

L'**arme nucléaire** est une arme de destruction massive qui utilise l'énergie dégagée soit par la fission de noyaux atomiques lourds (uranium, plutonium dans le cas des bombes A), soit par la fusion de noyaux atomiques légers (hydrogène dans le cas des bombes H).



Ses effets destructeurs sont non seulement dus au souffle et à l'augmentation de la température, comme pour les explosifs classiques, mais aussi aux rayonnements. L'énergie libérée par l'explosion s'exprime par son équivalent en TNT.

L'arme nucléaire a été utilisée opérationnellement deux fois durant la Seconde Guerre mondiale, par les États-Unis contre le Japon par les bombardements des villes d'Hiroshima et de Nagasaki, entraînant plusieurs centaines de milliers de morts.

En raison de sa puissance, l'arme nucléaire n'est généralement pas considérée comme une arme conventionnelle, mais comme une arme de dissuasion (politique de dissuasion nucléaire), visant à empêcher toute attaque majeure, qui serait sanctionnée par l'utilisation de cette arme. Inversement, l'impact psychologique potentiel d'une arme nucléaire en fait une cible de choix pour des mouvements ou États terroristes. Depuis que plusieurs pays se sont dotés plus ou moins rapidement de l'arme nucléaire, des accords internationaux visent à réduire l'arsenal nucléaire et à limiter la prolifération nucléaire.

La prolifération nucléaire

La fin de la Seconde Guerre mondiale et la connaissance de la puissance destructrice de la bombe atomique ont poussé plusieurs gouvernements à vouloir acquérir, comme les États-Unis, l'arme nucléaire.

C'est ainsi que rapidement, l'Union soviétique, a conçu une bombe A à l'institut panrusse de recherche scientifique en physique expérimentale, le RDS-1 et l'a testée le 29 août 1949. Elle est suivie le 3 octobre 1952 par le Royaume-Uni.

Le 1^{er} novembre 1952, les États-Unis déclenchent l'explosion de la première bombe H, une bombe cent fois plus puissante qu'une bombe A. Le premier essai soviétique de la bombe H a lieu le 12 août 1953 et le 15 mai 1957 pour le Royaume-Uni. Suivront alors les premières bombes A de la France en 1960 et la Chine en 1964.

Cette rapide prolifération nucléaire, avec les tentatives, parfois réussies, de nombreux pays comme l'Afrique du Sud ou Israël, a poussé les responsables politiques à limiter l'accession aux connaissances nécessaires pour réaliser une telle arme. C'est dans ce cadre que furent ratifiés des traités comme le Traité de non-prolifération nucléaire (TNP), en 1968.

La dissuasion nucléaire

Avec le début de la Guerre froide et l'accession rapide de l'Union soviétique à la force nucléaire, les deux superpuissances sont entrées dans ce que l'on appelle « dissuasion nucléaire » ou équilibre de la terreur.

Cette notion consiste en la peur, dans les deux camps, de l'utilisation par l'autre de l'arme nucléaire. Si c'était le cas, l'agressé répliquerait avec les mêmes armes et, en raison de la puissance et des effets des armes nucléaires, chacun pourrait être totalement détruit ou au moins subir des dégâts très importants, si bien que les avantages d'être l'agresseur sont quasi nuls. La stabilité de cette configuration, où deux adversaires se dissuadent ainsi mutuellement, dépend avant tout de la capacité de l'agressé à frapper nucléairement l'autre après avoir subi une première frappe atomique. C'est ce que l'on appelle la capacité de seconde frappe, élément moteur de la course aux armements qui a opposé les deux superpuissances durant la Guerre froide.

Du fait de leur exceptionnel pouvoir légal en une seule frappe, les armes nucléaires apparaissent aujourd'hui avant tout être des armes de pression politique, même si l'emploi limité d'arme nucléaire de faible puissance en milieu confiné est parfois envisagé, par exemple aux États-Unis avec les mini-nuke, pour détruire des cibles-clés enterrées à grande profondeur. Cette primauté accordée à l'usage dissuasif de l'arme nucléaire n'est cependant pas universelle : celle-ci est apparue progressivement mais rapidement aux États-Unis, mais ne faisait pas partie du corpus doctrinal officiel de l'URSS.

