

SANTÉ
ENVIRONNEMENT

DÉCEMBRE 2024

ÉTUDES ET ENQUÊTES

EXPOSITION AU PLOMB EN LIEN AVEC
LA PRATIQUE DU TIR SPORTIF
DANS DEUX SOCIÉTÉS DE TIR
DU DOUBS (25)

RÉGION

BOURGOGNE FRANCHE COMTÉ

Résumé

Exposition au plomb en lien avec la pratique du tir sportif dans deux sociétés de tir du Doubs

En juin 2019, l'Agence régionale de santé de Bourgogne-Franche-Comté a sollicité Santé publique France afin d'apporter un appui technique et méthodologique pour la gestion de la contamination au plomb découverte concomitamment par deux clubs de tir de loisir distants de 15 kilomètres autour de Besançon, certains tireurs présentant des plombémies élevées.

Une étude transversale a été réalisée auprès des adhérents de ces deux sociétés de tir sportif, avec pour objectif d'évaluer leur exposition biologique au plomb. Ces personnes ont été invitées à se faire prescrire une plombémie et à compléter un questionnaire individuel en ligne afin de faire connaître à Santé publique France le(s) résultat(s) de plombémie, leur pratique du tir et d'éventuelles expositions connues au plomb.

Au terme de l'enquête en février 2020, 41 tireurs adultes de la Société A (15 % des 269 adultes adhérents en 2018-2019) et 92 tireurs adultes de la Société B (32 % des 289 adultes adhérents en 2018-2019) ont rempli un questionnaire individuel en ligne et ont effectué au moins une plombémie.

Respectivement 60 % et 40 % des tireurs des sociétés A et B présentaient des plombémies supérieures au seuil de 70 µg/L définissant la surexposition au plomb pour un adulte. Les tireurs exposés étaient majoritairement des adultes masculins. L'imprégnation au plomb augmentait avec la fréquentation des stands de tir. Certaines pratiques comme « participer au nettoyage des stands » ou « manger sur place » étaient associées à des plombémies élevées.

L'élimination du plomb était lente, de l'ordre d'une année sans exposition pour diminuer de moitié la charge en plomb des tireurs.

La mise en évidence de plomb dans les stands de tir n'est pas une découverte récente. Les tireurs professionnels bénéficient déjà d'un suivi médical. Mais ce risque d'exposition au plomb tend à être sous-estimé lorsqu'il se déroule exclusivement dans un cadre associatif et de loisir, cette population ne faisant l'objet d'aucune surveillance. La prise de conscience du problème passe d'abord par une bonne information et sensibilisation des tireurs. Mais il restera difficile de convaincre les pratiquants de prendre des mesures pouvant être vécues comme contraignantes pour eux-mêmes et/ou onéreuses pour les clubs, alors même que les effets du plomb restent souvent peu visibles à l'échelle individuelle. Seule à même de révéler les expositions individuelles excessives au plomb, une réflexion devrait être engagée pour évaluer le bénéfice d'une surveillance biologique régulière des tireurs de loisir.

MOTS-CLÉS : PLOMB ; SATURNISME ; TIR DE LOISIR ; ARME À FEU ; ENVIRONNEMENT

Citation suggérée : Clinard F, Angulo E, Chêne S, Koczorowski M, Retel O. *Exposition au plomb en lien avec la pratique du tir sportif dans deux sociétés de tir du Doubs* (25). Saint-Maurice : Santé publique France, 2023. 38 p. Disponible à partir de l'URL : www.santepubliquefrance.fr

ISSN : 2609-2174 - ISBN-NET : 979-10-289-0866-9 - RÉALISÉ PAR LA DIRECTION DE LA COMMUNICATION, SANTÉ PUBLIQUE FRANCE - DÉPÔT LÉGAL : DÉCEMBRE 2024

Abstract

Exposure to lead linked to the practice of sport shooting in two shooting clubs in Doubs

In June 2019, the Bourgogne-Franche-Comté Regional Health Agency asked Public Health France to provide technical and methodological support for the management of lead contamination discovered concomitantly by two recreational shooting clubs around Besançon. Some shooters presented high blood lead concentration levels.

A cross-sectional study of biological exposure was carried out among the members of these two shooting societies. Shooters and family were invited to be prescribed a blood lead test and to complete an individual online questionnaire in order to inform Public Health France of their blood lead result(s), their practice of shooting and any known exposure to lead.

At the end of the survey in February 2020, 41 adult shooters from the club A (15% of the 269 adult members in 2018-19) and 92 adult shooters from the club B (32% of the 289 adult members in 2018-19) completed the survey and performed at least one blood lead test.

Respectively 60% and 40% of shooters from clubs A and B had blood lead levels above the threshold of 70 µg/L defining overexposure to lead for an adult in France. The exposed shooters were mostly adult males. Lead impregnation increased with attendance at shooting ranges. Some practices such as "to participate in the cleaning of the stands" or "to eat on the spot" were associated with high blood lead levels. The elimination of lead was slow. Roughly, one year without exposure was necessary to halve the lead blood level of the shooters.

The highlighting of lead in shooting ranges is not a recent discovery, not any more than the impregnation of professional shooters (professionals already benefit from medical monitoring). But this risk of exposure to lead tends to be underestimated when it takes place exclusively in an associative and leisure context, this population is not the subject of any surveillance. It will remain difficult to convince practitioners to take measures that may be experienced as restrictive for themselves and/or costly for clubs, even though the effects of lead remain frequently barely visible on an individual scale. The usefulness of a regular biological monitoring of recreational shooters, only way of detecting excessive exposure to lead, should be considered.

KEY WORDS: LEAD POISONING ; FIREARMS ; GUNS ; SHOOTING GALLERIE ; ENVIRONMENT

Auteurs

François Clinard
Élodie Angulo
Sonia Chêne
Magali Koczorowski
Olivier Retel

Santé publique France, Direction des régions, Cellule régionale Bourgogne-Franche-Comté

Remerciements

Nous remercions chaleureusement :

- Les deux sociétés de tir, leurs présidents, comités directeurs et adhérents pour leur accueil et leur confiance
- le Dr Robert Garnier (CAP-TV de Paris) pour ses apports sur plusieurs points bibliographiques et ses remarques concernant la toxicocinétique du plomb
- les Dr Emmanuel Puskarczyk, Christine Tournoud et Jacques Manel (CAP-TV de Nancy) pour leur appui constant au cours de l'étude
- le Pr Frédéric Lirussi et le Dr Olivier Fischer du laboratoire de toxicologie du CHU de Besançon pour les analyses de poussières de plomb
- Sandrine Allaire, Didier Rollet et Éric Lalaurie (ARS BFC) pour leur implication dans ce dossier
- Emmanuelle Vaissière (Santé publique France) et Aurore Czerwiec (CAP-TV de Lyon) pour leur relecture attentive du manuscrit

Table des matières

Résumé	2
Abstract	3
Auteurs.....	4
1. INTRODUCTION	7
Signalement.....	7
Présentation des infrastructures des deux sociétés de tir.....	7
Risques sanitaires liés à l'exposition au plomb.....	7
Comportement du plomb dans le corps humain (2–8).....	7
Toxicité du plomb (2–10).....	8
Prévention de l'exposition au plomb en milieu professionnel (11).....	9
Prévention de l'exposition au plomb en population générale (15).....	10
Exposition au plomb lors de la pratique du tir.....	10
2. MÉTHODE	11
Type d'étude.....	11
Objectif.....	11
Critères d'inclusion et organisation pratique.....	11
Réalisation des plombémies.....	11
Construction du questionnaire.....	12
Analyses statistiques.....	12
Analyse descriptive des plombémies.....	12
Cinétique d'élimination du plomb.....	12
Modélisation et facteurs explicatifs de la primo-plombémie.....	12
Aspects éthiques.....	13
Consentement éclairé des participants à l'étude.....	13
Mode de circulation des données.....	13
Confidentialité.....	13
Autorisations réglementaires.....	13
Déontologie et communication des résultats.....	14
3. RÉSULTATS	15
Population étudiée.....	15
Participation à l'étude.....	15
Fréquentation des clubs de tir.....	16
Description des plombémies.....	17
Plombémies de personnes mineures.....	17
Plombémies des adultes.....	17
Plombémies répétées.....	19
Plombémies augmentées.....	19
Calcul approché de la demi-vie observée chez 10 tireurs adultes ayant rapporté au moins 3 plombémies décroissantes.....	20
Recherche de facteurs favorisant les plombémies élevées.....	21
Société de tir A.....	21
Société de tir B.....	24
Recherche de poussières de plomb sous les chaussures d'un visiteur.....	27
Résultats.....	27

4. DISCUSSION.....	28
Résultats principaux	28
Atouts et faiblesses de l'étude	28
Plombémies de personnes mineures.....	29
Facteurs de risque associés à une première plombémie élevée chez les adultes	29
Mesures mises en place après la découverte des plombémies élevées	29
5. CONCLUSION.....	31
Références bibliographiques	32
Annexes.....	35
Annexe 1. Lettre aux médecins des tireurs.....	35
Annexe 2. Masque de saisie du questionnaire en ligne	35
Annexe 3. Affiches d'information et de sensibilisation au risque d'exposition au plomb pour les pratiquants du tir de loisir	37

1. INTRODUCTION

Signalement

Au cours du premier semestre de l'année 2019, deux clubs de tir de loisir d'approximativement 300 adhérents chacun, l'un situé sur la commune de Besançon, l'autre sur une commune proche, ont informé l'Agence régionale de santé (ARS) Bourgogne-Franche-Comté que plusieurs adhérents présentaient des concentrations anormalement élevées de plomb dans le sang. Les clubs avaient connaissance de plombémies de 22 tireurs dont la moyenne (arithmétique) atteignait 256 µg/L. Six plombémies dépassaient 400 µg/L. Devant ces résultats et de leur propre initiative, les deux clubs de tir ont suspendu leur activité, en mars 2019 pour le club A et mai 2019 pour le club B, et incité leurs adhérents à faire réaliser des plombémies. Des mesurages environnementaux ont alors été engagés : les analyses d'air réalisées en mai 2019 dans un des stands du club A, interdit d'accès aux tireurs depuis février 2019, rapportaient des concentrations comprises entre 1,5 et 4 µg/m³. Dans un autre stand (club B), la présence de poussières de plomb a été détectée sur le pas de tir (20 000 à 100 000 µg/m²) comme sur le mobilier (200 à 2 000 µg/m²) et le sol (5 000 µg/m²) des espaces de vie. Pour rappel, dans les logements français, la concentration surfacique moyenne en poussières de plomb est inférieure à 10 µg/m² (1).

L'ARS a saisi Santé publique France le 19 juin 2019 afin que sa Cellule Bourgogne-Franche-Comté apporte un appui technique et méthodologique pour la gestion de ce dossier. L'activité des clubs de tir ne reprendra qu'en septembre 2020, après un nettoyage approfondi des locaux.

Présentation des infrastructures des deux sociétés de tir

La société de tir A possède plusieurs locaux éloignés les uns des autres de plusieurs kilomètres :

- Site C : un fort bastionné du XIX^e siècle qui abrite le local du club avec son espace de convivialité, un pas de tir à 50 m (6 postes de tir avec tables de tir couché), et, dans les anciens fossés de ce fort historique, au pied des murailles, 11 postes de tir en extérieur (tir à 25 m),
- Site R : une partie d'un complexe sportif exclusivement dédié au tir à air comprimé (10 m), avec 20 postes de tir,
- Site T : un bâtiment ancien fermé, peu ventilé qui abrite un stand de tir avec plusieurs postes de tir à 25 et 50 mètres.

La société de tir B est installée dans un bâtiment fermé à deux étages, dont le premier étage comprend la zone de convivialité, des bureaux et un stand de tir à 20 m (10 postes), séparé par une porte et des cloisons. Un stand de tir à 10 m (10 postes de tir) occupe le deuxième étage.

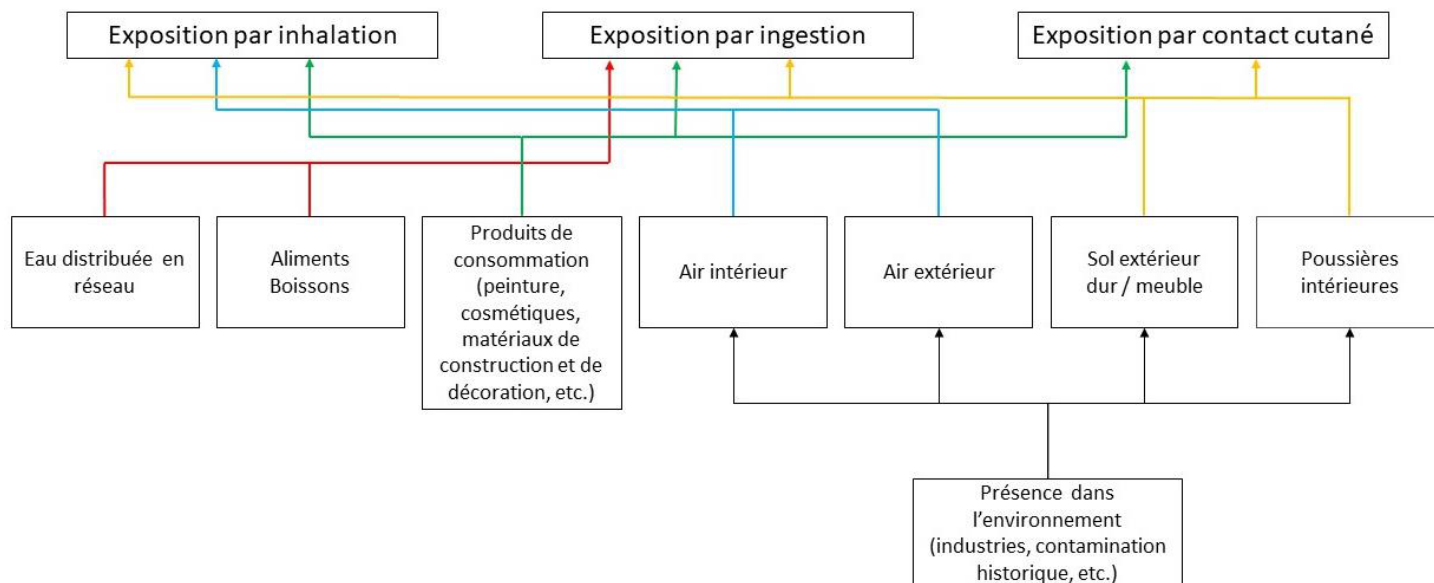
Risques sanitaires liés à l'exposition au plomb

Comportement du plomb dans le corps humain (2-8)

Présent dans de nombreux compartiments environnementaux (eau, air, sols) (Figure 1), il est susceptible d'être présent dans de nombreuses situations d'exposition extra-professionnelles. Il peut être absorbé dans l'organisme par inhalation de vapeurs, de fumées ou de fines poussières (diamètre inférieur à 5 µm) de plomb, avec une très grande biodisponibilité (fraction du plomb qui passe dans la circulation générale), de l'ordre de 95 % pour les formes solubles. Par ingestion, la résorption (passage du tube digestif vers la circulation générale) du plomb est beaucoup plus

importante chez l'enfant (40 à 50 % de la quantité de plomb ingérée) que chez les adultes (5 à 10 %).

