

LA PROBLÉMATIQUE

L'impact des armes explosives sur les services urbains : effets directs et indirects dans l'espace et dans le temps

Mark Zeitoun et Michael Talhami*

Mark Zeitoun est professeur de politique et de sécurité de l'eau au sein du département de développement international (*School of International Development*) de l'université d'East Anglia (UEA) et chercheur au centre de recherche sur la sécurité de l'eau de l'UEA.

Michael Talhami est le conseiller régional Eau et Habitat du CICR pour le Proche et le Moyen-Orient. Auparavant, il était conseiller politique principal pour la gestion et la gouvernance des problèmes de ressources en eau dans les situations de conflit.

Résumé

Cet article passe en revue les divers critères qui caractérisent l'impact des armes explosives sur les services urbains, dans l'espace et dans le temps, en mettant particulièrement l'accent sur l'alimentation en eau potable. Il s'appuie sur des travaux de recherche et des rapports, publiés et non publiés, ainsi que sur une expérience pratique de la remise en état ou de la maintenance de ces services. Les services urbains sont considérés comme formant un tout, chacun d'eux comportant des éléments interdépendants que sont le personnel, les consommables et les infrastructures. On catégorise les différents éléments selon leur emplacement et leur ordre d'importance dans la chaîne de production et d'approvisionnement par les appellations « en amont », « en milieu de filière » ou « en aval ». L'impact des armes explosives se mesure d'une part, par les effets directs causés à n'importe quel élément d'un service et, d'autre part, par les effets qui se répercutent

* Les auteurs tiennent à remercier Thomas de Saint Maurice, Ellen Nohle, Laurent Gisel et Stephen Robinson pour leurs précieux commentaires sur les premières ébauches du présent article, ainsi que Philippe Dross, Evaristo de Pinho Oliveira et Javier Cordoba pour les échanges nourris qui ont aidé à forger les arguments.

sur d'autres éléments – du même service ou d'autres services – situés en amont ou en aval. C'est le plus souvent au niveau de l'infrastructure des services que l'on observe ces effets et ceux-ci se caractérisent essentiellement par l'ampleur des dommages causés à la capacité de fonctionnement de l'un des éléments. L'étendue de l'impact dans l'espace est avant tout déterminée par l'importance de l'élément qui subit l'impact direct, les attaques sur les éléments se trouvant en amont étant celles qui ont les effets les plus étendus. La durée de l'impact est essentiellement déterminée par la « résilience de base » du service avant l'attaque, elle-même étant fonction des redondances du système, de la préparation aux situations d'urgence et de la capacité d'y répondre. Selon la présente analyse, l'impact est plus raisonnablement prévisible qu'il n'y paraît, en ce sens que les effets directs des armes explosives sont bien connus et que les infrastructures les plus importantes sont bien identifiables. Il s'ensuit que l'évaluation de la proportionnalité, s'agissant des services urbains, serait améliorée par : i) la participation directe et systématique d'ingénieurs spécialisés au sein de la cellule chargée du choix des objectifs et ii) une meilleure connaissance des services, des infrastructures et des systèmes en zone urbaine, par l'équipe d'appui en charge du guidage et du ciblage.

Mots clés : services urbains, effets indirects, armes explosives, raisonnablement prévisible, eau et conflit, eau et guerre, infrastructures essentielles, système de services.



Les avantages d'une approche par les « services urbains »

Les divergences relatives à l'emploi d'armes explosives dans des zones peuplées portent généralement sur des questions de droit et d'éthique, plutôt que sur des questions d'infrastructure et, le plus souvent, ce sont les juristes, les spécialistes des sciences sociales et les planificateurs militaires qui déterminent le cadre, étendu ou limité, de l'emploi d'armes explosives, et non les ingénieurs. Pourtant, comme le montre cette analyse des divers critères qui caractérisent l'impact des armes explosives sur les services urbains dans l'espace et dans le temps, une connaissance technique du terrain apporte une dimension concrète considérable aux discussions et au débat sur cette question.

L'analyse s'appuie sur les travaux de recherche de plus en plus nombreux qui étudient l'impact des armes explosives sur la population, les bâtiments et les infrastructures, notamment ceux relatifs aux règles juridiques applicables à l'utilisation d'armes explosives dans des zones peuplées¹, les études du type « forensic

1 Voir Maya Brehm et John Borrie, *Explosive Weapons: Framing the Problem*, document d'information n° 1, projet « Discours sur les armes explosives », Institut des Nations Unies pour la recherche sur le désarmement (UNIDIR), avril 2010; Laurent Gisel, « The Use of Explosive Weapons in Densely Populated Areas and the Prohibition of Indiscriminate Attacks », in Edoardo Greppi et Gian Luca Beruto (dir.), *Conduct of Hostilities: The Practice, the Law and the Future*, 37^e table ronde sur les questions d'actualité en matière de droit international humanitaire, San Remo, 4-6 septembre 2014, Institut international de droit humanitaire, 2015. Voir aussi Isabel Robinson et Ellen Nohle, « Proportionality and Precautions in Attack: The Reverberating Effects of Using Explosive Weapons in Populated Areas », dans la version en anglais de ce numéro de la *Revue*.

architecture » (ou architecture d'investigation)², les études épidémiologiques³, la résilience opérationnelle et la pensée systémique⁴, ainsi que ceux sur la réduction des risques de catastrophe⁵.

La présente analyse s'interroge sur la nature et l'étendue de l'impact de toutes les catégories d'armes explosives (pas seulement celles qui ont « un large rayon d'impact ») dans l'espace et dans le temps, en mettant particulièrement l'accent sur l'approvisionnement en eau potable. Cet impact désigne à la fois les effets directs et les effets indirects. Bien que les armes explosives puissent avoir un impact sur n'importe quel élément nécessaire au fonctionnement d'un service (à savoir le personnel, les consommables ou le matériel), on mesure le plus souvent leur impact au niveau de *l'infrastructure*, celui-ci étant surtout déterminé par l'étendue des dommages causés à la fonctionnalité de l'un de ses éléments. L'analyse démontre que l'étendue de l'impact sur les services urbains dans l'espace est essentiellement appréciée par le niveau d'importance de l'élément endommagé, dès lors que les attaques affectant les unités en amont (c'est-à-dire les installations de production) ont généralement l'impact le plus étendu. La durée de l'impact est principalement établie par la « résilience de base » du service avant l'explosion, laquelle dépend, à son tour, de la nature des redondances du système et des capacités en termes de préparation aux situations d'urgence et de la capacité d'y répondre. Ces constats sont directement utiles aux discussions relatives aux enjeux de telles attaques au regard des règles de proportionnalité et de précaution dans l'attaque⁶, en apportant un éclairage sur la question de savoir quel impact sur les services urbains peut être considéré comme « raisonnablement » prévisible.

Méthodologie

L'analyse se fonde sur des documents publics et confidentiels, ainsi que sur une expertise dans le domaine du rétablissement et de la maintenance de services essentiels. La recherche s'appuie notamment sur la longue expérience du Comité international de la Croix-Rouge (CICR) dans le soutien apporté aux prestataires de services municipaux

2 Voir Human Rights Watch (HRW), *Precisely Wrong: Gaza Civilians Killed by Israeli Drone-Launched Missiles*, New York, 2009 ; HRW, *Off Target: The Conduct of the War and Civilian Casualties in Iraq*, New York, 2003 ; Eyal Weizman, *The Least of All Possible Evils*, Verso, Londres, 2011 ; Action on Armed Violence (AOAV), *Explosive Events: Monitoring Explosive Violence in 2013*, Londres, 2013. Pour une analyse plus approfondie, voir l'entretien avec Eyal Weizman dans ce numéro de la *Sélection française* de la *Revue*.