Malgré leurs accords de non-prolifération, le stock d'armement nucléaire des deux grands est resté très important

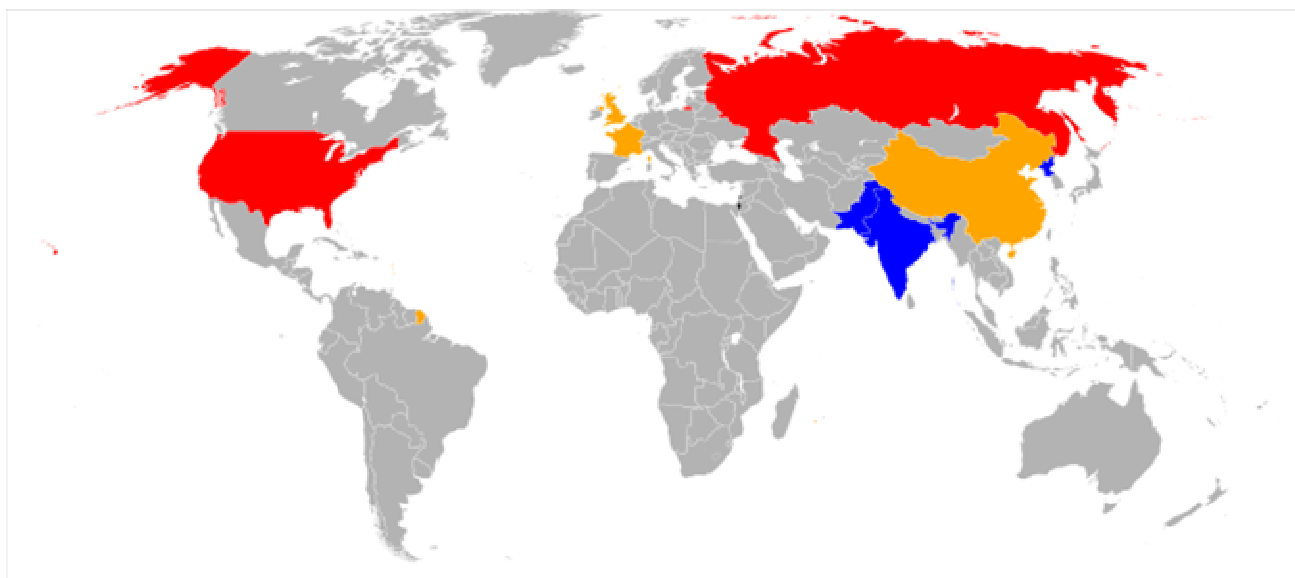
Les accords Strategic Arms Limitation Talks (SALT), signés par les États-Unis et l'Union soviétique en 1972 et 1979, fixaient aux armes stratégiques offensives des plafonds supérieurs aux niveaux que celles-ci avaient atteints : ils autorisaient donc leur développement, mais limité.

Les accords Strategic Arms Reduction Treaty (START), en 1991 et 1993, imposaient, eux, une véritable réduction des arsenaux de les États-Unis et la Fédération de Russie, de 13 000 ogives à 3 500 pour chacune des parties.

Signé en 2002, le Traité de réduction des arsenaux nucléaires stratégiques (SORT) entre ces deux pays prévoient que leurs arsenaux soit limité entre 1 700 et 2 200 ogives en 2012.

Pays disposant de l'arme nucléaire

Depuis 1945, année où la première bombe explosa au Nouveau-Mexique aux États-Unis, plusieurs pays ont tenté de maîtriser la conception d'une telle arme. Ils sont classés ci-dessous en fonction du nombre de têtes nucléaires dont ils disposent.



Les puissances nucléaires en 2006

■ Puissance nucléaire majeure ■ Puissance nucléaire moyenne ■ Puissance nucléaire faible ■ Puissance nucléaire supposée

Pays détenteurs signataires du TNP

Cinq pays sont juridiquement reconnus comme « États dotés de l'arme nucléaire » par le TNP, voici leur arsenal en mars 2006.

- la Russie : 16 000, dont 5 830 actives ;
- les États-Unis : 9 962, dont 5 735 actives ;
- la France : 348 têtes actives ; réduction à moins de 300 en projet (déclaration du président Nicolas Sarkozy du 21 mars 2008) ;
- le Programme nucléaire du Royaume-Uni : plus de 200, dont un peu moins de 200 actives.
- la République populaire de Chine : environ 200, dont environ 145 actives ;

Les politologues désignent ces cinq États par le terme de « club nucléaire », qui sont également ceux qui sont membres permanents du Conseil de sécurité des Nations unies.

