

## SOMMAIRE

- Introduction
- Les machines de siège
  - Premières catapultes
  - Machines de siège médiévales
- L'artillerie et les projectiles explosifs
  - Le canon
  - La bombe d'avion
  - Les grenades
- L'armement antichar
- Les armes chimiques et biologiques
- Les armes nucléaires
- L'électro-informatique dans l'armement
- Bibliographie
- Classification

# ARMES

## Armes lourdes

### ÉCRIT PAR

**Alain BRU** : ingénieur à l'École polytechnique, à l'École supérieure de gestion et à l'Institut national des sciences et techniques nucléaires (I.N.S.T.N.), général en deuxième section

---

Les équipements et matériels militaires lourds se présentent sous divers aspects, que les experts classifient par *fonctions*. C'est ainsi que l'on parle des fonctions de mobilité, de protection, de liaisons-transmissions, de détection, de soutien et, enfin, de la fonction d'agression, plus spécifiquement « guerrière ». Le terme ne fait pas nécessairement appel à une idée d'attaque, d'assaut, mais à des capacités destructrices et/ou vulnérantes : une mine antichar, défensive par destination, ou un engin de défense antiaérienne possèdent la fonction agression. Un char réunit la mobilité, la protection, la liaison, la détection et l'agression (au service de laquelle se trouvent les autres fonctions dans ce système d'arme). Un camion de logistique n'a que la fonction de mobilité.

Le texte qui suit, nécessairement limité, concernera presque exclusivement ce qui, dans les matériels militaires, est relatif à cette fonction agression. Il conviendra, pourtant, de ne pas perdre de vue que, devant être associée aux autres fonctions nécessaires à sa mise en œuvre, l'arme est soumise à de multiples contraintes, ce qui implique de difficiles compromis entre les diverses exigences.

## Les machines de siège

Dès la plus haute antiquité, les armes individuelles furent doublées, dans certaines régions, de matériels lourds : les engins de siège. Les Assyriens, par exemple, confrontés à des fortifications de briques, mirent en œuvre le *bélier* lourd, oscillant sous bâti, pour l'attaque des portes, et celui à longue pointe métallique, ainsi que l'énorme *marteau brise-muraille*, pour celle des remparts. La *tour mobile* permit la prise à partie, à même hauteur, des défenseurs du chemin de ronde et leur assaut direct au moyen de pont-levis. Le *mantelet* protégeait le mineur sapant la muraille.

## Premières catapultes

Contre des remparts de pierre élevés sur des éminences rocheuses, les Grecs de la même époque devaient se limiter au bélier contre les portes et aux *échelles d'escalade*. Mais, à partir du <sup>iv</sup>e siècle avant notre ère, ils

inventèrent les premières machines de jet : d'abord celles qui, utilisant la flexion, donnaient des engins analogues à de gigantesques arcs sur bâtis ; ensuite, celles qui faisaient appel à la force de torsion d'écheveaux de « nerfs » d'animaux, de cordages, voire de cheveux. Cette artillerie, dite névroballistique, lançait d'énormes flèches ou des boulets de pierre pouvant atteindre 3 « talents-poids » – 87 kg –, fracassant les merlons entre les créneaux des tours et des murailles.

Les textes que nous détenons ne permettent pas toujours de savoir – sauf par un nom par lui-même explicatif, comme le *lithobolos* – si tel type d'engin était aménagé pour le tir de flèches ou, grâce à une « poche », pour celui de boulets. Le mot *catapulte*, du grec *katapultès*, signifie « renverseur » ou « perceur » de bouclier. Les portées pouvaient atteindre 150 à 220 m en tir tendu et 400 m en tir courbe.

Les gros engins furent toujours construits sur place. Mais, dès l'époque de César, les Romains utilisèrent des lanceurs légers – montés souvent sur chariot – pour le combat en rase campagne. Sous l'Empire, la légion reçut une dotation réglementaire de dix catapultes et soixante-quatre *scorpions* mobiles, de campagne

## Machines de siège médiévales

Le Moyen Âge inventa le nouveau principe d'énormes machines à contrepoids (*huches* renfermant plusieurs centaines de kilos de lest), les *trébuchets* et *mangonneaux à roues de carrier*, projetant en trajectoire courbe des projectiles de 30 à 130 kilogrammes jusqu'à 200 m environ. Des modèles plus simples et plus légers, appelés *pierriers* ou *bricoles*, était souvent installés de façon permanente sur le haut des remparts.