3 Voir par exemple Deberati Guha-Sapir et al., « Civilian Deaths from Weapons Used in the Syrian Conflict », *BMJ*, vol. 315, 2015 ; Deberati Guha-Sapir et Willem G. van Panhuis, *Armed Conflict and Public Health: A Report on Knowledge and Knowledge Gaps*, Centre de recherche sur l'épidémiologie des catastrophes (centre collaborateur de l'OMS), Université catholique de Louvain, Bruxelles, 2002 ; Brian Rappert, Richard Moyes et Iain Lang, « The Case for Addressing Explosive Weapons: Conflict, Violence and Health », *Social Science & Medicine*, vol. 75, n° 11, 2012.

4 A. H. Hay, *Operational Survival: Putting Resilience at the Core of Infrastructure Planning*, Explora Research, Londres, 2013.

5 Agence fédérale de gestion des situations d'urgence (FEMA), *Reference Manual to Mitigate Potential Terrorist Attacks Against Buildings*, FEMA 426, Risk Management Series, Département de la sécurité du territoire des États-Unis, Washington, DC, 2003. Voir aussi l'entretien avec Evaristo de Pinho Oliveira dans ce numéro de la *Sélection française* de la *Revue*.

6 Voir I. Robinson et E. Nohle, *op. cit.* note 1 ; voir aussi L. Gisel, *op. cit.* note 1.

et aux entreprises de service public à Gaza, en Irak et en Syrie. Elle repose également sur le rapport du CICR *Urban Services during Protracted Armed Conflict* (rapport du CICR sur les services urbains dans les situations de conflit prolongé⁷), ainsi que sur les discussions suscitées par les auteurs lors de la réunion d'experts organisée par le CICR sur l'emploi d'armes explosives en zones peuplées⁸, du 16^e Colloque de Bruges sur le droit international humanitaire⁹ et de l'événement parallèle sur l'emploi d'armes explosives en zones habitées, organisé en marge de la 32^e Conférence internationale de la Croix-Rouge et du Croissant-Rouge à Genève¹⁰.

Caractéristiques des services urbains

Cette partie pose les bases techniques nécessaires pour évaluer les divers critères qui caractérisent l'impact des armes explosives sur les services urbains.

Éléments des services urbains

Le terme « service », tel qu'il est utilisé ici, désigne la fourniture de biens, de prestations ou d'autres biens utiles à une population urbaine, ce qui peut comprendre l'approvisionnement en électricité, les soins de santé, l'alimentation en eau potable, l'assainissement des eaux usées, le ramassage et le traitement des ordures ménagères¹¹. Les services urbains sont des systèmes de plus en plus complexes et la connaissance limitée de leur fonctionnement qu'en a le grand public, est relativement paradoxale compte tenu de sa quasi-totale dépendance à leur égard.

La plupart des services urbains dépendent les uns des autres. Ainsi, un transformateur électrique endommagé peut interrompre l'alimentation électrique d'une station de pompage et perturber ainsi l'alimentation en eau de tout un quartier et / ou de l'hôpital local. En outre, pour être fonctionnel, chaque service urbain nécessite trois éléments : du personnel (par exemple, les employés municipaux ou les prestataires de service privés), des consommables (par exemple le carburant, le chlore, les médicaments) et du matériel (par exemple les machines, les engins lourds, les infrastructures). L'essentiel de cet article est consacré à la fonction et à la position de l'« infrastructure » au sein de l'ensemble du système, quel que soit le service en question.

7 CICR, *Urban Services during Protracted Armed Conflict: A Call for a Better Approach to Assisting Affected People*, Genève, 2015 (rapport du CICR sur les services urbains dans les situations de conflit prolongé).

8 Voir CICR, *Emploi d'armes explosives en zones peuplées : examen de la question sous l'angle humanitaire, juridique, technique et militaire*, rapport de la réunion d'experts organisée par le CICR à Chavannes-de-Bogis, Suisse, 24-25 février 2015, Genève, 2015.

9 Voir CICR, *La guerre en milieu urbain : actes du Colloque de Bruges*, 16^e Colloque de Bruges, 15-16 octobre 2015, Genève, 2016.

10 CICR, « The Use of Explosive Weapons in Populated Areas and the Need to Better Protect Civilians » (l'emploi d'armes explosives en zones peuplées et la nécessité de mieux protéger les civils), événement parallèle organisé en marge de la 32^e Conférence internationale de la Croix-Rouge et du Croissant-Rouge à Genève, 9 décembre 2015.

11 La liste des autres « services essentiels », comme la radio et la télévision, les ports, les banques, l'éducation, les routes et les télécommunications, est non-exhaustive et susceptible de changer selon chaque situation.

Tous les éléments d'un service sont interdépendants. Par exemple, même avec une infrastructure hydraulique maintenue en bon état, le personnel des compagnies des eaux – si expérimenté soit-il – ne sera pas en mesure de fournir de l'eau aux consommateurs s'il n'y a pas d'électricité pour alimenter les stations de pompage qui maintiennent la pression dans le réseau de distribution.

Éléments en amont et en aval

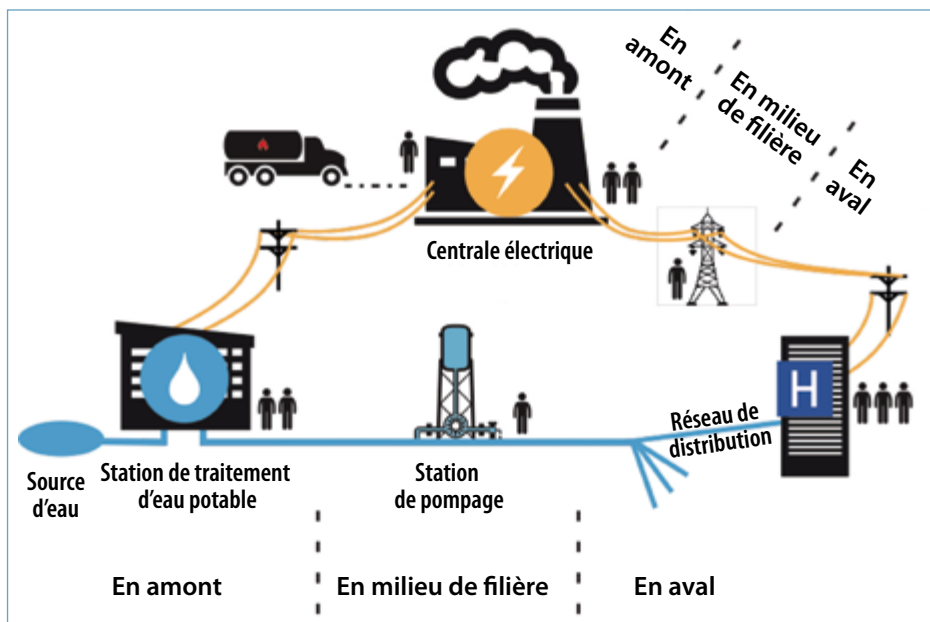


Schéma 1. Schéma décrivant l'ordre d'importance des éléments des services d'eau et d'électricité.