Pays détenteurs non-signataires du TNP

Trois pays, non-signataires du TNP, disposent de l'arme nucléaire :

- l'Inde : 40 à 50 têtes, presque toutes actives ; a réalisé le 18 mai 1974 son premier essai nucléaire, officiellement à but pacifique. Le 11 mai 1998, elle réalise son premier essai militaire.
- le Pakistan : 50 à 60, presque toutes actives ; a réalisé quelques jours après l'Inde, le 28 mai 1998, son premier essai nucléaire.
- Programme nucléaire Israël : dispose d'armes nucléaires. Une centaine seraient actives.

Pays soupçonnés de développer un programme nucléaire militaire

- L'Iran qui essaye depuis plusieurs années de se procurer l'énergie atomique à des fins, officiellement, civiles. Cependant plusieurs membres de la communauté internationale pensent que ce programme peut être utilisé pour développer l'arme nucléaire, notamment depuis la découverte de l'installation de recherche de Natanz en août 2002, qui n'avait pas été déclarée à l'AIEA.
-
- Le Brésil qui est soupçonné par la communauté internationale de vouloir développer un programme nucléaire. Le président Lula a signé un accord en 2008 avec l'Argentine pour le développement conjoint d'un programme nucléaire, qui n'écarte pas un possible volet militaire (construction de sous-marins nucléaires).
- L'Algérie qui est soupçonnée de vouloir développer un programme nucléaire. Les Algériens ont mis en marche un second réacteur nucléaire, qui est particulièrement protégé. Elle suscite des craintes chez les Américains à cause de la taille de ce réacteur, et de la large défense aérienne dont il bénéficie. Une enquête de la CIA avait conclu à l'éventuelle utilisation militaire du réacteur nucléaire d'Aïn Oussara (160 km au sud d'Alger).
- L'Arabie Saoudite est aussi soupçonnée de vouloir développer un programme nucléaire. L'Arabie-Saoudite et le Pakistan auraient signé un accord secret sur « la coopération nucléaire » qui fournirait aux Saoudiens la technologie du nucléaire en échange de pétrole bon marché.
- La Syrie qui est soupçonnée par les États-Unis de vouloir développer un programme nucléaire.
- le Maroc qui est soupçonné par l'Espagne de vouloir développer un programme nucléaire, ce pays qui avait construit un réacteur nucléaire pour des expériences scientifiques dans la région de Rabat en 2006.

Les différents types de bombes

On peut les classer de différentes façons :

Selon le principe de fonctionnement

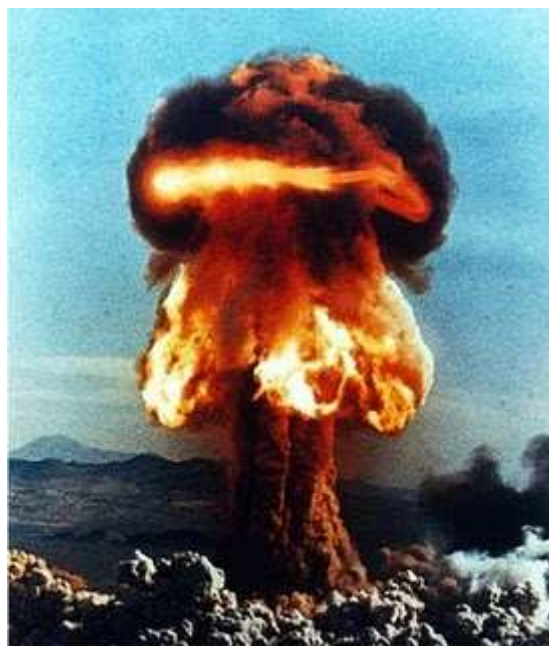
Les armes à fission ou « bombes A »

Les bombes à fission furent les premières à être développées et sont communément appelées « bombes atomiques ». A priori ces armes n'existent plus dans l'arsenal des nations technologiquement les plus avancées qui leur préfèrent les engins à fusion plus puissant et/ou moins encombrant.

