



RALLYE CITOYEN DES YVELINES DU 06 JUIN 2023
Stand ANORAAE
Association Nationale des Officiers de Réserve
de l'Armée de l'Air et de l'Espace



Risques NRBC (Nucléaires, Radiologiques, Biologiques et Chimiques)

Ces risques peuvent être dus à un conflit, à une agression, un sabotage ou un accident

NUCLEAIRE

Cas d'une explosion nucléaire (conflit)

1- Explosion nucléaire : Effets et chronologie

- 1- Le flash lumineux :
visible à plusieurs dizaines de kilomètres (éblouissement intense pouvant provoquer une cécité temporaire ou définitive:
Dans le cadre d'essais : ne pas regarder dans la direction, port de lunettes spéciales
Dans le cadre d'une explosion accidentelle ou d'une attaque: Imparable si on regardait dans la direction.
- 2- Boule de feu
Les phénomènes de fission ou de fusion génèrent une boule de feu (plasma à très haute température) dont la durée d'illumination est fonction de la puissance de l'arme.
Cette boule de feu grille tout dans son voisinage, émet des rayonnements électromagnétiques, (comme les rayons solaires dans un très large spectre de fréquences) et provoque une dilatation rapide de l'atmosphère au voisinage de l'explosion, créant aussi un mouvement ascendant d'air qui aspire des matériaux du sol au voisinage du point zéro qui seront irradiés ou contaminés.
Se forme alors une colonne qui s'évasant au sommet créera un champignon (dont les dimensions sont liées à la puissance de l'arme), les matériaux les plus lourds de cette tige retomberont, le sommet libéré devenant un nuage qui au gré des vents provoquera les retombées radioactives.
- 3- Les Effets thermiques
Les "rayons lumineux" créés par la boule de feu causent à distance l'inflammation des matériaux inflammables et des brûlures sur les surfaces du corps non protégées.
Moyens de protection : Ecran contre les rayons (cave, mur, vêtements (la couleur claire réfléchit les rayons))
- 4- Les Effets mécaniques
La dilatation des gaz au point zéro provoque une surpression qui grossit comme une enveloppe de ballon.
Cette surpression similaire à l'onde de choc d'un avion passant le mur du son, peut être renforcée par l'onde réfléchie par le sol créant le "front de mach". Ces ondes se propagent brisant les infrastructures ponts, habitations légères, pylônes électriques créant des incendies ..)
Derrière cette onde arrivent les vents forts qui transforment les débris en projectiles mortels.
Quand la température redevient normale une dépression succède à la surpression se forme provoquant des vents, moins violents, en sens inverse (phase négative)
- 5- Effets radioactifs.
L'explosion elle-même crée des rayonnements radioactifs :
 - Neutrons : Neutres ils ne sont freinés que par leur choc avec d'autres noyaux.
Leur portée de l'ordre du kilomètre associée à leur masse égale à celle de l'atome d'hydrogène donc idéale pour un transfert d'énergie par choc élastique à l'atome d'hydrogène des molécules d'eau présentent dans les matières vivantes (dont le corps humain) les rends particulièrement dangereux
Par choc ils excitent aussi les atomes plus lourds qui reviendront à leur état stable en émettant un rayonnement électromagnétique très énergétique (rayonnements X et Gammas)
Ils sont arrêtés par des matériaux massifs (béton, terre): 30 cm de plomb ou béton arrêtent 50% du rayonnement
 - Particules alpha (Noyaux d'hélium 4) produits par la cassure des noyaux en plusieurs éléments.
Très ionisants (2 protons) mais très lourds (2 protons, 2 neutrons) et soumis au freinage électrostatique ils ont un faible pouvoir de pénétration : quelques centimètres, la peau ou une feuille de papier des arrête. ils sont essentiellement dangereux si les corps qui les émettent sont inhalés ou respirés. Au voisinage du point zéro le risque qu'ils présentent est donc sans objet
 - Rayonnement bêta : De la structure des électrons, ces rayonnements sont générés par la transformation de neutrons en protons dans le noyau et non issus du cortège électronique de l'atome
Ces rayonnements, chargés électriquement mais légers sont soumis au freinage électrostatique, leur parcours de quelques mètres rend le risque qu'ils présentent sans objet au voisinage du point zéro.
 - Rayonnement gamma : Rayonnement électromagnétiques plus énergétiques que les rayons X
Liés aux phénomènes d'excitation, relaxation des noyaux, un peu comme les phénomènes de luminescence intéressant les électrons du cortège électronique des atomes., mais en beaucoup plus énergétique..
D'une portée de l'ordre du kilomètres ils présentent, comme les neutrons un risque au voisinage du point zéro, très pénétrants ert arrêtés par des cages de faraday
Remarque : les blindages des chars forment des cages de faraday, protection qui a poussé à développer les armes à neutrons (armes à rayonnement neutronique renforcé)

