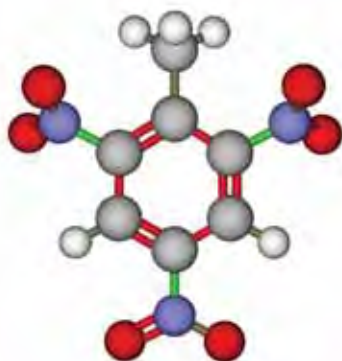




Pollution d'origine pyrotechnique : historique et modalités d'introduction dans l'environnement



Par **Daniel HUBE**

*BRGM. Ingénieur expérimenté sites et sols pollués,
doctorant en en histoire environnementale et militaire
(Orléans / Nancy)*

L'émergence de la séquelle environnementale des guerres modernes

Le XIX^{ème} siècle a vu, avec la conscription et les progrès scientifiques et techniques dans les domaines de la chimie, de la métallurgie, l'apparition de **la massification de la guerre et l'avènement d'armes dont la puissance et le pouvoir d'attrition étaient encore inédits.**

Avec la Première Guerre mondiale (1914 – 1918), jamais encore l'environnement (physique, chimique) n'a été si **profondément marqué, transformé durablement en si peu de temps.** En lien avec l'usage massif des moyens d'artillerie et d'explosifs. Mais la séquelle est un effet collatéral de la guerre. Vietnam l'environnement a été délibérément visé pour déloger le combattant (idem Haut Karabagh).

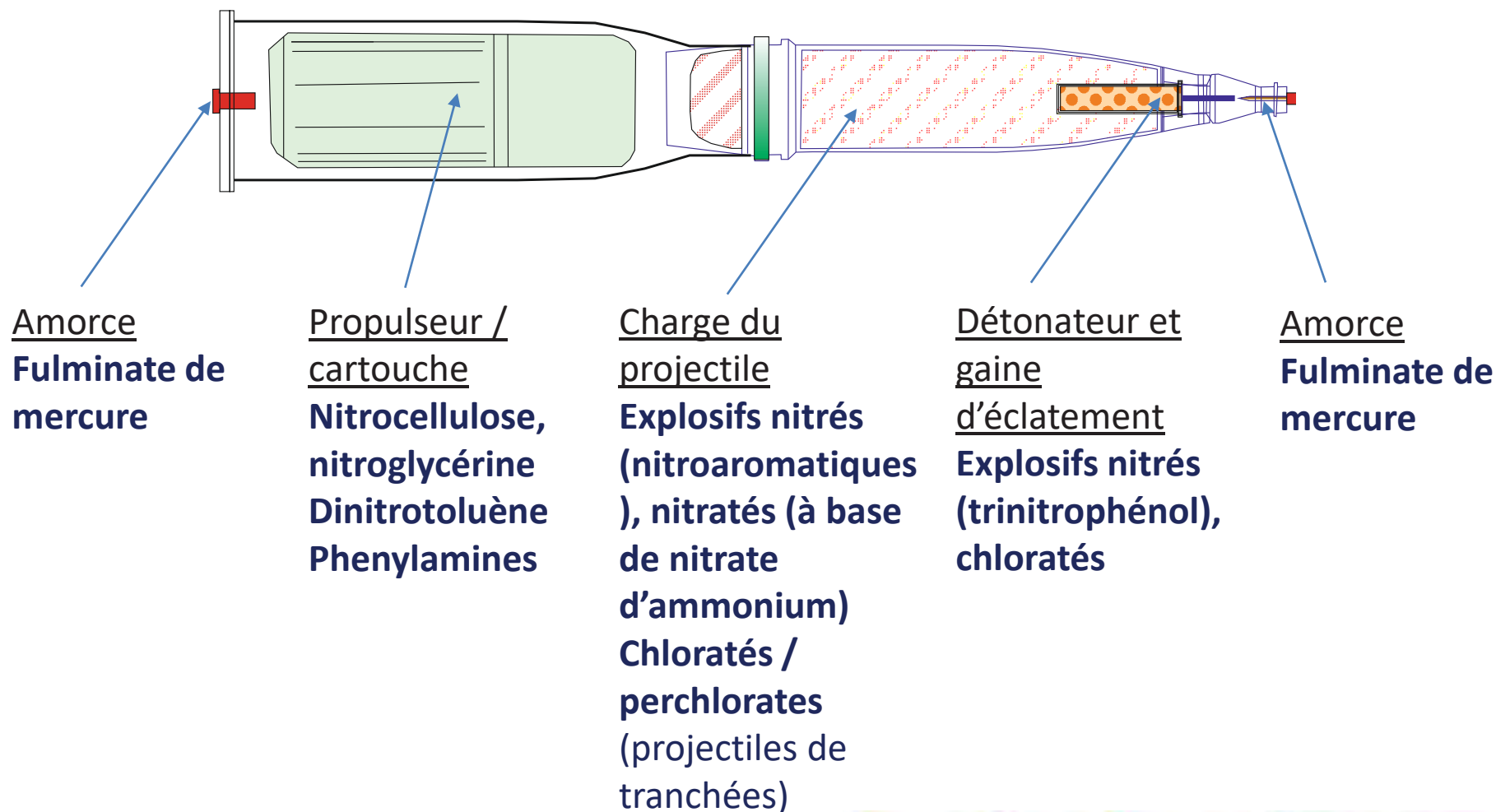
Les modifications de la qualité des sols et des eaux post-conflits restent peu étudiées.

