

Le Paardenmarkt, une décharge de munitions de la 1^{ère} GM devant la côte belge

Tine Missiaen

On en parle de temps en temps dans la presse. Pourtant, peu de gens le savent. Une ancienne décharge de munitions datant de la Première Guerre mondiale est enfouie au fond de la mer, devant la côte, face à la commune de Heist. On croit rêver: au moins 35.000 tonnes de munitions allemandes, dont au moins un tiers de grenades au gaz toxique, à quelques kilomètres à peine de la digue! Il reste néanmoins pas mal de lacunes dans les informations dont nous disposons, et il semblerait qu'une solution évidente ne soit pas pour demain.

Ce qui est fait est fait...

La Première Guerre mondiale a laissé de grandes quantités d'explosifs dans toute la Belgique. La collecte et le stockage provisoire dans des dépôts de munitions donnaient lieu à des situations extrêmement dangereuses, qui ont entraîné de nombreux accidents mortels. Lentement mais sûrement, la situation devint intenable, et étant donné que se débarrasser des munitions sur la terre impliquait alors trop de risques, le

gouvernement décida, fin 1919, de les déverser dans la mer. Ce déversement se déroula dans une relative indifférence et fut rapidement oublié.

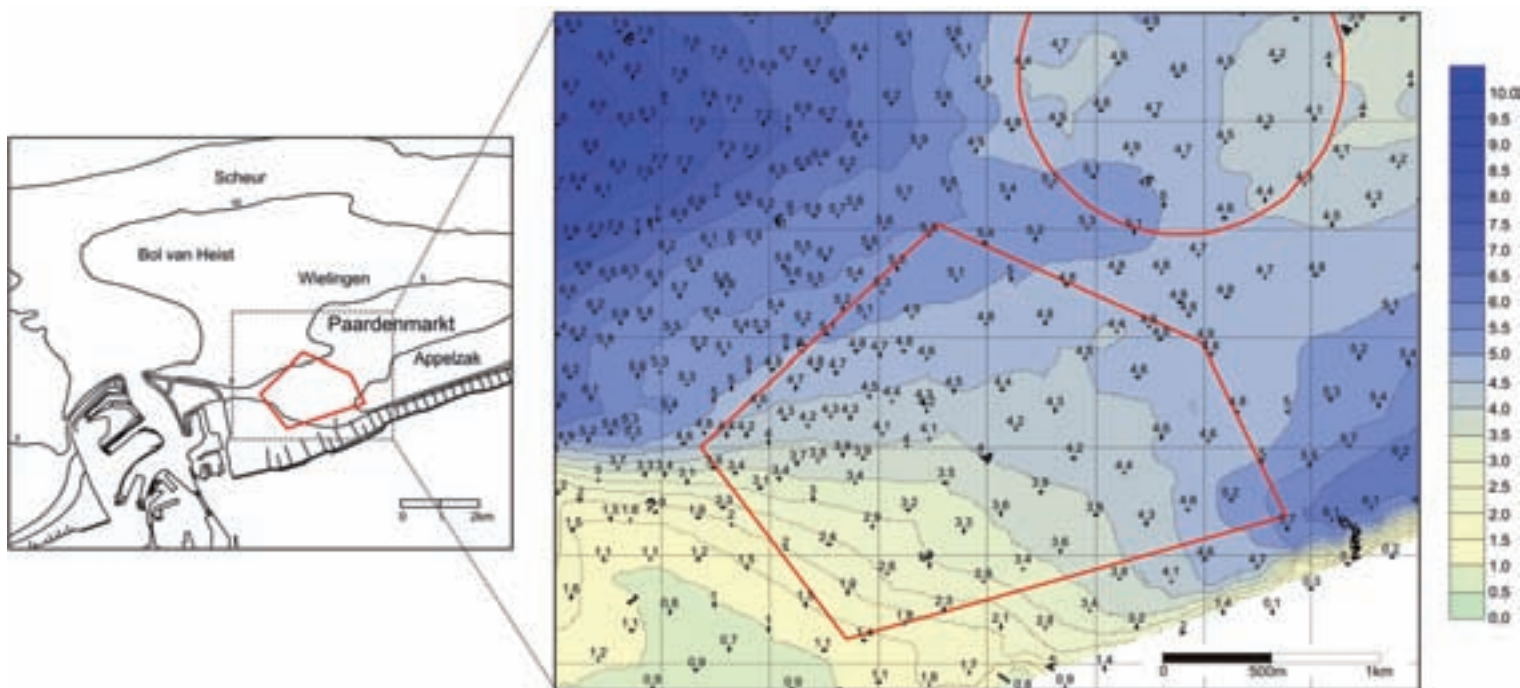
Lors de déversements de boues de dragage en 1971, un bateau heurta différents obstacles sur le fond marin à l'est du port de Zeebruges. Un examen approfondi réalisé en 1972 par des plongeurs de la force navale révéla la présence de munitions à 17 endroits, parmi lesquelles un grand nombre de grenades au gaz toxique. Une première étude sismique et magnétique exploratoire de la décharge de munitions fut réalisée en 1988. Depuis que les résultats sont connus, la zone est indiquée sur les cartes hydrographiques par un pentagone (superficie totale $\pm 3 \text{ km}^2$) avec une interdiction de jeter l'ancre et de pêcher (voir carte). Aucune autre mesure n'était à l'ordre du jour à l'époque.

Des milliers de bombes et de grenades...

Personne ne sait précisément combien d'explosifs ont été déversés sur le Paarden-

markt. La plupart des estimations parlent d'au moins 35.000 tonnes. Il s'agit sans doute essentiellement de munitions allemandes neuves (pas encore tirées), dont la plupart sont emballées dans des caisses (en bois). Jusqu'ici, on a généralement supposé qu'environ un tiers des munitions déversées étaient des grenades au gaz toxique. Mais certains éléments indiquent que la proportion pourrait être beaucoup plus importante (voir cadre).