Les phénomènes de fusion et surtout de fission génèrent des rayonnements radioactifs créés par :

Les résidus de matière fissile, des produits de fissions (uranium ou plutonium se cassant génèrent familles de produits radioactifs qui se « transmuteront » en cascades)

Les débris de l'arme irradiés et contaminés

Les matériaux voisins (débris des destructions au sol, pierres..) irradiés et contaminés, surtout si l'explosion est proche du sol

Ces effets se manifestent

Pour la matière vivante par transfert d'énergie et ionisation aux cellules vivantes : brûlures, effets sur hélices d'ADN Pour les matériaux par une pollution ou excitation des matériaux les rendants impropres à la consommation (pluies noires d'Hiroshima) ou inutilisables

Les effets radioactifs sont classés en deux catégories

- La radioactivité immédiate : liée à l'explosion elle même
- La radioactivité résiduelle : regroupe la radioactivité rémanente au voisinage du point zéro (zone niga, fortement radioactive) et les retombées.

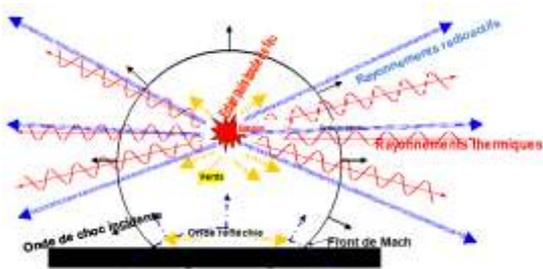
Contamination et irradiation :

- Il y a irradiation si la cible est soumise à un rayonnement d'une source distante.
- On parlera de contamination s'il y a contact avec la source.
 - Contamination externe si la source est par exemple en contact avec la peau, une douche permettra de retirer la source et d'interrompre ses effets sur la cible.
 - Contamination interne si la source a été inhalée ou ingérée donc avec décontamination difficile voir impossible provoquant une accumulation des effets néfastes dans le temps.

6- L'impulsion électromagnétique.

Lors d'une explosion nucléaire, les rayonnements ionisants (essentiellement gammas) créent en excitant les atomes des couches hautes de l'atmosphère des dipôles électriques, qui reviennent à l'état stable en créant une impulsion radioélectrique comme une myriade de micro antennes d'émetteurs radio) ;

Cette impulsion sans effet sur le corps humain peu avoir des effets néfastes très importants sur les matériels électriques non blindés.. Les effets sont d'autant plus dévastateurs sur des cibles électroniques à forte intégration et altérer systèmes de communication, GPS, dispositifs électroniques et informatiques divers...



Récapitulatif des effets

La durée d'illumination de la boule de feu et temps écoulé entre le flash et l'arrivée de la surpression caractérisent la puissance de l'explosion

Champignon et nuage.

Les dimensions du nuage caractérisent aussi la puissance de l'explosion

Sur une survivante :

Brûlures là où les motifs sombres du vêtement étaient en contact avec la peau



A 4400 m du point zéro
L'homme et l'échelle ont été volatilisés sous l'effet des rayonnements thermiques. Restent seulement leurs ombres sur le mur



Ombre d'une vanne sur un mur



Tout a été rasé par l'onde de choc et les vents violents, contrairement aux bombardements classiques qui laissaient des pans de murs et quelques habitations fort endommagées mais non rasées. Aux effets mécaniques s'ajoutent la chaleur des effets thermiques et des incendies : causés par les rayonnements thermiques ou les ruptures de lignes électrique et canalisations de gaz.. ici la chaleur a fait fondre ces poutrelles d'un théâtre à 900m du point zéro.