Etudes parcellaires, locales. La plus grande des guerres industrielles paradoxalement hors champ des préoccupations environnementales.

Pourtant plus **d'un milliard de tirs sur une bande quasistatique dont 25% non explosés → réservoir chimique (métaux, explosifs nitrés nitrates, perchlorates, etc.) introduit dans les sols.**

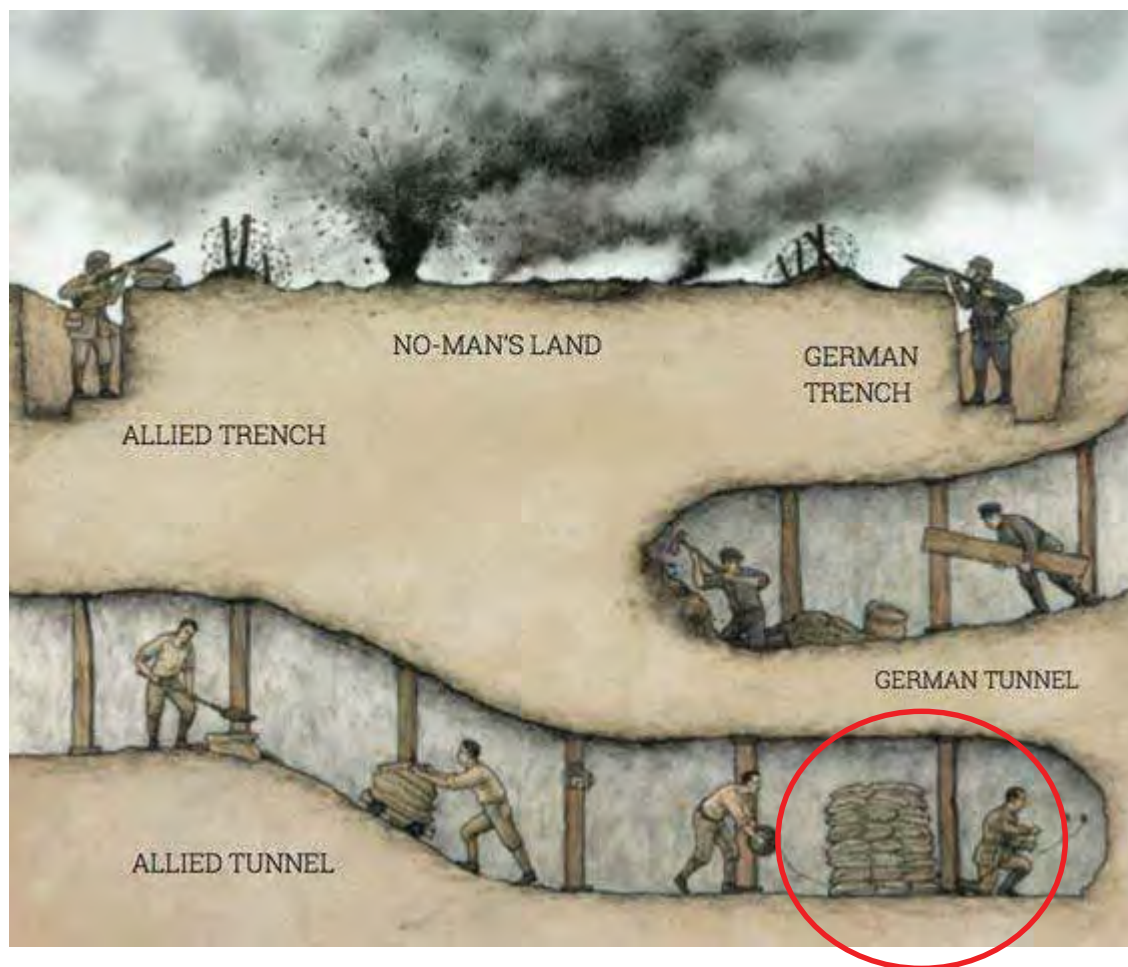
Nom Prénom - date

Munitions: un réservoir chimique kaléidoscopique (1)