Les éléments d'un service sont classés par ordre d'importance, certains étant plus importants pour le bon fonctionnement d'un service, notamment pour l'infrastructure. Par exemple, une installation hors service qui se trouve au début de la chaîne d'approvisionnement d'un système sera plus perturbatrice et affectera un plus grand nombre de personnes que ne le serait un dommage sur des infrastructures qui se situent en milieu de filière ou qui alimentent directement l'utilisateur final. Les éléments les plus importants sont ceux que nous désignons ici comme les éléments « en amont » (voir schéma 1). Ceux-ci sont en général des installations de production ; ce sont par exemple les stations de traitement d'eau, les stations d'épuration ou les centrales électriques. Les éléments « en milieu de filière » sont ceux qui sont essentiels au stockage ou à la distribution ; il s'agit par exemple des réservoirs d'eau et des stations de pompage, ou d'un poste électrique et des lignes à haute et moyenne tension. Les éléments dits « en aval » d'un service sont ceux qui assurent le stockage ou la livraison aux utilisateurs finaux du service, comme un réseau de distribution d'eau ou un transformateur électrique. L'importance de la distinction tient à leur

ordre d'importance ; les éléments en amont d'un service (à savoir : les éléments de l'infrastructure) couvrent la zone la plus étendue et desservent donc le plus grand nombre de personnes, tandis que les composantes en aval couvrent une zone plus réduite et desservent, par conséquent, moins de personnes.

Dans une moindre mesure, l'ordre d'importance des éléments est également valable pour les aspects « personnel » et « consommables » d'un service. Pour un service d'eau potable, le personnel dit « en amont » désigne notamment les membres des équipes de direction nécessaires au fonctionnement d'un service, tandis que les personnels chargés de l'opération, de la maintenance, de la planification et de l'administration peuvent être considérés comme le personnel essentiel « en milieu de filière » et les consommateurs comme les personnes « en aval ». Pour ce qui est des consommables, le carburant servant à faire fonctionner la station de traitement d'eau potable est considéré comme consommable « en amont », alors que les produits de traitement (tels que le chlore pour traiter l'eau dans les stations de pompage intermédiaires) sont un consommable « en milieu de filière » et le carburant ou les comprimés de chlore destinés au traitement de l'eau à domicile sont des consommables « en aval ».

Résilience de base

Il convient également de prendre en compte l'état dans lequel se trouvait un service avant une attaque, ses faiblesses antérieures pouvant, dans certains cas, être fortement aggravées par une attaque. On peut en effet s'attendre à ce qu'un fournisseur de services mal organisé et disposant de peu de moyens (comme ce fut le cas à Bassorah en 2004), ne puisse pas recourir aux mêmes solutions alternatives qu'un fournisseur de services financièrement solide et bien gouverné (par exemple Genève en 2016), car, en mot, celui-ci est plus résilient.

La « résilience du service¹² » peut être mesurée en termes de redondances (réplication d'éléments d'infrastructure, personnel de remplacement) et du niveau de préparation ou de capacité de réponse (nombre d'employés qualifiés, volume des stocks de consommables pré-positionnés, qualité de l'infrastructure)¹³. Sur les deux, la capacité de réponse est sans doute la mesure la plus importante, car elle combine à la fois la capacité d'exploiter au mieux les redondances intégrées tout en garantissant la capacité de solutions alternatives à la remise en état du service. Pour revenir à l'exemple précédent, le service d'eau potable actuel de la ville de Genève est considéré comme plus résilient que celui de Bassorah en 2004, tant en termes qualitatifs que quantitatifs. Chacun des deux services présente des redondances

12 L'expression « résilience du service » est utilisée ici d'une manière similaire à l'expression « résilience opérationnelle » définie comme « cette capacité essentielle d'une opération de répondre et de surmonter les effets des chocs et des contraintes, ainsi qu'à retrouver aussi rapidement que possible son efficacité et un fonctionnement normal [traduction CICR] ». A. H. Hay, *After the Flood: Exploring Operational Resilience*, FriesenPress, Victoria, 2016.

13 Jean Philippe Dross *et al.*, « Urban Services in Protracted Armed Conflict », *Crisis Response Journal*, vol. 11, n° 3, 2016. Voir aussi le « Questions/réponses » avec Evaristo de Pinho Oliveira, dans ce numéro de la *Sélection française de la Revue*.

intrinsèquement conçues et intégrées (et le service de Bassorah a sans doute développé un plus grand nombre de ces redondances alors qu'il s'efforçait de faire face aux effets du conflit armé et des sanctions)¹⁴, mais il est probable que le premier aura un approvisionnement en stocks plus important et plus fiable, une infrastructure bien exploitée et bien entretenue, et qu'il disposera aussi de méthodes d'accompagnement du personnel responsable de la mise en œuvre des plans de contingence pour faire face aux situations d'urgence.

Critères qui caractérisent l'impact des armes explosives sur les services urbains

Cette partie établit les critères qui caractérisent l'étendue de l'impact de l'emploi d'armes explosives sur les services urbains dans l'espace et dans le temps. L'expression « armes explosives » est entendue ici comme désignant les armes qui sont activées par la détonation d'une substance hautement explosive créant un effet de souffle, de fragmentation ou d'énergie thermique¹⁵. Les obus d'artillerie, les missiles, les roquettes et les engins explosifs improvisés, entrent dans ces catégories d'armes explosives.

Effets directs et indirects

Le rapport du CICR sur les services urbains dans les situations de conflit prolongé a souligné combien les impacts directs et indirects des conflits armés prolongés et des sanctions commerciales se cumulent au fil du temps. Ces impacts s'ajoutent à mesure que le conflit se prolonge et que des périodes de violence répétées détériorent le service (qu'il s'agisse du personnel, du matériel ou des consommables), jusqu'à rendre sa remise en état difficilement réalisable sur le plan économique compte tenu des circonstances, voire totalement impossible. Cette approche est ici adaptée afin d'examiner en particulier l'impact des armes explosives sur les services urbains, l'« impact » désignant à la fois les effets directs et indirects.

Comme le montre le [schéma 2](#), l'impact de la détonation d'armes explosives sur des services urbains se mesure en termes d'effets directs et indirects. On entend ici par « effets directs » l'impact immédiat et physique causé par l'explosion. Ceci peut être, par exemple, le décès de membres des équipes d'exploitation et de maintenance ou les blessures qu'ils subissent, les dommages causés à un réservoir d'eau ou à un entrepôt stockant des pièces de rechange et des consommables. L'effet direct de l'explosion peut avoir des conséquences sur d'autres éléments du même service lorsque ceux-ci sont interdépendants. Ces conséquences correspondent aux « effets indirects », dont il est question plus en détail ci-dessous.

14 *Ibid.*

15 Définition empruntée à Maya Brehm et John Borrie, *Explosive Weapons: Framing the Problem*, document d'information n° 1, projet « Discours sur les armes explosives », UNIDIR, Genève, 2010 ; et AOAV, *op. cit.* note 2.