PHOTOGRAPHIE DE BERNARD HOFFMAN, THE LIFE PICTURE COLLECTION, GETTY IMAGES

Origine des photos

[Les ombres d'Hiroshima : les traces de victimes visibles sur les murs \(pvtistes.net\)](http://www.pvtistes.net)
[Voici à quoi ressemblent le "feu et la fureur" | National Geographic](http://www.nationalgeographic.com)

2- Explosion nucléaire : Protection

Les effets dépendent de

- La nature de l'arme : les armes thermonucléaires (H) sont plus puissantes et « moins » polluantes que les armes nucléaires (A) et surtout que les armes fission-fusion fission(3F).
- De sa puissance
- De l'altitude de l'explosion ; une explosion à très haute altitude verra ses effets mécaniques considérablement diminués et un renforcement de l'impulsion électromagnétique.
- De la géographie : Une région montagneuse offrira des obstacles naturels aux effets tandis qu'un sol sablonneux entraînera beaucoup de grains contaminés dans le nuage radioactif.
- De la météo : un brouillard ou une pluie intense limitera le rayon d'efficacité des rayonnements...

La protection peut se décliner en trois cas :

- La prévention ; c'était le cas poussé à l'extrême dans les années 60 où nombre d'américains se faisaient construire des abris antiatomiques bien qu'une simple cave aménagée soit en général suffisante.
- La mise en situation de protection en cas d'alerte.
- Les gestes réflexes si on est surpris Cas d'alerte préalable

En cas d'alerte et à défaut d'abri se réfugier dans une construction solide : maison ou appartement.

- Une cave serait le lieu idéal sinon une pièce de préférence au centre, sans fenêtre
- Dans cet abri de fortune il faut partir du principe qu'aucun secours ne viendra avant quelques temps et que les réseaux d'eau, téléphone et électriques seront détruits ou endommagés.
- Prévoir nourriture et eau pour plusieurs jours et ustensiles utiles (ne pas oublier les besoins physiologiques)
- Disposer de moyens électriques autonomes (piles ou batteries), lampes de poches et d'un poste radio à piles.
- Calfeutrer toutes les issues pour éviter l'entrée de poussières radioactives.

Au moment critique

Dans tous les cas ne pas se placer sous une fenêtre ou en face et dans la trajectoire de débris éventuels venant de l'extérieur ou des bris de fenêtres.

Se placer sous un meuble solide (table, bureau) qui protégera de la chute d'objets.

Ne pas sortir avant la fin de l'alerte, après une attaque nucléaire il faudra attendre quelques jours pour « bénéficier » de la décroissance radioactive des objets contaminés qui peut aller de quelques minutes à plusieurs jours (la radioactivité de l'isotope 131 de l'iode diminue de moitié tous les 8 jours : c'est sa période de demi-vie)..

Si vous êtes surpris à l'extérieur **trouver refuge dans un véhicule est à proscrire.**

Il convient d'appliquer les « gestes réflexes » en se référant aux manifestations des effets.

- Pour le flash si vous regardiez vers l'épicentre c'est fichu.
- Les effets thermiques (rayonnement électromagnétiques comme les rayons de soleil) se propagent à 300 000km/s arriveront en premier et peuvent durer de longues minutes : Il conviendra de ne pas présenter de peau nue (attention à la nuque) et de se protéger en se mettant à plat ventre les mains croisées sous la poitrine en direction de l'épicentre de préférence derrière un mouvement de terrain ou un écran qui jouera le rôle de pare-soleil.
Cette position permet d'offrir le moins de surface aux rayonnements thermiques et permet de se protéger contre les effets mécaniques.
- Les effets mécaniques se traduisent par l'arrivée d'une surpression (pour éviter une déchirure des tympans ouvrir la bouche un court instant pendant le passage de ce bang). Cette surpression peut provoquer la chute de bâtiments, de pylônes électriques, la rupture de canalisations d'eau et de gaz des incendies : environnement à surveiller.
Après cette surpression (fugitive) les vents violents se manifestent pouvant emporter un véhicule léger ou un individu debout présentant donc une surface au vent ou et transformant les objets les plus anodins (morceaux de bois...) en autant d'objets mortels.
Après cette phase dite phase positive les vents reviendront dans l'autre sens (mais moins violents. (phase négative)
- Et les effets radioactifs ?

Contre les rayonnements initiaux de l'explosion, essentiellement gammas et neutroniques seul les écrans (murs, mouvements du terrain) peuvent être utiles car même les combinaisons et les masques, utiles contre la contamination, évitant le dépôt ou l'inhalation de poussières radioactives sont inopérants contre l'irradiation.