On pense souvent à tort que lorsqu'on parle de gaz toxique, on se réfère essentiellement à des grenades au gaz moutarde. Or, le gaz moutarde (également appelé ypérite, en référence à la bataille d'Ypres en 1917 où il a été employé pour la première fois) n'est que l'un des nombreux gaz de combat de la 1^{ère} GM. D'autres armes chimiques ont été très utilisées, comme la chloropicrine, le phosgène, le diphosgène et les composés de l'arsenic (extrêmement toxiques, appelés « Clark ») (voir image p.56). On ne connaît pas leurs proportions, mais selon toute vraisemblance, les grenades au gaz moutarde ne devraient pas représenter plus d'un tiers des munitions chimiques sur le Paardenmarkt.



■ Délimitation de la zone d'interdiction pentagonale (en rouge) de la décharge de munitions sur le Paardenmarkt. À droite: Bathymétrie de la zone sur base de sondages réalisés en 1996 par l'administration flamande. Profondeur en mètres par rapport au BBMMVE (niveau moyen des basses mers de vives eaux). Le cercle en haut à droite indique l'emplacement de la décharge de boues de dragage « Zeebrugge Oost »

Combien de bombes y a-t-il vraiment?



■ Un dépôt de bombes à ailettes pour mortiers « Van Deuren ». Ces armes se sont avérées également utilisables contre les sous-marins allemands (« N'Oubliions Jamais », série de photos publiée après la guerre par le service photographique de l'armée)



■ Le déversement de munitions dans la mer après la 1^{ère} GM (ORO Nieuws Knokke-Heist)

De nombreuses incertitudes subsistent concernant l'opération de déversement sur le Paardenmarkt. Jusqu'ici, nous ne disposons pas de rapports ni de preuves concrètes. Les archives militaires belges (datant de la période allant de la 1^{ère} GM à la 2^{ème} GM), qui se trouvaient à Moscou jusqu'à récemment, pourront peut-être apporter un éclaircissement. Mais les dossiers de la « Commission Centrale de Récupération » qu'elles contiennent sont très volumineux, sans compter que les Soviétiques y ont semé le désordre. Éplucher ces rapports sera un travail de longue haleine. Toutefois, on a récemment retrouvé un certain nombre de documents des archives de l'Administration de la Marine qui apportent un nouvel éclairage sur cette affaire.

À la fin de la 1^{ère} GM, de grandes quantités de munitions ont été abandonnées, souvent dans des gares. Au cours de l'année 1919, le « service récupération » de l'armée collecta ce matériel de guerre (non seulement les munitions allemandes, mais aussi les britanniques et les belges) pour le stocker dans des dépôts de munitions répartis dans tout le pays. Les grenades « ordinaires » n'étaient pas un problème, on pouvait les faire exploser de manière contrôlée dans les champs, loin des habitations. Des tentatives de démantèlement étaient également effectuées, lors desquelles il n'était pas rare qu'on fasse appel à des prisonniers de guerre allemands. Tout cela se déroulait très lentement et avec un certain danger, entre autres en raison du manque criant de personnel formé. Pendant ce temps, de nombreux accidents continuaient de se produire parmi la population civile, principalement en raison de vols de fer et de cuivre, et d'actes de sabotage.

Les grenades au gaz toxique constituaient un cas particulier. Estimées à des centaines de milliers, souvent d'origine allemande, il était exclu qu'on les fasse simplement exploser. Le risque de dégagement de substances extrêmement toxiques était trop grand. Les enterrer ne semblait pas non plus être une option, car cela aurait été trop risqué à long terme. Les déverser dans la mer fut initialement considéré comme trop dangereux en raison du transport que cela impliquerait, souvent à travers des régions densément peuplées, et du risque en cas de renversement. Toutefois, la situation devint lentement mais sûrement intenable, incitant le ministre de la

défense nationale de l'époque Fulgence Masson à opter pour cette solution. La marine belge ne disposait toutefois pas de bateaux appropriés. L'Administration de la Marine se mit donc à la recherche de bâtiments de transport utilisables.

Mais où emmener ce matériel? Un déversement dans les eaux profondes de l'océan Atlantique semblait idéal, mais il fallait naviguer loin, ce qui coûtait cher. De plus, cela aurait nécessité d'entasser temporairement de grandes quantités de grenades au gaz sur le quai. Il semblait préférable de déverser les grenades sur un banc de sable à courte distance de la côte, idéalement sur un « banc absorbant », une vision partagée par la Marine. À un tel endroit, pensait-on, les grenades s'enfonceraient rapidement et seraient ensevelies par la boue. Auparavant, un stock d'obus non-chimiques de l'armée belge (stockées dans le dépôt central, le « Grand Parc de Campagne ») avait été déversé de cette manière sur des bancs de sable devant la côte de Gravelines. Finalement, Urbain, chef du service Hydrographie de la Marine, indiqua le Paardenmarkt comme étant une solution idéale. L'opération de déversement pouvait être effectuée avec des bateaux relativement petits. Il ne faudrait donc pas amonceler de munitions toxiques sur le quai dans le port de Zeebruges.

Mais il y eut tout de même des problèmes. En août 1919, les ouvriers avaient compris à quel point le chargement qu'ils devaient transporter était dangereux, et exigèrent dès lors un salaire exorbitant. Cela menaçait de ralentir l'opération,



■ Une photo du fond marin devant la côte belge (EOS n° 6, 2013, « Duizend bommen en granaten »)

ce que les ministres voulaient éviter. En effet, au cours des mois précédents, le pays avait déjà été ravagé par plusieurs explosions de grande envergure. Des trains entiers de munitions avaient sauté et la peur était palpable.

Le 22 octobre 1919, on entama l'opération de déversement sur le Paardenmarkt. Cette mission fut exécutée par la Marine en étroite collaboration avec le Ministère de la Défense. Le déversement avançait de manière continue sans trop d'incidents. Le 18 décembre, il fut toutefois fait mention d'un bateau dont le chargement explosa à cinq mètres à peine du mur de quai. Le bateau coula et on déplora un mort parmi les passagers. Le soulagement fut grand dans les bureaux de la Marine lorsqu'on rapporta le 17 janvier 1920 que le travail était terminé. Bon nombre de grenades non explosées furent encore découvertes par la suite, si bien que de nouveaux voyages vers le Paardenmarkt furent organisés à partir de fin mars 1920.