Figure 1. Schéma conceptuel générique d'exposition au plomb pour la population générale et sources de données (constat en France en 2019) (4)



Le plomb absorbé se fixe majoritairement (90 %) dans l'os où sa demi-vie (durée nécessaire pour que la concentration soit divisée par 2) se compte en dizaines d'années, constituant de ce fait un « réservoir » susceptible d'échanges lents avec les autres tissus et le sang lors de la synthèse osseuse ou de relargages plus importants lors de remaniements osseux particuliers (fractures, grossesse, ostéoporose, alitement prolongé, etc.). Environ 8 à 9 % du plomb sont retrouvés au niveau des tissus mous (rein, rate, foie, poumons, cerveau) et une faible part (1-2 %) s'accumule dans les globules rouges du sang. Dans les tissus mous comme dans le sang, la demi-vie du plomb est de l'ordre du mois (20 à 40 jours). Le plomb traverse le placenta dès le premier trimestre de grossesse. On le retrouve également en très faible concentration dans le lait maternel. Le plomb serait éliminé de l'organisme selon trois phases : une première, rapide, qui correspondrait à l'élimination du plomb non fixé présent dans le sang ; une deuxième, lente, représenterait la fraction du plomb faiblement lié et présent dans les tissus mous ; la troisième, très lente, pourrait n'intervenir que plusieurs années après les deux premières, car elle correspond au plomb fortement fixé notamment au niveau osseux. La voie urinaire représente plus de 75 % du plomb éliminé. Mais la plomburie (concentration en plomb dans l'urine), ne reflétant pas la charge corporelle en plomb, n'est pas utilisée dans la surveillance biologique de routine. À l'inverse, la mesure de la concentration en plomb dans le sang (plombémie) est un bon reflet de l'exposition récente et de l'accumulation du plomb dans l'organisme.

Toxicité du plomb (2-10)

Le plomb est un élément chimique naturel qui n'a aucun rôle physiologique : il ne présente donc aucun bénéfice pour la santé humaine. Son action se manifeste, au contraire, par des effets toxiques dès les plus faibles doses. Les mécanismes d'action toxique sont multiples, interférant avec de nombreux métabolismes des cellules. L'intoxication (saturnisme) conduit à de nombreuses atteintes variables selon le niveau de plombémie observée. Les principales cibles sont le système nerveux en développement, le système cardio-vasculaire, le rein, le sang, le foie et l'appareil reproducteur. Le Centre international de recherche sur le cancer de l'organisation mondiale de la santé (CIRC-OMS) classe le plomb comme un agent probablement cancérigène pour l'homme (groupe 2A) (10).

À faible dose, pour des plombémies inférieures à 100 µg/L, des effets délétères du plomb pour la santé s'exercent sur la pression artérielle et sur la fonction rénale chez l'adulte et provoquent des déficits au niveau du système nerveux central (objectivés par une diminution du quotient intellectuel) chez l'enfant (2). L'Autorité européenne de sécurité des aliments (EFSA) (9) a modélisé la relation entre plombémie et la prévalence de la maladie rénale chronique (définie par la persistance pendant plus de trois mois d'un taux de filtration glomérulaire inférieur à 60 ml/min/1,73 m² de surface corporelle). Une plombémie critique de 15 µg/L a été déterminée (valeur associée à une augmentation de 10 % de la prévalence de la maladie rénale chronique). D'après l'agence nationale de sécurité sanitaire de l'alimentation, de l'environnement et du travail (Anses) (2), cette valeur peut être considérée comme protectrice vis-à-vis des effets sur le système nerveux central chez l'enfant. De plus, aucun effet rénal n'a été observé chez l'enfant (de moins de 12 ans) pour des plombémies inférieures à 50 µg/L et les effets observés sur le rein chez l'adulte peuvent être consécutifs à une exposition vie entière (depuis l'enfance). Par conséquent, la néphrotoxicité est retenue comme effet critique pour l'ensemble de la population quel que soit l'âge.

Prévention de l'exposition au plomb en milieu professionnel (11)

Le Code du travail fixe pour le plomb et ses composés une valeur limite d'exposition professionnelle (VLEP) réglementaire contraignante de 100 µg/m³, à ne pas dépasser en moyenne sur 8 heures dans l'atmosphère des lieux de travail (article R. 4412-149). Le respect de cette valeur limite d'exposition professionnelle doit être considéré comme un objectif minimal de prévention. L'exposition des travailleurs doit être réduite au niveau le plus bas techniquement possible. Les valeurs limites biologiques (VLB) réglementaires contraignantes correspondant aux plombémies à ne pas dépasser sont fixées à 400 µg de plomb par litre de sang pour les hommes et à 300 µg/L de sang pour les femmes (article R. 4412-152). L'article R4412-160 du Code du travail indique qu'une surveillance médicale renforcée de ces travailleurs est nécessaire si la concentration dans l'air est supérieure à 50 µg/m³, en moyenne pondérée sur huit heures ou si la plombémie est supérieure à 200 µg/L chez les hommes ou à 100 µg/L, chez les femmes. Le contrôle du respect des valeurs limites réglementaires (VLEP et VLB) du plomb doit être réalisé par des laboratoires accrédités (selon les modalités prévues par deux arrêtés du 15 décembre 2009). Il faut noter par ailleurs que des mesures de lutte contre le saturnisme ont été aussi prévues dans le Code de la santé publique. Celles-ci s'inscrivent dans une démarche générale visant notamment à améliorer le dépistage des populations à risque et leur prise en charge, à prévenir l'apparition du saturnisme et en particulier à stopper le processus d'intoxication des enfants.

Ces seuils sont en cours de révision dans le cadre d'une transposition en droit français d'une directive européenne (12–14) qui devrait conduire à une VLEP de 30 µg/m³ et une VLB de 150 µg/L (pour les deux sexes), accompagnées de seuils de surveillance médicale à 15 µg/m³ et à 90 µg/L (plombémie). De plus, le plomb présente un risque à la fois pour la reproduction et pour le développement du fœtus ou des descendants des femmes exposées, entraînant principalement une perte de quotient intellectuel. Afin de protéger les personnes concernées et d'aider les employeurs à gérer les risques, il sera proposé une valeur biologique de référence indiquant que la plombémie des femmes en âge de procréer ne devrait pas dépasser les valeurs de référence de la population générale qui n'est pas exposée professionnellement au plomb dans l'État membre concerné de l'Union européenne. La valeur de 45 µg/L, établit par l'Anses en 2019 (cf. ci-après), pourrait être retenue pour la France.

En 2019, le Comité d'experts spécialisés (CES) « Expertise en vue de la fixation de valeurs limites à des agents chimiques en milieu professionnel » de l'Anses (5) a recommandé, pour le plomb et ses composés inorganiques, les valeurs de plombémie suivantes :

- une valeur limite biologique basée sur les effets neurocomportementaux de 180 µg/L
- une valeur biologique de référence pour les hommes de 85 µg/L
- une valeur biologique de référence pour les femmes de 60 µg/L
- une valeur biologique de référence pour les femmes susceptibles de procréer de 45 µg/L

L'Anses souligne que dans la mesure où il n'est pas possible d'identifier un seuil sans effet sur la reproduction, la valeur limite biologique n'assure pas de protection contre les effets sur la reproduction et recommande, de ne pas dépasser pour les femmes susceptibles de procréer la valeur biologique de référence de 45 µg/L.

Elle rappelle également que les valeurs biologiques de référence ici recommandées, élaborées à partir des niveaux d'imprégnation mesurés en population générale, n'ont pas pour objectif de pouvoir apporter un niveau de protection défini vis-à-vis d'effets sanitaires mais permettent de mettre à disposition une aide à l'interprétation des niveaux d'exposition des travailleurs (au regard du 95^e percentile des valeurs observées dans une population générale d'adultes).

Prévention de l'exposition au plomb en population générale (15)

En l'absence de seuil d'innocuité, c'est le dépassement du 98^e percentile de la distribution de la plombémie dans la population générale qui définit la surexposition au plomb. Sur cette base méthodologique, le Haut conseil de la santé publique (HCSP) a retenu en 2020 les seuils suivants :

- 50 µg/L pour les enfants de moins de 7 ans
- 30 µg/L pour les enfants de 7 à 17 ans
- 70 µg/L pour les adultes
- 50 µg/L pour les femmes enceintes de plus de 17 ans
- 30 µg/L pour les femmes enceintes de moins de 17 ans

Exposition au plomb lors de la pratique du tir

L'exposition au plomb liée à la pratique du tir a été identifiée dans le milieu des années 1980 aux USA mais semble être restée confidentielle au regard de l'importante littérature existant sur le saturnisme infantile. Une revue de littérature publiée en 2017 (16) a identifié entre 1975 et 2016 uniquement 36 articles incluant des plombémies chez des pratiquants du tir.

En France, les services de médecine du travail et l'Institut national de recherche et de sécurité (INRS) ont publié des articles (17,18) confirmant la réalité de l'exposition environnementale dans les stands de tir et ses conséquences sur certains groupes professionnels (services de police, forces armées). Les particules de plomb émises lors du tir résultent de l'action de gaz chauds produits par l'explosion de la charge de poudre sur la balle ainsi que le frottement de celle-ci sur le canon de l'arme. Il s'y ajoute une émission de poussières de plomb lors de l'impact de la balle sur la cible et le dispositif pare-balles.

Les tireurs s'exposent donc au plomb lors du tir lui-même mais également au contact des poussières de plomb présentes sur le stand de tir ainsi que dans certaines activités annexes parfois réalisées à domicile (confection de munitions, nettoyage des armes). Ce risque d'exposition au plomb reste mal connu et fortement sous-estimé dans les clubs de tir, de sorte que les mesures de prévention simples sont rarement appliquées. L'exposition au plomb dans l'entourage proche des tireurs (et en particulier des enfants, plus vulnérables au plomb que les adultes) ne doit pas être négligée.

2. MÉTHODE

Type d'étude

Une étude transversale d'exposition biologique a été réalisée auprès des adhérents de deux sociétés de tir du Doubs, à partir :

- des résultats de plombémies transmis par les adhérents ;
- de questionnaires en ligne remplis par ces mêmes adhérents.

Objectif

Cette étude avait pour objectif principal d'évaluer l'exposition au plomb des adhérents des deux clubs de tir à partir des mesures de plombémies réalisées entre mars 2019 (date de fermeture du stand de tir du club A) ou mai 2019 (date de fermeture du stand de tir du club B), et février 2020 (date de fin d'accès du questionnaire sur internet). Un second objectif de l'étude était de rechercher des facteurs favorisant l'exposition au plomb.

Critères d'inclusion et organisation pratique

Les adhérents des deux sociétés de tir ont été invités à se faire prescrire une plombémie et à compléter un questionnaire individuel en ligne afin de faire connaître à Santé publique France le(s) résultat(s) de plombémie, leur pratique du tir et d'éventuelles expositions connues au plomb. Les personnes résidant de manière habituelle ou fréquente avec les adhérents, même non-tireurs, étaient également invitées à suivre la même démarche.

Les listes des adhérents de la saison 2018-2019 ont été fournies par les présidents des sociétés de tir. L'examen des cahiers de présence sur les stands de tir entre septembre 2018 et février 2019 a permis de prendre connaissance de la fréquentation réelle des stands de tir en raison d'un émargement obligatoire dès l'entrée dans le stand.

Réalisation des plombémies

Une lettre cosignée par l'Agence régionale de santé Bourgogne-Franche-Comté, le Centre antipoisons et de toxicovigilance de Nancy (CAP-TV) et Santé publique France a été envoyée le 15 octobre 2019 à tous les tireurs pour qu'ils la communiquent à leur médecin traitant (Annexe 1). Cette lettre avait pour but d'informer les médecins généralistes de la situation, de les inciter à la prescription d'une plombémie de contrôle pour les tireurs et leur entourage proche et de leur proposer l'expertise du CAP-TV dans l'interprétation individuelle des résultats. Les plombémies ont donc été réalisées sur prescription des médecins généralistes des tireurs par un laboratoire d'analyses médicales à la discrétion des tireurs. En pratique, nous avons pu constater que la plupart, sinon la totalité, des prélèvements ont été sous-traités auprès des laboratoires Cerba, Eurofins-Biomnis et du CHU de Besançon. Ces trois laboratoires réalisent les plombémies par analyse ICP-MS et participent à un système de contrôle de qualité permettant d'évaluer la reproductibilité intra-laboratoire.

Construction du questionnaire

Un questionnaire individuel accessible sur internet a été proposé aux adhérents des deux sociétés de tir pour recueillir les valeurs des plombémies réalisées et des informations permettant de faciliter l'interprétation de celles-ci : âge, sexe, dates de réalisation des plombémies, habitudes de pratiques du tir et autres expositions au plomb. Le masque de saisie de ce questionnaire est présenté dans l'Annexe 2 en fin de document.

Analyses statistiques

Les analyses ont été réalisées par club pour prendre en compte leur spécificité (infrastructure, pratique...).

Analyse descriptive des plombémies

Les plombémies suivent généralement des distributions asymétriques proches d'une loi log-normale, avec un nombre important de personnes qui présentent des plombémies inférieures à la moyenne arithmétique et un petit nombre de personnes qui présentent des plombémies très élevées, fortement éloignées de la moyenne arithmétique. De ce fait, la moyenne géométrique d'un ensemble de plombémies est généralement considérée comme un meilleur estimateur central de la distribution que la moyenne arithmétique. Comme les moyennes arithmétiques restent néanmoins très utilisées, les analyses statistiques réalisées présentent ces deux types de moyennes, accompagnées de leurs intervalles de confiance à 95 % : la « vraie valeur » de la moyenne à 95 % de chance d'être comprise dans l'intervalle de confiance calculé.

Cinétique d'élimination du plomb

La « vitesse » d'élimination du plomb sanguin à l'arrêt de l'exposition suit une cinétique d'ordre 1, c'est-à-dire que l'on considère que cette vitesse n'est pas constante dans le temps, mais proportionnelle à la concentration en plomb. On caractérise donc généralement la « vitesse » d'élimination du plomb sanguin par sa demi-vie d'élimination, soit la durée nécessaire pour que la concentration dans le sang soit divisée par deux.

Des calculs de demi-vie d'élimination ont été effectués pour les tireurs adultes qui ont communiqué au moins 3 plombémies sans ré-augmentation au fil du temps.

Les calculs de demi-vie des plombémies ont été obtenus à partir des équations :

$T_{1/2} = \ln 2/k$ où $-k$ est la pente de la droite $\ln [P_{\text{plombémie}}] - \ln [P_{\text{plombémie initiale}}] = -k t$ et t représente le temps.

Modélisation et facteurs explicatifs de la primo plombémie

Les variables du questionnaire susceptibles d'expliquer les différences de primo plombémies ont été exploitées avec des tests de comparaison de moyennes (tests de Student) après transformation logarithmique des valeurs de plombémies.