Les effets indirects des armes explosives sur les services urbains varient également en fonction de chaque élément d'un service. Les effets indirects sur un système d'infrastructures¹⁹ peuvent être observés en amont, comme lorsque des dommages sur un réservoir d'eau public rendent inutiles, en amont, la ligne de transmission et la station de traitement des eaux, ou en aval, comme lorsque des dommages sur un réservoir d'eau à usage domestique réduisent sa capacité de stockage, privant ainsi un quartier entier d'alimentation en eau. L'étendue géographique des effets indirects est donc limitée, en théorie, à l'étendue de la zone de service²⁰. La durée des effets indirects est variable : ainsi, la fonction de tampon et de stockage d'un réservoir d'eau en aval (à savoir un réservoir qui dessert un quartier entier) peut, dans certains cas, être réhabilitée, dans une certaine mesure, grâce à l'installation, dans les heures ou les jours qui suivent l'attaque, de citernes à eau provisoires, ou elle peut être réparée et récupérer sa pleine fonctionnalité en quelques semaines²¹. Dans d'autres cas, comme lorsque le réservoir d'eau ne peut pas être réparé et que sa fonction de stockage ne peut pas être rétablie par des réparations sommaires, la continuité de l'alimentation et la pression dans les conduites d'amenée sont interrompues, ce qui induit des contraintes excessives sur le réseau de distribution en aval, ce qui a pour conséquence un service moins fiable pour l'utilisateur final. En outre, la réparation d'une station de pompage peut prendre plusieurs mois, parfois même plus d'un an, surtout s'il faut importer les pompes et les tableaux électriques²².

Bien évidemment, le *personnel* et les *consommables*, si essentiels au bon fonctionnement d'un service urbain, pâtissent également des armes explosives. Si une arme explosive venait à détruire complètement l'unique entrepôt de pièces de rechange et de consommables, ou à tuer ou mutiler un grand nombre d'employés municipaux, l'étendue des effets indirects, dans l'espace et dans le temps, serait probablement semblable à celle observée sur l'infrastructure. Toutefois, il y a relativement peu de cas où les effets de l'emploi d'armes explosives se répercutent en amont ou en aval sur les personnes ou les consommables et les conséquences sont généralement plus limitées, tant dans l'espace que dans le temps. Par exemple, si un entrepôt rempli de pièces de rechange a été détruit, les effets indirects sur le système se feront sentir dans l'espace au niveau des points d'infrastructure connexes qui ont cessé de fonctionner ou qui sont défectueux, tandis que l'impact dans le temps dépend de la durée qui sera nécessaire pour obtenir et installer les pièces de rechange (y compris les pièces de rechange nécessaires pour conserver le niveau de préparation d'avant l'explosion).

19 Par « système d'infrastructures », nous entendons le réseau d'éléments qui composent l'ensemble de l'infrastructure nécessaire au sein d'un système pour fournir le service (en gardant à l'esprit que « l'infrastructure » ne représente qu'un des éléments de la composante « matériel » d'un service).

20 Ceci pourrait s'étendre aux zones péri-urbaines qui sont approvisionnées *via* des camions-citernes se ravitaillant à un point donné sur la ligne de transmission principale.

21 Pier Giorgio Nembrini *et al.*, *Basrah Water Supply during the War on Iraq*, CICR, Genève, 2003. Voir aussi Organisation pour la sécurité et la coopération en Europe, *Access to Water in Conflict-Affected Areas of Donetsk and Luhansk Regions*, Mission spéciale d'observation en Ukraine, 2015.

22 François Grünewald et Eric Levron (dir.), *Villes en guerre et guerres en villes*, Éditions Karthala, Paris, 2004 ; Stephan Magnaldi et Jessica Patera, « Kaboul, de la destruction à la reconstruction », *in ibid.* ; François Grünewald (dir.), *Working in Syrian Cities at War: Humanitarian Aid under Constraints*, Les Dossiers de Grotius International, 2013.

En outre, les dommages causés par des armes explosives sur quelque élément que ce soit d'un service, peuvent avoir un « effet domino » sur d'autres services²³. Les dommages occasionnés à un poste électrique peuvent bloquer l'alimentation en eau potable d'une localité et ce type d'effet indirect peut, pour ne prendre qu'un exemple, priver un bloc opératoire de ses moyens de stérilisation²⁴.

Les effets indirects possibles des armes explosives sur les infrastructures, selon l'ordre d'importance des éléments d'un service, sont présentés dans le **tableau 1**. Prenons, comme cas d'école, les effets indirects d'une frappe directe sur une station de traitement des eaux en amont, qui endommage trois des six pompes principales de transmission. En supposant que la station fonctionne en temps normal avec quatre pompes, les deux pompes restantes étant réservées pour une permutation programmée, le volume d'eau maximal qui pourrait être fourni aux résidents après l'attaque équivaldrait aux trois-quarts de la quantité normale. Selon la configuration du réseau de distribution d'eau potable (soit en circuit fermé, ce qui signifie une circulation de l'eau plus efficace, soit en système ouvert, c'est-à-dire avec des sections beaucoup plus à risque), ceci pourrait avoir pour conséquence qu'un quart des utilisateurs situés près de l'extrémité finale du réseau de distribution recevraient moins d'eau qu'en temps normal et il pourrait en résulter un alluvionnement dans les canalisations de distribution inutilisées (et peut-être aussi dans les conduites de transmission). Le degré d'usure excessif des pompes encore en fonctionnement constituerait également un effet indirect. Il est probable que celles-ci s'useraient plus vite qu'en temps normal, menaçant ainsi l'ensemble du service d'eau potable. Des cas semblables ont été observés à Beyrouth²⁵, Bagdad²⁶, Grozny²⁷, Huambo²⁸, Kaboul²⁹, Jénine³⁰, Gaza³¹, au sud du Liban³² et en d'autres endroits.

- 23 CICR, *op. cit.* note 8. L'« effet domino » peut être similaire à ce que Michael N. Schmitt et Eric W. Widmar décrivent comme une « réaction en chaîne [traduction CICR] ». Michael N. Schmitt et Eric W. Widmar, « On Target: Precision and Balance in the Contemporary Law of Targeting », *Journal of National Security Law and Policy*, vol. 7, n° 3, 2014.
- 24 Christos Giannou et Marco Baldan, *La chirurgie de guerre : Travailler avec des ressources limitées dans les conflits armés et autres situations de violence*, vol. 1, CICR, Genève, 2009.
- 25 Pier Giorgio Nembrini, « Lebanon: Water Supply Problems during the 1989 and 1990 Wars », in CICR, Symposium international sur « L'eau et les conflits armés », Montreux, 21-23 novembre 1994, Genève, 1994.
- 26 Yves Etienne et Pier Giorgio Nembrini, « Establishing Water and Sanitation Programmes in Conflict Situations: The Case of Iraq during the Gulf War », *International Journal of Public Health*, vol. 40, n° 1, 1995.
- 27 Robert Hodgson et Alain Oppliger, « After the Battle of Grozny », in CICR, *War and Water*, Genève, 1999.
- 28 Pier Giorgio Nembrini, *Huambo (Angola): Water Supply in a War Torn Town – Evolution and Impact of the Different Interventions since 1985*, document occasionnel n° 3, Cities in War: Thirsty Cities, Geneva Foundation, Genève, 2001.
- 29 Jean-François Pinera, *Cities, Water and War: Looking at How Water Utilities and Aid Agencies Collaborate in Cities Affected by Armed Conflicts*, Lambert Academic Publishing, Loughborough, 2011.
- 30 Mark Zeitoun, « Conflict and Water in Palestine: The Consequences of Armed Conflict on Drinking-Water Systems in Jenin, West Bank », in Imad Khatib *et al.* (dir.), *Water: Values and Rights*, Palestine Academy Press, Ramallah, 2005.
- 31 Pier Giorgio Nembrini et A. Moreau, *The Gaza Strip: The Last "Ghetto": An Organized Deprivation and a Denied Urban Development*, document occasionnel n° 9, Cities in War: Thirsty Cities, Geneva Foundation, Genève, 2009.
- 32 Mark Zeitoun, Karim Eid-Sabbagh et Jeremy Loveless, « The Analytical Framework of Water and Armed Conflict: A Focus on the 2006 Summer War between Israel and Lebanon », *Disasters*, vol. 38, n° 1, 2014.