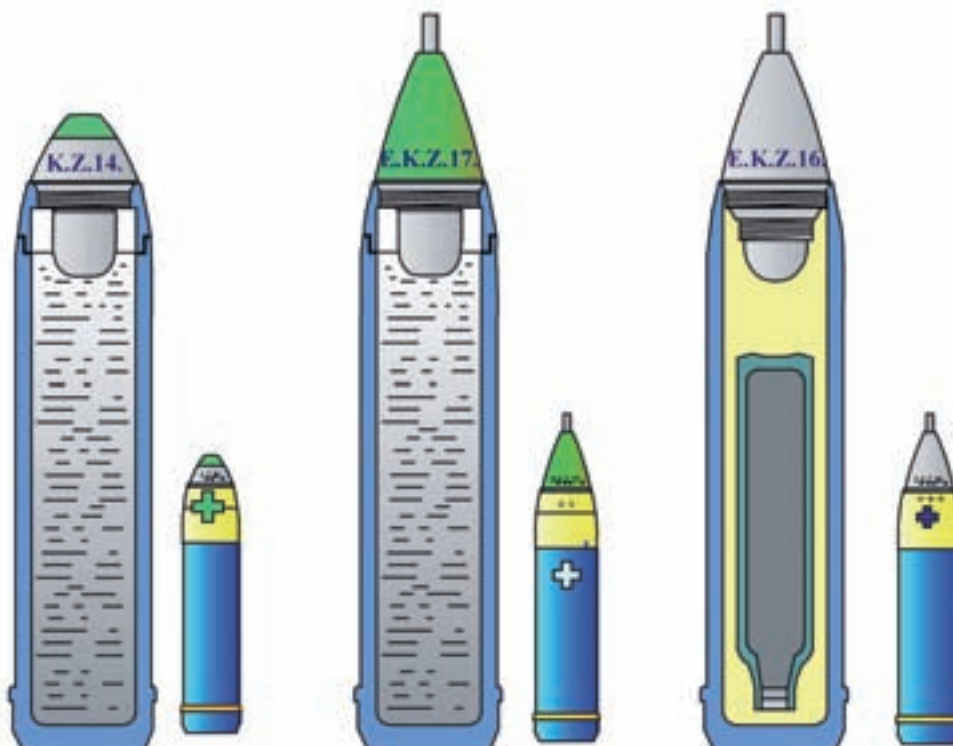
À l'heure actuelle, on ne peut que deviner la quantité exacte de munitions déversées. L'estimation de 35.000 tonnes généralement avancée se base sur un témoignage (non contemporain). Consigné en 1971 par la Marine, ce témoignage affirme qu'un chargement

de munitions (soit environ 300 tonnes) était déversé chaque jour (ouvrable), durant 6 mois. Les documents de la Marine découverts récemment n'en soufflent toutefois pas mot. La correspondance est également très vague en ce qui concerne les quantités exactes. Des rapports parlementaires et des journaux de 1919 et 1920 font néanmoins mention de 50.000 à 100.000 tonnes de matériel de guerre abandonné (dans certains cas jusqu'à 200.000 tonnes). On ignore combien de tonnes se sont finalement retrouvées dans la mer. Il est donc fort possible que la quantité de munitions déversées soit (beaucoup) plus importante.

Il y a aussi beaucoup d'incertitudes en ce qui concerne la proportion de grenades au gaz toxique. La supposition courante selon laquelle il y aurait un tiers de grenades au gaz toxique (et deux tiers de munitions non-chimiques) se base sur les chiffres de production datant de la 1^{ère} GM. Au cours des derniers mois de la guerre, les grenades au gaz toxique représentaient en effet entre un quart et un tiers du total des munitions d'artillerie. Rien ne laisse toutefois supposer que le déversement sur le Paardenmarkt n'ait pas été effectué de manière sélective. D'ailleurs, dans les documents des Archives de la Marine, il est expressément affirmé

qu'il s'agissait exclusivement de grenades au gaz toxique. Si cela est vrai, la proportion de munitions chimiques serait donc beaucoup plus importante.

Il nous reste une dernière remarque à formuler concernant l'opération de déversement. Dans les articles de journaux de 1919, il est fait référence à une ou plusieurs opération(s) de déversement réalisée(s) antérieurement par l'amirauté britannique à la mi-1919. D'après des rumeurs, ces munitions proviendraient de la zone britannique du front de l'Yser. Dans le procès-verbal des débats de la chambre du 5 mars 1919, il est fait référence à un rapport des autorités britanniques mentionnant la collecte, le 6 février 1919, de plus de 16.000 tonnes de munitions provenant d'une vingtaine de gares, pour les décharger ensuite sur 1600 wagons de train. Des enquêtes dans les Public Office Records britanniques à Kew en 2002 indiquent que ce matériel de guerre a probablement été déversé dans les eaux britanniques. En revanche, on ne sait rien de la quantité ni de la nature exacte de ce qui a été déversé.



CROIX VERTE
(chloropicrine, phosgène)

CROIX JAUNE
(gaz moutarde)

CROIX BLEUE
(clark)

■ Section schématique de grenades au gaz toxique allemandes de la 1^{ère} GM. Les grenades ont reçu la dénomination de « croix bleue », « croix verte » ou « croix jaune » en fonction du composé chimique qu'elles contiennent....