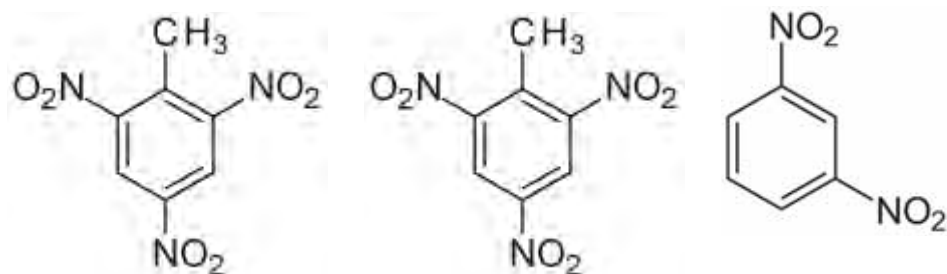
Nom Prénom - date

Munitions: un réservoir chimique kaléidoscopique (2)



**Charges d'éclatements de plusieurs kg à plusieurs dizaines de tonnes dans la guerre souterraines des mines: explosifs nitrés (nitroaromatiques, dynamite), nitratés (à base de nitrate d'ammonium, poudre noire)
Chloratés / perchlorates**

Munitions: un réservoir chimique kaléidoscopique (3)

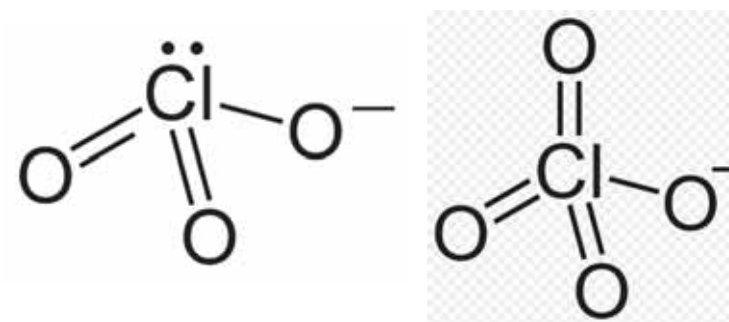


Explosifs nitrés (nitroaromatiques)

Peu solubles, persistants, biotransformables, sorption et transferts vers le biote

