

Expertise

Impact environnemental des munitions en Suisse: historique et contexte actuel

ANNE-LAURE GASSNER,
armasuisse W+T

Abstract

Das Thema Umwelt ist in den Medien allgegenwärtig. Obschon die Toxizität von Munition seit langem bekannt ist, wurden deren Auswirkungen auf die Umwelt kaum untersucht. In der Schweiz sind Seen aufgrund von versenkter Munition sowie Schiessplätze und Unfallorte aufgrund von Explosionen von Mu-

nitionsdepots (z. B. Mitholz) von dieser Problematik betroffen. In diesem Artikel werden nur Seen und Schiessplätze behandelt. Zu beiden Themen wird der historische Kontext dargelegt und die bis heute ergriffenen Massnahmen sowie die aktuellen Herausforderungen erläutert.

Schlüsselbegriffe munitions ; environnement ; sites pollués ; écotoxicologie ; immersion

Keywords ammunition ; environment ; polluted sites ; ecotoxicology ; water dumping



DR ANNE-LAURE GASSNER est cheffe de projet scientifique à armasuisse Science et technologies, dans le domaine spécialisé Matières explosives et Surveillance des munitions.
E-Mail : info@ar.admin.ch

Introduction

La question environnementale est devenue omniprésente dans les médias : pesticides, mercure, dioxines et plus récemment substances per- et polyfluoroalkylées (PFAS) font régulièrement les gros titres. Si le mercure fut utilisé dans les munitions, il ne l'est plus aujourd'hui. Cependant, de nombreux autres composés chimiques contenus dans ces dernières sont également bien connus pour leurs propriétés toxiques. Par conséquent, leur dissémination dans l'environnement peut contaminer le sol ou les eaux souterraines, impactant ainsi la biodiversité.

La toxicité des munitions est connue de longue date. Par exemple, les femmes britanniques qui travaillaient dans la fabrication de munitions pour les grenades au trinitrotoluène (TNT) pendant la Première Guerre mondiale étaient surnommées les « Canary Girls », ceci, car une exposition répétée à ce composé peut provoquer une coloration orange-jaune de la peau [1]. Cette dernière est heureusement réversible et la peau retrouve sa teinte nor-

male lorsque l'exposition cesse. Cependant, le TNT a d'autres effets toxiques : il peut par exemple induire des maladies du sang lors d'une exposition répétée ou encore des mutations de l'ADN [2]. Il est également bien établi que les métaux lourds contenus dans les munitions, notamment le plomb, sont toxiques pour l'humain. Ainsi, les particules de plomb provenant de l'amorce ou du projectile peuvent poser problème dans les stands de tir intérieurs dont la ventilation est insuffisante. Ce métal cible principalement le système nerveux, en causant par exemple des troubles de la mémoire ou des vertiges, mais également le système sanguin en inhibant la synthèse de l'hémoglobine [3].

L'exposition à des substances toxiques au travail a mené à l'établissement de valeurs limites au-delà desquelles un travailleur ne doit pas être exposé. De manière similaire, il existe des valeurs limites pour l'environnement, qui varient en fonction du milieu protégé et de son utilisation. Certaines définissent si un site doit être classifié comme contaminé, donc nécessitant un assainissement. Cependant, dans la pratique, il ne suffit pas toujours de mesurer une concentration et de la comparer à la limite légale : une évaluation des risques peut aussi être requise. Ainsi, les seuils pour évaluer les atteintes portées aux eaux, aux sols et à l'air,

ainsi que les prescriptions relatives aux procédures à suivre sont définies dans l'Ordonnance sur l'assainissement des sites pollués (OSites).

Si ces derniers sont légion en Suisse, seules les trois problématiques suivantes concernent l'impact environnemental des munitions, à savoir les munitions dans les lacs, les places de tir et les sites d'accident, comme Mitholz. Seules les deux premières seront traitées ici. Pour chaque thématique, le contexte historique sera présenté. Puis, les mesures prises jusqu'à aujourd'hui ainsi que les défis actuels seront explicités.

Munitions dans les lacs

En Suisse, comme dans de nombreux autres pays, l'immersion de munitions fut une pratique courante pour se débarrasser de stock excédentaire. À défaut d'avoir des installations permettant de les détruire dans des conditions sécuritaires et contrôlées comme c'est le cas aujourd'hui, ce procédé était à l'époque considéré comme le plus adapté. La munition concernée pouvait être surnuméraire ou obsolète, comme dans le cas des stocks de la Seconde Guerre mondiale, mais également des lots défectueux provenant des fabriques de munitions suisses. Finalement, des reliquats d'explosions accidentelles, comme par exemple des munitions excavées du site de Mitholz furent aussi immergées dans le lac de Thoune. Cette pratique, initiée à l'issue de la Première Guerre mondiale, fut interrompue à la fin des années 1960 [4].