Les variables issues de test présentant un degré de signification statistique inférieur à 20 % ont été retenues comme candidates à un modèle de régression linéaire multivarié, en plus de l'âge et du délai séparant le premier jour de fermeture du club de tir avec le jour de réalisation de la plombémie.

Des modèles de régression linéaire expliquant la première plombémie (après transformation logarithmique) ont été construits avec des procédures de sélection de variables itératives pas à pas ascendante et descendante au seuil statistique de 5 %. Les variables sélectionnées par ces

procédures n'étaient pas exactement les mêmes pour le club A et le club B. Celles qui différaient ont été imposées dans le modèle final afin de faciliter la comparaison des résultats sur les deux clubs de tir. Un ajustement sur le délai (en jours) de réalisation de la première plombémie avec la date de fermeture des clubs de tir a été introduit systématiquement dans ces modèles.

Les calculs statistiques ont été réalisés avec le logiciel R :

R Core Team (2022). R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. URL <https://www.R-project.org>

- H. Wickham. ggplot2: Elegant Graphics for Data Analysis. Springer-Verlag New York, 2016.
- Lukasz Komsta (2022). outliers: Tests for Outliers. R package version 0.15. <https://CRAN.R-project.org/package=outliers>
- Barret Schloerke, Di Cook, Joseph Larmarange, Francois Briatte, Moritz Marbach, Edwin Thoen, Amos Elberg and Jason Crowley (2021). GGally: Extension to 'ggplot2'. R package version 2.1.2. <https://CRAN.R-project.org/package=GGally>
- Ryan M. Hope (2022). Rmisc: Ryan Miscellaneous. R package version 1.5.1. <https://CRAN.R-project.org/package=Rmisc>
- Taiyun Wei and Viliam Simko (2021). R package 'corrplot': Visualization of a Correlation Matrix (Version 0.92). Available from <https://github.com/taiyun/corrplot>

Aspects éthiques

Consentement éclairé des participants à l'étude

Les personnes ont été informées du caractère volontaire et bénévole de leur participation ainsi que de leur droit d'accès et de rectification des données les concernant.

Mode de circulation des données

Les données ont été recueillies par un questionnaire accessible sur internet. L'accès au questionnaire était conditionné par l'attribution d'un login et d'un mot de passe personnels communiqués individuellement à chaque adhérent. Les listes des adhérents ayant permis la construction d'identifiants personnels de connexion au questionnaire en ligne ont été détruites à la fin de la période d'investigation d'urgence, soit un an après la mise à disposition du questionnaire en ligne.

La base de données exploitée pour l'analyse statistique contenait l'ensemble des données des questionnaires ainsi que les résultats d'analyses biologiques de plombémie. L'ensemble des données était stocké sur un répertoire indépendant et sécurisé à Santé publique France.

Le fichier contenant l'ensemble des données d'enquête est conservé jusqu'à la fin de l'étude (publication des résultats).

Confidentialité

Toutes les données ont été recueillies par des personnes habilitées, dans le strict respect du secret professionnel. La confidentialité des données individuelles était assurée. Les données ont été anonymisées avant d'être saisies et analysées collectivement.

Autorisations réglementaires

Cette investigation a été menée conformément aux dispositions de l'autorisation n° 341194V42 délivrée par la Commission nationale de l'informatique et des libertés à l'Agence nationale de santé

publique (Santé publique France) afin de mener en urgence les investigations épidémiologiques nécessaires pour prévenir ou maîtriser un phénomène épidémique.

Déontologie et communication des résultats

L'étude a été conduite en respectant les recommandations en matière de déontologie et de bonnes pratiques en épidémiologie (19), en particulier en ce qui concerne les modalités de publication scientifique des résultats de l'enquête.

3. RÉSULTATS

Population étudiée

Participation à l'étude

Au terme de l'enquête en février 2020, 41 tireurs adultes de la Société A (15 % des 269 adultes adhérents en 2018-2019) et 92 tireurs adultes de la Société B (32 % des 289 adultes adhérents en 2018-2019) ont rempli le questionnaire individuel en ligne et ont effectué au moins une plombémie (Figure 2).

Les personnes affiliées aux deux sociétés de tir étaient très majoritairement des adultes, mais en 2018-2019, le club A recensait 23 personnes mineures et le club B en comptait 20. Parmi elles, nous avons eu connaissance de 10 plombémies initiales (ou primo plombémies) que nous avons analysées séparément des adultes.

Par ailleurs, seules 13 personnes « non-tireurs » mais vivant dans l'entourage d'un tireur ont répondu à l'enquête. Leurs plombémies étaient toutes inférieures à 20 µg/L sauf pour une personne, militaire de carrière, présentant une plombémie à 85 µg/L. En raison de ce très faible taux de participation, aucune analyse statistique n'a été réalisée sur les « non-tireurs ».

Les âges moyens des tireurs qui ont participé à l'enquête étaient proches : 52,8 ans pour la société A et de 50,9 ans pour la société B, très majoritairement des hommes (respectivement 88 % et 77 %), avec une répartition par classe d'âge sensiblement différente (Tableau 1).

Figure 2. Participation à l'étude des adhérents adultes pour les deux sociétés de tir

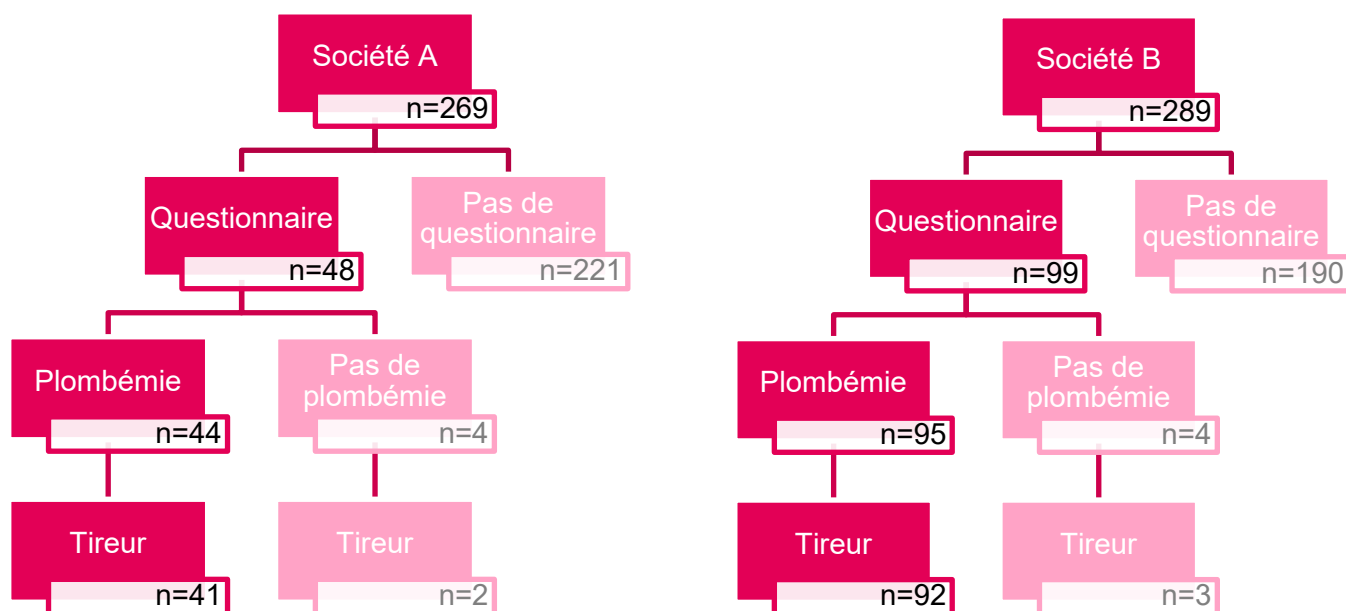


Tableau 1. Répartition par classe d'âge des tireurs adultes des deux sociétés de tir participant à l'étude

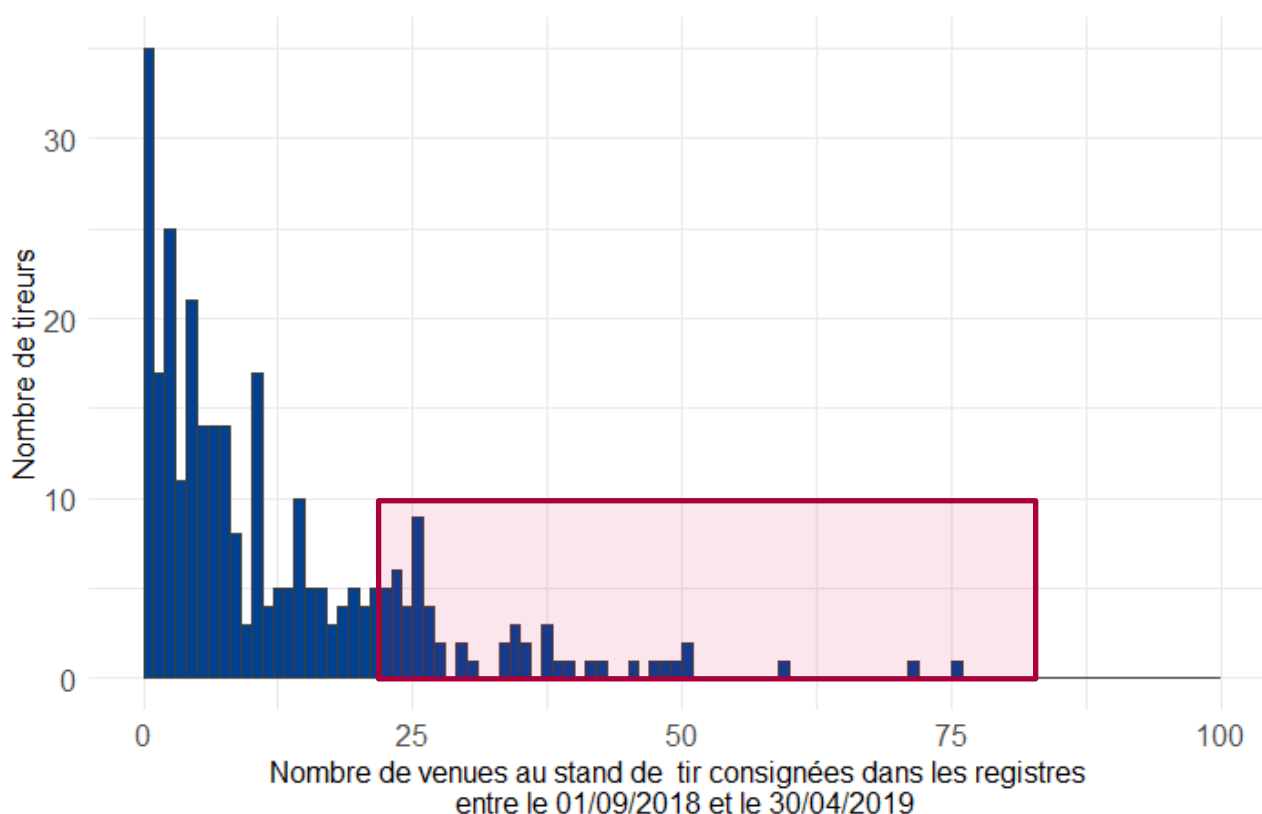
	Société de tir A		Société de tir B	
	N	%	N	%
18 – 39 ans	5	12,2	28	30,4
40 – 59 ans	21	51,2	34	37,0
60 ans et plus	15	36,6	30	32,6

Fréquentation des clubs de tir

Il existe dans les clubs de tir une obligation légale à recenser les personnes qui viennent pratiquer le tir. L'examen des cahiers de tir a permis de constater que la fréquentation des stands de tir diffère fortement d'un tireur à l'autre. Ainsi, environ 80 % des séances de tir au stand sont réalisées par seulement 20 % des tireurs, les personnes les plus assidues (Figure 3). Par ailleurs, certains adhérents demandent une licence pour avoir le droit de détenir une arme : dans le club B, 12 % des adhérents ne sont jamais venus tirer, 10 % n'ont fait qu'une ou deux séances de tir dans l'année.

Figure 3. Distribution des tireurs adultes de la société de tir B qui ont fréquenté le stand de tir à 20 m en fonction du nombre de venues consignées dans les cahiers de tir entre le 1^{er} septembre 2018 et le 30 avril 2019

Le rectangle rouge identifie les 20 % des tireurs qui représentent 81 % des venues sur le stand de tir



On constate également que 30 à 50 % des tireurs ont plutôt tendance à surestimer la fréquence de leur pratique (Tableau 2). La concordance entre le recensement des cahiers de tir et les fréquences déclarées dans l'enquête lors de la saison 2018-2019 n'est pas très élevée. Cette concordance peut s'apprécier par le pourcentage d'accord (Proportion de réponses identiques dans les deux sources [cahier de tir et souvenirs déclarés dans l'enquête]) ou par le coefficient kappa de Cohen qui prend en compte le fait qu'une certaine proportion d'accord entre les deux sources peut être imputée au seul fait du hasard). Un coefficient kappa de Cohen de 15,3 % est généralement considéré comme un accord « faible » alors qu'un coefficient kappa à 41,7 % est considéré comme traduisant un accord « modéré ».

Tableau 2. Étude de la concordance entre la fréquentation moyenne estimée par les tireurs (auto-déclarations) et les relevés des cahiers de tir

		Fréquentation mensuelle moyenne observée					
		Stand T du club A			Club B		
		<=1	2 ou 3	4 et +	<=1	2 ou 3	4 et +
Fréquentation mensuelle déclarée	<=1	4	1	0	3	9	0
	2 ou 3	2	6	0	4	20	0
	4 et +	0	3	1	0	35	12
		Pourcentage d'accord 64,7 % coefficient kappa 41,7 % p= 0,002			Pourcentage d'accord 42,2 % coefficient kappa 15,3 % p= 0,006		

Description des plombémies

Plombémies de personnes mineures

Trois des 10 primo plombémies de mineurs dont nous avons eu connaissance dépassaient le seuil de vigilance de 25 µg/L du Haut Conseil de santé publique. Elles concernaient trois enfants non apparentés de 12, 13 et 14 ans qui pratiquaient le tir au plomb à 10 m et 25 m de façon régulière (au moins 1 à 2 fois par semaine). Pour l'un, la plombémie initiale à 100 µg/L s'est abaissée à 34 µg/L quatre mois après l'arrêt du tir. Pour l'autre, la plombémie initiale était à 94 µg/L : elle s'est abaissée à 34 µg/L trois mois plus tard, puis à 20 µg/L un an après la mesure initiale. Le dernier avait une plombémie initiale à 36 µg/L qui a été contrôlée à 23 µg/L à une date non précisée. Les enfants dont les plombémies initiales étaient supérieures à 50 µg/L ont été déclarés dans le système national de surveillance des plombémies de l'enfant mais les parents n'ont pas donné suite aux enquêtes environnementales à domicile proposées par le service Santé Environnement de l'ARS.