Cette première artillerie disparut progressivement entre le <sup>xiv</sup>e et le <sup>xvi</sup>e siècle devant la concurrence du canon, plus précis et plus puissant, mais qui, pour les gros calibres, posait de difficiles problèmes de mobilité par son importante masse unitaire.

## L'artillerie et les projectiles explosifs

### Le canon

Le canon atteignit une première maturité dès les débuts du <sup>xvi</sup>e siècle avec la pièce de bronze coulé et l'affût à dispositif de pointage en site, monté sur roues à *escuage*. Il ne changera pas fondamentalement jusqu'à la seconde moitié du <sup>xix</sup>e siècle. Dans les faits, les améliorations furent nombreuses ; par exemple l'alésage de l'âme remplaçant la mise en place du noyau de coulée (technique du <sup>xvii</sup>e siècle, encore

perfectionnée par Maritz en 1740) ; l'invention du train avant vers 1640 ; l'amélioration du pointage, par vis sous affût en 1757 ; la standardisation des calibres du système Vallière en 1732 ; celle des matériels en 1765 par Gribeauval – matériels qui seront encore utilisés après la Révolution et l'Empire. Mais, encore une fois, fondamentalement le canon de la première moitié du XIX<sup>e</sup> siècle descendait des pièces employées à Marignan.

Toutefois le canon n'est que le moyen de lancement : l'arme de l'artilleur est le projectile. À cet égard, après le boulet de pierre puis celui de fonte, c'est vers 1600 que l'on imagina le projectile explosif (à mèche), sous deux formes : la grenade à main et la bombe de mortier, tirée en trajectoire plongeante, c'est-à-dire parabolique à courte portée. Vers 1640, on imagina de combiner la bombe explosive, de petit calibre, avec le canon : c'était l'obus, relativement peu utilisé pendant longtemps car de mise en œuvre plus difficile que le boulet. Le temps passant, on créa des bouches à feu spéciales pour l'obus ; comme pour le mortier, la chambre avait un calibre plus réduit que l'âme, et le tube était plus court que celui d'un canon : la trajectoire, peu tendue, permettait d'atteindre des réserves abritées des boulets par une colline. Frédéric II fut le premier grand utilisateur de l'*obusier*.

En 1822, constatant la faible efficacité des boulets pleins de la marine, sur les coques, le Français Paixhans proposa de les remplacer par le tir horizontal d'obus explosifs et prévoyait que cette innovation imposerait de cuirasser les vaisseaux. Il fallut trente ans pour que ces idées passent dans la pratique courante.

Le shrapnel, obus contenant des balles et explosant en cours de trajectoire, date de 1827 ; la difficulté était de régler la mèche pour une durée très précise.



## Mortier géant

*David Knox/ Hulton Archive/ Getty Images*

À partir du milieu du siècle, les canons d'acier remplacèrent peu à peu ceux de bronze ; d'abord dans la marine, qui pouvait accepter la masse d'un robuste frettage, puis dans l'artillerie terrestre. Peu après, le projectile sphérique fut remplacé par l'obus cylindro-conique à fusée percutante, tiré à travers un tube rayé, et le chargement se fit par la culasse. Mais le tir restait lent – de l'ordre de 1 coup par minute – en raison du recul qui obligeait à repointer la pièce après chaque coup. La solution au tir rapide fut trouvée dans l'accouplement de la pièce à son affût par l'intermédiaire d'un frein absorbant progressivement ce recul. Le premier et longtemps le seul système donnant entière satisfaction fut celui du 75 mm modèle 97. Naturellement, il ne pouvait être question, pour des cadences dépassant 20 coups par minute, d'employer le système de la « gargousse » de poudre chargée après l'obus : le « coup complet » fut encartouché – douille de laiton semblable à un énorme étui de cartouche – pour calibres allant jusqu'au 105 mm. Depuis peu, et profitant d'une source d'énergie externe, le chargement de l'obus de plus gros calibre – 155 mm – et de sa gargousse rigide (douille) combustible sans résidus a pu être automatisé, faisant passer la cadence de 1,5 ou 2 à 6 coups par minute.