Afin d'évaluer l'ampleur de la problématique, les premières recherches ont été effectuées dans les années 1990 par le Gruppe für Rüstung (aujourd'hui armasuisse). Durant l'été 2000, des pêcheurs du lac de Thoune ont observé des modifications sur les gonades de corégones [5]. Pourraient-elles être liées à la présence des munitions au fond du lac ? Les investigations ultérieures n'ont pu démontrer aucun lien entre les deux faits [5]. Cependant, il est devenu évident que l'impact de ces munitions sur l'environnement devait être éclairci. En 2003, une motion cantonale, la « motion Gresch », demande la récupération des munitions et restes d'explosifs dans le lac de Thoune [6]. En 2004, c'est au niveau fédéral que la « motion Haller » est déposée, cette fois-ci concernant tous les lacs suisses [7].



Figure 1: Localisation des munitions immergées dans les lacs suisses

Ces deux motions furent rejetées. Toutefois, la même année, une investigation historique est commandée par le Secrétariat Général du Département fédéral de la défense, de la protection de la population et des sports (DDPS) dans le but de clarifier la situation. Les rapports ont montré que plus de 95% des immersions ont eu lieu dans les lacs de Thoune, Brienz et des Quatre-Cantons (plus précisément dans le lac d'Uri et le bassin de Gersau) (Figure 1).

Cette investigation historique sera suivie par une première évaluation des risques qui n'a pas mis en évidence d'effets nocifs liés à la présence des munitions au fond des lacs. Une liste des substances pertinentes, c'est-à-dire pouvant avoir un impact environnemental notable, a été établie (Tableau 1). De plus, des lacunes dans les connaissances ont été identifiées et démontrent la nécessité de procéder à des recherches complémentaires. [8]

Substances «pertinentes»	Masse (total pour les lacs de Brienz/Thoune/Quatre-Cantons)
TNT	~ 460 tonnes
Perchloration	~ 320 tonnes
Dinitrobenzène	~ 20 tonnes
Diphénylamine	~ 2 tonnes
Plomb	~ 2 tonnes
Mercure	~ 0.3 tonne
Azide	~ 0.2 tonne
Antimoine	~ 0.1 tonne

Tableau 1: Substances contenues dans les munitions qui présentent un risque pour l'environnement. [8]

«Une évaluation complète des risques a été effectuée en 2012. Elle est basée sur trois axes: le potentiel de pollution, le potentiel de mobilisation et l'exposition/importance des biens à protéger.»

Une évaluation complète des risques a été effectuée en 2012. Elle est basée sur trois axes: le potentiel de pollution, le potentiel de mobilisation et l'exposition/importance des biens à protéger (Figure 2). Plus le volume du cube est grand, plus le danger pour l'environnement est grand. Le potentiel de pollution est considéré comme élevé en raison de la toxicité des composants des munitions. L'exposition et importance de l'eau des lacs est également élevée, car l'eau est un bien de première nécessité et les munitions se trouvent à une faible distance du bien à protéger. Cependant, les munitions sont recouvertes d'une couche de sédiments qui augmente d'année en année (environ 0.5 cm par an). Par conséquent, le danger a été jugé faible en raison du faible potentiel de mobilisation. [9]

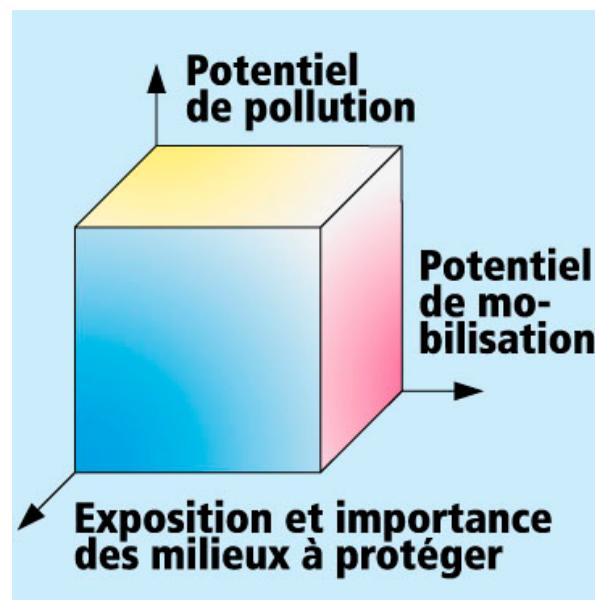


Figure 2: Axes pour l'évaluation des risques. [10]