Plombémies des adultes

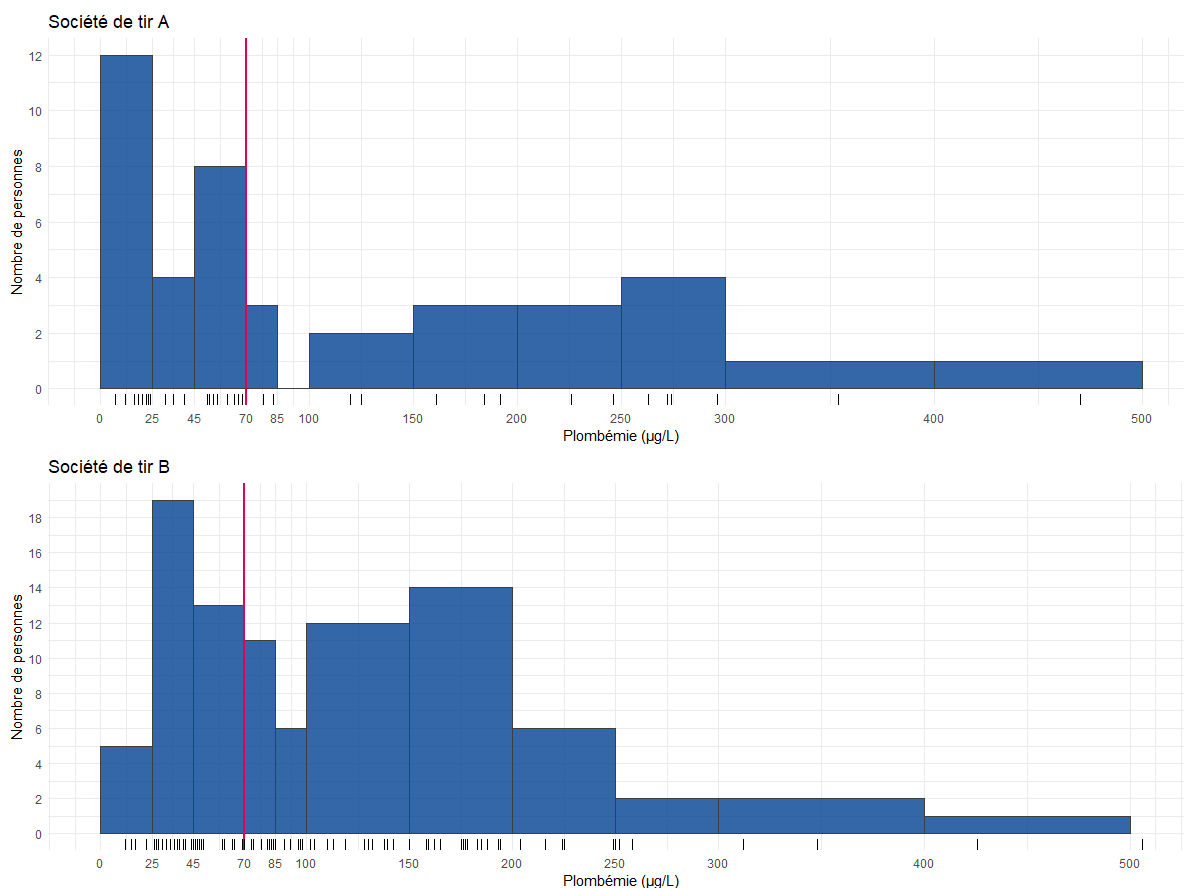
Les distributions des 133 primo plombémies d'adultes des deux sociétés de tir sont représentées dans le Tableau 3 et la Figure 4. Globalement, la moyenne arithmétique était égale à 111,9 µg/L et la moyenne géométrique à 78,2 µg/L. La médiane était à 81 µg/L. Les profils des deux distributions étaient assez proches avec une moyenne géométrique à 66,0 µg/L pour la société A et à 84,8 µg/L pour la société B.

Pour la société A, les plombémies de 24 (58 %) adultes sur 41 dépassaient le seuil de 70 µg/L correspondant au 98^e percentile de la distribution des plombémies des adultes, dans l'étude de santé sur l'environnement, la biosurveillance, l'activité physique et la nutrition (Esteban), conduite en 2014-2016 dans un échantillon représentatif de la population résidant en France métropolitaine (20). Pour la société B, les plombémies de 36 (39 %) adultes sur 92 dépassaient ce seuil.

Tableau 3. Distribution des primo plombémies d'adultes des deux sociétés de tir

	Société A			Société B		
	n	%	% cumulé	n	%	% cumulé
[0,25]	12	29,3		5	5,4	
[25,45]	4	9,8	39,0	19	20,7	26,1
[45,60]	8	19,5	58,5	13	14,1	40,2
[60,85]	3	7,3	65,9	11	12,0	52,2
[85,100]	0	0,0	65,9	6	6,5	58,7
[100,150]	2	4,9	70,7	12	13,0	71,7
[150,200]	3	7,3	78,0	14	15,2	87,0
[200,250]	3	7,3	85,4	6	6,5	93,5
[250,300]	4	9,8	95,1	2	2,2	95,7
[300,400]	1	2,4	97,6	2	2,2	97,8
[400,500]	1	2,4	100,0	1	1,1	98,9
500 et plus	0	0,0	100,0	1	1,1	100,0

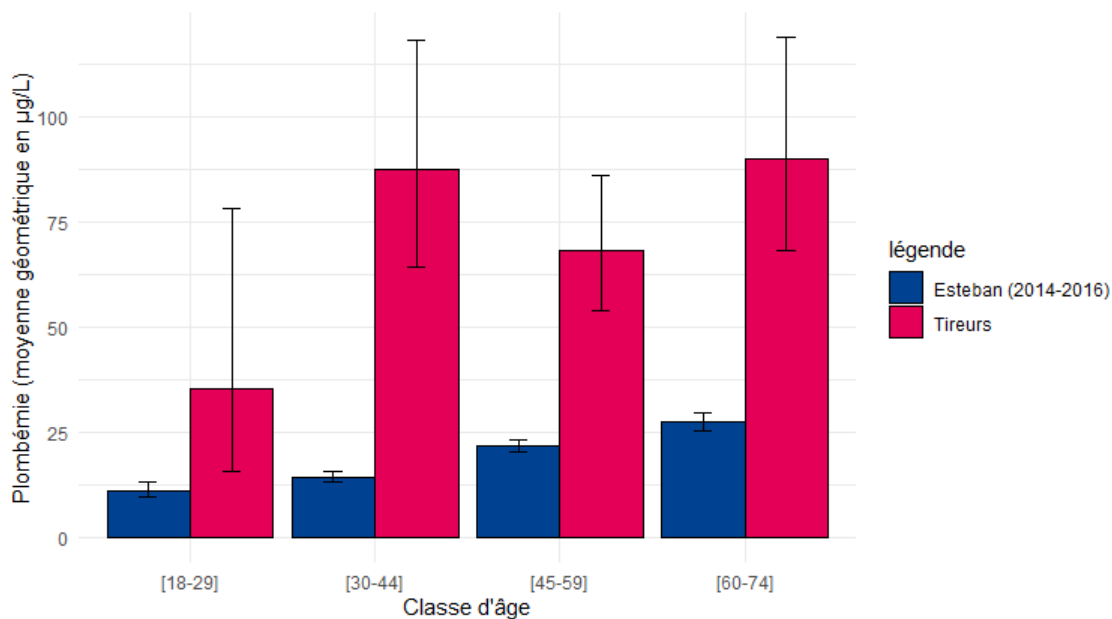
Figure 4. Distribution des primo plombémies d'adultes des deux sociétés de tir



Comparaison aux plombémies des Français (19)

Quelle que soit la classe d'âge considérée, les plombémies des tireurs étaient nettement supérieures à celles des plombémies de 999 adultes prélevés entre avril 2014 et mars 2016 pour l'étude transversale Esteban dans le cadre du programme national de biosurveillance de la population française (Figure 5).

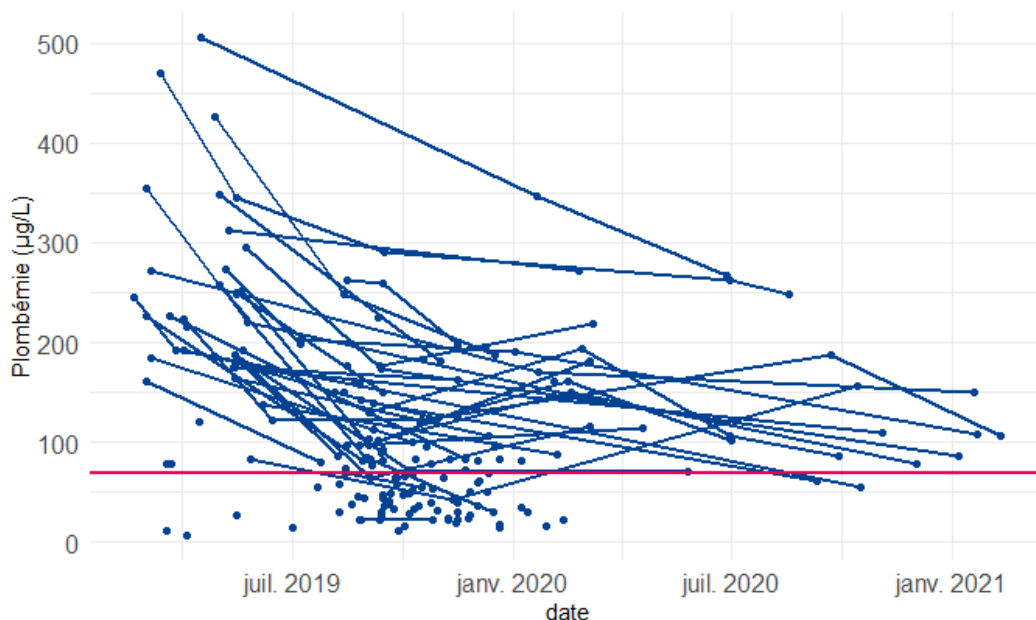
Figure 5. Comparaison des plombémies des tireurs adultes des deux sociétés et par classe d'âge avec les plombémies du programme national de biosurveillance de la population française (Esteban, 2014-2016)



Plombémies répétées

Parmi les 133 tireurs adultes, 95 (71 %) n'ont renseigné qu'un résultat de plombémie. Ce résultat était supérieur à 70 µg/L chez 36 (38 %) d'entre eux (Figure 6).

Figure 6. Mesure de plombémies portées à la connaissance de Santé publique France par les 133 tireurs adultes des sociétés de tir A et B

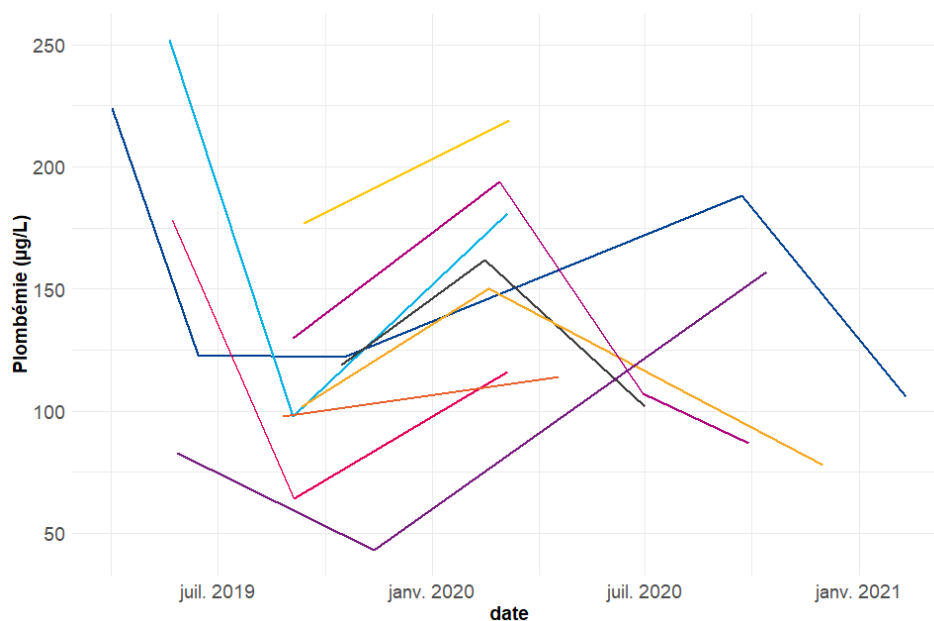


Trente-huit personnes ont signalé plusieurs plombémies entre le 19 février 2019 et le 10 février 2021 : 21 en ont rapporté deux, 13 en ont rapporté trois, 1 en a rapporté quatre et 3 en ont rapporté cinq. Parmi ces 38 personnes, la dernière plombémie connue était inférieure à 70 µg/L pour 4 (10 %) personnes.

Plombémies augmentées

Neuf de ces 38 tireurs ont vu leur plombémie augmenter au cours du temps sans toutefois atteindre la valeur de leur première plombémie (Figure 7). Pour interpréter ces évolutions dans le temps, rappelons qu'autour de 100 µg/L une variation supérieure à 20 µg/L ne peut être attribuée à l'erreur de mesure analytique (21). L'interprétation fine de ces augmentations de plombémies nécessiterait une expertise individuelle qui sort de l'objectif de ce rapport. De telles variations peuvent s'expliquer par des problèmes analytiques bien que peu probables (contamination au prélèvement, matériel de prélèvement inadéquat, etc.), des variations physiologiques en lien avec l'apparition d'un état pathologique ou d'un traumatisme, ou par la persistance d'une exposition au plomb par une source extérieure au tir (un seul de ces 9 tireurs mentionne une possible exposition par l'usage de soudure à l'étain) ou d'une potentielle poursuite du tir (dans un autre club par exemple).