## La bombe d'avion

La bombe d'avion a commencé par le jet, à la main, de petits obus munis d'un empennage de fortune. Puis des projectiles spéciaux furent produits, de masse croissante jusqu'à atteindre 10 t en 1939-1945. En l'absence du violent « choc » de départ de l'obus, il est possible de jouer sur la nature des bombes : parois minces et forte charge pour celles à souffle ; plus épaisses, éventuellement préstriées intérieurement, pour celles d'« usage général » et à « fragmentation » ; parois épaisses pour les « perforantes » (de béton armé, ponts blindés de navires, etc.).

## Les grenades

Les grenades furent lancées exclusivement à la main pendant des siècles. Le type *défensif* est très efficace par fragmentation de la paroi de fonte épaisse en multiples éclats ; le type *offensif*, à paroi mince d'aluminium, a des effets plus psychologiques que pratiques (c'est-à-dire peu vulnérants).

Longtemps à mèche, donc à temporisation peu précise, la grenade moderne a reçu un allumeur donnant l'explosion après des délais bien déterminés. C'est la guerre des tranchées qui remit en honneur cette arme quelque peu délaissée ; puis on étudia des dispositifs de lancement par fusil pour obtenir des portées très supérieures (plus de 100 m d'emblée, puis 200 à 250 m), au début, par l'énergie d'une cartouche spéciale, désormais grâce au *piège à balle*, avec munition standard. Depuis 1939-1945, la charge creuse a permis l'emploi de grenades à fusil antiblindés. Les engins courants actuels perforent 300 mm d'acier, avec portée pratique – tir tendu – de 80 m. De récentes grenades à propulsion assistée offrent une portée de 600 m pour les modèles antipersonnel et antivéhicules, à tir courbe ; de 200 m en tir tendu pour les antichars (A.C.).

## L'armement antichar

Les grenades antichars viennent d'être évoquées. Le fusil de gros calibre de 1917-1918 s'était montré peu efficace contre les chars primitifs contemporains. En revanche, le coup au but d'un canon de campagne était radical ; mais ces pièces n'avaient ni le champ de tir ni la mobilité nécessaires. Entre 1919 et 1939 furent mises au point des pièces de petit calibre – 25 à 47 mm – assez légères pour être tractées en terrain varié par des « chenillettes » dont les obus pleins, parfois à noyau extradur, étaient tirés à vitesse initiale très élevée pour l'époque.

Mais le conflit connut une rapide escalade des épaisseurs de blindage, avec course parallèle des calibres antichars : ordres de 60, 75, 90 mm. On avait alors dépassé les masses des pièces de campagne du conflit précédent, avec difficultés de camouflage de très longs tubes et, plus encore, de mobilité. Il fallut passer des canons tractés à ceux montés en casemate – champ de tir limité – sur châssis de chars normalement porteurs d'une tourelle à pièce moins puissante. Les effets des charges creuses étaient connus avant 1939, mais ce n'est qu'en 1942 que l'on pensa à en monter sur des projectiles-fusées, donc sans recul, pour armer le fantassin contre le blindé. Vite copié par le RPzB . 88, le *bazooka* fut le premier lanceur de roquettes antichars (L.R.A.C.). L'un et l'autre

avaient une portée pratique (au combat) d'une centaine de mètres. Le nazisme, aux abois, réalisa un engin simplifié, le *Panzerfaust*, dont la portée de 30 m rendait l'emploi « suicidaire » hors zone urbaine. Depuis, les portées pratiques et les calibres ont doublé largement, et les progrès en détonique ont fait passer la perforation de deux à six ou huit fois le calibre. Des obus de char à charge creuse ont été mis au point. Leur capacité de perforation est, évidemment, constante à toute distance.