Néanmoins, la situation peut évoluer et une surveillance a été mise en place à cet effet: des échantillons d'eau sont prélevés tous les cinq ans et des sédiments tous les dix ans, ceci afin de détecter tout changement potentiel. Les derniers monitorings n'ont pas mis en évidence de traces d'explosifs ou de produits de dégradation issus des munitions immergées [11].

Places de tir

La Suisse compte de nombreuses places de tir sur lesquelles des tirs d'entraînement ont lieu chaque année. Par exemple, en 2021, quelque 25.6 millions de GP 90 ont été tirés [12]. Sachant qu'un projectile de GP 90 contient près de trois grammes de plomb, plus de 150 tonnes de plomb auraient été théoriquement déposées sur les places de tir suisses en 2021, rien que pour ce type de munitions (c'est-à-dire en l'absence de mesures de protection ou de ramassage). Ces dernières contiennent également d'autres métaux lourds toxiques, comme le cuivre, l'antimoine ou le nickel, mais en plus faibles quantités. Les places de tir étant généralement ouvertes au public, voire parfois utilisées en été comme sites de pâture pour les animaux, la présence de résidus toxiques doit être bien documentée.

C'est pourquoi un cadastre des sites pollués (CSP) est tenu par le DDPS. Celui-ci répertorie tous les lieux d'accidents, dépôts et autres sites comportant des rebuts du DDPS, soit 1435 sites en tout en mai 2024 [13]. De plus, 641 zones de buts étaient également inscrites au cadastre [13]. Une place de tir peut être subdivisée en plusieurs zones comme illustré sur la Figure 3 : la première définit ses limites extérieures (1). La zone des buts (2) englobe les différentes surfaces sur lesquelles se trouvent les cibles (3). Finalement, le secteur à partir duquel les tirs sont effectués correspond à la zone des positions (4).

Ainsi, la pollution d'une place de tir n'est pas homogène. Certains emplacements, notamment les zones de buts, sont généralement plus pollués. Afin d'évaluer si une place de tir doit être considérée comme un site pollué, il est nécessaire de procéder à une investigation historique afin d'établir par exemple les zones qui ont été utilisées comme zone de buts ou de positions, le type de munitions tirées sur la place en question, ainsi que la fréquence et durée d'utilisation. Ces informations sont essentielles pour pouvoir définir où les prélèvements de sol doivent être effectués. Un des défis posés par le prélèvement consiste à obtenir un échantillon représentatif. En effet, la répartition des polluants est irrégulière et ponctuelle (présence de points chauds). De plus, des fragments de projectiles sont souvent présents. Leur prélèvement peut fortement influencer les résultats d'analyse. La concentration en polluants sera par la suite utilisée pour déterminer si le site dépasse les limites fixées par l'OSites et doit être assaini. Actuellement, une méthode commune pour l'assainissement consiste à excaver le sol pollué et le transporter pour le laver dans une installation dédiée. Il est ainsi possible de revaloriser certaines fractions peu ou pas polluées, par exemple pour des matériaux de construction. De tels assainissements sont très coûteux à cause du déplacement de la matière contaminée, de son traitement et finalement du stockage en déchetterie spéciale pour la partie qui ne peut pas être recyclée.