Figure 7. Plombémies de 9 tireurs adultes du club B dont l'évolution des plombémies répétées présentait une phase de hausse

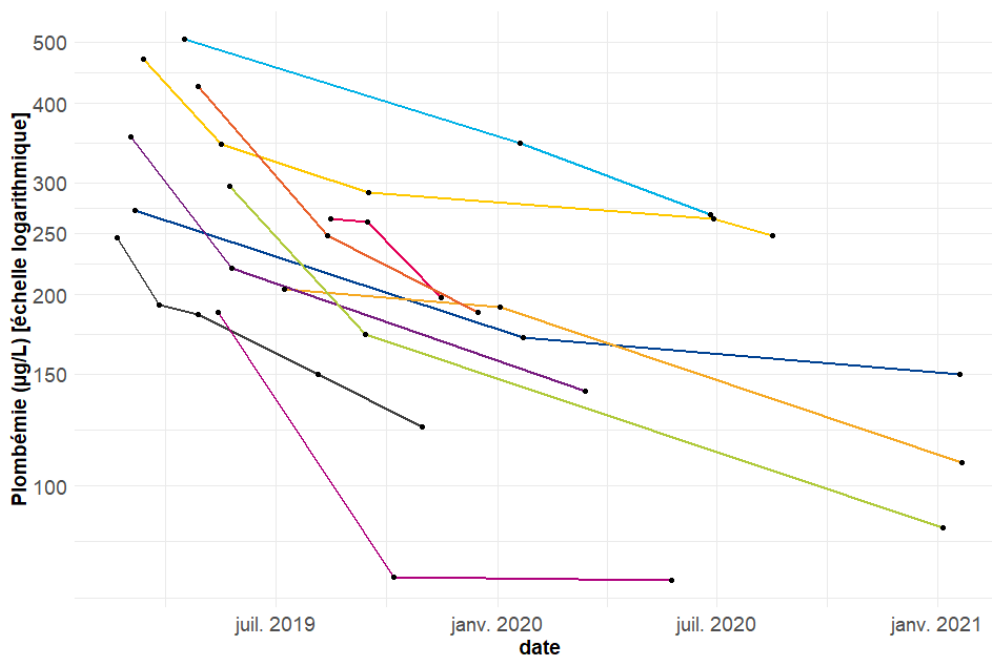


Calcul approché de la demi-vie observée chez 10 tireurs adultes ayant rapporté au moins 3 plombémies décroissantes

Parmi les 38 tireurs adultes ayant rapporté plusieurs plombémies, 10 d'entre eux présentaient 3 à 5 plombémies avec une décroissance continue. Elles sont représentées dans la Figure 8 avec une échelle logarithmique en ordonnée. Ainsi, si la cinétique d'élimination sanguine du plomb suit une cinétique d'ordre 1, les plombémies successives d'un tireur donné devraient être à peu près alignées. La valeur de la pente de cette droite permet d'estimer la demi-vie d'élimination.

La demi-vie médiane d'élimination calculée à partir des données disponibles de ces 10 tireurs est proche de 14 mois avec une valeur médiane de 11 mois.

Figure 8. Plombémie de 10 tireurs adultes rapportant au moins 3 mesures décroissantes en fonction du temps

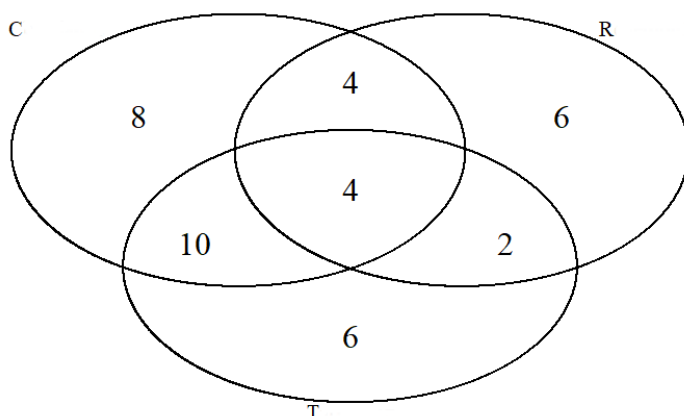


Recherche de facteurs favorisant les plombémies élevées

Société de tir A

Parmi les 41 adultes du club A ayant répondu au questionnaire et ayant renseigné au moins une plombémie, 26 d'entre eux pratiquaient le tir au siège de l'association (site C), 22 tiraient sur le site T et 16 pratiquaient sur le site R. Un tireur n'a pas précisé sur quels stands il pratiquait (Figure 9).

Figure 9. Répartition des tireurs adultes de la société de tir A ayant participé à l'enquête en fonction des sites de tir (C, R et/ou T) fréquentés*



* site de tir C (pas de tir à 25 et 50 m),
site de tir R (pas de tir à air comprimé à 10 m)
site de tir T (pas de tir à 25 et 50 m)

Les variables « *tire les mercredis* », « *Mange régulièrement dans les locaux du club, après le tir* », « *Participe au nettoyage des stands de tir* » et « *tire au stand T [plus de 2 fois par mois]* » présentent des moyennes significativement plus élevées que leurs modalités de référence (Tableau 4).

Les plombémies augmentent avec le degré de fréquentation du stand T. La plombémie moyenne (arithmétique) des tireurs qui ne fréquentent pas ce stand était égale à 52,6 µg/L. Elle s'élevait à 87,4 puis 190,6 et 235,8 µg/L pour, respectivement des fréquentations de l'ordre d'une fois par mois ou moins, 2 à 3 fois par mois et au moins 4 fois par mois. Cette tendance est un peu moins nette avec les moyennes géométriques (Tableau 4).

Lorsqu'une variable semblant expliquer une moyenne élevée de plombémie est associée à une autre variable explicative (par exemple : 10 des 12 tireurs du mercredi fréquentent le stand T), la moyenne élevée des plombémies peut en fait être sous influence de cette deuxième variable. Un modèle statistique multivarié permet d'identifier les variables explicatives indépendantes les unes des autres.

Ainsi, la Figure 10 présente les facteurs indépendants les uns des autres qui sont associés avec les plombémies élevées. Les plombémies étaient 100 % plus élevées que les plombémies moyennes pour les personnes qui participent régulièrement au nettoyage des stands de tir et 50 % plus élevées pour ceux et celles qui mangent sur place après une séance de tir. Toutes choses égales par ailleurs, la fréquentation du stand T n'était plus significativement associée aux plombémies élevées comme constaté dans le Tableau 4 (où les facteurs explicatifs peuvent s'influencer entre eux).

Tableau 4. Moyennes arithmétique et géométrique* des plombémies en fonction des caractéristiques des tireurs adultes de la société A

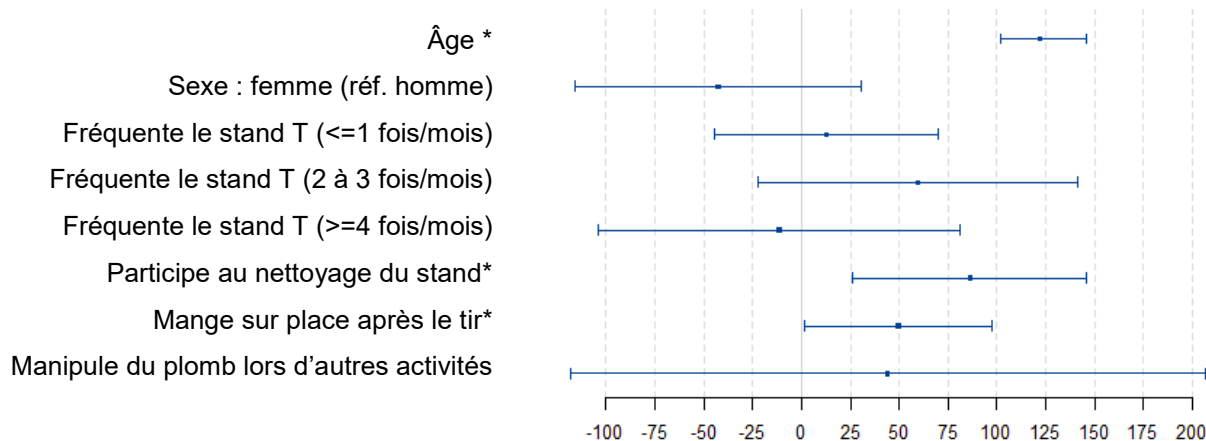
	N	moyenne arithmétique	Intervalle de confiance (95%)		moyenne géométrique	Intervalle de confiance (95%)		Degré de signification#
Lieu de résidence								
Doubs	36	105,6	68,5	142,8	61,2	43,1	87,1	réf.
Autre	5	137,4	40,2	234,6	93,5	35,4	247,0	0,417
Sexe								
Homme	36	112,4	74,2	150,6	66,0	46,5	93,7	réf.
Femme	5	89,0	19,2	158,8	54,6	18,7	159,6	0,720
Âge								
[18,40]	5	108,0	-1,9	217,9	48,3	13,0	179,3	réf.
[40,60]	21	81,6	46,4	116,8	55,9	38,7	80,9	0,802
[60,110]	15	149,1	79,0	219,1	86,7	47,0	159,7	0,303
Exposition professionnelle								
non	38	116,5	80,3	152,8	70,6	50,3	99,1	réf.
oui	3	20,7	18,1	23,3	20,6	18,0	23,5	0,055
Exposition paraprofessionnelle (bricolage, etc.)								
non	40	105,7	71,2	140,1	62,3	44,7	86,7	réf.
oui	1	263,0			263,0			0,187
Fabriquer ses munitions								
non	34	102,7	64,2	141,2	58,6	40,7	84,4	réf.
oui	7	142,6	65,8	219,3	102,7	49,5	213,0	0,214
Fume								
non	35	112,8	73,1	152,5	62,3	42,7	91,1	réf.
oui	6	90,3	46,7	133,9	78,6	50,0	123,7	0,644
Se ronge les ongles								
non	33	108,4	70,9	145,9	66,7	46,9	94,9	réf.
oui	8	114,0	23,3	204,7	56,2	22,6	139,8	0,698
Tire les lundis								
non	28	108,8	64,8	152,8	64,9	44,4	94,9	réf.
oui	13	111,1	55,5	166,7	63,6	32,6	124,0	0,972
Tire les mardis								
non	36	113,3	76,5	150,1	68,9	48,8	97,2	réf.
oui	5	82,0	-23,9	187,9	40,2	13,5	119,6	0,303
Tire les mercredis								
non	29	87,2	46,3	128,1	49,0	33,5	71,8	réf.
oui	12	163,4	108,6	218,2	125,1	76,7	204,1	0,009
Tire les jeudis								
non	32	120,7	79,3	162,1	75,1	53,1	106,2	réf.
oui	9	69,8	20,5	119,0	37,6	16,9	83,7	0,094
Tire les vendredis								
non	36	107,3	71,5	143,1	65,9	47,1	92,2	réf.
oui	5	125,6	-2,2	253,4	55,2	14,6	209,5	0,746
Tire les samedis								
non	19	93,0	51,3	134,7	55,5	34,0	90,7	réf.
oui	22	123,8	70,4	177,1	73,4	46,9	114,9	0,417
Tire les dimanches								
non	24	101,0	61,1	140,9	56,7	35,6	90,3	réf.
oui	17	121,6	59,4	183,7	77,4	49,4	121,3	0,379
Utilise des balles chemisées								
non	19	90,2	46,3	134,1	52,0	32,1	84,1	réf.
oui	22	126,2	74,5	177,9	77,7	49,6	121,6	0,237
A l'habitude de changer de vêtements après une séance de tir								
non	38	109,1	72,6	145,6	62,7	44,2	89,0	réf.
oui	3	114,7	5,3	224,1	91,9	37,6	224,3	0,567
A l'habitude de se laver les mains après une séance de tir								
non	7	85,1	16,9	153,4	49,6	21,3	115,7	réf.
oui	34	114,5	75,3	153,8	68,1	47,5	97,6	0,488

	N	moyenne arithmétique	Intervalle de confiance (95%)		moyenne géométrique	Intervalle de confiance (95%)		Degré de signification#
Mange régulièrement dans les locaux du club, après le tir								
non	23	69,1	31,5	106,7	40,2	27,1	59,8	ref
oui	18	161,2	106,9	215,5	117,9	77,5	179,3	<0,001
Mange régulièrement dans les locaux du club, à d'autres occasions								
non	34	113,9	74,3	153,5	65,8	45,4	95,3	réf.
oui	7	88,3	24,8	151,8	58,5	27,4	125,0	0,795
Remplit des fonctions d'ouvreur (responsable de séances de tir)								
non	36	109,2	71,8	146,7	64,2	45,3	91,1	réf.
oui	5	111,6	17,4	205,8	66,5	22,2	199,3	0,943
Participe au nettoyage des stands de tir								
non	33	83,0	53,2	112,8	50,5	35,8	71,3	réf.
oui	8	218,9	119,9	317,9	176,5	106,1	293,7	0,002
Nettoie les armes du club de tir								
non	40	105,7	71,2	140,1	62,3	44,7	86,7	réf.
oui	1	263,0			263,0			0,187
Nettoie des armes dans sa maison								
non	5	34,2	10,3	58,1	28,7	17,0	48,4	réf.
oui	36	120,0	82,1	157,9	72,2	50,6	102,9	0,070
Nombre de munitions consommées par séance de tir								
< 50 munitions	18	104,9	49,1	160,7	59,0	35,0	99,5	réf.
50 à 100 munitions	23	113,1	68,8	157,3	69,2	45,0	106,4	0,649
Tire au stand T								
jamais	19	52,6	23,2	82,0	35,8	25,0	51,2	réf.
<=1 fois/mois	9	87,4	34,6	140,2	64,9	38,9	108,3	0,112
2 à 3 fois/mois	8	190,6	122,5	258,7	165,5	109,2	251,0	<0,001
>=4 fois/mois	5	235,8	89,6	382,0	132,3	30,4	575,7	0,006
Tire au stand R								
jamais	25	136,0	88,0	184,0	85,7	56,3	130,4	réf.
<=1 fois/mois	4	90,5	23,2	157,8	75,5	39,4	144,6	0,809
2 à 3 fois/mois	4	29,0	14,6	43,4	26,8	17,5	41,0	0,041
>=4 fois/mois	8	76,5	3,4	149,6	38,1	17,0	85,6	0,060
Tire au stand C								
jamais	15	108,2	54,0	162,4	65,6	38,6	111,5	réf.
<=1 fois/mois	11	111,5	41,3	181,6	62,2	31,0	124,8	0,912
2 à 3 fois/mois	7	77,4	31,7	123,2	59,7	33,7	105,8	0,848
>=4 fois/mois	8	137,4	29,9	244,8	70,2	26,8	183,8	0,874

* Au vu des distributions log-normales des plombémies, la moyenne géométrique est généralement considérée comme un meilleur estimateur central de la distribution que la moyenne arithmétique.

Test de régression linéaire univariée explorant le lien statistique entre les moyennes géométriques de plombémies et les modalités des caractéristiques des tireurs.

Figure 10. Facteurs indépendants expliquant les plombémies des tireurs adultes de la société de tir A par un modèle de régression linéaire multiple



Part de plombémie supplémentaire associée à une augmentation d'une unité de la variable explicative (en %) #
(Modèle ajusté sur les délais de réalisation des plombémies)

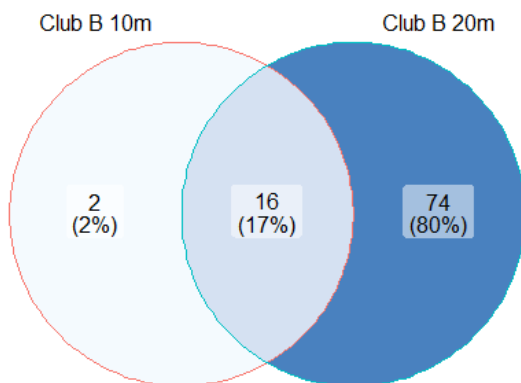
Exemple : « Manger sur place après le tir » est associé à une augmentation moyenne de 50 % des plombémies en comparaison avec les personnes qui ne mangent pas sur place, toutes les autres variables étant maintenues constantes ; Pour l'âge, l'effet est calculé pour une période de dix ans (Une augmentation de 10 années d'âge est associée à une plombémie augmentée de 125 % chez les tireurs).