■ Des soldats belges de la 3^{ème} division d'armée devant un poste d'observation en 1918. Ils portent un nouveau modèle de masque à gaz qui protège à la fois les poumons et les yeux. (« N'Oubliions Jamais », série de photos publiée après la guerre par le service photographique de l'armée)

Le terme de *gaz de combat* est d'ailleurs trompeur: la plupart des composés sont liquides ou solides, et ne sont que gazeux que rarement. Il en est de même du gaz moutarde, qui apparaît le plus souvent sous la forme d'une masse visqueuse, sirupeuse, dont le degré de fluidité ou de solidité dépend de la « pureté » du gaz moutarde. Lorsqu'elles sont utilisées, la plupart de ces armes chimiques vont néanmoins s'évaporer lentement, formant le « nuage de gaz » bien connu qui restait suspendu dans les tranchées.

En moyenne, les composés chimiques représentent environ un dixième du poids total d'une grenade au gaz toxique. Le reste est en grande partie une enveloppe. Si nous partons de l'estimation prudente de 35.000 tonnes de munitions déversées sur le Paardenmarkt, cela correspondrait donc à au moins 1.200 tonnes, peut-être même 3.500 tonnes de composés chimiques. Mais les explosifs présents (entre autres le TNT) sont souvent également très toxiques. Leur proportion dans les grenades au gaz toxique est certes réduite (généralement quelques centaines de grammes), mais dans les munitions conventionnelles, elle peut s'élever à plus d'un dixième du poids total de la grenade.

Sur ou dans le fond marin

Les munitions découvertes durant les opérations de plongée en 1972 se trouvaient sur ou juste en dessous du fond marin. Depuis, ces grenades ont toutefois été en grande partie ensevelies sous une couche de sédiments. En effet, depuis l'extension du port de Zeebrugge à la fin des années 70 et au début des années 80, le schéma des courants marins s'est radicalement modifié, entraînant un dépôt important de sédiments dans la zone de déversement des munitions. Il est possible que la proximité immédiate de la décharge de boues de dragage «Zeebrugge Oost» ait également joué un rôle. Le dépôt de sédiments est le plus important au sud-ouest (jusqu'à 4 m de haut), et diminue en allant vers le nord. Le nouveau schéma de courants marins a aussi fait apparaître une zone d'érosion au nord-ouest de la décharge. Cette zone d'érosion semble se déplacer lentement vers l'est.

Des études topographiques récentes semblent indiquer une stagnation dans le processus de sédimentation. Entre 1996 et 2003, la décharge de munitions faisait encore en grande partie l'objet d'un dépôt de sédiments d'une hauteur variant entre 10 et 60 cm, pour un total d'environ 850.000 m. Durant cette période, il n'y eut pratiquement pas d'érosion, sauf dans deux petites zones à l'extrême sud-est et nord-est. Entre 2003 et 2011, pratiquement toute la décharge a toutefois été soumise à l'érosion, pour un total d'environ 612.000 m. L'érosion la plus prononcée avait lieu dans la partie centrale et au nord-est (jusqu'à 60 cm); seule la

partie de la décharge de munitions la plus proche de la terre ferme faisait l'objet à cette période d'un petit dépôt de sédiments (jusqu'à 20 cm). Le résultat net sur la période 1996-2011 est donc une légère augmentation de la sédimentation dans la partie sud, et une légère érosion dans la partie nord (voir carte).

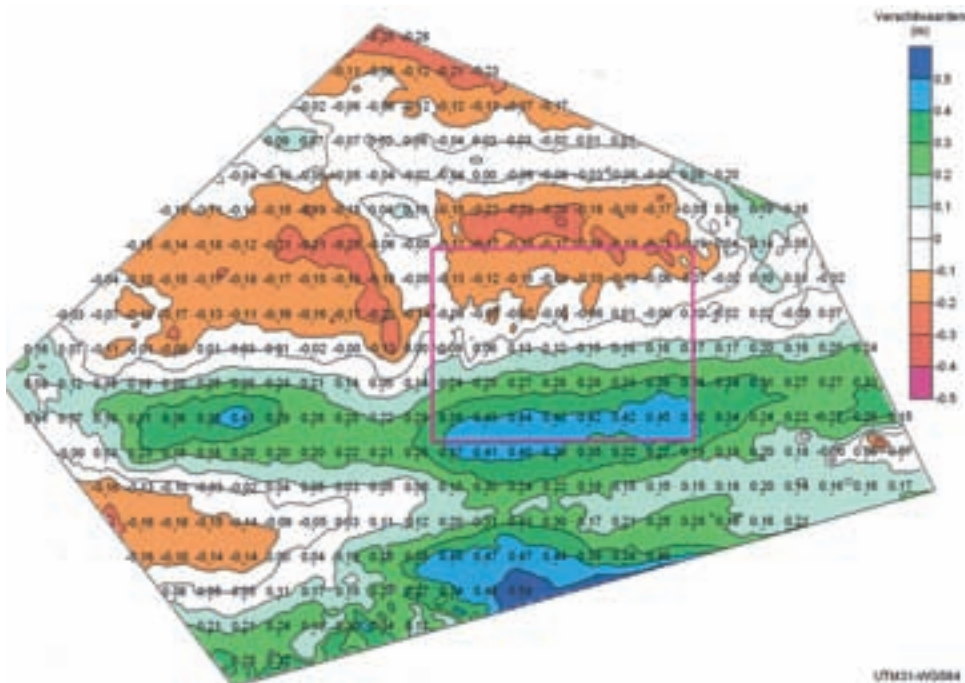
Nous ignorons pour l'instant comment la situation va évoluer au cours des années à venir. Il est possible que la décharge de munitions ait atteint un nouvel équilibre après la construction des jetées. Dans ce cas, les légères fluctuations volumétriques des dernières années pourraient être interprétées comme des fluctuations périodiques autour d'un point d'équilibre. Les influences saisonnières peuvent aussi jouer un rôle. D'un autre côté, il est possible que l'érosion dans la partie nord se poursuive, avec peut-être une augmentation de la sédimentation dans la partie sud.