L'arsenal antichar de l'après-guerre a été renforcé par le *missile* à charge creuse, portant à quelques kilomètres. La première « génération » devait être pilotée, par fil ou par radio, jusqu'au but. La deuxième ne demande que de garder le réticule de visée sur la cible mouvante. La troisième se contente du « verrouillage » du capteur de l'engin, juste avant tir, sur le blindé (missile du type « tire et oublie »).

Mais le blindage classique fait place à des composites ou à des préblindages réactifs. La riposte est dans la charge creuse double, « en tandem » ; ou à la transposition de l'obus-flèche, barreau dense à très grande vitesse, au missile-barreau, accéléré à quelque 2 000 m/s (missile A.C. à énergie cinétique).

## Les armes chimiques et biologiques



### Première guerre mondiale

*Hulton-Deutsch Collection/ Corbis Historical/ Corbis/ Getty Images*

L'Allemagne lança le 22 avril 1915, près d'Ypres, la première attaque chimique massive ; elle fit environ dix mille morts ou hommes hors de combat. Il s'agissait de vapeur de chlore. La suite du conflit connut une « course » parallèle aux produits plus toxiques, mais aussi aux équipements protecteurs. Les effets létaux furent faibles : ainsi 1,1 p. 100 des pertes françaises seulement résultèrent des toxiques, mais les équipements protecteurs gênent considérablement le combattant. Le

non-emploi de ces produits pendant la Seconde Guerre mondiale est mal expliqué ; plus exactement, les explications avancées sont vagues et contradictoires.

Pourtant, dès 1937, l'Allemagne, en cherchant des insecticides, avait découvert le premier *organophosphoré*, le tabun ; en 1939, le sarin ; en 1944, le soman. Après la guerre, les amitons furent mis au point. Ces *neurotoxiques* constituaient un « bond » dans la nocivité, et les trois derniers peuvent agir à travers l'épiderme. Leur existence n'a pas empêché, depuis et en plus, l'emploi de produits créés en 1915-1918, comme l' *ypérite*, dans des conflits « périphériques » malgré les très vertueuses dénégations des utilisateurs et de leurs « conseillers techniques ».

Traditionnellement, le classement de ces corps est triple :

- selon les effets physiologiques, ils sont suffocants, vésicants, toxiques du sang (dits aussi « généraux »), neurotoxiques ;
- selon la persistance au point d'épandage, ils sont fugaces, semi-fugaces, persistants ; mais certains produits normalement assez fugaces, en particulier par temps chaud et vent fort (sarin, soman), peuvent être « épaissis » ;
- selon la toxicité, qu'on mesure (unité : le Ct) par la concentration en milligrammes par mètre cube d'air qui, respiré une minute à cadence normale (hors efforts), produit sur  $n$  p. 100 des sujets un effet de létalité (L), ou d'incapacitance (I). On parlera donc, par exemple, du Ct 25 (p. 100) incapacitant de tel toxique, du Ct 100 (p. 100) létal de tel autre. À titre indicatif, les Ct 50 létaux – dont, concernant les survivants, le Ct incapacitant est de 100 – sont de l'ordre de 3 200 (mg/m<sup>3</sup> d'air) pour le phosgène de 1914-1918 ; 70 pour le sarin (méthylfluorophosphonate d'isopropyle) ; 35 pour le soman (méthylfluorophosphonate de pinacolyle).

Si les formules sont bien connues, la production impose des règles de sécurité très strictes. D'où les « binaires » : sur trajectoire du « vecteur », le mélange de deux corps, peu dangereux lorsqu'ils sont séparés, donne un des neurotoxiques.

L'obus, avec ses épaisses parois et la charge explosive qui doit les rompre à l'impact, mais « brûle » une partie du produit, est un médiocre vecteur : le 155, à obus de 45 kg, ne disperse que 3 à 4 kg. Comme l'avait bien compris et appliqué l'armée soviétique, les roquettes et missiles ont un rendement très supérieur.

## Les armes nucléaires

À masse égale réagissante, la *fission* de l'uranium 235 ou du plutonium 239 est dix-huit millions de fois plus énergétique que celle d'un explosif courant, comme le T.N.T. (trinitrotoluène). Mais la rapidité de l'explosion met si vite la charge fissile en configuration non critique que le rendement n'est que de un à quelques dixièmes : le rapport tombe à quelque deux à six millions selon le perfectionnement de l'arme. De plus, la combinaison masse-géométrie initiale doit être sous-critique (y compris en cas d'accident), ce qui limite l'énergie pouvant être tirée de la fission.