Tableau 1. Exemples des effets directs et indirects et des conséquences des armes explosives sur des éléments en amont, en milieu de filière et en aval d'un système d'alimentation en eau potable, et indication de leur amplitude dans l'espace et dans le temps.

	Eléments en amont (par exemple : stations de traitement des eaux ou centrales électriques)	Eléments en milieu de filière (par exemple : réservoirs d'eau, stations de pompage intermédiaires, lignes de transmission ou sous-stations en réseau)	Eléments en aval (par exemple : réseaux de distribution ou transformateurs de distribution)
Amplitude relative de l'impact escompté	Élevée	Moyenne	Faible
Effets directs	Destruction ou endommagement d'une station de traitement des eaux.	Destruction ou endommagement d'un réservoir d'eau desservant de multiples quartiers, ou un arrondissement dans une ville.	Destruction ou endommagement d'un réseau de distribution résidentiel, ou du branchement d'un ménage au réseau.
Effets indirects potentiels	Interruption du traitement de l'eau ; perturbations dans la transmission de l'eau traitée et dans la distribution locale à l'utilisateur final.	Perturbations dans les schémas d'approvisionnement en eau (c'est-à-dire, la continuité de l'approvisionnement (fiabilité), les heures de pompage, la quantité d'eau et la pression d'eau) d'un quartier ou de plusieurs quartiers. En amont, alluvionnement de la ligne de transmission ; en aval, alluvionnement du réseau de distribution, contamination du réservoir d'eau de l'hôpital et/ou approvisionnement insuffisant.	Perturbations dans les schémas d'approvisionnement en eau (c'est-à-dire, la continuité de l'approvisionnement (fiabilité), les heures de pompage, la quantité d'eau et la pression d'eau) de bâtiments individuels de bâtiments individuels (par exemple : maison d'habitation, immeuble d'appartements, usine).
Conséquences sur le système d'alimentation en eau potable	Un volume et une quantité d'eau plus faibles fournis sur l'ensemble de la zone du service (généralement une ville entière ou plusieurs quartiers).	Un arrêt de l'approvisionnement, ou une eau de qualité médiocre fournie au quartier. Une continuité d'approvisionnement altérée.	Un arrêt de l'approvisionnement, ou une eau de qualité médiocre fournie aux ménages touchés.
Étendue physique des effets directs et indirects	Imprévisible, susceptible d'affecter l'entièreté du service (potentiellement limitée dans le cas de systèmes résilients disposant d'alternatives en cas d'interruption du service).	Ouverte, susceptible d'affecter toute la portion concernée du service.	Limitée, au niveau de la zone du service locale ou du ménage.
Durée des effets directs et indirects	Immédiats, à court terme, moyen terme ou long terme (de quelques secondes à plusieurs mois ou années, selon l'ampleur des dégâts, selon que l'infrastructure endommagée se situe en amont, en milieu de filière ou en aval, et selon la résilience de base du service).		

Dans cet exemple, l'impact cumulé de l'endommagement partiel des pompes correspond à un dysfonctionnement de l'ensemble du service d'eau potable, résultant des effets directs et indirects, et susceptible d'entraîner une réaction en chaîne sur d'autres services (comme les services de santé). Le niveau à partir duquel cet impact sera considéré comme raisonnablement prévisible est fonction d'un certain nombre de facteurs, qui seront analysés ci-dessous.

L'examen des effets indirects d'une frappe affectant un élément en aval d'un service, montre à quel point il est important de prendre en compte l'ordre d'importance des différents éléments d'un service. Surtout lorsque les solutions de rechange d'approvisionnement en eau sont de piètre qualité ou qu'y accéder comporte des risques, le raccordement d'un ménage au réseau (en aval) est un élément crucial pour le bien-être, la santé et la dignité de tous les membres du foyer. Les conséquences pour une famille qui voit son raccordement endommagé par une explosion peuvent être dévastatrices en termes de dignité, de santé publique ou de déplacement. Cependant, sur le plan des services, le dommage causé est, relativement, moins important que la mise hors service d'un réservoir d'eau à usage domestique ou d'autres éléments plus en amont du système³³.

Résilience de base

La mort de centaines de médecins en Irak et en Syrie³⁴ a montré à quel point l'effet direct des armes explosives sur les personnes dont un service dépend, peut avoir des effets indirects (sur ce service). Dans les situations de conflit prolongé, on peut s'attendre à ce que l'effet direct des armes explosives ait davantage de répercussions que dans des conflits de courte durée, car, du fait de leur durée, ces situations subissent l'effet cumulé d'une succession d'impacts directs et indirects. Une seule attaque sur l'un des éléments d'un service dans une ville où aucun conflit armé n'est en cours (repreons l'exemple de Genève) n'est pas susceptible d'engendrer une fuite des cerveaux de même importance qu'en cas d'attaques répétées dans une ville en proie à un conflit prolongé (comme on l'observe actuellement à Alep, par exemple), car la capacité d'adaptation des personnes concernées n'a pas été déjà éprouvée à maintes reprises³⁵.

Cet exemple montre comment les effets indirects des armes explosives sur les services urbains peuvent être réduits ou amplifiés selon le niveau de résilience

33 Sans compter le risque de propagation de maladies infectieuses, même s'il s'agit d'un seul ménage privé d'eau potable en quantité suffisante. Paul R. Hunter, Denis Zmirou-Navier et Philippe Hartemann, « Estimating the Impact on Health of Poor Reliability of Drinking Water Interventions in Developing Countries », *Science of the Total Environment*, vol. 407, n° 8, 2009 ; Jamie Bartram et Paul Hunter, « Bradley Classification of Disease Transmission Routes for Water-Related Hazards », in Jamie Bartram et al. (dir.), *Routledge Handbook of Water and Health*, Routledge, Londres, 2015. Ce type d'« impact » peut s'exercer sur le très long terme, voire indéfiniment.

34 Physicians for Human Rights, *Anatomy of a Crisis: A Map of Attacks on Health Care in Syria (Findings as of February 2016)*, New York, 2016 ; Gilbert M. Burnham, Riyadh Lafta, Shannon Doocy, « Doctors Leaving 12 Tertiary Hospitals in Iraq, 2004–2007 », *Social Science & Medicine*, vol. 69, n° 2, 2009.