* Variables significatives au seuil statistique de 5 %

Société de tir B

Parmi les 92 adultes du club B ayant répondu au questionnaire et ayant renseigné au moins une plombémie, 74 d'entre eux pratiquaient le tir à 20 m, 16 tiraient sur les 2 stands (10 m et 20 m) et 2 pratiquaient uniquement le tir au plomb à 10 m (Figure 11).

Figure 11. Répartition des tireurs adultes de la société de tir B ayant participé à l'étude en fonction des stands de tir qu'ils fréquentent : tir au plomb à 10 m ou tir à balle à 20 m



On constate, comme pour la société de tir A, une tendance à l'augmentation des plombémies (moyennes arithmétiques comme géométriques) avec le degré de fréquentation du stand de tir à 20 m dans la société de tir B (Tableau 5).

Les tireurs masculins présentaient des plombémies moyennes plus élevées que les femmes (Tableau 5). « Fabriquer ses munitions », de « nettoyer des armes du club » ou « des armes [personnelles] à la maison » étaient également associés à une plombémie moyenne plus élevée. Les plombémies des « ouvriers », personnes responsables d'une séance de tir, comme celles des « personnes qui participent au nettoyage des stands de tir » étaient en moyenne plus élevées que les autres. Enfin, « tirer les jeudis », comme « Manger régulièrement dans les locaux du club, après le tir » étaient associés à des plombémies moyennes plus élevées.

Ces différents facteurs de risque de plombémie élevés étant parfois présents chez les mêmes tireurs, un modèle statistique multivarié, dont le but est de quantifier les effets propres à chaque facteur de risque, indépendamment des autres est proposé en Figure 12. Les plombémies étaient plus élevées pour les tireurs qui participaient régulièrement au nettoyage des stands de tir et pour ceux qui pratiquaient au moins 4 fois par semaine du tir à balles à 20 m. La manipulation de plomb pour d'autres usages que le tir est apparu comme un facteur de risque de plombémie élevée statistiquement significatif dans certains modèles intermédiaires (non présentés) mais ne l'était plus dans le modèle final.

Tableau 5. Moyennes arithmétique et géométrique* des plombémies en fonction des caractéristiques des tireurs adultes de la société B

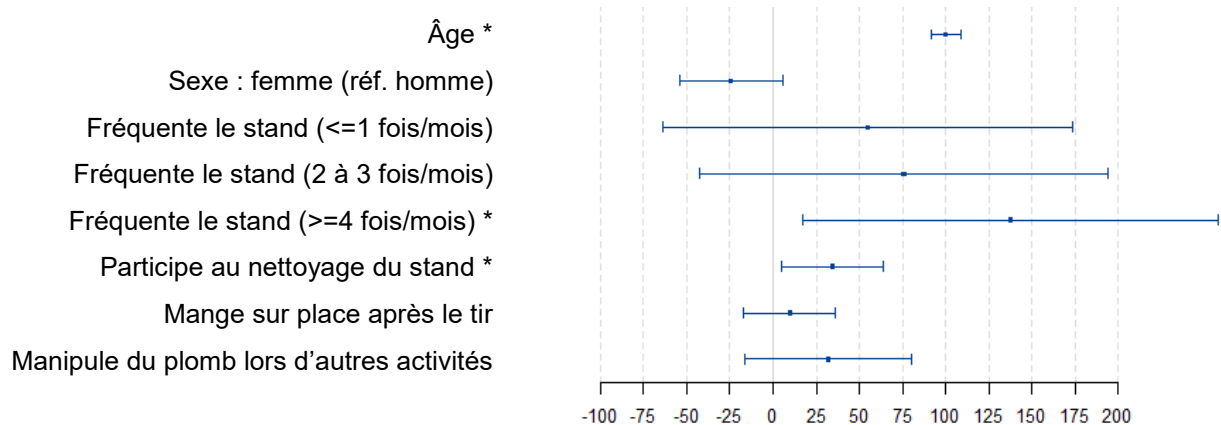
	N	moyenne arithmétique	Intervalle de confiance (95%)		moyenne géométrique	Intervalle de confiance (95%)		Degré de signification#
Lieu de résidence								
Doubs	64	119,0	95,0	142,9	87,9	72,2	107,0	réf.
Autre	28	99,0	72,4	125,7	73,7	54,2	100,4	0,345
Sexe								
Homme	71	124,5	102,4	146,5	94,7	79,1	113,4	réf.
Femme	21	73,8	46,6	100,9	54,0	38,2	76,3	0,005
Âge								
[18,40]	28	113,7	78,6	148,7	80,6	57,9	112,2	réf.
[40,60]	34	112,0	77,7	146,3	80,6	61,1	106,4	0,994
[60,110]	30	113,2	86,2	140,2	89,2	68,5	116,2	0,646
Exposition professionnelle								
non	84	113,9	94,0	133,8	83,8	70,4	99,7	réf.
oui	8	102,6	55,3	150,0	78,4	43,0	142,9	0,828
Exposition paraprofessionnelle (bricolage, etc.)								
non	86	112,4	92,6	132,1	81,5	68,4	97,2	réf.
oui	6	120,7	83,9	157,4	113,7	84,2	153,6	0,338
Fabriquer ses munitions								
non	77	101,6	84,0	119,2	76,6	64,4	91,1	réf.
oui	15	171,0	107,9	234,1	128,6	82,6	200,3	0,022
Fume								
non	73	114,0	92,4	135,7	83,6	69,3	100,8	réf.
oui	19	108,5	73,7	143,4	82,3	57,2	118,5	0,940
Se ronge les ongles								
non	74	107,6	88,3	126,9	79,0	65,4	95,3	réf.
oui	18	134,7	82,3	187,0	103,9	74,1	145,8	0,201
Tire les lundis								
non	41	109,7	84,3	135,1	81,2	63,3	104,1	réf.
oui	51	115,5	88,8	142,2	85,1	68,0	106,5	0,782
Tire les mardis								
non	84	112,4	92,5	132,2	81,9	68,7	97,8	réf.
oui	8	118,5	70,3	166,7	99,3	62,8	157,0	0,528
Tire les mercredis								
non	83	109,4	89,7	129,2	80,9	68,3	95,9	réf.
oui	9	144,8	94,2	195,4	108,8	56,4	210,0	0,293
Tire les jeudis								
non	80	101,5	83,7	119,4	76,0	63,9	90,3	réf.
oui	12	188,8	123,4	254,3	154,0	102,9	230,6	0,004
Tire les vendredis								
non	59	115,3	90,4	140,3	83,4	67,2	103,5	réf.
oui	33	108,5	81,8	135,3	83,1	64,1	107,7	0,978
Tire les samedis								
non	83	106,9	88,1	125,6	80,3	68,1	94,9	réf.
oui	9	168,4	97,1	239,8	116,4	56,0	242,1	0,187
Tire les dimanches								
non	77	108,5	88,6	128,5	80,9	67,9	96,5	réf.
oui	15	135,3	86,0	184,5	96,7	60,0	155,8	0,436
Utilise des balles chemisées								
non	38	92,1	70,5	113,7	68,9	53,2	89,1	réf.
oui	54	127,5	100,3	154,7	95,3	77,1	117,7	0,059
A l'habitude de changer de vêtements après une séance de tir								
non	63	116,8	93,5	140,1	84,7	68,7	104,4	réf.
oui	29	104,4	73,9	135,0	80,5	61,5	105,4	0,777
A l'habitude de se laver les mains après une séance de tir								
non	26	106,8	69,0	144,7	80,0	59,5	107,4	réf.
oui	66	115,3	94,0	136,6	84,7	69,2	103,5	0,758

	N	moyenne arithmétique	Intervalle de confiance (95%)		moyenne géométrique	Intervalle de confiance (95%)		Degré de signification [#]
Mange régulièrement dans les locaux du club, après le tir								
non	41	84,0	63,1	104,9	62,3	48,9	79,3	réf.
oui	51	136,2	108,7	163,7	105,3	85,4	129,7	0,002
Mange régulièrement dans les locaux du club, à d'autres occasions								
non	75	113,6	92,8	134,4	84,7	70,7	101,3	réf.
oui	17	109,9	67,8	152,1	77,7	50,6	119,3	0,698
Remplit des fonctions d'ouvreur (responsable de séances de tir)								
non	69	82,6	68,7	96,4	65,2	55,1	77,1	réf.
oui	23	204,0	159,4	248,5	173,9	133,8	225,9	<0,001
Participe au nettoyage des stands de tir								
non	69	88,8	73,8	103,8	69,5	58,6	82,5	réf.
oui	23	185,1	136,1	234,1	143,5	102,2	201,6	<0,001
Nettoie les armes du club de tir								
non	87	107,7	88,8	126,7	79,3	66,9	93,9	réf.
oui	5	203,0	163,9	242,1	198,5	160,0	246,3	0,013
Nettoie des armes dans sa maison								
non	28	76,7	58,1	95,3	61,1	46,8	79,8	réf.
oui	64	128,8	104,3	153,2	95,4	78,1	116,6	0,014
Nombre de munitions consommées par séance de tir								
< 50 munitions	53	107,3	80,3	134,4	76,5	61,3	95,4	réf.
50 à 100 munitions	35	115,6	89,9	141,3	88,2	67,4	115,5	0,416
> 100 munitions	4	163,3	113,5	213,0	156,5	111,1	220,5	0,090
Tire au stand 20 m								
<=1 fois/mois	16	51,3	29,1	73,5	39,3	27,5	56,1	réf.
2 à 3 fois/mois	30	73,5	55,5	91,5	60,3	48,0	75,7	0,038
>=4 fois/mois	46	160,0	131,6	188,5	133,7	111,5	160,3	<0,001

* Au vu des distributions log-normales des plombémies, la moyenne géométrique est généralement considérée comme un meilleur estimateur central de la distribution que la moyenne arithmétique.

Test de régression linéaire univariée explorant le lien statistique entre les moyennes géométriques de plombémies et les modalités des caractéristiques des tireurs.

Figure 12. Facteurs indépendants expliquant les plombémies des tireurs adultes de la société de tir B par un modèle de régression linéaire multiple



Part de plombémie supplémentaire associée à une augmentation d'une unité de la variable explicative (en %) [#]
(Modèle ajusté sur les délais de réalisation des plombémies)

[#] Exemple : En moyenne, une femme pratiquant le tir présente une plombémie inférieure de 25 % de celle d'un homme, toutes les autres variables étant maintenues constantes ; Pour l'âge, l'effet est calculé pour une période de dix ans (Une augmentation de 10 années d'âge est associée à une plombémie augmentée de 100 % chez les tireurs).

* Variables significatives au seuil statistique de 5 %

Recherche de poussières de plomb sous les chaussures d'un visiteur

En juillet 2022, à la suite d'une visite sur le club de tir B, des prélèvements de poussières ont été réalisés sous les chaussures d'un visiteur. Le visiteur s'est déplacé dans plusieurs pièces du local abritant le club de tir : entrée, couloir, escaliers, stand de tir à 10 m (air comprimé), stand de tir à 20 m avec déplacement à proximité des cibles (donc dans une zone du pas de tir habituellement non fréquentée par les tireurs), espaces de convivialité. Après 2 heures et demie passées dans le club de tir, le visiteur a marché dans la zone gravillonnaire du parking du club pour regagner une voiture. Après un trajet d'une heure, les deux chaussures ont été mises de côté et immédiatement prélevées.

Les deux prélèvements de poussière (un par pied) ont été effectués sur la totalité de la semelle à l'aide d'un mouchoir en ouate de cellulose (Lotus Classic Pur Blanc®) imprégné de 20 ml d'eau déminéralisée (eau déminéralisée technique anti-tartre Phaebus®). La surface de la semelle a été évaluée avec le logiciel SketchUp® à partir d'une image digitalisée (scanner) des chaussures (Tableau 6). Deux mouchoirs du même lot humidifiés par la même quantité d'eau déminéralisée ont servi de témoins « humides ». Les dosages de plomb ont été réalisés le 24 octobre 2022 par le laboratoire de toxicologie du CHU de Besançon (Pr F Lirussi, Dr O Fischer) avec un couplage torche à plasma/spectrométrie de masse (ICP-MS) selon la norme Afnor X26-032.

Résultats

Les poussières de plomb sous deux chaussures en contact avec le stand de tir ont été mesurées à des concentrations surfaciques proches de 90 et 170 mg/m², très supérieures à celles des témoins (< 80 µg/m²) (Tableau 6).

Tableau 6. Résultats des analyses de poussières de plomb sous les semelles de chaussures d'un visiteur, société B, juillet 2022

Échantillon	Concentration mesurée (µg/l)	Surface essuyée (m ²)	Concentration surfacique (µg/m ²)
Blanc Humide A	5		
Blanc Humide B	5		
Témoin 1 A	35	0,0221	79
Témoin 1 B	35	0,0221	79
Témoin 2 A	17	0,0216	39
Témoin 2 B	17,2	0,0216	40
Pied 1 A	79 343	0,0234	169 536
Pied 1 B	80 420	0,0234	171 838
Pied 2 A	41 772	0,0234	89 256
Pied 2 B	42 166	0,0234	90 098

En l'absence de littérature spécifique du sujet, il reste difficile d'établir des points de comparaison avec ces mesurages particuliers. Rappelons simplement la valeur de 1 000 µg/m² de l'arrêté du 12 mai 2009 relatif au contrôle des travaux en présence de plomb. Cette valeur doit être respectée lors du contrôle réalisé à la fin des travaux d'urgence visant à supprimer le risque d'exposition au plomb. Le seuil de risque d'intoxication au plomb pour les enfants est fixé lui à 70 µg/m².

Les concentrations mesurées sous les semelles sont révélatrices de la persistance de source d'exposition potentielle au plomb, *a minima* dans les zones les plus exposantes (zone du pas de tir accessible aux seules personnes en charge du nettoyage) y compris dans un stand de tir qui a mis en œuvre des mesures importantes de limitation de diffusion du plomb. La dissémination de poussières de plomb à partir de semelles contaminée constitue donc une voie de transfert tout à fait plausible du plomb des stands de tir vers les véhicules et les logements des tireurs dont la quantification et l'impact sur l'évaluation du risque sanitaire restent à établir.

4. DISCUSSION

Résultats principaux

Cette étude a permis de mettre en évidence une nette imprégnation au plomb des tireurs de loisir dans 2 sociétés de tir différentes : 40 % à 60 % des tireurs présentaient des plombémies supérieures au seuil de 70 µg/L définissant la surexposition au plomb pour un adulte d'après le HCSP (15). L'imprégnation au plomb augmentait avec la fréquentation des stands de tir. Certaines pratiques comme « participer au nettoyage des stands » ou « manger sur place » étaient associées à des plombémies élevées.