Cancérigènes, Mutagènes, reprotoxiques à basses concentrations

Pas de valeurs eaux en France mais USA, Allemagne



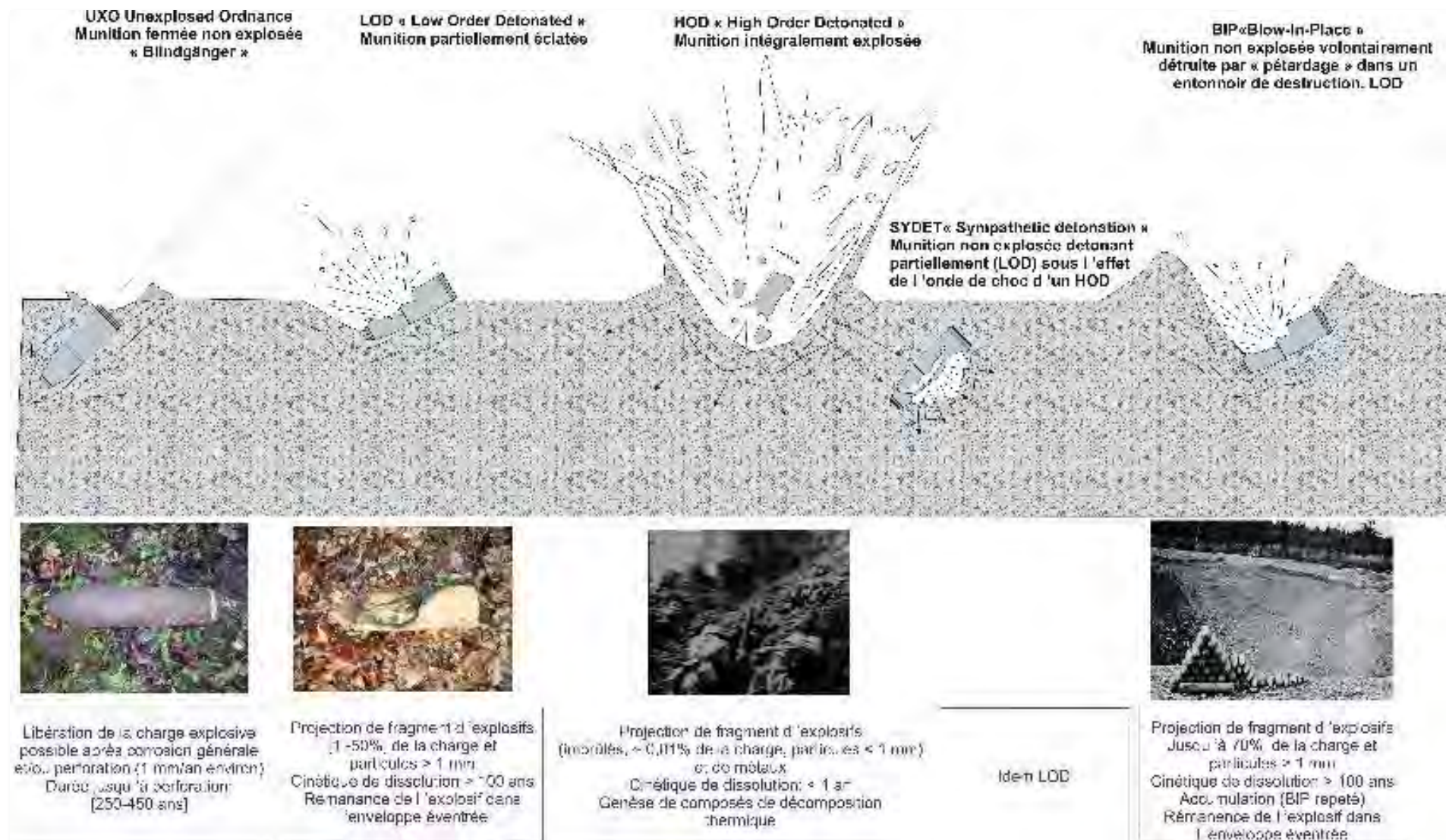
Explosifs chloratés / perchlorates

Très solubles, non sorbés, persistants (traceurs parfaits)

Perturbateurs thyroïdiens

Pas de valeurs réglementaires eaux en France mais recommandations ANSES

Modalités d'introduction des substances énergétiques dans les sols (1)



Modalités d'introduction des substances énergétiques dans les sols (2)



Détonation de haut-ordre. Sources de pollutions ?

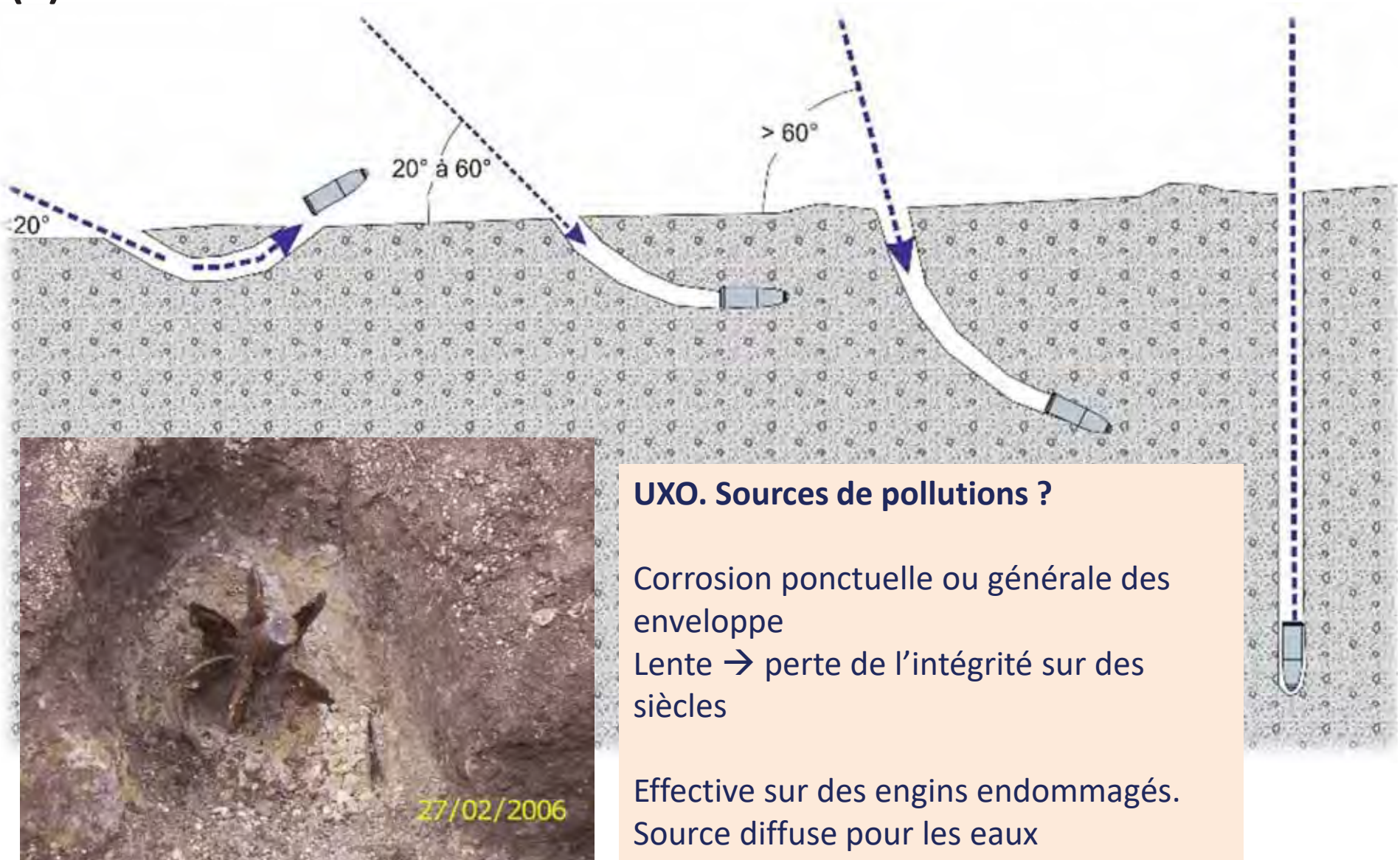
Taux d'imbrulés très faibles (selon LfU Bayern, 2004)