35 REACH, *Eastern Aleppo Household Assessment: Water Security*, ACTED et IMPACT Initiatives, Programme opérationnel pour les applications satellitaires des Nations Unies, Genève, août 2015.

du service avant l'explosion – ce que l'on désigne ici par *résilience de base du service*. Envisagée sous l'angle des règles de proportionnalité et de précaution dans l'attaque, cette résilience de base du service ferait partie de ce que I. Robinson et E. Nohle appellent les « facteurs contextuels [traduction CICR]³⁶ ».

Comme exposé précédemment, la résilience d'un service peut être mesurée selon les redondances et le niveau de préparation aux situations d'urgence et de la capacité d'y répondre. Un système d'alimentation en eau potable utilisant diverses sources (ou qui utilise de multiples réservoirs d'eau, conçus pour fonctionner de manière flexible avec les mêmes zones de service au sein d'une zone urbaine) est résilient car chaque division fragmente le service et limite donc l'étendue géographique de tout dommage ainsi que le nombre de personnes affectées³⁷. Ce fractionnement permet aussi des travaux de réparation plus rapides, certaines parties des réseaux de transmission et de distribution pouvant être isolées sans perturber dans son intégralité la zone de service. De plus, ce type de conception des systèmes permet des modifications relativement rapides (à savoir la reconfiguration d'une partie donnée du système) en vue de rétablir la prestation de services.

La « préparation et la capacité de réponse » d'un service peuvent être mesurées en fonction de la capacité et du temps nécessaires pour rétablir un service qui a subi un impact direct et/ou les effets indirects immédiats d'une explosion. Surtout lorsque l'impact se produit au début des hostilités ou dans une situation de conflit armé où les humanitaires et les prestataires de services peuvent encore intervenir, les consommables ayant disparu pendant les violences (par exemple les réserves de chlore) peuvent être remplacés et les difficultés liées aux dommages causés à l'infrastructure peuvent être compensées par des mesures provisoires (comme l'acheminement d'eau par camion-citerne) ou par des réparations des infrastructures endommagées rapidement effectuées (par exemple, en soudant une pièce à un réservoir en acier percé par un obus de char). L'absence d'un petit nombre d'employés sur le court terme peut être réglée relativement facilement en faisant appel à du personnel de remplacement de façon à ce que le service continue de fonctionner.

La capacité des autorités locales ou des organismes de secours à répondre aux effets directs ou indirects des armes explosives dépend elle-même d'une part, de l'ampleur des dommages et, d'autre part, de l'état du service avant l'explosion. Par exemple, la destruction totale d'un réservoir d'eau nécessite l'installation provisoire d'une citerne à eau amovible afin de maintenir une certaine capacité de stockage, mais celle-ci ne sera, dans le meilleur des cas, que très inférieure à la capacité d'origine³⁸. La destruction partielle d'une station de pompage est, généralement, plus difficile à compenser, réparer ou remplacer que lorsqu'il s'agit d'un réservoir, ce qui signifie

36 Voir I. Robinson et E. Nohle, *op. cit.* note 1.

37 Paolo Bocchini, Dan M. Frangopol, Thomas Ummenhofer et Tim Zinke, « Resilience and Sustainability of Civil Infrastructure: Toward a Unified Approach », *Journal of Infrastructure Systems*, vol. 20, n° 2, 2014.

38 Les réservoirs « en aval » qui alimentent de petits quartiers ont une capacité d'environ 500 mètres cubes, par exemple, alors que ceux qui sont placés plus « en amont » pour desservir 250 000 personnes ont une capacité qui peut aller jusqu'à 5 000 mètres cubes (comme le réservoir Al Montar à Gaza). La plupart des citernes à déploiement rapide se limitent à 95 mètres cubes, même si certaines d'entre elles peuvent avoir une capacité de 200 ou 500 mètres cubes.

qu'il faudra vraisemblablement beaucoup plus de temps pour rétablir le service. Dès lors que le matériel hautement technologique n'est pas facilement réparable sur place (et même, parfois, dans le pays), il n'est pas rare qu'il doive être expédié hors du pays pour être réparé dans des ateliers d'usinage spécialisés ou même chez le fabricant d'origine, ce qui est à la fois coûteux et complexe sur le plan logistique³⁹. Cela est tout particulièrement le cas si la qualité de production est médiocre au niveau local ou si les stocks ont été épuisés pendant le conflit prolongé. En Irak, par exemple, des comprimés de chlore furent utilisés pour remplacer le chlore gazeux que les stations de traitement des eaux étaient normalement conçues pour utiliser⁴⁰, ce qui veut dire qu'il n'y avait aucune garantie que l'eau était traitée à un seuil sans risque. La résilience de base d'un service durant un conflit prolongé évolue constamment (s'améliorant après les réparations, mais se dégradant généralement au fil du temps) et est donc – aux fins de la présente analyse – un facteur qui, dans la mesure du possible, devrait être envisagé avant une attaque.

Impact dans l'espace et dans le temps

Par essence, l'impact direct des armes explosives sur les services urbains est limité à la « zone d'impact » géographique de l'explosif en cause. La zone d'impact varie considérablement selon la catégorie d'arme explosive utilisée, mais est définie comme la distance sur laquelle l'onde de choc initiale crée une surpression⁴¹ ainsi que par le rayon de fragmentation et la distance de dissipation de l'énergie thermique. L'onde de choc se dissipe en quelques millisecondes, alors que la fragmentation et la dissipation d'énergie thermique se produisent généralement en quelques secondes. Par exemple, les armes explosives ayant un large rayon d'impact, comme un missile Scud sol-sol ou une bombe Mark 84, peuvent endommager simultanément un réservoir d'eau, un entrepôt de pièces de rechange et les installations d'une compagnie des eaux dans une zone ciblée de plusieurs centaines de mètres carrés.

Comme le montre le [tableau 2](#), l'étendue des effets indirects des armes explosives sur les services urbains varie dans l'espace et dans le temps en fonction de la résilience de base du service avant l'attaque. Pour mémoire, pour un service relativement résilient avant une attaque, on peut s'attendre à ce que les effets indirects des armes explosives soient amoindris du fait que les redondances du service peuvent offrir des solutions de rechange et/ou d'autres moyens d'approvisionnement, et que les pièces de rechange et le personnel nécessaire pour les installer est encore à disposition. En revanche, les effets indirects des armes explosives sur un service qui a une résilience de base faible avant une attaque – autrement dit, un service déjà « à genoux » – peuvent être beaucoup plus étendus, dans l'espace et dans le temps.

L'analyse des divers critères qui caractérisent l'impact des effets indirects des armes explosives sur les services urbains oblige donc à prendre en considération

39 J.-F. Pinera, *op. cit.* note 29.

40 CARE International, *Watsan Project Report: September 1997*, communication interne de CARE International archivée au CICR sous le n° 022, 1997.

41 FEMA, *op. cit.* note 5.

Tableau 2. Récapitulatif des facteurs qui déterminent l'étendue de l'impact des armes explosives dans l'espace et dans le temps, selon différents cas de figure de résilience de base.