La *fusion* d'atomes légers peut produire une énergie théoriquement illimitée, mais elle doit être « allumée » par un dispositif à fission. Toujours à masse égale réagissante, la fusion deutérium-tritium est trois fois plus énergétique que la fission d'éléments lourds.

La théorie de la fission est simple (elle était connue dès 1939), au point que tout ingénieur en génie atomique (centrales) peut calculer la masse critique de l'uranium 235 ou du plutonium 239, en configuration géométrique simple, avec une très bonne approximation. Le passage à la pratique pose pourtant des problèmes très ardues, et le mythe médiatique du terroriste isolé qui, s'étant procuré – comment ? – l'uranium 235 ou le plutonium 239, fabrique sa bombe sur le coin d'un évier, est parfaitement ridicule. Pourtant, le risque existe bien que des nations peu industrialisées puissent se procurer les matières et les moyens techniques et acheter les services de personnels compétents pour la réalisation d'armes déjà plus évoluées que celles de 1945. Une enquête des Nations unies, en 1991, a montré en effet qu'avec un P.N.B. inférieur au vingtième de celui de la France, pour une population du tiers, l'Irak en était arrivé à un an environ de la réalisation d'armes nucléaires. C'est le danger de prolifération, car, même si un traité a été signé, il ne vaut que par la bonne foi des signataires.

On a pris l'habitude de comparer l'*énergie* des armes nucléaires – ce n'est pas une « puissance », terme qui perdure en France malgré son évidente impropriété – à celle d'une masse de T.N.T. On parle donc de kilotonnes (kt) pour la fission et de mégatonnes (Mt) pour les armes thermonucléaires. 1 kt représente une énergie de  $42^{12}$  J – ou de 1 150 000 kWh. Cette énergie se répartit en :

– *effets mécaniques* (50 p. 100), avec onde de choc et souffle produisant la destruction des ouvrages de génie civil, des immeubles notamment ; l'homme n'est tué directement qu'à faible distance (surpression de crête

de 3 kg/cm<sup>2</sup>), mais peut être victime beaucoup plus loin par sa propre projection sur matériaux durs, ou par blessures dues aux multiples débris lancés à grande vitesse ;

– *effets thermiques* (35 p. 100), soit avec un éclair lumineux initial, pouvant provoquer, selon la distance, la cécité définitive ou partielle (brûlure de rétine), ou un éblouissement prolongé ; soit une brève mais violente irradiation thermique provoquant des incendies sur de vastes surfaces et, sur l'homme, de graves brûlures ; mais l'effet thermique est si bref qu'un écran léger, avant d'être lui-même détruit et/ou soufflé, peut en protéger s'il est situé dans la bonne direction ;

– *énergie radioactive* (15 p. 100) qui, à son tour, se partage en émission immédiate (5 p. 100) de rayons gamma et de neutrons (particules), que l'air absorbe sur une distance  $d$  relativement courte (outre la dispersion en  $1/d^2$ ) et en émission « résiduelle » (10 p. 100) de longue durée provenant des divers particules et rayonnements émis, d'une part, par les produits de fission et, d'autre part, par les corps activés par les neutrons non consommés par la réaction en chaîne. Dans le cas d'une explosion à haute altitude, ces neutrons de dernière génération activent les débris de l'arme, alors vaporisés puis recondensés en très fines poussières dont la radioactivité aura le temps de décroître considérablement avant leur retombée. En revanche, en cas d'explosion au sol, ces neutrons irradient les matériaux constituant le terrain. Les retombées sont alors rapides et nettement plus dangereuses, puisque le temps de désactivation a été très bref. Selon l'énergie de l'arme et les conditions météorologiques, la zone contaminée peut couvrir de très grandes surfaces. L'être humain est beaucoup plus sensible aux radiations que les organismes primitifs. En effet, le sievert (Sv) [100 anciens rems] est l'unité d'équivalence biologique de dose absorbée : à énergie égale reçue, les diverses irradiations ont des effets quelque peu différents. Au-delà de 6 Sv reçus en une fois, les chances de survie sont plus que minces. Vers 30 Sv, il y a sidération du sujet – pour autant que l'expérimentation sur animaux soit représentative.