Particules très fines à rémanence dans les sols très courte

Pas de source active actuelle



Modalités d'introduction des substances énergétiques dans les sols (3)



Modalités d'introduction des substances énergétiques dans les sols (3)



Détonation de bas ordre. Sources de pollutions ?

Cas du pétardement pour détruire les munitions obsolètes, en excès

Détonation partielle, libération de fragment parfois centimétriques et rémanents dans les sols

Sources ponctuelles de pollution concentrée (sites de destruction)

Modalités d'introduction des substances énergétiques dans les sols (4)

Corrosion de munitions éparses et d'engins partiellement détonés sur le champs de bataille
→ pollution diffuse des eaux probable

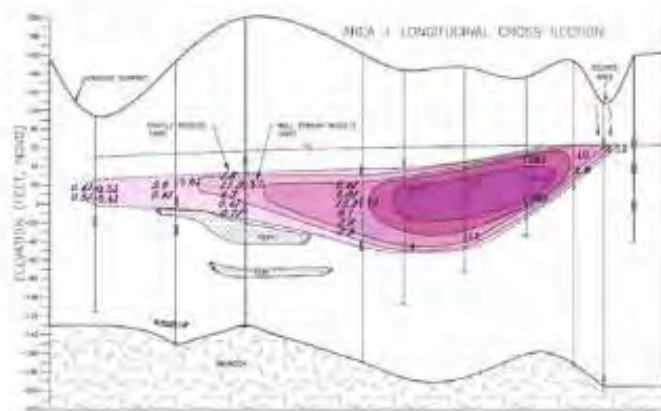
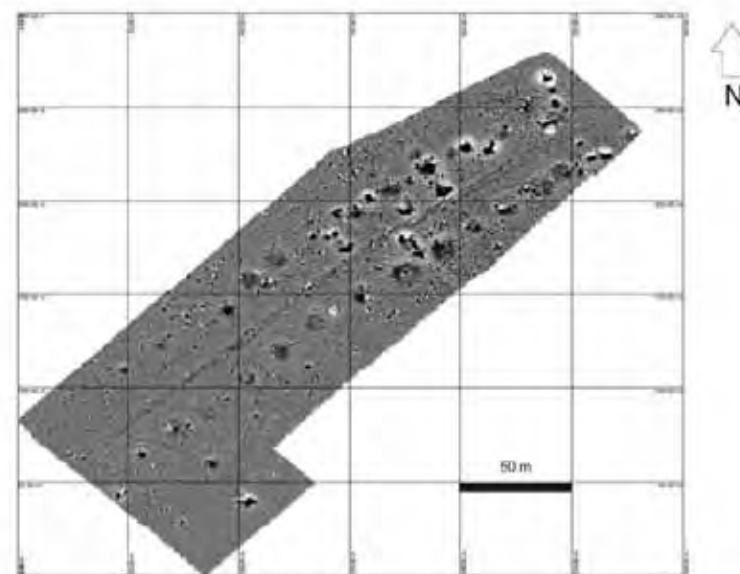
Dépôts de munitions enfouis et sites de destruction industrielle de poudres, explosifs et engins de guerre syn- et post-conflits → **sources de pollution concentrée active en composés énergétiques. 2,5 – 3 millions de tonnes démolies dans l'entre-deux-guerres.**