La profondeur d'eau actuelle de la décharge de munitions varie entre 1 m et 5 m (par rapport au niveau moyen des basses mers de vives eaux, BBMMVE, soit la ligne zéro sur les cartes marines). Des mesures magnétiques récentes indiquent que la plupart des grenades sont enterrées sous au moins quelques mètres de sédiments. La profondeur exacte des grenades est difficile à déterminer avec certitude pour l'instant, mais des estimations brutes provisoires indiquent qu'elles seraient enfouies à une profondeur de 2 à 6 m sous le fond marin. La concentration maximale de grenades semble se trouver dans la partie centrale de la décharge de munitions. En 2012, une campagne de mesures de grande envergure a été réalisée sur la décharge de munitions, à l'aide d'appareils magnétiques sophistiqués que l'on a fait passer juste au-dessus du fond marin par remorquage. Cela devrait permettre de donner une image extrêmement détaillée des munitions enterrées. On espère ainsi pouvoir faire la distinction entre grenades individuelles et amas de munitions.

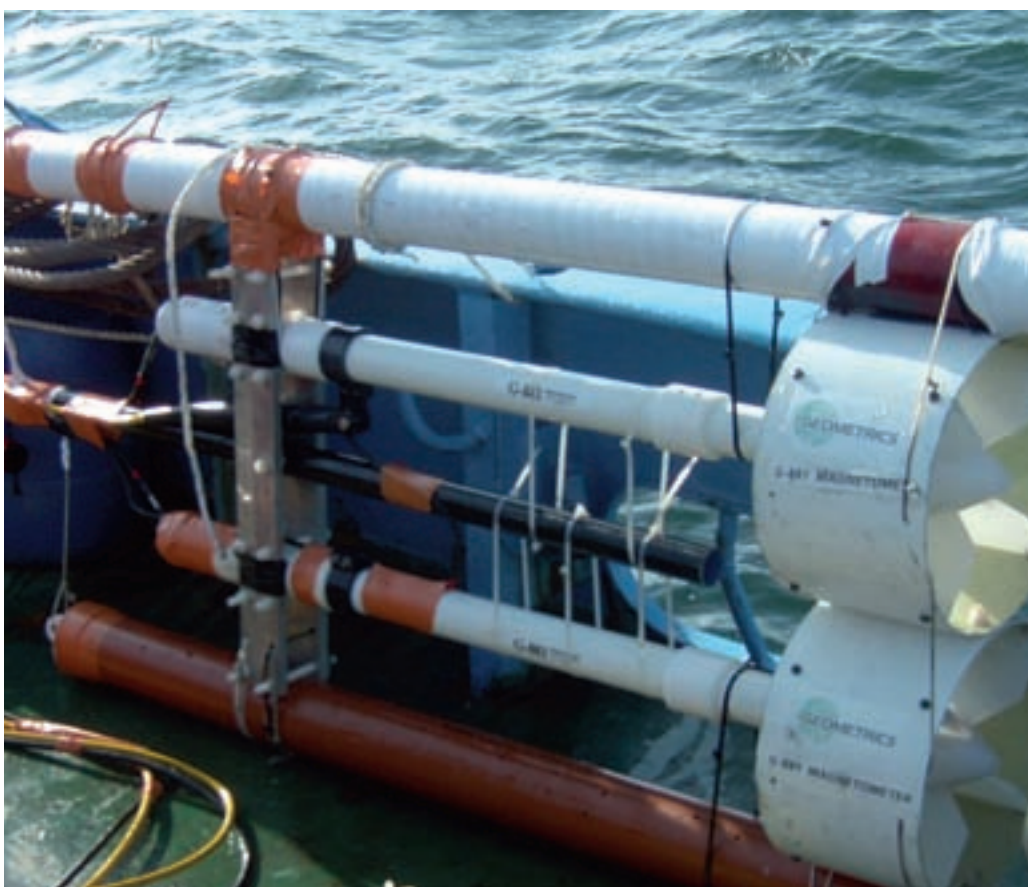
Lente corrosion

En 1972, un certain nombre de bombes ont été remontées à la surface. D'après les rapports de l'époque, elles étaient en « remarquablement bon » état. Cela s'explique peut-être par la présence de gaz (méthane) dans le fond marin, due à la décomposition bactérienne de matières organiques. Il en résulte un environnement pauvre en oxygène, ce qui peut sensiblement ralentir la formation de rouille (corrosion). Plus aucune munition n'a toutefois été remontée après 1972. Nous ignorons donc quel est l'état actuel des grenades, mais nous pouvons supposer qu'elles ne sont pas encore trop détériorées.

Depuis les années 90, on étudie régulièrement (tous les 2 ans en moyenne) des échantillons de sédiments et d'eau prélevés à un grand nombre d'endroits dans



■ Évaluation topographique de la décharge de munitions entre 1996 et 2011. Comme on peut le voir clairement, la partie sud est caractérisée par un dépôt de sédiments moindre (couleurs bleue et verte), et la partie orientée vers le large présente une légère érosion (couleurs orange et rouge). Le quadrilatère rouge représente la zone où se trouve la plus grande concentration de munitions (Magelas)



■ Magnétomètres utilisés pour étudier les munitions sur le fond marin (Tine Missiaen)

la zone de la décharge. Les échantillons sont analysés afin de déceler la présence éventuelle de gaz moutarde, de Clark et de phosgène, ainsi que de leurs produits de décomposition (également toxiques), mais aussi la présence d'explosifs (à savoir le TNT) et de métaux lourds. À ce jour, un

seul échantillon présentait de la pollution, à savoir une faible concentration de gaz moutarde. La présence de gaz moutarde n'a plus été décelée lors d'échantillonnages ultérieurs au même endroit. Il faut toutefois faire preuve de prudence avant de tirer des conclusions de ces campagnes



■ Des obus de la Première Guerre mondiale attendent d'être identifiés dans la section de commune de Flandre occidentale Poelkapelle (EOS n° 6, 2013, « Duizend bommen en granaten »)

d'échantillonnage. D'une part, il est possible qu'il n'y ait pas (encore) de pollution du fond marin (les échantillons ont été prélevés jusqu'à 50 cm de profondeur). D'autre part, il n'est pas inconcevable que les seuils de détection utilisés soient trop élevés pour pouvoir détecter des concentrations toxiques très faibles. Il ne faut pas non plus oublier que la corrosion, aussi lente soit-elle, devrait finir à terme par entraîner des fuites au niveau des grenades. On ignore quand cela arrivera. D'après des calculs, il pourrait se passer des siècles, voire un millier d'années avant que toutes les munitions ne soient complètement rongées par la rouille.