L'élimination du plomb est lente : plus les expositions au plomb sont importantes et longues, plus le plomb diffusera depuis le sang circulant vers les tissus mous (foie, rein, etc.) et le système osseux où il se fixera durablement (6,8). Les expositions régulières des tireurs sportifs conduisent à une imprégnation large de l'organisme, impliquant une élimination lente. Ainsi, de l'ordre d'une année sans exposition était nécessaire pour diminuer de moitié la charge en plomb des tireurs. Limiter l'exposition est donc important pour éviter le transfert du plomb du sang vers les tissus mous et l'os où son relargage lent induira une persistance très longue de ses effets toxiques. Par ailleurs, plusieurs tireurs présentaient des évolutions à la hausse de plombémie dans le temps (sans dépasser les primo plombémies), signant une persistance de l'exposition au plomb pour laquelle on ne peut que formuler des hypothèses : fréquentation d'autres stands de tir pendant la période de fermeture des sociétés A et B ? Transfert à domicile de poussières de plomb des stands ? Autre(s) source(s) d'exposition au plomb ?

Atouts et faiblesses de l'étude

L'une des grandes forces de ce travail réside dans le climat de confiance qui s'est instauré entre les deux sociétés de tir et les professionnels de santé publique, facilitant la compréhension du fonctionnement d'un stand de tir, l'implication des tireurs et de leurs médecins généralistes.

Mais cette étude a été construite dans un cadre de réponse à une alerte sanitaire. Elle présente donc un certain nombre de limites. Ainsi, la participation des tireurs des deux sociétés de tir concernées peut sembler faible (15 à 30 %) mais il convient de garder en mémoire que 20 % des tireurs de la société de tir B réalisaient 80 % des présences au stand. Nous pensons que plus les tireurs étaient assidus au stand de tir, plus ils ont participé à l'étude et été nombreux à réaliser une plombémie. En effet, si seulement 8% des tireurs les moins assidus (Moins de 5 séances de tir en 9 mois) nous ont fait connaître leur(s) plombémie(s), plus de 50 % des plus assidus nous les ont communiquées. Pour la société A, le signalement initial concernait plus particulièrement le stand T, géographiquement isolé des locaux principaux de la société de tir et fréquenté par peu d'adhérents. Il est possible que les autres se soient sentis moins concernés. Passé le premier moment de crainte pour sa santé alors que des collègues tireurs, symptomatiques, présentaient des plombémies élevées, il est difficile de prendre conscience de sa propre possibilité d'exposition et plus encore de ses propres risques sanitaires face à une évolution invisible (pas de symptômes en dehors des pics d'exposition, lors des nettoyages de stands, notamment) et aux conséquences lointaines (augmentation de la tension artérielle, insuffisance rénale chronique).

Sensibiliser l'entourage proche des tireurs l'est encore plus : comment se sentir impliquer dans un risque d'exposition environnementale liée à un sport que l'on ne pratique pas ? Pourtant, le transfert de poussières de plomb des stands de tir vers les domiciles constitue une hypothèse très sérieuse comme l'attestent les tests de contamination des semelles de chaussures et les pratiques (peu/pas de port de vêtements dédiés au tir, peu/pas de douche après une séance de tir).

Plombémies de personnes mineures

Les enfants sont particulièrement concernés par les dangers du plomb, en particulier parce qu'ils l'absorbent plus que les adultes et surtout parce qu'ils sont sensibles à sa toxicité sur le neurodéveloppement cérébral (6,7,22,23). Vérifier les plombémies des enfants des tireurs aurait donc été très utile, conformément aux recommandations du HCSP qui préconise un dépistage chez les jeunes de 6 à 17 ans quand ils sont exposés (22). Les mineurs inscrits dans les deux sociétés de tir étaient peu nombreux. Leurs plombémies, logiquement moins élevées que celles des adultes puisqu'ils fréquentent essentiellement les pas de tir à 10 m pour armes à air comprimées réputées moins émissives de plomb (pas d'amorce ni de combustion de poudre) et que le nombre d'années d'exposition est moindre, ont baissé en quelques mois à un an jusqu'à atteindre 20 à 30 µg/L. Reste qu'ils peuvent fréquenter les espaces de convivialité au même titre que les adultes et, peut-être, être exposés à domicile. Santé publique France a réalisé un bilan du dépistage national du saturnisme chez l'enfant (0-17 ans) pour les années 2015-2018 (24) : « *L'exposition au plomb en lien avec la fréquentation de stands de tir, notamment par la pratique du tir, est un facteur de risque avéré de saturnisme infantile puisque plus d'un enfant sur deux dépistés dans ce cadre avait une plombémie supérieure au seuil de déclaration obligatoire du saturnisme* ».

Facteurs de risque associés à une première plombémie élevée chez les adultes

Les résultats concernant les facteurs de risque associés à une première plombémie élevée chez les adultes doivent être interprétés avec prudence. Certains d'entre eux peuvent ne pas être mis en évidence par l'étude statistique par manque de puissance et/ou imprécision des données collectées ou parce que les données sont trop corrélées entre elles (elles contiennent des informations proches). Par exemple, les « ouvreurs » sont aussi des personnes qui participent facilement au nettoyage des pas de tir et qui mangent souvent dans les locaux de la société de tir. Il faut alors faire le choix d'introduire l'une et d'exclure l'autre dans les modèles statistiques. Une étude de plus grande envergure, avec un plus grand nombre de répondants et possiblement avec d'autres pratiques de tir pourrait donner des résultats différents. Le modèle statistique retenu dans ce rapport, est le résultat d'un compromis dans le choix des variables, réalisé en associant celles toujours significatives dans les modèles testés (âge, nettoyage des stands) et celles retrouvées dans les modèles initiaux, par société de tir (fréquence des sessions de tir, consommations prises sur place, autres expositions au plomb).

Par ailleurs, le questionnaire en ligne volontairement succinct, ne permettait pas toujours de recueillir les informations avec la précision nécessaire (locaux fréquentés, durée des séances de tir, etc.). La collecte des données en 2020 a dû faire appel à la mémoire de tireurs pour renseigner leur pratique habituelle au cours de la saison 2018-2019 ce qui peut engendrer des imprécisions (ex : estimation de la fréquence de venue au stand de tir), voire des biais (ex : tendance naturelle des personnes les plus exposées à rechercher de manière plus approfondie que les autres tireurs les causes possibles de leur plombémie élevée, et donc de rapporter plus fréquemment des possibilités d'exposition au plomb que les autres tireurs).

Mesures mises en place après la découverte des plombémies élevées

Dès la connaissance de plombémies élevées, les deux sociétés de tir ont rapidement fermé l'accès aux stands de tir en mars 2019 pour l'une et mai 2019 pour l'autre. Les adhérents et les administrations concernées (agence régionale de santé, direction régionale et départementale de la jeunesse, des sports et de la cohésion sociale, municipalités, ligue de tir) ont été informés de la situation. Des mesurages environnementaux ont, comme on l'a vu en introduction, confirmé la

présence de plomb diffuse dans de nombreux espaces des clubs. Des brochures et des affichettes d'initiatives locales et nationales rappelant les bonnes pratiques de prévention ont été apposées dans les locaux des deux sociétés de tir (Annexe 3). Des travaux de nettoyage ont été réalisés par des sociétés spécialisées. Des modifications de fonctionnement ont été également mises en œuvre. À titre d'exemple, la société de tir B a mis en place les actions suivantes :

- Achat d'un aspirateur à eau ATTEX
- Installation d'une ventilation avec flux laminaire
- Couverture des murs par de l'ISOREL pour éviter les aspérités
- Remplacement de la moquette par du linoléum, sur le pas de tir
- Interdiction de rapporter les cibles à l'intérieur du restaurant
- Seul l'ouvreur peut poser les cibles et les récupérer
- Augmentation de la fréquence d'enlèvement des seaux de récupération des cartouches
- Nettoyage trois fois par an par une personne équipée avec un « kit amiante » (combinaison, masque...)
- Recommandation pour les tireurs de faire une plombémie préalablement à la délivrance ou au renouvellement de leur cotisation annuelle

Elle a également pour projet au niveau du pas de tir, de mettre en place des écrans en plexiglas avec des ouvertures pour le tireur (limitation des retours de flux d'air potentiellement chargé en poussière de plomb) et l'achat de vêtements pour les encadrants du club, qui resteront sur place et seront nettoyés par une laverie professionnelle.

5. CONCLUSION

La découverte de plomb dans les stands de tir n'est pas une découverte récente (18,25–27). Les tireurs pratiquants dans un cadre professionnel bénéficient déjà d'un suivi professionnel (17,18). Mais ce risque d'exposition au plomb tend à être sous-estimé lorsqu'il se déroule exclusivement dans un cadre associatif et de loisir en l'absence de suivi pour cette population. Les stands de tir abrités dans des locaux fermés semblent plus particulièrement concernés (16). Plusieurs alertes ont été, dans le passé, portées à la connaissance des Centres antipoisons et de toxicovigilance, de Santé publique France et des agences régionales de santé, le plus souvent vues par le prisme du saturnisme infantile qui fait l'objet d'une déclaration obligatoire (28) et possède un circuit de signalement dédié.

Cette étude montre que l'adulte n'est pas épargné par l'exposition au plomb. L'imprégnation globale des tireurs adultes de loisir est nettement supérieure à la moyenne de la population française et, pour certains, les plombémies sont très supérieures aux valeurs tolérées chez des professionnels exposés à qui s'impose un suivi médical régulier.

La prise de conscience du problème passe d'abord par une bonne information et sensibilisation des tireurs. Le ministère de la santé, Santé publique France et la Fédération française de tir ont élaboré conjointement des brochures et affiches distribuées dans toutes les sociétés de tir de France (Annexe 3) pour limiter l'exposition au plomb lors de la pratique du tir de loisir.

Mais il restera difficile de convaincre les pratiquants de prendre des mesures pouvant être vécu comme contraignantes pour eux-mêmes et/ou onéreuses pour les clubs alors même que les effets du plomb restent souvent peu visibles à l'échelle individuelle. Une concertation entre le monde du tir et les acteurs de prévention et de promotion de la santé (29,30) serait très utile pour faire émerger des actions efficaces (et parfois simples à mettre en œuvre) pour réduire l'exposition au plomb dans les stands de tir. Seule à même de révéler les expositions individuelles excessives au plomb, une réflexion devrait également être engagée pour évaluer le bénéfice d'une surveillance biologique régulière des tireurs de loisir.

Références bibliographiques

1. Lucas JP, Le Bot B, Glorennec P, Etchevers A, Bretin P, Douay F, *et al.* Lead contamination in French children's homes and environment. *Environ Res.* juill 2012;116:58-65.
2. Anses - Agence nationale de sécurité sanitaire de l'alimentation, de l'environnement et du travail. 2013 [cité 30 mai 2023]. Exposition au plomb : Les effets du plomb sur la santé associés à des plombémies inférieures à 100 µg/L. Disponible sur : <https://www.anses.fr/fr/content/les-effets-du-plomb-sur-la-sant%C3%A9-associ%C3%A9s-%C3%A0-des-plomb%C3%A9mies-inf%C3%A9rieures-%C3%A0-100-%C2%B5g>
3. Anses. Le plomb et ses composés inorganiques. Valeurs biologiques d'exposition en milieu professionnel [Internet]. Maisons-Alfort; 2019. Disponible sur : <https://www.anses.fr/fr/system/files/VLEP2013SA0042.pdf>
4. Anses - Agence nationale de sécurité sanitaire de l'alimentation, de l'environnement et du travail. 2020 [cité 23 juin 2023]. Avis de l'Anses relatif à la contamination d'espaces publics extérieurs par le plomb. Disponible sur : <https://www.anses.fr/fr/content/avis-de-lanses-relatif-%C3%A0-la-contamination-despaces-publics-ext%C3%A9rieurs-par-le-plomb>
5. Anses. Document relatif à l'expertise en vue de la fixation de valeurs limites d'exposition à des agents chimiques en milieu professionnel - Évaluation des effets sur la santé et des méthodes de mesure des niveaux d'exposition sur le lieu de travail pour le plomb et ses composés inorganiques. (Saisine 2013-SA-0042) [Internet]. Maisons-Alfort; 2022. Disponible sur : <https://www.anses.fr/fr/system/files/VSR2013SA0042-1Ra.pdf>
6. Baud F, Garnier R. Toxicologie clinique. 6^e éd. Paris: Lavoisier Médecine-sciences; 2017.
7. CAB. Centre Antipoisons Belge. [cité 30 mai 2023]. Intoxication au plomb. Disponible sur : <https://www.centreatipoisons.be/professionnels-de-la-sant/articles-pour-professionnels-de-la-sant/intoxication-au-plomb>
8. Haguenoer J. Les conséquences sanitaires de l'exposition aux dérivés du plomb. Pour un abaissement des seuils d'intervention en santé publique et en milieu professionnel. *Poll Atmosphérique.* déc 2009;204:433-50.
9. EFSA Panel on Contaminants in the Food Chain (CONTAM). Scientific Opinion on Lead in Food. *EFSA J* [Internet]. avr 2010 [cité 12 juin 2023];8(4). Disponible sur : <https://data.europa.eu/doi/10.2903/j.efsa.2010.1570>
10. International Agency for Research on Cancer, éditeur. Inorganic and organic lead compounds: this publication represents the views and expert opinions of an IARC Working Group on the Evaluation of Carcinogenic Risks to Humans, which met in Lyon, 10 - 17 February 2004. Lyon: IARC; 2006. 506 p. (IARC monographs on the evaluation of carcinogenic risks to humans).
11. INRS. Plomb. Prévenir les expositions professionnelles au plomb - Risques [Internet]. [cité 1^{er} juin 2023]. Disponible sur : <https://www.inrs.fr/risques/plomb/ce-qu-il-faut-retenir.html>
12. Opinion on scientific evaluation of occupational exposure limits for Lead and its compounds. ECHA/RAC/A77-O-0000006827-62-01/F [Internet]. [cité 6 juin 2023]. Disponible sur : <https://echa.europa.eu/documents/10162/ed7a37e4-1641-b147-aaac-fce4c3014037>
13. Union européenne. Proposition de directive du Parlement européen et du Conseil modifiant la directive 98/24/CE du Conseil et la directive 2004/37/CE du Parlement européen et du Conseil en ce qui concerne les valeurs limites pour le plomb, ses composés inorganiques et les diisocyanates [Internet]. 2023. Disponible sur : <https://ec.europa.eu/info/law/better-regulation/have-your-say/initiatives/12745-Sante-et-securite-au-travail-protection-des-travailleurs-contre-lexposition-a-des-substances-chimiques-plomb-et-diisocyanates- fr>
14. Circabc. Opinion on an EU Binding Occupational Exposure Limit Value (BOEL) and Binding Biological Limit Value (BLV) for Lead and its inorganic compounds under the Chemical Agents

Directive 98/24/EC [Internet]. 2023 [cité 6 juin 2023]. Disponible sur : <https://circabc.europa.eu/ui/group/cb9293be-4563-4f19-89cf-4c4588bd6541/library/60b206e1-ee10-40c2-9540-fb6510c11a0c/details>