Redondances	Résilience de base		Ordre d'importance	Effets indirects			Amplitude (nombre relatif de personnes affectées) Faible, Moyenne, Élevée
	Préparation / capacité de réponse	Localisation de l'explosion (selon l'ordre d'importance du service)		Empreinte dans l'espace Limitée ou Imprévisible	Empreinte dans le temps 1= immédiate 2= à court-terme 3= à moyen terme 4= à long terme	Empreinte dans l'espace Limitée ou Imprévisible	
Élevées	Élevée	En aval	Limitée	1	Limitée	Faible	
Élevées	Élevée	En milieu de filière	Limitée	2	Limitée	Moyenne	
Élevées	Élevée	En amont	Imprévisible	2	Imprévisible	Élevée	
Élevées	Moyenne	En aval	Limitée	3	Limitée	Faible	
Élevées	Moyenne	En milieu de filière	Limitée	3	Limitée	Moyenne	
Élevées	Moyenne	En amont	Imprévisible	3	Imprévisible	Élevée	
Élevées	Faible	En aval	Limitée	4	Limitée	Faible	
Élevées	Faible	En milieu de filière	Limitée	4	Limitée	Moyenne	
Élevées	Faible	En amont	Imprévisible	4	Imprévisible	Élevée	
Moyennes	Élevée	En aval	Limitée	1	Limitée	Faible	
Moyennes	Élevée	En milieu de filière	Limitée	1	Limitée	Moyenne	
Moyennes	Élevée	En amont	Imprévisible	1	Imprévisible	Élevée	
Moyennes	Faible	En aval	Limitée	3	Limitée	Faible	
Moyennes	Faible	En milieu de filière	Limitée	3	Limitée	Moyenne	
Moyennes	Faible	En amont	Imprévisible	3	Imprévisible	Élevée	
Faibles	Faible	En aval	Limitée	4	Limitée	Faible	
Faibles	Faible	En milieu de filière	Limitée	4	Limitée	Moyenne - Élevée	
Faibles	Faible	En amont	Imprévisible	4	Imprévisible	Élevée	

On suppose que l'amplitude de l'arme explosive, son mode de lancement ainsi que son aire de contact de l'explosif sont constants dans chacun des cas de figure. Les entrées en caractère gras indiquent la plus grande amplitude en termes du nombre relatif de personnes affectées.

plusieurs paramètres : les trois éléments de chaque service ; l'interdépendance entre des services ; les effets directs ; les effets indirects ; et la position de l'élément dans l'ordre d'importance du service, amont / milieu de filière / aval ». Le **tableau 2** précise ces aspects en récapitulant de manière systématique les solutions de rechange selon ces divers paramètres dans différents cas de figure. Ce récapitulatif montre à quel point la situation initiale et l'ordre d'importance des éléments influent sur l'impact des armes explosives auquel on peut s'attendre, dans l'espace et dans le temps.

Une lecture attentive du **tableau 2** révèle un certain nombre d'aspects essentiels. Premièrement, les impacts les plus importants (c'est-à-dire ceux qui sont qualifiés d'« ouverts » dans la colonne « empreinte dans l'espace » et qui sont classés « 3 » ou « 4 » dans la colonne « empreinte dans le temps ») se produisent lorsque l'arme explosive frappe une partie du service située en amont et qui a un niveau faible en termes de qualité et de capacité de réponse. Ceci confirme ce que l'on pourrait penser *a priori*, à savoir que les attaques qui sont le plus susceptibles de causer des effets directs ou indirects sur une zone étendue et pour une longue durée, sont celles qui frappent l'infrastructure située en amont de la chaîne, surtout si celle-ci est déjà dégradée.

Deuxièmement, on constate que l'impact des armes explosives auquel on peut s'attendre *dans l'espace* est avant tout déterminé par l'ordre d'importance des éléments au sein d'un service. Ainsi, on peut s'attendre à ce que l'étendue dans l'espace des effets indirects des armes explosives sur des éléments en aval d'un système d'infrastructures soit « limitée » (généralement à un quartier ou même au niveau d'un foyer). Les effets indirects des armes explosives sur des éléments en amont d'un service sont plus ouverts – seulement limités par la superficie de l'infrastructure du réseau, qui s'étend souvent sur des dizaines de kilomètres et qui peut desservir des centaines de milliers de personnes et plus.

Troisièmement, on observe que l'impact des armes explosives sur les services urbains auquel on peut s'attendre *dans le temps* est principalement déterminé par la résilience de base du service. Autrement dit, les effets indirects sur n'importe quel élément d'un service (qu'il s'agisse des personnes, du matériel ou des consommables, ou qu'il soit situé en amont, en milieu de filière ou en aval) seront vraisemblablement de plus courte durée, lorsque la qualité du service avant l'attaque et sa capacité de réponse sont élevées. On peut s'attendre à ce que les effets indirects des armes explosives sur le service durent beaucoup plus longtemps lorsque l'état initial du service est précaire ; de manière générale, un service qui est déjà fragile risque d'être perturbé plus longtemps qu'un service robuste. Les effets indirects peuvent se faire sentir jusqu'à plusieurs décennies et se distinguent d'autres effets indirects (par exemple ceux sur la santé publique ou sur les marchés) qui ne sont pas forcément limités dans le temps de la même façon.

L'impact dans le temps est par ailleurs très différent selon chaque cas considéré. Par exemple, l'importance des effets indirects sur des services présentant, à l'origine, un niveau de qualité identique, dépend étroitement de sa capacité de réponse. À l'inverse, de la même façon, dans les cas où la capacité de réponse est identique, l'importance des effets indirects est directement liée à la qualité du service.

Incidences sur les règles de proportionnalité et de précaution dans l'attaque

L'analyse a démontré comment l'impact des armes explosives sur l'un des éléments d'un service peut être direct et indirect au sein d'un même service ou sur d'autres services. L'étendue dans l'espace et dans le temps des effets directs et indirects dépend avant tout de l'importance du dommage causé à la fonctionnalité d'un élément d'un service. L'impact global dans l'espace varie de manière significative et est avant tout déterminé par l'ordre d'importance de l'élément qui subit l'effet direct (les dommages causés au niveau des éléments en amont ayant généralement l'impact le plus étendu) dans le système. La durée de l'impact global est principalement déterminée par la résilience opérationnelle du service avant l'attaque, laquelle est évaluée en fonction des redondances du système, de l'état de préparation aux situations d'urgence et de la capacité de réponse. Plus particulièrement et dans la majorité des cas observés, l'impact le plus important des armes explosives sur les services urbains est fonction de l'importance des dommages causés à l'infrastructure en amont ou en milieu de filière (c'est-à-dire, celle qui produit ou qui fournit l'essentiel du service), de la nature et de l'étendue des répercussions en aval sur les autres éléments d'un service en aval, de l'« effet domino » sur d'autres services et du temps nécessaire à la réhabilitation du service.

Comme elles mettent en exergue quels impacts sur les services urbains peuvent être « raisonnablement prévisibles », ces observations ont un certain nombre de conséquences sur les règles de proportionnalité et de précaution dans l'attaque. Selon l'analyse de I. Robinson et E. Nohle, ces règles imposent aux attaquants « de prendre en compte les pertes en vies humaines et les blessures aux civils, ou les dommages aux biens de caractère civil, qui pourraient être causés incidemment par une attaque donnée et auxquels on peut s'attendre [traduction CICR] », ce qui, du point de vue du CICR, comprend les effets indirects prévisibles d'une attaque⁴². La principale question qu'il convient de se poser lors d'une évaluation de la proportionnalité en vue d'une attaque sur un objectif militaire dont on s'attend à ce qu'elle endommage un service est la suivante : dans quelle mesure l'impact direct et les effets indirects sont-ils raisonnablement prévisibles ?