Elles se fondent sur le principe de la fission nucléaire et utilisent des éléments fissiles comme l'uranium 235 et le plutonium 239. Pour obtenir une explosion nucléaire, il est nécessaire de déclencher une réaction nucléaire en chaîne. Pour cela, il faut avoir une quantité suffisante de matière fissile, c'est la masse critique. La masse critique d'une sphère de matériau pur (non modéré) en l'absence de réflecteur est d'environ 50 kilogrammes pour l'uranium 235 et de 10 kilogrammes pour le plutonium 239. Cependant, la masse critique nécessaire diminue quand le matériau est entouré de réflecteurs neutroniques, ou quand sa densité est fortement augmentée (par une explosion conventionnelle).

Pour contrôler le moment de l'explosion, la matière fissile est séparée en deux ou assemblée sous une forme de sphère creuse. Ainsi la masse critique ne peut pas être atteinte spontanément et il n'y a donc aucun risque de fission nucléaire intempestive. Le détonateur est un explosif conventionnel qui va rassembler et/ou comprimer la matière fissile, augmenter sa densité et déclencher la réaction en chaîne. Une fois cette masse critique rassemblée, la réaction en chaîne est déclenchée. Dans certains cas, la réaction en chaîne est également « dopée » par une source de neutrons extérieure à la matière fissile.

Alors, les noyaux de la matière fissile se scindent (fissionnent) et libèrent des neutrons. Ces derniers percutent d'autres noyaux de matière fissile, qui à leur tour libèrent des neutrons et ainsi de suite. La réaction en chaîne est déclenchée et la matière produit une énergie colossale par rapport à ce que produiraient des réactions chimiques dans une même quantité de matière.



Les armes à fusion, bombes thermonucléaires ou « bombes H »

Communément nommées « bombes à hydrogène » ou « bombes H », ces dernières se fondent sur le principe de la fusion nucléaire qui consiste à fusionner des isotopes dits fusibles. Les bombes H utilisent généralement des isotopes fusibles comme le deutérium et le tritium qui sont des isotopes de l'hydrogène. Le deutérium s'extrait de l'eau de mer, sous forme D₂O plus communément appelé eau lourde. Le tritium est fabriqué à partir du lithium.

Pour réaliser une fusion thermonucléaire, il faut chauffer les éléments fusibles de manière à les porter à très hautes températures. Ces conditions sont obtenues par l'explosion d'une « amorce » constituée par une bombe à fission au plutonium.

Les bombes H classiques sont divisées en deux étages :

- le premier étage est constitué d'une bombe A (sphère creuse de plutonium)
- le deuxième étage est constitué des combustibles de fusion

La plus puissante explosion nucléaire de l'histoire fut le résultat du test de la Tsar Bomba soviétique de 57 Mt. La bombe à neutrons est une variante de bombe thermonucléaire.

Selon le type d'effet recherché

Engin à rayonnements renforcés ou "bombe à neutrons" ou "bombe N"

Il s'agit d'un engin à fusion qui par ses particularité "géométrique" renforce l'émission de neutrons au moment de l'explosion. Les effets de souffle et le rayonnement thermique sont limités (quoique équivalent à environ 1 000 tonnes de TNT). En revanche, les radiations et notamment l'émission de neutrons sont grandement amplifiées, tuant les organismes vivants à plusieurs centaines de mètres, même derrière un épais blindage.

En raison de ses propriétés, la bombe à neutrons a été destinée à l'origine à stopper une avancée de chars d'assauts ennemis dans les zones densément peuplées d'Europe, en tuant les hommes se trouvant à l'intérieur des blindés, tout en gardant un rayon de destruction assez "raisonnable". Ses effets sur les équipements électroniques lui permettraient également d'être utilisée comme charge de missiles anti-missiles balistiques, les neutrons "cuisant" l'électronique et la charge nucléaire du missile ennemi. À cet effet, l'armée américaine l'a déployé pendant une courte période avant la signature du Traité ABM, au sein de ses missiles anti-missiles Sprint, en 1975.

La bombe salée

La bombe salée est une bombe nucléaire produisant un radioisotope qui maximise les retombées radioactives.

La bombe sale ou bombe radiologique

La bombe radiologique est un type de bombe sale. Elle n'est pas une bombe nucléaire au sens propre du terme : aucune réaction de fission ou de fusion n'est déclenchée. Elle se compose d'un explosif traditionnel pas nécessairement puissant, entouré de matière radioactive. Son but n'est donc pas de produire une puissance colossale comme une

bombe atomique traditionnelle, mais de polluer et de contaminer la zone où elle a explosé.