Quid en cas de fuite des grenades?

Si les grenades sont complètement rongées par la rouille, les composés chimiques ne seront libérés que très lentement. Il y a donc de fortes chances qu'ils soient dilués. On ne s'attend donc pas à voir des concentrations élevées ailleurs qu'à proximité immédiate de la grenade. En raison de la dilution importante et de l'hydrolyse (décomposition d'une substance par l'eau) relativement rapide, la plupart des composés ne constitueront probablement pas un grand danger pour le milieu marin. En revanche, le Clark et le gaz moutarde sont très toxiques et ne se décomposent que très lentement. De plus, leurs produits

de décomposition sont souvent tout aussi toxiques.

Les composés de l'arsenic (comme le Clark) ont la propriété de s'attacher facilement aux particules de sédiments, ce qui peut constituer une menace pour les animaux et les plantes qui vivent sur et dans le fond marin. Des études récentes estiment

que le dégagement de Clark d'un obus enterré entraînera probablement la pollution du sédiment dans un rayon de $\pm 0,5$ m (après 10 ans) qui s'étendra jusqu'à $\pm 1,5$ m (après 100 ans). Le risque de pollution aiguë de la colonne d'eau est restreint, mais en raison de l'érosion du fond marin, la pollution dans le sédiment peut apparaître sur des distances beaucoup plus grandes.

Le gaz moutarde se caractérise par une hydrolyse extrêmement lente, et peut dès lors rester longtemps actif, jusqu'à plusieurs décennies ou plus. Des études indiquent que si les grenades sont complètement rongées par la rouille, le gaz moutarde restera en grande partie dans les restes de munitions. Le volume de sédiments pollués autour d'une grenade qui fuit devrait ainsi rester relativement réduit. De gros fragments de gaz moutarde pourraient toutefois être libérés en cas de perturbation mécanique (causée par ex. par des ancrages ou des filets de pêche). Le plus grand danger du gaz moutarde semble être constitué par un contact direct avec des organismes vivants.

La présence de grandes quantités de TNT et de métaux lourds peut constituer une pollution supplémentaire car ceux-ci ne se décomposent pas. Leur concentration devrait être relativement faible de par leur lente corrosion et leur forte dilution, mais des pics de concentration près des grenades ne sont pas exclus.

Catastrophe maritime: un réel danger pour la décharge?

Étant donné la couverture de sédiments qui se trouve actuellement sur les grenades, il est peu probable qu'elles soient rejetées sur la plage. Le plus grand danger semble résider aujourd'hui dans les accidents, causés par exemple par les catastrophes



■ Le porte-conteneurs allemand Heinrich Behrmann s'est échoué sur la plage de Blankenberge en novembre 2001. L'idée qu'un tel accident puisse se produire à proximité du Paardenmarkt n'est pas complètement saugrenue (VLIZ)

maritimes. La zone de la décharge de munitions se trouve en effet près d'un des ports les plus fréquentés du nord-ouest de l'Europe, à un jet de pierre des principales voies de navigation et de nombreuses pipelines, et non loin de l'un des plus grands terminaux de GNL.

À première vue, le risque qu'un grand bateau s'échoue sur le Paardenmarkt semble toutefois très restreint. On peut en effet s'attendre à ce que les navires ayant un tirant d'eau relativement important (comme les navires-citernes et les porte-conteneurs) s'échouent avant de pouvoir atteindre la décharge de munitions. Néanmoins, au cours des décennies précédentes, plusieurs bateaux se sont échoués sur la côte belge lors de tempêtes. L'accident le plus récent a eu lieu en novembre 2001, lorsqu'un porte-conteneurs allemand s'est échoué sur la plage de Blankenberge (voir photo).

Le risque d'une explosion de munitions en cas d'impact mécanique est faible ($\leq 10\%$). Il existe toutefois un risque réel de voir les munitions s'ouvrir (davantage), libérant leur contenu. Étant donné qu'il s'agit de munitions provenant de stocks, il y a suffisamment de raisons de supposer que le mécanisme de mise à feu n'est pas

activé. Il n'est toutefois pas exclu que des grenades relativement intactes, remplies d'explosifs (toujours actifs) réagissent sous l'effet de cette pression, ce qui pourrait éventuellement entraîner une explosion. Néanmoins, la couche de sédiments qui recouvre actuellement la décharge de munitions constitue une protection naturelle et limitera l'impact potentiel. Le Plan d'urgence et d'intervention Mer du Nord tient tout de même compte du caractère particulier du Paardenmarkt.

Du poisson contaminé?

Les composés d'arsenic pourraient constituer la source principale d'une éventuelle contamination du poisson directement imputable à la décharge. Les poissons qui se nourrissent d'organismes vivant dans les fonds marins (le *benthos*), notamment, sont susceptibles de présenter une concentration accrue d'arsenic. Les principales espèces de poissons commerciaux dans la zone proche de la côte belge sont entre autres les poissons plats (plie, limande, sole), les crevettes grises, et dans une moindre mesure le merlan et le

cabillaud. En conséquence entre autres de la pollution chimique de l'estuaire de l'Escaut, la faune des fonds marins de la zone côtière orientale s'est appauvrie.

La pêche commerciale à proximité immédiate de la décharge de munitions reste en grande partie limitée à la pêche à la crevette (une interdiction de pêcher est toujours en vigueur sur le site proprement dit). Celle-ci se fait généralement à l'aide de petits bateaux, tandis que les plus grands opèrent plus loin de la côte. Compte tenu de la récente couverture, du bon état (présupposé) des grenades et du rayon de pollution relativement réduit, le risque d'une contamination de poissons ou de crevettes destinés à la consommation semble en ce moment extrêmement minime. Une éventuelle contamination future ne peut toutefois pas être complètement exclue. Il est dès lors recommandé de faire preuve de vigilance et d'effectuer des contrôles réguliers.