La protection contre les rayons gamma est surtout une affaire de masse interposée ; en revanche, le neutron est le mieux arrêté par les éléments les plus légers : l'eau notamment (par son hydrogène). Ce fait a conduit au concept d'*arme à effets de radiation renforcés* ( bombe « à neutrons ») : le flux de particules met hors de combat les personnels sous blindage d'acier, mais leur rapide absorption par l'air, avec la distance, permet de tirer à quelque 2 km d'une bourgade sans réel danger pour ses habitants.

La décision d'emploi des armes nucléaires est un acte politique, y compris pour les ex-armes tactiques, devenues « préstratégiques », car leur rôle principal est d'annoncer à l'adversaire le passage imminent aux armes « stratégiques » s'il ne renonce pas de manière évidente et immédiate à son entreprise visant la survie, comme nation libre, du pays agressé. La mise en œuvre aurait pu être confiée à un corps de personnels civils, relevant directement de l'autorité suprême.

## L'électro-informatique dans l'armement

Ce bref résumé serait insuffisant sans quelques mots sur la récente et très rapide « invasion » de l'électronique et de l'informatique dans l'armement contemporain.

Désormais, pour les systèmes d'armes « de pointe » et leur « environnement » de mise en œuvre, la part de l'électro-informatique arrive à représenter plus de la moitié du coût des matériels. Ces techniques offrent de nouvelles et considérables capacités, mais se payent – sans jeu de mots – d'une croissance des prix de revient vertigineuse : surtout si les dépenses de recherche et de développement ne sont pas réparties sur de très grandes séries. On en arrive donc à cette situation que seules les très grandes puissances peuvent produire ce genre de matériels à des prix permettant leur exportation – ce qui allonge encore leurs séries –, tandis que les industries « émergentes » (Chine, Singapour, Brésil...) proposent les matériels simples à bas prix grâce à des coûts de main-d'œuvre faibles. Les nations européennes sont et seront de plus en plus touchées par cette évolution.

— **Alain BRU**

## Bibliographie

- A. BRU, *Le Progrès scientifique et technique dans la guerre*, F.E.D.N., 1989
- P. CONTAMINE, *La Guerre au Moyen Âge*, P.U.F., 6<sup>e</sup> éd. 2003
- V. DOLINEK & J. DURDIK, *Encyclopédie des armes*, trad. franç. J. Bertrand, Gründ, Paris, 1993
- J. F. C. FULLER, *L'Influence de l'armement dans l'histoire*, Payot, 1948
- M. DE LOMBARÈS et al., *Histoire de l'artillerie française*, Lavauzelle, Paris, 1984
- K. MACKSEY, *Technology in War*, Arms & Armour Press, 1986 ; *The Penguin*

*Encyclopedia of Weapons and Military Technology*, Viking, Londres-New York, 1993

L. POIRIER, *Des stratégies nucléaires*, Hachette, Paris, 1977

B. TERTRAIS, *L'Arme nucléaire après la guerre froide*, Economica, Paris, 1994

D. VENNER, *Le Livre des armes*, t. I, III et IX, Grancher, 1974-1982.

## **CLASSIFICATION**

Techniques

Armements et techniques militaires

Types d'armement

Techniques

Armements et techniques militaires

Histoire des armements et des techniques militaires

Histoire

Histoire thématique

Histoire militaire

Histoire des armes et armements

Techniques

Armements et techniques militaires

Types d'armement

Artillerie

Techniques

Armements et techniques militaires

Types d'armement

Armement antichar

Techniques

Armements et techniques militaires

Types d'armement

Armes chimiques et biologiques

Techniques

Armements et techniques militaires

Types d'armement

Armement nucléaire

Alain BRU, « **ARMES** - Armes lourdes », *Encyclopædia Universalis* [en ligne], consulté le 26 septembre 2023. URL : <https://www-universalis-edu-com.ezproxy.normandie-univ.fr/encyclopedie/armes-armes-lourdes/>