Mini-nukes

Les mini-nukes (terme non officiel) sont des bombes thermonucléaires miniaturisées destinées à la destruction des infrastructures très profondément enterrés (usine souterraines, poste de commandement...etc). La précision des vecteurs actuels dispensant de la nécessité d'une grande puissance pour atteindre ce but. Ce nouveau type d'engins, dont le développement est discuté aux États-Unis à priori dans l'optique d'un conflit avec un État proliférateur, suscite la crainte de remettre en cause le principe de la dissuasion en banalisant l'usage de l'arme nucléaire.

Selon son utilisation

Une tête nucléaire opérationnelle est associée à un vecteur, chargée de l'amener sur la cible. C'est souvent le vecteur qui détermine le type d'utilisation possible de l'arme.

L'arme nucléaire stratégique

Engins en principe de grande puissance embarqué sur un vecteur de longue portée (bombardier et missiles intercontinentaux) pouvant viser le cœur de la nation ennemie. L'objectif peut être la destruction économique et humaine de l'ennemi en ciblant les agglomérations, ou la neutralisation de ses moyens de représailles ("frappe contre force" visant les engins stratégiques de l'ennemi). Instrument de la doctrine de dissuasion nucléaire ou de « non-emploi », destinée à essayer de prévenir un conflit.

L'arme nucléaire tactique ou de bataille

Arme nucléaire de puissance faible ou modérée conçue pour attaquer et détruire les armées ennemies et/ou leurs arrières. Dès les années 1950, les deux superpuissances développèrent toute une gamme de têtes nucléaires équipant toute une grande variété de vecteurs: de la bombe larguée par chasseur-bombardier, au missile balistique de courte/moyenne portée, en passant par le missile air-air, à la torpille, les mines, les obus d'artillerie, jusqu'aux charges de démolition transportables à dos d'homme. Initialement il s'agissait de bombe à fission, par la suite à fusion.

- Un exemple: Les Missiles Pluton et Hadès

Articles détaillés : Missile Pluton et Missile Hadès.

À la fin de la Guerre froide, pour remplacer les Pluton, la France a développé un missile destiné à être mis en œuvre par le régiment Hadès. Ce missile, à courte portée et à relativement faible charge (bombe à neutrons), était destiné à arrêter une attaque terrestre surprise des forces du pacte de Varsovie avant qu'elles ne pénètrent le territoire national. La fin de la Guerre froide et ses conditions d'emploi (arme tactique) ont provoqué son abandon.

Usage civil

Des utilisations civiles des armes nucléaires ont été envisagées (creusement de cavités pour le stockage de gaz notamment), mais jamais mises en œuvre.



Les effets d'une bombe atomique : conséquences pour les êtres humains

L'explosion nucléaire est un phénomène physique qui survient lors du fonctionnement d'une bombe nucléaire. La partie suivante développe donc les conséquences médicales de cette explosion.

Préambule

Voici un extrait de la déclaration de paix de la ville de Nagasaki publié le 9 août 2002 :

« Il y a 57 ans, jour pour jour, le 9 août 1945, la ville de Nagasaki fut soudainement transformée en un champ de ruines. Larguée depuis une altitude de 9 600 mètres, une seule bombe atomique explosa à 500 mètres au-dessus du sol, émettant des rayonnements de chaleur de plusieurs milliers de degrés Celsius et provoquant un souffle d'une force terrible, frappant la population civile et notamment les femmes, les personnes âgées et les enfants sans défense. Quelques 74 000 personnes furent tuées et 75 000 furent blessées. Depuis, les cas de cancer et de leucémie provoqués par les radiations ont fait de nombreuses autres victimes. Même plus d'un demi-siècle après, les survivants de la bombe atomique souffrent encore d'une anxiété constante quant à leur état de santé et se sentent traqués par la mort. »

Effets sur la population près de la cible

En lisant la partie suivante, il faut garder à l'esprit quelques points : les blessures décrites sont souvent dans ces circonstances cumulatives ; une seule victime peut souffrir à la fois de brûlures thermiques, de plusieurs traumatismes et d'une irradiation... Même modéré,

leur cumul peut être fatal, d'autant que la désorganisation qui suit l'attaque rend l'accès aux soins problématique. Pour finir, il existe une composante psychologique traumatique qui marquera toute leur vie certains survivants. Elle reste difficilement quantifiable ici.