15. HCSP. Maîtrise du risque associé à la présence de plomb dans l'environnement extérieur [Internet]. Paris: Haut Conseil de la Santé Publique; 2021 janv [cité 1^{er} juin 2023]. Disponible sur : <https://www.hcsp.fr/explore.cgi/avisrapportsdomaine?clefr=986>
16. Laidlaw MAS, Filippelli G, Mielke H, Gulson B, Ball AS. Lead exposure at firing ranges-a review. *Environ Health Glob Access Sci Source*. 4 avr 2017;16(1):34.
17. Ferrand JF. Gestion du risque lié au plomb dans les stands de tir du ministère de la Défense. Documents pour le médecin du travail n°129. trim 2012;70-1.
18. Sérieyns JC, Diébold F, Fontaine JR. Mesures de prévention de l'exposition au plomb des salariés des stands de tir. *Note Doc ND 2369*. 2012;229:25-9.
19. ADELFF, AEEMA, ADEREST, EPITER. Recommandations de déontologie et bonnes pratiques en épidémiologie. Paris: Adelf; 2007 p. 37 p.
20. Oleko A, Fillol C, Balicco A, Bidondo M, Gane J, Saoudi A, *et al*. Imprégnation de la population française par le plomb [Internet]. Saint-maurice: Programme national de biosurveillance, Esteban 2014-2016; 2020 p. 53 p. Disponible sur : <https://www.santepubliquefrance.fr>
21. Labat L, Olichon D, Poupon J, Bost M, Haufroid V, Moesch C, *et al*. Variabilité de la mesure de la plombémie pour de faibles concentrations proches du seuil de 100 µg/L : étude multicentrique. *Ann Toxicol Anal*. 2006;18(4):297-304.
22. HCSP. Mise à jour du guide pratique de dépistage et de prise en charge des expositions au plomb chez l'enfant mineur et la femme enceinte [Internet]. Paris: Haut Conseil de la santé publique; 2017 nov [cité 1 juin 2023]. Disponible sur : https://www.hcsp.fr/Explore.cgi/Telecharger?NomFichier=hcspr20171119_guidepratiquepdeppsaturisme.pdf
23. Lanphear BP, Hornung R, Khoury J, Yolton K, Baghurst P, Bellinger DC, *et al*. Low-level environmental lead exposure and children's intellectual function: an international pooled analysis. *Environ Health Perspect*. juill 2005;113(7):894-9.
24. SPF. Bilan du dépistage du saturnisme chez l'enfant (0-17 ans) en lien avec la fréquentation des stands de tir [Internet]. [cité 1^{er} juin 2023]. Disponible sur : <https://www.santepubliquefrance.fr/maladies-et-traumatismes/maladies-de-la-mere-et-de-l-enfant/saturnisme-de-l-enfant/documents/bulletin-national/bilan-du-depistage-du-saturnisme-chez-l-enfant-0-17-ans-en-lien-avec-la-frequentation-des-stands-de-tir>
25. Beaucham C, Page E, Alarcon W, Calvert G, Methner M, Schoonover T. Indoor Firing Ranges and Elevated Blood Lead Levels - United States, 2002–2013. *Morb Mortal Wkly Rep*. 2014;63(16):347-51.
26. MMWR. Reducing Exposures to Airborne Lead in Indoor Firing Ranges - United States [Internet]. [cité 20 juin 2023]. Disponible sur : <https://www.cdc.gov/mmwr/preview/mmwrhtml/00000142.htm>
27. Dufayet L, Langrand J, Bercessio-Nguon N, Villa A, Garnier R, Laborde-Castérot H. Lead exposure at firing ranges in France: An addendum to Johnson-Arbor *et al*. *Am J Ind Med*. sept 2020;63(9):838-9.
28. Santé publique France. Saturnisme de l'enfant [Internet]. [cité 20 juin 2023]. Disponible sur : <https://www.santepubliquefrance.fr/maladies-et-traumatismes/maladies-de-la-mere-et-de-l-enfant/saturnisme-de-l-enfant>
29. HCSP. Prévention et promotion de la santé - Une responsabilité collective [Internet]. 2018. 64 p. (ADSP). Disponible sur : <https://www.hcsp.fr/explore.cgi/adsp?clef=160>

30. Santé publique France. Répertoire des interventions efficaces ou prometteuses en prévention et promotion de la santé [Internet]. [cité 20 juin 2023]. Disponible sur : <https://www.santepubliquefrance.fr/a-propos/services/interventions-probantes-ou-prometteuses-en-prevention-et-promotion-de-la-sante/repertoire-des-interventions-efficaces-ou-prometteuses-en-prevention-et-promotion-de-la-sante>

Annexes

Annexe 1. Lettre aux médecins des tireurs



Dijon, le 15 octobre 2019

Objet : Exposition au plomb dans deux clubs de tir de loisir du Doubs

Cher confrère, chère consœur,

Depuis le début de l'année 2019, plusieurs adultes fréquentant les stands de tir de loisir à XXXX et à YYYY ont présenté d'importantes teneurs en plomb dans leur sang. Des plombémies supérieures à 400 µg/L ont été mises en évidence, avec, pour certains tireurs, une symptomatologie compatible avec une intoxication saturnine. Ces plombémies élevées ont été signalées à l'ARS par divers canaux : médecin traitant, laboratoire d'analyse du CHRU, centre antipoison et de toxicovigilance (CAP-TV de Nancy). L'ARS a saisi Santé publique France pour réaliser une investigation sur les deux clubs.

Compte tenu du niveau élevé des plombémies déjà observées, il semble important qu'un **contrôle individuel des plombémies soit effectué chez les tireurs fréquentant les stands de tir ainsi que chez les personnes vivant dans leur foyer.** En effet, le tir expose aux poussières de plomb présentes sur le stand de tir (lors du tir lui-même, lors du nettoyage du stand de tir ou lors de la manipulation de munitions), mais également dans certaines activités annexes souvent réalisées à domicile (confection de munitions, nettoyage des armes). Dans cette activité, le niveau de l'exposition au plomb de l'entourage proche des tireurs (et en particulier des enfants et les femmes enceintes plus vulnérables au plomb) reste mal connue et fortement sous-estimée dans les clubs de tir, de sorte que les mesures de prévention les plus simples sont rarement appliquées. **Ce courrier vous est remis par votre patient car il fréquente un club de la société de tir de XXXX ou YYYY ou est membre du foyer d'un tireur. Dans ce contexte, nous vous sollicitons pour vous inviter à prescrire une plombémie à votre patient et à son entourage :**

- Le CAP-TV peut vous accompagner dans l'interprétation de la plombémie, notamment d'un point de vue cinétique relative à l'exposition ;
- Santé publique France peut vous renseigner sur l'investigation en cours, basée sur la participation active des tireurs afin qu'ils renseignent leur plombémie et des facteurs de risque sur une application préservant la confidentialité).

À ce stade, la démarche se limite aux clubs de tir de loisir pour lesquels l'ARS a reçu des signalements, en vue de mieux évaluer les expositions et définir les mesures de prévention associées. En fonction des résultats, une approche plus générale de santé publique en lien avec cette pratique pourra être envisagée. Les résultats de cette investigation seront restitués aux tireurs et seront également tenus à votre disposition.

Comptant sur votre implication dans cette démarche de prévention, nous vous prions de croire, cher confrère, chère consœur, en l'expression de nos sincères salutations.

Olivier Retel

Responsable de la Cellule
Bourgogne-Franche-Comté
Santé publique France

Dr Emmanuel Puskarczyk

Chef de service du CAPTV Est

Alain Morin
Directeur de la santé publique
ARS Bourgogne-Franche-Comté

Annexe 2. Masque de saisie du questionnaire en ligne



Enquête adhérents stands de tir

main Captv

Accueil | Déconnexion Contrôle à la saisie

Individuel

Bonjour Madame/Monsieur,

Nous vous remercions par avance pour le temps que vous allez consacrer pour répondre aux questions suivantes.

Merci de bien vouloir remplir un questionnaire par membre de votre foyer.

Nom * **Prénom ***

Sexe * Femme Homme **Date de naissance** jj mm aaaa (jj/mm/aaaa)

Avez-vous pratiqué le tir en 2018-2019 ? * Oui Non

Tireur

Quel(s) stand(s) de tir avez-vous fréquenté en 2018-19 ?

	Jamais	Moins d'1 fois par mois	2 à 3 fois par mois	Au moins 4 fois par mois	⊗
(10 m)	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
(10 m)	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
(25 m)	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
(50 m)	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
(10 m)	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
(25 m)	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Autre	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

Combien de munitions consommez-vous environ par séance de tir (hors compétition) ? Moins de 50 munitions 50 à 100 munitions Plus de 100 munitions Ne sait pas Annuler

Les balles que vous utilisez sont-elles la plupart du temps des balles chemisées ? Oui Non Annuler

Fabriquez-vous des munitions ? Oui Non Annuler

Coulez-vous du plomb ? Oui, en intérieur Oui, en plein air Annuler

Avez-vous d'autres activités liées au tir (plusieurs réponses possibles) comme :

	Oui	Non	⊗
Je suis ouveur / ouvreuse au club	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Je participe au nettoyage du stand du club	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Je nettoie les armes du club	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Je nettoie mes armes à la maison	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Autre	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

Après le tir, avez-vous l'habitude de (plusieurs réponses possibles) :

	Oui	Non	⊗
vous laver les mains ?	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
changer de vêtements ?	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

Buvez-vous et/ou mangez-vous régulièrement (plusieurs réponses possibles) :

	Oui	Non	⊗
Dans le stand de tir	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Dans le club, mais hors du stand	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

Etes-vous exposé au plomb en dehors du tir de loisir (plusieurs réponses possibles) ?

Activité de bricolage avec du plomb Oui Non Annuler

Présence de peinture au plomb à domicile Oui Non Annuler

Du fait de votre profession Oui Non Annuler

Autre exposition au plomb

Avez-vous l'habitude de vous ronger les ongles ? Oui Non Annuler

Plombémie

Médecin qui a fait l'ordonnance : Dr médecin exerçant à (ville)

Date de la prise de sang n°1	<input type="text"/> jj <input type="text"/> mm <input type="text"/> aaaa <input type="text"/> (jj/mm/aaaa)	Résultat de la plombémie n°1	<input type="text"/>	en µg/L (ne pas inscrire les chiffres après la virgule)
Date de la prise de sang n°2	<input type="text"/> jj <input type="text"/> mm <input type="text"/> aaaa <input type="text"/> (jj/mm/aaaa)	Résultat de la plombémie n°2	<input type="text"/>	
Date de la prise de sang n°3	<input type="text"/> jj <input type="text"/> mm <input type="text"/> aaaa <input type="text"/> (jj/mm/aaaa)	Résultat de la plombémie n°3	<input type="text"/>	
Date de la prise de sang n°4	<input type="text"/> jj <input type="text"/> mm <input type="text"/> aaaa <input type="text"/> (jj/mm/aaaa)	Résultat de la plombémie n°4	<input type="text"/>	
Date de la prise de sang n°5	<input type="text"/> jj <input type="text"/> mm <input type="text"/> aaaa <input type="text"/> (jj/mm/aaaa)	Résultat de la plombémie n°5	<input type="text"/>	

Ajouter d'autres enregistrements: Non

Annexe 3. Affiches d'information et de sensibilisation au risque d'exposition au plomb pour les pratiquants du tir de loisir

Prévenir l'exposition au plomb pour les tireurs sportifs



SYMPTÔMES **RÈGLES D'HYGIÈNE**

QUI EST CONCERNÉ ?

LES DANGERS

LIMITER LES RISQUES



LES RÈGLES D'HYGIÈNE

Après chaque séance de tir :



Se laver les mains à l'eau savonneuse. Appliquer ensuite éventuellement une solution hydro-alcoolique



Ne pas consommer de nourriture, boissons, tabac, appliquer de produits cosmétiques

Lors de l'entretien du stand :



Porter un masque et des vêtements de protection adaptés



Prendre une douche et changer de vêtements

Ligue régionale de Tir de Franche-Comté - 36 rue des feuilles d'automne - 25000 BESANCON
Tél : 09.54.15.22.00 - mail : president@liguettirfc.info

Document d'information non contractuel – IPNS – ne pas jeter sur la voie publique

LES DANGERS DU SATURNISME

Le plomb est connu comme étant toxique pour l'homme depuis l'Antiquité. Il pénètre dans le corps par le nez (poussières, fumées) ou la bouche (mains sales, aliments souillés). Il provoque des maladies graves, en venant se fixer dans les os, le foie, les reins et le cerveau. Il s'élimine très lentement.



Les effets du plomb sont :

- Au niveau du système nerveux : troubles de l'humeur et de la mémoire, détérioration des capacités intellectuelles, atteinte des nerfs moteurs.
- Au niveau des reins : perturbation des fonctions d'élimination, insuffisance rénale
- Au niveau du sang : diminution du nombre de globules rouges (anémie)
- Au niveau du système digestif : coliques de plomb (douleurs abdominales)
- Au niveau du système reproducteur : altération de la production de spermatozoïdes, effets sur la grossesse (avortements)




Il n'existe pas de seuil sous lequel l'exposition au plomb est sans danger

LES SYMPTÔMES

En dehors des signes d'intoxication aigue se traduisant par des douleurs abdominales intenses et des manifestations neurologiques (paralysie, encéphalite), le plomb peut être à l'origine de nombreuses affections qui ne lui sont pas souvent rattachées : anémie, troubles digestifs variés, hypertension, troubles du sommeil, de la mémoire, de la concentration, faiblesse des muscles extenseurs...

Dans tous les cas, lorsqu'un tireur se plaint de troubles médicaux dont la nature n'est pas évidente, il doit parler de ses pratiques sportives à son médecin et éventuellement lui demander une analyse du taux de plomb dans le sang.

SYMPTÔMES D'INTOXICATION AU PLOMB

- Crampes, douleurs abdominales
- Nausée, vomissements
- Selles noires
- Maux de tête
- Confusion, Stupeur
- Diminution soudaine de la quantité d'urine
- Jaunisse de la peau et des yeux
- Troubles neurologiques

Les tireurs au plomb à 10 m



les projectiles sont manipulés et peuvent laisser des dépôts sur les doigts.

Ceux pratiquant le rechargement



La manipulation répétée des projectiles est source de contamination

QUI EST CONCERNÉ ?



Tous les tireurs sont concernés

Ceux qui fondent leurs balles



Dans des conditions de ventilation peu efficaces

Les tireurs aux armes anciennes



Pour éviter toute contamination par le plomb

3 GESTES SIMPLES LORSQUE JE PRATIQUE LE TIR

1 Mes bonnes habitudes



- Pendant mes entraînements, je ne mange pas, je ne bois pas et je ne porte jamais mes mains à ma bouche sur le pas de tir.
- Durant les compétitions, pour m'hydrater je bois dans une gourde.



- Dès que je quitte le pas de tir je me lave soigneusement les mains.

2 Mon Équipement



- Je privilégie une tenue spécifique pour tirer.
- Je ne la mélange jamais avec d'autres vêtements, je la nettoie fréquemment.
- Je change de chaussures ou j'essuie celles que je porte avec un tissu humide.



- Je nettoie mon arme sur place dans l'espace réservé à cet effet.

3 Ma vigilance

- Je rappelle régulièrement à mon médecin traitant que je pratique le tir sportif.