L'analyse a démontré, concernant l'emploi d'armes explosives, que c'est la composante « matériel » qui nécessite le plus d'attention et, qu'en son sein, ce sont les infrastructures en amont et en milieu de filière qui sont les plus importantes. Un certain nombre d'aspects devraient être considérés. Premièrement, le schéma détaillé du système n'est connu, le plus souvent, que des opérateurs du système (généralement au niveau de la municipalité), même si le schéma d'origine est parfois intégré à des plans conformes à l'exécution ou dans des procédures d'exploitation normalisées. Que l'attaque soit planifiée longtemps à l'avance ou qu'elle résulte d'un choix rapide des objectifs (c'est-à-dire décidée rapidement), il est peu probable que l'accès à un tel niveau d'information soit aisé. Néanmoins, dans certaines circonstances, avec le temps et l'expérience, un niveau plus approfondi d'informations et

42 Voir I. Robinson et E. Nohle, *op. cit.* note 1.

de connaissances aura été acquis (par exemple lors de conflits prolongés ou pendant les périodes d'occupation prolongée) et l'on pourrait donc s'attendre à ce que ces éléments soient pris en considération dans l'évaluation de la proportionnalité⁴³. Étant donné que les « dommages collatéraux » doivent être évalués, la présente analyse recommande de faire appel, chaque fois que cela est possible, à du personnel spécialisé, afin de disposer d'une meilleure connaissance des schémas de base et du fonctionnement du service. En l'absence de telles informations, on pourra s'appuyer sur l'expertise d'ingénieurs spécialisés dans un service urbain donné (par exemple dans les domaines de l'alimentation en eau, de l'assainissement des eaux usées, ou de l'alimentation électrique).

Deuxièmement, la plupart de ces infrastructures en amont et en milieu de filière sont aisément reconnaissables, puisqu'elles sont généralement situées au niveau du sol et qu'elles ont des formes et des structures uniques à ce genre d'installations. Par exemple, les bassins de clarification, caractéristiques des stations de traitement des eaux, se distinguent facilement grâce à leur forme circulaire et à leur diamètre de trois à quinze mètres. Ces infrastructures se distinguent également assez nettement des centrales électriques ou des stations d'épuration des eaux usées conventionnelles. Les stations de pompage ainsi que les réservoirs d'eau situés au niveau du sol ou surélevés sont clairement identifiables s'ils ne sont pas recouverts et donc également aisément discernables pour un œil expérimenté. Si ces infrastructures sont visibles depuis les airs (ou depuis le sol lorsqu'elles se trouvent dans la ligne de mire), il s'ensuit que l'équipe d'appui en charge du guidage et du ciblage pourrait être formée à les distinguer d'autres composantes d'un paysage urbain.

Troisièmement, des armées⁴⁴, des autorités locales⁴⁵ et certaines organisations humanitaires⁴⁶ disposent de connaissances techniques considérables sur les effets directs de l'emploi des armes explosives sur les services urbains, tout au moins sur les infrastructures. Le renforcement de l'intégrité physique de l'infrastructure et les mesures pour prévenir les effets d'un événement particulier (par exemple un tremblement de terre) sont également très bien documentées dans des publications internes ou publiques⁴⁷.

Compte tenu de ces trois considérations, même sans avoir accès aux « plans conformes à l'exécution », l'impact causé par les armes explosives sur les services urbains est, pour l'essentiel, raisonnablement prévisible, que celles-ci aient ou non « un large rayon d'impact ». Cependant, ces effets indirects ne sont pas encore répertoriés de manière systématique (ni même conceptualisés, peut-être) par les belligérants, les autorités locales et les organismes de secours. Parmi les autres

43 Qui peut inclure, entre autres, une estimation des dommages collatéraux.

44 US Army, *Intelligence Support to Urban Operations*, Field Manual FM 2-914, Siège, Département de l'armée des États-Unis, Washington, DC, 2008 ; C. M. Patterson, *op. cit.* note 18.

45 Par exemple, le conseil pour l'eau du sud du Liban (*Southern Water Board*) en 2006 et la Compagnie des eaux des municipalités côtières dans la bande de Gaza.

46 Par exemple, le CICR.

47 Sécurité publique Canada, *Guide sur la gestion des risques pour les secteurs des infrastructures essentielles*, version 1.0, Ottawa, 2010 ; Centre d'études de politique européenne (CEPS), *Protecting Critical Infrastructure in the EU*, CEPS Task Force Report, Bruxelles, 2010 ; FEMA, *op. cit.* note 5.

conséquences qui devront faire l'objet d'une analyse distincte⁴⁸, il ressort, s'agissant des infrastructures de services urbains, que le processus d'évaluation de la proportionnalité serait amélioré par : i) la participation directe et systématique d'ingénieurs spécialisés au sein de la cellule chargée du choix des objectifs et ii) une meilleure connaissance des services, des infrastructures et des systèmes en zone urbaine (et, lorsque cela est possible, sur le théâtre des opérations) par l'équipe d'appui en charge du guidage et du ciblage. Celle-ci garantira une meilleure identification des biens de caractère civil (qui sont fixes) et pourra anticiper les effets indirects prévisibles (y compris les effets immédiats et internes à un système).

La présente analyse dégage deux autres questions pour les discussions concernant les règles de proportionnalité et de précaution dans l'attaque. Il est important de revenir à l'argument énoncé à la note de bas de page 18, selon lequel les effets indirects sur les *services urbains* sont un sous-ensemble des « effets indirects prévisibles d'une attaque » *au sens général*, comme l'ont décrit I. Robinson et E. Nohle⁴⁹. Les premiers sont non seulement plus limités dans l'espace et dans le temps de manière générale, comme le montre cette analyse, mais on pourrait également soutenir qu'ils sont encore plus facilement prévisibles que les derniers (qui s'étendent, selon les définitions retenues ici, au-delà des effets indirects sur les services urbains eux-mêmes).

Enfin, cette analyse contribue aussi aux discussions relatives à la capacité d'atténuer l'impact des armes explosives sur les services urbains (qu'il soit ou non raisonnablement prévisible). Comme l'indique le rapport du CICR sur les services urbains dans les situations de conflit prolongé, « [b]ien que les règles régissant la conduite des hostilités ne disposent pas expressément qu'un attaquant doit tenir compte de la diminution des capacités des services essentiels causée par de précédentes attaques, dans la mesure où une telle diminution des capacités est prévisible, elle doit être prise en compte [traduction CICR]⁵⁰ ». La présente analyse a montré que la capacité d'un système à répondre aux dommages ou aux dérèglements est l'un des critères essentiels qui déterminent l'étendue des effets indirects, notamment dans le temps.

48 Y compris la protection prévue par le droit international humanitaire. Pour les discussions préliminaires, voir Mara Tignino, *Water During and After Armed Conflicts: What Protection in International Law?*, Brill, Leiden, 2016 ; L. Gisel, *op. cit.* note 1.

49 I. Robinson et E. Nohle, *op. cit.* note 1.

50 Rapport du CICR sur les services urbains dans les situations de conflit prolongé, *op. cit.* note 7, p. 40.