nationale.

En second lieu, les valeurs comparés à la Vmax du RMQS révèlent que 3 échantillons sont inférieurs à la valeurs max. Onze sont compris entre 1 et 10 fois la valeur maximale, et un seul dépasse de 35 fois la valeur max.

Ces résultats comparatifs démontrent une concentration anormalement élevée en plomb dans la zone puisque les valeurs sont supérieures à très supérieures à la moyenne nationale. S'il est donc certain que la zone présente des concentrations élevées en plomb, sans éléments comparatifs et référentiels, il est délicat de caractériser cette contamination, c'est-à-dire de savoir où placer la jauge pour définir qu'un sol passe de non pollué à pollué.

Pour cela, on se réfèrera au BRGM (Bureau des Recherches Géologiques et Minières) qui propose dans son « guide gestion des sites (potentiellement) pollués » un tableau « valeurs-guide en matière de pollution des eaux et des sols »<sup>6</sup> qui fixe la concentration à partir de laquelle on considère le sol comme pollué. Cette valeur seuil (VCI : Valeur de Constat d'Impact) varie selon si le sol est dit d'usage sensible ou non sensible et en fonction de la toxicité de la substance pour la santé humaine et de l'exposition des populations. Ces valeurs prennent en compte les risques chroniques pour la santé des populations liés à l'usage actuel des sites. Il existe deux catégories de site. Sont considérés comme sites à « usage non sensible » les contextes industriels et commerciaux et comme sites à « usage sensible » les sites résidentiels avec cultures et jardins potagers. On peut considérer que les échantillons récoltés à Lizarieta se trouve dans une zone à usage dit « sensible » en raison de la proximité de sites résidentiels avec jardin potager, de l'usage de la forêt elle-même (cueillette de champignons et plantes sauvages, randonnée, etc) et de l'activité pastorale du site (brebis, chevaux et vaches).

Pour les sites à usage sensible, le BRGM fixe un seuil à 400 mg/kg (2000 mg/kg pour les sites à usage non sensible). Le guide précise qu'il convient de comparer la valeur seuil à la concentration moyenne des échantillons dans l'ensemble de la zone. La concentration moyenne des échantillons de sol collectés à Lizarieta est de 820 mg/kg, soit deux fois supérieure à la valeur de constat d'impact (voir Tableau 4). On peut conclure que la zone est polluée.

---

<sup>6</sup> (BRGM, 2001)

Année	Nom échantillon	Type d'échantillon	contexte	Pb (en mg/kg)
2022	Ech 2	terre	sol forestier	5863,87
2022	Ech 3	terre	sol forestier	350,01
2022	Ech 4	terre	sol forestier	690,89
2022	Ech 5	terre	sol forestier	454,51
2022	Ech 7	terre	potager	109,44
2022	Ech 9	terre	potager	215,72
2022	Ech 10	terre	sol forestier	265,31
2022	Ech 11	terre	sol forestier	264,21
2022	Ech 12	terre	pâturage	146,59
2021	Sol 1	terre	sol forestier	1097,67
2021	Sol 2	terre	sol forestier	218,10
2021	Sol 3	terre	sol forestier	682,31
2021	Sol 4	terre	sol forestier	1489,86
2021	Sol 5	terre	sol forestier	371,19
2021	Sol 6	terre	sol forestier	89,17

Tableau 4 : Concentration en plomb dans les échantillons de terre. En orange les données supérieures à la valeur seuil des sites à usage sensible (400mg/kg).

### 3.2 Analyse comparative des échantillons organiques

Année	Nom échantillon	Type d'échantillon	contexte	Plomb (en mg/kg)
2022	Ech 1	mousse verte	source d'eau potable	36,08
2022	Ech 6	champignon	sol forestier	36,72
2022	Ech 8	courge	potager	1,19
2022	Ech 13	crottin	parking	26,93
2021	Champ 1	champignon	sol forestier	< LD
2021	Champ 2	champignon	sol forestier	12,15
2021	Champ 3	champignon	sol forestier	33,08
2021	Champ 4	champignon	sol forestier	42,69
2021	Champ 5	champignon	sol forestier	31,16
2021	Champ 6	champignon	sol forestier	< LD
2021	Champ 7	champignon	sol forestier	< LD
2021	Champ 8	champignon	sol forestier	< LD

Tableau 5 : Concentration en plomb enregistrée dans les végétaux et les champignons à Lizarieta

La Communauté Européenne a fait paraître en 2006 une directive visant à fixer les teneurs maximales pour certains contaminants dans les denrées alimentaires (RÈGLEMENT(CE)No1881, 2006). Les huit échantillons testés positifs ne peuvent pas tous être considérés comme des denrées alimentaires, mais on se référera tout de même à cette réglementation pour comparer les concentrations en plomb dans la matière organique avec le seuil légal. La teneur maximale autorisée dans un aliment varie selon la nature de cet aliment. Ainsi, pour les champignons cultivés, la réglementation européenne fixe la concentration

maximale autorisée à 3mg/kg de matière sèche et à 1mg/kg de matière sèche pour les légumes (hors brassicacée, hors légumes feuilles).

La courge appartient à la famille des cucurbitacées, la concentration en plomb de cet échantillon est supérieure à la norme autorisée.