Le comportement environnemental différentiel (mobilité, persistance, etc.) entre les différents composés (nitrés, nitratés, (per)chloratés) se traduit par une signature dans les eaux souterraines différente que celle des explosifs présents dans les sols (documentés aux USA (champs de tir) et en Allemagne (Seconde Guerre)

On retrouve dans les eaux les plus mobiles et les plus persistants: chlorate, perchlorate, nitrates, dinitrotoluènes et amino-dinitrotolène (pour la Première Guerre mondiale). Chlorates et perchlorates sont les traceurs parfaits de l'influence de la séquelle de la Grande Guerre sur les eaux souterraines

Recherches en cours sur le « fingerprinting » de 14-18 dans les eaux.

Démolition par pétardement Source de pollutions concentrées





**« La Place à
Gaz »
1926 – 1928**

**Versus
octobre
2014**





Meuse : 14-18 tue la récolte 2015

EXCLUSIF

POLEMIQUE Les productions de sept exploitations du canton de Spincourt sont détruites depuis le mois de juillet à cause d'une pollution du sol qui résulterait de la destruction d'obus chimiques après la première guerre mondiale. En ligue

Meuse : la terre empoisonnée ?

La récolte sera détruite
exploitations agricoles du
Nord meusiennes. La terre
détruite par l'usage
potentielle pollution du sol qui
serait venue à la fin de la
guerre de 14-18.

Dans le canton de Spincourt, sept exploitations agricoles ont vu leur récolte de 2015 détruite. Les agriculteurs accusent une contamination du sol par des obus chimiques après la première guerre mondiale. Les agriculteurs ont demandé à la préfecture de la Meuse de leur verser des indemnités. Mais la préfecture refuse. Les agriculteurs ont demandé à la justice de leur verser des indemnités. Mais la justice refuse. Les agriculteurs ont demandé à la justice de leur verser des indemnités. Mais la justice refuse.

La préfecture de la Meuse rappelle que « des obus chimiques ont été utilisés pendant la première guerre mondiale dans le canton de Spincourt ». Mais elle refuse de verser des indemnités. Les agriculteurs ont demandé à la justice de leur verser des indemnités. Mais la justice refuse.



À gauche : un agriculteur dans un champ contaminé. À droite : un champ contaminé.

« L'Etat ne reconnaît pas la contamination du sol »

Les agriculteurs accusent la préfecture de la Meuse de ne pas reconnaître la contamination du sol. Ils demandent à la justice de leur verser des indemnités. Mais la justice refuse.

La préfecture de la Meuse rappelle que « des obus chimiques ont été utilisés pendant la première guerre mondiale dans le canton de Spincourt ». Mais elle refuse de verser des indemnités. Les agriculteurs ont demandé à la justice de leur verser des indemnités. Mais la justice refuse.

La préfecture de la Meuse rappelle que « des obus chimiques ont été utilisés pendant la première guerre mondiale dans le canton de Spincourt ». Mais elle refuse de verser des indemnités. Les agriculteurs ont demandé à la justice de leur verser des indemnités. Mais la justice refuse.





Abandon sous terre de grandes quantités d'explosifs en vrac (1)



Guerre des mines. Sources de pollutions ?

Dépôts d'explosif français chloraté en Argonne, conditionné dans des sacs de toile de jute paraffinés



Abandon sous terre de grandes quantités d'explosifs en vrac (2)



Guerre des mines. Sources de pollutions ?