Les informations qui suivent sont pour la plupart issues du *NATO handbook on the medical aspects of the NBC defensive operations*.

Flash lumineux et rayonnement thermique de l'explosion

Ils entraînent des blessures selon deux mécanismes :

- l'un direct, pour des personnes à l'extérieur des bâtiments par brûlures de la peau exposée. Le port de vêtements, en particulier clairs, peut apporter une certaine protection. Voici, par exemple, les distances estimées pour lesquelles surviennent des brûlures du deuxième degré pour 50 % des personnes exposées protégées par un treillis militaire : 369 m pour un engin de 1 kt, 1 100 m pour 10 kt, 3 km pour 100 kt, 8 km pour 1 Mt. Dans le cas particulier des personnes regardant par accident directement la boule de feu : la rétine peut être endommagée ou brûlée, avec un risque de cécité temporaire ou définitive, et ceci même à très grande distance.
- l'autre, indirect : le rayonnement thermique entraîne nombre d'incendies, y compris à distance du point zéro. Les personnes exposées sont blessées ou tuées dans ces incendies (brûlures, asphyxie...). Par exemple, un engin de 35 kt peut enflammer un rideau de fenêtre en coton à 3,8 km. Un engin de 1 Mt déclenche des feux jusqu'à 16 km. À Hiroshima, les multiples incendies se réunirent en une véritable tempête de feu qui dura 16 heures, dévasta 11 kilomètres carrés et ne laissa aucune chance aux victimes qui y étaient piégées.
-



Dégâts dans le centre de Hiroshima suite à l'onde de choc, au souffle et aux incendies.

Onde de choc et effet de souffle

- Effet direct, par barotraumatisme : lésions internes (tympan, sinus, poumons, tube digestif) dues à la variation brutale de pression au passage de l'onde. La résistance des tissus est significative aussi ce n'est pas la cause de la majorité des

blessures (il faut une surpression de 100 kiloPascal ou kPa pour entraîner une lésion des tympanes chez 50 % des personnes exposées, un mur en moellons s'effondre lui dès 15 kPa).

- Indirect, et plus meurtrier :
 - le passage de l'onde de choc provoque l'effondrement des bâtiments. Un grand nombre de victimes succombent ensevelies sous les décombres, d'autant que des incendies s'y développent rapidement. Par exemple, une surpression de 35 kPa assurant des destructions complètes à modérées sur la plupart des constructions se retrouvera à 700 m d'un engin de 1 kt, 3,2 km d'un engin de 100 kt et 6,0 km d'un engin de 1 Mt.
 - le souffle projette des débris (par exemple, le verre des vitres brisées transformé en projectile). Voici, par exemple, les distances estimées pour lesquelles surviennent des blessures perforantes graves par projection de débris pour 50 % des personnes exposées : 220 m pour un engin de 1 kt, 570 m pour 10 kt, 1,5 km pour 100 kt, 3,6 km pour 1 Mt.
 - le souffle déplace brutalement les victimes et les blesse par chute ou écrasement. Voici par exemple, les distances estimées pour lesquelles surviennent des blessures graves pour 50 % des personnes exposées par écrasement ou chute : 270 m pour un engin de 1 kt, 750 m pour 10 kt, 1,9 km pour 100 kt, 4,8 km pour 1 Mt.

Retombée d'un engin de 10 Mt (explosion en surface). Les valeurs indiquées correspondent aux doses cumulées en Roentgen par rayons γ les 4 premiers jours après la détonation (107 Roentgens correspondent à environ 1 Gy). Des zones de retombées où surviendrait 50 % de décès chez les personnes exposées pourraient se retrouver jusqu'à 340 km du point 0.