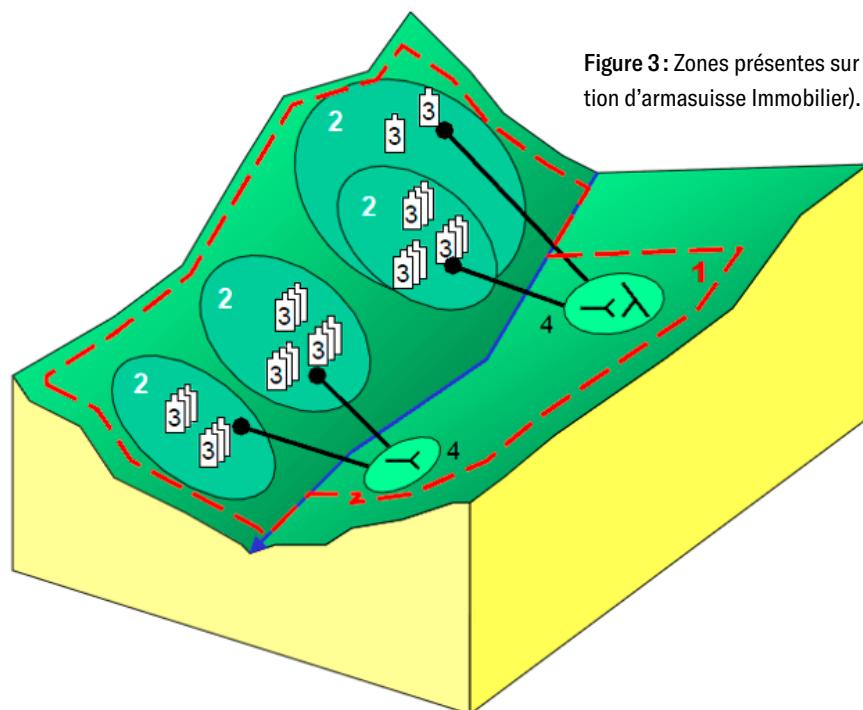


Figure 3: Zones présentes sur une place de tir (avec autorisation d'armasuisse Immobilier).



Figure 4 : Installation de systèmes pare-balles sur la place de Rossboden, Coire (avec autorisation d'armasuisse Immobilier)

78 zones de buts ont déjà été assainies, parmi lesquelles 72 restent sous surveillance administrative [13]. En 2021, le postulat Hurni demande des chiffres détaillés quant aux sites pollués par l'armée en Suisse, ainsi qu'un calendrier pour les assainissements futurs [14]. À la suite, de nouveaux délais ont été fixés, à savoir que l'investigation des sites contaminés doit être achevée d'ici à 2032 et tous les sites assainis d'ici à 2045.

Toutefois, des mesures techniques ont été prises de longue date pour limiter l'impact des tirs d'entraînement. Des systèmes pare-balles sans émission (Figure 4, droite milieu et bas) permettent par exemple de collecter les projectiles de façon à ce que les métaux lourds ne soient pas en contact direct avec l'environnement. Il est aussi possible d'isoler physiquement le sol et de collecter les eaux de ruissellement de manière à éviter leur dissémination dans l'environnement (Figure 4, gauche).

De manière plus générale, le DDPS a adopté des objectifs environnementaux qui visent à minimiser l'impact des tirs d'entraînement sur l'environnement. En pratique, cela signifie réduire les tirs au strict nécessaire, utiliser des simulateurs quand cela est possible, renoncer aux munitions contenant des substances nocives, utiliser des systèmes pare-balles comme décrit ci-dessus et finalement nettoyer les places de tir régulièrement pour éviter l'accumulation des résidus de munitions.

« De manière plus générale, le DDPS a adopté des objectifs environnementaux qui visent à minimiser l'impact des tirs d'entraînement sur l'environnement. »

Conclusions et défis actuels

De nombreuses investigations ont déjà été effectuées afin de caractériser les risques liés aux problématiques des munitions immergées dans les lacs et sur les places de tir. À ce jour, la situation dans les lacs est sous surveillance et l'assainissement des places de tir polluées aux métaux lourds est en cours.

Cependant, bien que de plus en plus d'informations soient à disposition sur l'écotoxicité des munitions, il reste difficile de quantifier précisément leur impact environnemental au vu de la complexité des phénomènes en jeu. En effet, si les substances contenues dans les munitions sont parfois très bien caractérisées du point

de vue de leur toxicité, elles peuvent être transformées, notamment lors des tirs ou bien ultérieurement par interaction avec l'environnement. Par exemple, le sol contient une variété de micro-organismes dont certains ont la capacité à dégrader partiellement les explosifs. D'autres paramètres comme le rayonnement UV ou la présence/absence d'oxygène peuvent également jouer un rôle. Les produits issus de ces transformations sont en général moins bien connus et parfois plus toxiques que les substances d'origine. Finalement, les substances chimiques peuvent interagir entre elles et ainsi être plus toxiques ensemble que séparément, phénomène connu sous le nom d'effet cocktail.