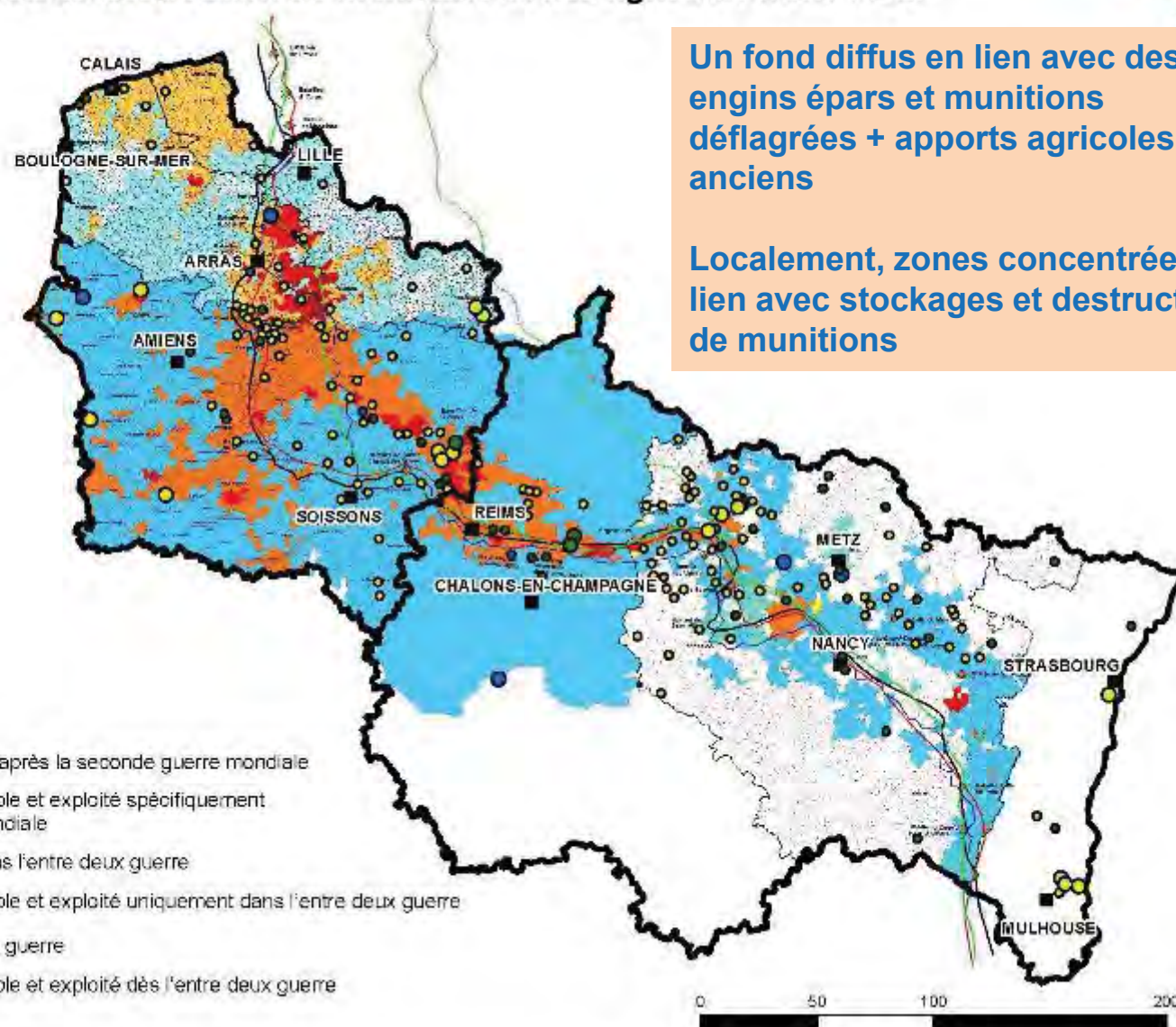
Pendant la guerre, la nappe était pompée pour le creusement des galeries à sec.

Après guerre, la nappe remonte et ennoie les parties profondes, avec les explosifs

Pains d'explosifs perchloratés + nitroaromatique allemands (« *perdite* »). Argonne.



Distribution des concentrations en ions perchlorate dans les unités de distribution d'eau (régions Grand-est et Hauts de France), des sites de destruction de munitions et des lignes de front 14-18