Radiations

- Causes d'irradiation :
 - Irradiation instantanée au moment de l'explosion (irradiation externe par neutrons et rayons γ). Voici, par exemple, les distances estimées pour lesquelles surviendrait un décès pour 50 % des personnes exposées à cause de l'irradiation au moment de l'explosion (soit une dose de 4 Gray ou Gy) : 800 m pour un engin de 1 kt, 1 100 m pour 10 kt, 1,6 km pour 100 kt, 3,2 km pour 1 Mt. Des murs très épais apporteraient une certaine protection.
 - Irradiation par la radioactivité induite (activation neutronique) : Au moment de l'explosion le bombardement par les neutrons rend les matériaux du sol et des bâtiments radioactifs près du point zéro par formation de radionucléides. Cette radioactivité diminue rapidement et est confinée à une zone où le rayonnement thermique a normalement déjà tout tué. À Hiroshima et Nagasaki on estime qu'elle représentait le premier jour, au maximum, une dose cumulée de 0,6 Gy. La dose cumulée du deuxième au cinquième jour représentait moins de 0,1 Gy.
 - Irradiation suite aux retombées radioactives (surtout en cas d'explosion au niveau de la surface) : c'est-à-dire irradiation par les radionucléides produits par l'explosion. Ces radionucléides sont soit déposés au niveau du sol et de

l'environnement (irradiation externe surtout par rayons γ), soit absorbés par l'organisme – par exemple, poussières déposées dans les voies respiratoires – (irradiation interne surtout par rayons β). La zone touchée par ces retombées peut, en fonction des vents, s'étendre sur des centaines de kilomètres. Ces radiations sont meurtrières, en particulier dans les premiers jours. Empiriquement, on peut estimer qu'une heure après l'explosion les victimes sont exposées à des débits de doses élevées jusqu'à 10 Gy/h à l'endroit des retombées. Toutes les 7 heures, ce débit est à diviser par dix. Au bout de 15 jours, ce débit n'est plus que de 1 mGy/h. La meilleure des protections serait d'évacuer la zone des retombées. Sinon le confinement à l'intérieur d'un bâtiment aux murs épais serait également une solution possible. À Hiroshima et Nagasaki (explosions aériennes), il y eut assez peu de retombées (dose cumulée totale au maximum de 0,4 Gy).



Fillette de 11 ans qui avait perdu ses cheveux plus d'une semaine après l'explosion. Elle se trouvait dans une maison en bois à 2 km de l'hypocentre, ce qui l'a, a priori, protégée des brûlures thermiques mais pas de l'irradiation instantanée. (Hiroshima).

- Effets médicaux :
 - Syndrome d'irradiation aiguë. Au départ (quelques heures à quelques jours), une phase de prodromes : asthénie, céphalées, nausées, vomissements. Plus les signes surviennent précocement, plus le pronostic est sombre. Après une phase de latence (de quelques jours à quelques semaines) au cours de laquelle l'état de santé de la victime s'est amélioré, survient la phase aiguë : asthénie, céphalées, nausées, vomissements, diarrhées, immunodépression, perte des cheveux, hémorragies et éventuellement décès en quelques semaines à quelques mois. Sinon guérison avec ou sans séquelles (voir ci-dessous) en quelques mois. À Hiroshima et Nagasaki quelques dizaines de milliers de personnes sont mortes du Syndrome d'irradiation aiguë dans les jours, les semaines et les mois qui ont suivi l'attaque.
 - Exposition in utero des foetus, conséquence de l'irradiation de femme enceinte. Elle peut entraîner une mort in utero (avortement), un retard de croissance, un retard mental ou des malformations (non héréditaires).
- Effets médicaux à long terme :
 - Séquelles du Syndrome d'irradiation aiguë : cataractes, stérilité (souvent réversible chez l'homme), augmentation de la fréquence des maladies

pulmonaires, cardiaques ou digestives avec possible diminution de la durée de vie.

- Cancers : tumeurs malignes solides et leucémies, conséquence de l'irradiation.
- Pour estimer l'importance de ces effets à long termes, il faut se référer au suivi de 86 000 survivants de Hiroshima et Nagasaki.
 - Décès liés aux cancers : sur les 50 000 survivants suivis situés à moins de 2 500 m du point zéro au moment de l'explosion un excès de 428 cancers mortels liés aux radiations seraient survenus entre 1950 et 1990.
 - Excès de décès liés aux radiations autres que les cancers : ce nombre représenterait 50 à 100 % du nombre des décès par cancer liés aux radiations.
 - Au-delà de 2 400 m il n'y aurait que peu d'effets liés aux radiations.

Effets sur la descendance de la population irradiée

C'est ici l'altération des cellules germinales qui est en cause.

Celle-ci peut provenir de l'irradiation externe, ou interne, c'est-à-dire provoquée par les éléments radioactifs incorporés au corps.