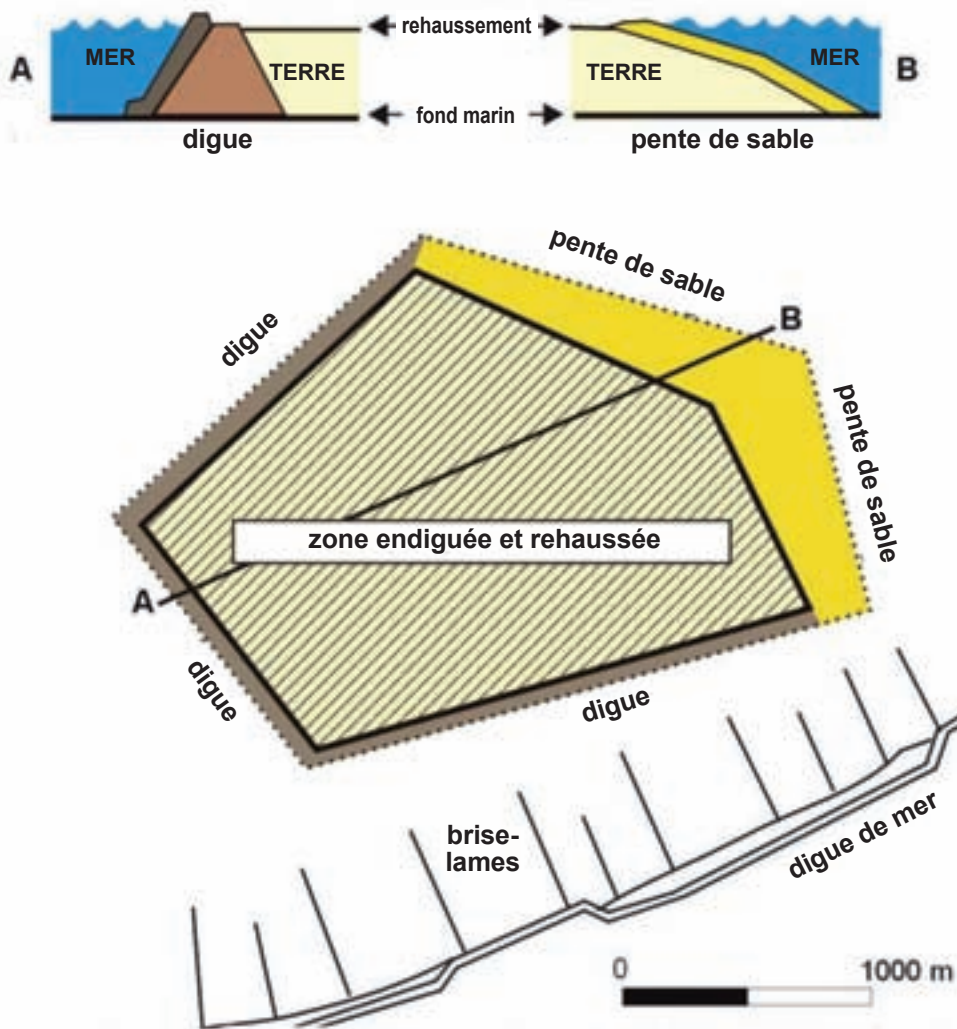
L'enlèvement ne semble pas une bonne solution

L'enlèvement des munitions semble réalisable techniquement, mais il s'agit d'une entreprise extrêmement coûteuse et dangereuse, impliquant de grands risques tant pour le personnel que pour l'environnement. Il y a un risque très important que des quantités incontrôlées de substances nocives se retrouvent dans l'environnement pendant cette opération. En outre, une telle opération nécessite un transport et des possibilités de stockage adaptés.

L'un des plus grands obstacles reste néanmoins le démantèlement des grenades une fois enlevées. La destruction d'une si grande quantité de munitions exige une très grande capacité de démantèlement. Or, la capacité actuelle du centre de démantèlement de Poelkapelle (voir cadre) pour les grenades avec charge chimique est très limitée. À l'heure actuelle, plus de 2600 grenades toxiques sont en attente de démantèlement. Des grenades sont encore retrouvées chaque jour dans les champs. À moins d'un danger direct, l'enlèvement des munitions ne semble donc pas la solution la plus indiquée. En théorie, cela reste toutefois la seule possibilité de résoudre le problème définitivement.

Couverture locale

En cas d'éléments indiquant que des munitions pourraient se détacher, par exemple par érosion de la décharge ou d'une partie de celle-ci, il pourra être envisagé de recouvrir entièrement ou partiellement le site. En 2009, l'Université de Gand a réalisé une étude de faisabilité. Il en est ressorti que trois solutions étaient les plus adaptées: (1) Rehaussement local de la zone érodée



■ Solution technique potentielle pour recouvrir la décharge au moyen d'un rehaussement formant une île artificielle. Trois des côtés de l'île sont formés par une digue, les deux autres par une pente de sable (Tine Missiaen)



■ L'activité d'une bombe repêchée est contrôlée.
(EOS n° 6, 2013, « Duizend bommen en granaten »)

par remblaiement. Cette option a le gros avantage d'être relativement bon marché. En revanche, elle nécessite un entretien régulier et obtient donc un très mauvais score en termes de durabilité. (2) Construction d'un brise-lames indépendant côté mer. Cela minimiserait le risque d'accidents maritimes tout en favorisant l'ensablement de la décharge. Cette solution présente toutefois un grand inconvénient: vu la difficulté de prédire précisément le comportement de cet ensablement, on pourrait assister à un ensablement total entre la décharge et la côte, ce qui ne serait pas souhaitable. (3) Rehaussement formant une île artificielle. Cette option est excellente en termes de durabilité mais est particulièrement onéreuse.