Même s'il s'agit là de champignons non cultivés, et pas tous comestibles, un champignon restant un champignon, il nous a semblé acceptable dans le cadre de ce rapport de comparer la concentration des champignons naturels avec la norme autorisée pour les champignons cultivés toujours selon la réglementation européenne. Les champignons échantillonnés dépassent de 4 à 14 fois la concentration autorisée. Ils appartiennent à plusieurs espèces et ont été récoltés en des points différents, ce qui démontre que la contamination au plomb n'est pas la particularité d'une espèce, mais bien un phénomène s'appliquant à tous les mycètes, comestibles ou non. Les champignons sont connus par ailleurs pour accumuler les métaux lourds (Mench, et al., 2004), il est donc logique au regard du déversement local de plomb dans le sol, d'en retrouver dans leurs tissus.

Enfin, un échantillon de crottin et un de mousse récoltés respectivement sur le col et dans une source d'eau potable présentent également des concentrations en plomb élevées (27 et 36 mg/kg respectivement). Aucune réglementation ne fixe de teneur maximale autorisée pour ces échantillons. Concernant la mousse récoltée dans la fontaine d'eau potable, il est évident que la concentration en plomb ne vient pas cette fois du sol, ou de la plante elle-même, mais bien de l'eau dont elle est imbibée, cette même eau qui est utilisée pour la consommation humaine. Un dernier échantillon (Ech 14 tableau 1 : sédiments), reste à présenter et fait également le lien ici avec la concentration en plomb dans le crottin et l'activité pastorale présente dans la région. Cet échantillon de sédiments a été récolté au fond d'un abreuvoir, utilisé à minima par des vaches, des chevaux et des moutons. Nous n'avons pas trouvé de comparatif à sa valeur de 128 mg/kg. Il est toutefois évident que si du plomb se concentre au fond de l'abreuvoir, les animaux en ingère en s'abreuvant. La concentration en plomb relevé dans le crottin de cheval pourrait donc venir d'une part de l'herbe qu'ils broutent et/ou d'autre part de l'eau qu'ils boivent.

## Conclusions

L'étude réalisée autour du col de Lizarrieta a montré une concentration en plomb anormalement élevée dans les sols et dans certains organismes vivants. Le plomb se retrouve dans tous les types d'échantillons testés, qu'ils soient organiques ou non organiques. Dans certains cas, les concentrations dans la matière organique dépassent les normes maximales fixées et autorisées par l'Union Européenne pour les denrées alimentaires. Concernant le sol lui-même, la teneur dépasse également parfois la concentration maximale autorisée pour les sols à usage sensible. Etant donnée la nature des activités qui se déroulent autour du col (chasse intensive déversant de grandes quantités de plomb<sup>8</sup>), il nous paraît impératif de mener une étude approfondie sur la question.

Le plomb est un contaminant dont l'exposition à de fortes concentrations et/ou sur une longue durée entraîne des pathologies potentiellement mortelles. En 2022, l'Organisation Mondiale de la Santé alerte sur l'utilisation du plomb, rappelle qu'il n'existe pas de seuil au-dessous duquel l'exposition au plomb n'aurait pas d'effets nocifs sur les enfants, et appelle tous les pays à éduquer le grand public sur les dangers d'un mauvais usage des produits contenant du plomb<sup>9</sup>.

On rappelle ici que la forêt de Sare et le col de Lizarrieta sont également situés sur une zone Natura 2000, qui incite à la préservation de son patrimoine naturel et à la quiétude des organismes vivants qui s'y trouvent (Docob Natura 2000 col de Lizarrieta FR7212011, 2015).

---

<sup>8</sup> En moyenne, 22 800 coups de feu par an comptabilisés sur les années 2018-22, soit environ 800 kg de plomb par an.

<sup>9</sup> Site de l'OMS : [Organisation mondiale de la Santé \(OMS\) \(who.int\)](https://www.who.int)

## Bibliographie

**Baize, Denis. 2009.** Eléments traces dans les sols. Fonds géochimiques, fonds pédogéochimiques naturels et teneurs agricoles habituelles : définitions et utilités. *Le Courrier de l'environnement de l'INRA*. 2009, 57, pp. 63-72.

**BRGM. 2001.** *Gestion des sites potentiellement pollués*. s.l. : Editions, BRGM, 2001.

**CPAL. 2022.** *Les nouvelles de Lizarieta*. 2022. pp. 30-35, rapport d'activité annuel.

**Docob Natura 2000 col de Lizarieta FR7212011. 2015.** *Document d'objectif Natura 2000 du col de Lizarieta FR7212011*. 2015.

**Gis Sol. 2011.** *L'état des sols de France. Groupement d'intérêt scientifique sur les sols*. 2011. p. 188.

**Mench, Michel et Denis, Baize. 2004.** Contamination des sols et de nos aliments d'origine végétale par des éléments traces. *Courrier de l'environnement de l'INRA*. 2004, 52, pp. 31-56.

**RÈGLEMENT(CE)No1881. 2006.** *COMMISSION du 19 décembre 2006 portant fixation de teneurs maximales pour certains contaminants dans les denrées alimentaires*. 2006. pp. L 364 : 5-24.