Il se trouve que les effets mutagènes de l'irradiation externe sur l'espèce humaine sont extrêmement difficiles à préciser : elle a une fécondité trop faible pour les méthodes statistiques et est exposée continuellement, naturellement et artificiellement, à une multitude de facteurs entraînant des mutations ou lésions chromosomiques, et enfin peut altérer d'elle-même les données statistiques des anomalies (par avortement).

Il existe, malgré tout, des éléments de réponse permettant d'appréhender l'importance de ces effets mutagènes :

- les résultats du suivi des descendants des victimes d'Hiroshima et Nagasaki (30 000 enfants de parents irradiés, ce qui représente une population statistiquement significative) n'a pas permis d'observer une augmentation des malformations ou des troubles génétiques, du moins à la première génération. Si le risque mutagène existe, il peut sans doute être considéré comme faible.
- chez les mammifères, l'expérimentation animale n'a pas mis en évidence l'apparition d'anomalies génétiques, même sur plusieurs dizaines de générations successivement irradiées. Ce qui renforce les conclusions précédentes. L'utilisation de rayons X pénétrants permet a priori d'étendre ces conclusions aux effets génétiques des irradiations internes.

Effets sur le reste de la population mondiale (retombées globales)

Entre 1945 et 1971, les essais nucléaires atmosphériques ont libéré plus de cinq cents mégatonnes. À partir de 1963, des traités internationaux vont réduire les occurrences de ces essais et les puissances nucléaires vont d'elles-mêmes éviter les tirs atmosphériques pour leurs préférer des tirs souterrains.

L'ensemble de la population mondiale a été exposée aux radionucléides dispersés à la surface du globe par ces essais atmosphériques. Les effets sur la population mondiale

restent difficiles à estimer en raison des très faibles doses d'irradiation impliquées (inférieures de plusieurs ordres à la radioactivité naturelle).

Un rapport américain du CDC, estimant la faisabilité d'une étude sur ce sujet, évoque la possibilité de 11 000 morts par cancers radio-induits par les retombées aux États-Unis entre 1950 et le début du XXI^e siècle.

Cette étude estime le nombre de victimes par une extrapolation qui n'est qu'une hypothèse (existence d'une fonction linéaire dose-réponse y compris pour de très faibles doses), la radioactivité naturelle selon la même extrapolation serait alors responsable de 16 fois plus de morts. En comparaison, toutes causes confondues en 1990, c'est 500 000 morts par cancers qui sont survenues dans le même pays.

Quant aux effets sur le nombre d'occurrences de maladies génétiques, les données fiables manquent mais ils peuvent être considérés comme très faibles.

Conséquences pour l'environnement

Conséquences climatiques

À partir de 30 kt, le nuage de l'explosion peut atteindre la stratosphère, où non seulement il forme le fameux champignon mais surtout diffuse les matériaux qu'il a emportés dans ses courants ascendants. Les plus légers peuvent avoir le temps de se laisser entraîner par les courants stratosphériques.

Là dessus, des hypothèses ont été émises concernant les atteintes au climat terrien.

Parmi elles, on relèvera que lors d'une guerre nucléaire, les énormes quantités de poussières et de fumées rejetées auraient des conséquences comparables ou supérieures à celles d'une éruption volcanique cataclysmique, telle celle du Krakatoa en 1883.

- nuisance à la couche d'ozone provoquant un accroissement du rayonnement ultraviolet,
- installation d'un écran aux rayons solaires provoquant la disparition des plantes et l'apparition d'un climat glacial (aussi nommé hiver nucléaire).

Conséquences sur la faune et la flore

L'examen au microscope de spécimen de plantes ayant poussé à la fin de l'été 1945 sur les terres dévastées de Hiroshima révélait des cellules agrandies et déformées.

Concernant plus spécifiquement et théoriquement les altérations génétiques, la dose doublante, qui entraîne un doublement des anomalies par rapport à la fréquence des anomalies spontanées, est estimée entre 0,5 et 2,5 gray sur des espèces bien connues telles que les drosophiles. Ces chiffres peuvent être mis en relation avec le chiffre de 4 gray au minimum reçus dans un rayon de 1 km autour du point d'impact de la bombe de Hiroshima.

Dans le cas des mammifères, il n'a pas été expérimentalement mis en évidence de troubles génétiques y compris pour des irradiations de 2 Gy par génération sur 83 générations successives.

Source : wikipédia