La construction d'une île offre néanmoins d'importantes possibilités en tant qu'aire de couvaision pour les sternes, les mouettes et les pluviers, mais aussi comme lieu de repos pour les phoques. Suite au développement de l'avant-port de Zeebrugge, les populations actuelles de sternes et de mouettes semblent en effet vouées à disparaître. Une île de sternes sur la décharge pourrait garantir la survie de ces espèces en Belgique. Il ne faut toutefois pas perdre de vue que le rehaussement local de la décharge ou la transformation en île ne résoudra pas le fond du problème de fuite des munitions. Un contrôle additionnel sera dès lors toujours nécessaire.

La nécessité d'un suivi vigilant

À l'heure actuelle, rien ne semble indiquer un danger immédiat. Il vaut donc mieux laisser la décharge de munitions en paix. Il reste toutefois crucial de contrôler régulièrement la zone, vu sa proximité par rapport à la côte et sa situation peu

profonde. Des campagnes de mesures ont lieu régulièrement à l'aide d'images multifaisceaux (et au besoin du sonar à balayage latéral) pour suivre l'évolution du fond marin. Cela permet de surveiller de près le processus d'érosion et d'accumulation et de déceler la présence possible d'objets sur le fond.

Le monitoring chimique sur base de campagnes régulières d'échantillonnage reste néanmoins la principale méthode pour déceler une éventuelle pollution toxique. Celui-ci est réalisé environ tous les deux ans depuis les années 90. Des techniques d'analyse poussées sont nécessaires pour pouvoir mesurer les faibles concentrations toxiques attendues. Récemment, un nouveau protocole a été développé à l'étranger concernant la préparation d'échantillons, l'analyse quantitative et la validation pour la détection d'armes chimiques dans des décharges de munitions présentes dans la mer, et aux alentours de celles-ci. On étudie en ce moment la meilleure manière d'appliquer ce protocole au Paardenmarkt.

Malgré les études déjà réalisées (et en cours), de nombreux facteurs restent aujourd'hui inconnus. Ainsi, on ne sait pour ainsi dire rien de l'état des munitions. Il serait dès lors recommandé de remonter quelques grenades à la surface. Une analyse approfondie de ces grenades, combinée à une modélisation numérique de la corrosion, devrait finalement nous permettre d'en savoir plus sur le stade où nous nous trouvons dans le processus de corrosion et sur ce que cela implique en ce qui concerne le dégagement des armes chimiques.

De même, on sait actuellement peu de choses sur la diffusion de substances chimiques dans la colonne d'eau. D'où la nécessité de réaliser une étude hydrodynamique détaillée, entre autres à l'aide d'expérimentations numériques, afin

de modéliser le mouvement des substances toxiques libérées dans différentes circonstances (régime des vents et des vagues, courants, marées, ...).

Il est urgent d'établir une stratégie sérieuse et à long terme pour la décharge. Non seulement en vue de la gestion des opérations de monitoring et de l'acquisition de notions fondamentales, mais aussi afin de garantir une bonne communication. Des études internationales comme le projet européen MERCW (*Modelling of Environmental Risks related to sea-dumped Chemical Weapons* ou Modélisation des risques écologiques liés aux armes chimiques déversées en mer) ont montré qu'une base de données claire et un affichage convivial jouaient un rôle important. Celles-ci permettent de connaître divers facteurs tels que la profondeur, les modifications du relief, la position exacte des munitions, la concentration toxique, les schémas de diffusion dans les sédiments et l'eau, voire même de définir des scénarios de risques. Nous ne disposons pas à ce jour d'une telle base de données pour le site du Paardenmarkt. Cela est problématique, car une telle base de données est essentielle pour garantir un monitoring optimal et des études efficaces à l'avenir. Elle permettrait de prendre le meilleur angle d'attaque face à ce problème, aujourd'hui et demain.

Le Paardenmarkt est l'une des décharges de munitions en mer les mieux étudiées au monde. Cela fait des envies à l'étranger, et à juste titre. Mais l'expérience nous a appris qu'une politique transparente et une ouverture à l'égard du public étaient également cruciales pour contribuer à éliminer les nombreux doutes et incertitudes en la matière et éviter les réactions (de panique) excessives.

Sources

- De Batist M., T. Missiaen, P. Vanninen, M. Soderstrom, et al. (2013). Aanbevelingen betreffende chemische monitoring. Studieopdracht DG5/INSPA/RMa/23.160, 88 pp.
- De Vos L., P. Mathys & J. De Rouck (2009). Studie "Haalbaarheid kapping" ter hoogte van de Paardenmarkt, een munitiestortplaats uit W.O-I. Studieopdracht DG5/INSPA/RMa/23.123, 49pp.
- Francken F. & K. Ruddick (2003). Ontwikkeling van een dispersiemodel voor de evaluatie van de impact op het leefmilieu van toxische producten afkomstig van chemische wapens die zich bevinden op de bodem van de zee (Paardenmarkt site). Studieopdracht DG5/INSPA/RMa/22.472, 44 pp.
- Francken F., K. Ruddick & P. Roose (2006). Studie naar de dispersie van CLARK I & II, afkomstig van chemische wapens die zich bevinden op de bodem van de zee. Studieopdracht DG5/INSPA/RMa/23.059, 27 pp.
- Missiaen T., J.-P. Henriët & het Paardenmarkt Project Team (2001). Evaluatie van de Paardenmarkt Site. DWTC Final Report, Project MN/02/88, 185 pp.
- Missiaen T. & P. Feller (2008). Very high resolution seismic and magnetic investigations of a chemical munition dumpsite in the Baltic Sea. *J. Applied Geophysics*, 65, 142-154.
- Missiaen T. (2010). Synthese van het wetenschappelijk onderzoek dat werd uitgevoerd op de Paardenmarktsite en formuleren van aanbevelingen m.b.t. de verdere aanpak. Studieopdracht DG5/INSPA/RMa/23.132, 112 pp.