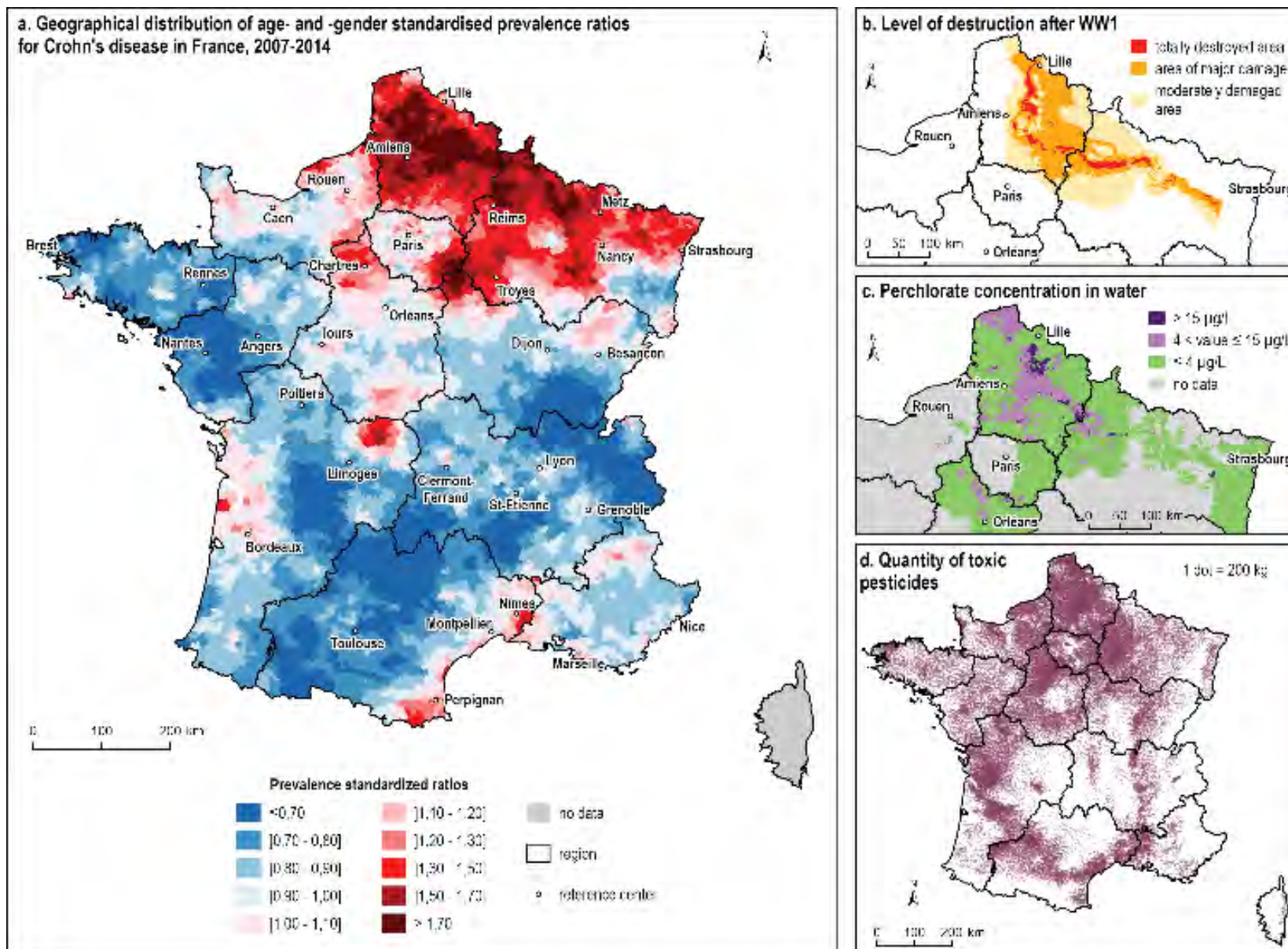


Un fond diffus en lien avec des
 engins épars et munitions
 déflagrées + apports agricoles
 anciens

Localement, zones concentrées en
 lien avec stockages et destruction
 de munitions

Légende

- Site exploité spécifiquement après la seconde guerre mondiale
- Site considéré comme sensible et exploité spécifiquement après la seconde guerre mondiale
- Site exploité uniquement dans l'entre deux guerre
- Site considéré comme sensible et exploité uniquement dans l'entre deux guerre
- Site exploité dès l'entre deux guerre
- Site considéré comme sensible et exploité dès l'entre deux guerre



Emilie Gallet-Moron, Guillaume Decocq / Genin M, Fumery M, Ocelli F, Savoye G, Pariente B, Dauchet L, Giovannelli J, Vignal C, Body-Malapel M, Sarter H, Gower-Rousseau C, Ficheur G (2019). Fine-scale geographical distribution and ecological risk factors for Crohn's disease in France (2007-2014). *Alimentary Pharmacology & Therapeutics*.

Conclusions

Un territoire singulier caractérisé par une histoire industrialo-militaire unique et particulière

La Première Guerre mondiale a été un conflit d'une violence inouïe qui a marqué l'environnement en modifiant durablement les paysages, la structure et la qualité des sols

Les eaux souterraines sont possiblement marquées dans les secteurs de bombardements denses et répétés en lien avec une forte densité d'engins non éclatés et restes de guerre

C'est dans ces zones où pendant et après les conflits de grandes quantités de munitions et engins de guerre ont été abandonnés sur et sous terre, puis détruits par pétardement, vidage, brûlage, enfouissement → sources de pollution concentrées et durables des sols et des eaux. Concerne le quart nord-est de la France mais aussi d'autres secteurs (grands dépôts de l'arrière.

Un bilan sur l'impact de ces événements sur les sols et les eaux reste à faire → composés persistants, mobiles et à effets sur la santé. Indices locaux ou présomptions d'occurrence de ces polluants.

Perchlorate → traceur parfait

Recherches nécessaires, en cours sur le « fingerprinting » de 14-18 dans les eaux.