À l'avenir, les normes environnementales seront susceptibles d'être modifiées, probablement revues à la baisse, au fur et à mesure que de nouvelles connaissances scientifiques seront acquises. De nouvelles valeurs limite seront introduites pour des composés dont la toxicité n'est pas encore soupçonnée. Il faudra donc s'attendre à des exigences de plus en plus strictes et ainsi adapter les projets en conséquence.

Pour répondre à certains de ces défis et anticiper les problématiques à venir, plusieurs projets de recherche sont en cours chez armasuisse Science et technologies. Des projets de bioremédiation ont notamment été initiés pour évaluer si des micro-organismes pourraient contribuer activement à dépolluer les sols, que ce soit sur des sites d'accidents ou des places de tir. Une telle solution permettrait de réduire les coûts des assainissements et de mettre en place un système de gestion de la pollution. De plus, de nouvelles méthodes pour caractériser l'impact environnemental des munitions, surveiller son évolution, ainsi que l'acquisition de nouvelles données écotoxicologiques feront également l'objet de futurs projets.

«Pour répondre à certains de ces défis et anticiper les problématiques à venir, plusieurs projets de recherche sont en cours chez armasuisse Science et technologies.»

Bibliographie

1. *The Canary Girls: The workers the war turned yellow.* 2017 [consulté le 18.01.2024]; Available from: <https://www.bbc.com/news/uk-england-39434504>.
2. *2,4,6-Trinitrotoluene (and isomers in technical mixtures) [MAK Value Documentation, 2008].* The MAK Collection for Occupational Health and Safety: p. 1–28.
3. *Lead and its inorganic compounds apart from lead arsenate and lead chromate [MAK Value Documentation, 2002].* The MAK Collection for Occupational Health and Safety: p. 204–244.
4. Charrière, E., *Les immersions de munitions dans les lacs suisses et français (1919-aujourd'hui), de l'oubli à un statu quo évolutif.* Vol. 39. 2023, Bruxelles: Peter Lang Éditions Scientifiques Internationales.
5. *Munition in Schweizer Seen. Übersicht über die Erkenntnisse,* Eidgenössisches Departement für Verteidigung, Bevölkerungsschutz und Sport, 2015.
6. *Motion Gresch.* 2003 [consulté le 28.09.2023]; Available from: [https://www.gr.be/fr/start/geschaefte/geschaftssuche/geschaeftsdetail.html?guid=562d9225403c4c378436fe0fe12cce43](https://www.gr.be/fr/start/geschaefte/geschaeftssuche/geschaeftsdetail.html?guid=562d9225403c4c378436fe0fe12cce43).
7. *Motion Haller.* 2004 [consulté le 28.09.2023]; Available from: [https://www.parlement.ch/04.3220/Repêchage et élimination des munitions déposées au fond des lacs suisses](https://www.parlement.ch/04.3220/Repêchage-et-élimination-des-munitions-déposées-au-fond-des-lacs-suisses) | Objet | Le Parlement suisse (parlament.ch).
8. Generalsekretariat Eidgenössisches Departement für Verteidigung, Bevölkerungsschutz und Sport, *Gefährdungsabschätzung zu militärischen Munitionsversenkungen in Schweizer Seen.* 2005.
9. Generalsekretariat Eidgenössisches Departement für Verteidigung, Bevölkerungsschutz und Sport, *Militärische Munitionsversenkungen in Schweizer Seen. Umfassende Gefährdungsabschätzung.* 2012.
10. *Potentiel de pollution.* 07.07.2021 [consulté le 27.02.2024]; Available from: <https://www.bafu.admin.ch/bafu/fr/home/themes/sites-contamines/info-specialistes/les-erreurs-du-passe/potentiel-de-pollution.html>.
11. Generalsekretariat Eidgenössisches Departement für Verteidigung, Bevölkerungsschutz und Sport, *Bericht zum Explosivstoffmonitoring 2019 mit Vergleich zu den Messungen 2009.* 2020.
12. *Bericht Portfoliocontrolling 2023.* 2023, armasuisse Immobilien Kompetenzzentrum Boden.
13. Sites pollués du DDPS. Gestion des sites contaminés du DDPS: contexte, marche à suivre et planification. Rapport du Conseil fédéral en réponse au postulat 21.3636 Baptiste Hurni (CN) du 3 juin 2021. 26 juin 2024.
14. Hurni, B. *21.3636 Postulat: Sites pollués par l'armée. Quelles sont les perspectives d'assainissement?* 03.06.2021; Available from: <https://www.parlement.ch/en/ratsbetrieb/suche-curia-vista/geschaefft?AffairId=20213636>.