En fait la portée des rayonnements initiaux est plus faible que les effets thermiques pour des personnels non protégés. Le risque viendra des retombées donc du sens du vent, il conviendra alors de se faire décontaminer dans des centres mis en place après l'alerte (douche). Le port d'un masque comme ceux utilisés pendant la pandémie COVID est souhaitable en extérieur

Il faut noter que les centres de décontamination font l'objet de manœuvres armées par les pompiers, la protection civile et l'armée..

Dans tous les cas il convient de ne pas manger ni boire des produits venant de l'extérieur, non conditionnés dans des emballages étanches ; En 1945 assoiffés nombre de survivants des explosions d'Hiroshima et de Nagasaki ont bu de l'eau de pluie après les explosions, les fameuses pluies noires, .. et n'ont pas survécu victimes de contamination interne.



Pour une meilleure représentation du risque Comment se traduirait une explosion atomique sur Paris

Arme de 300 kt (Hiroshima : 13 kt , Nagasaki 20 kt)
Puissance des armes françaises TN80 / 81 (ASMP) Mirage 2000
TNA (ASMPA) Rafale

Hauteur de l'explosion anti-cité optimale voisine de 2 000m

Pour information :

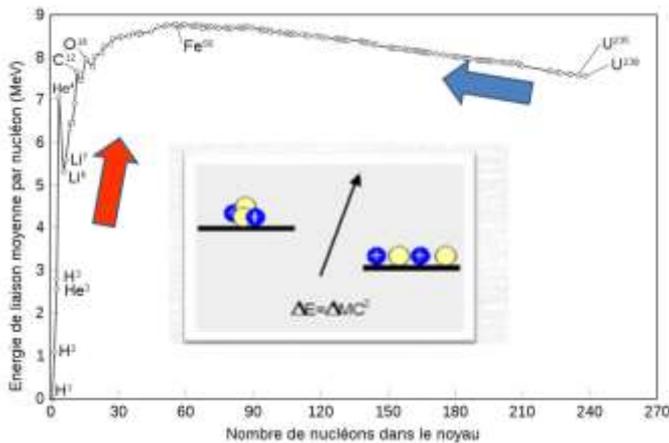
Une explosion optimisant l'impulsion électromagnétique se ferait à plusieurs dizaines, voir centaines de kilomètres d'altitude donc sans grands effets au sol autres que ceux dus à l'impulsion électromagnétique (pour autant très pénalisants).

En 1962 l'essai américain «Starfish prime » à 400 km d'altitude a causé des dégâts (légers) sur Hawaï à ... 1400 km.

3- Pour aller (un peu) plus loin

1- Fusion, fission...Question d'énergie de liaison des atomes.

Dans le système de poupées gigognes que constitue la matière les atomes sont constitués de nucléons (protons et neutrons) eux-mêmes constitués de Quarks (dits de première génération : Up et Down)



La masse du noyau est inférieure à la somme des masses des nucléons.

Cette différence de masse (ΔM) correspond à l'énergie de liaison du noyau : Nous trouvons ainsi la célèbre relation $\Delta E = \Delta MC^2$.

Les atomes les plus stables sont au voisinage du fer.

Remarque :

Si l'atome de deutérium (isotope H^2 de l'hydrogène) existe dans la nature (dans l'eau lourde), le Tritium (isotope H^3 : un proton, deux neutrons) n'existe pas il faut le créer à partir du Lithium.

2- Les principaux types principaux d'armes

Nucléaire (A) à rapprochement (ou canon ou à insertion)

Type Little boy : Hiroshima
Uranium 235 – 4400 kg – 15 ktde TNT



Le cône d'U235 est projeté grâce un dispositif pyrotechnique, à gauche de la coupe, et vient compléter la sphère d'U235 en s'emboîtant formant ainsi une sphère de masse supérieure à la masse critique

Nucléaire (A) à implosion

Type Fat man ; Nagasaki
Plutonium 239 -4535 kg -21 kt de TNT



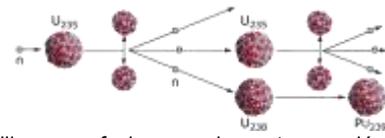
Au centre en noir l'initiateur à neutrons entoure le plutonium, en poudre très fine, qui sera compressé par l'onde de choc créée par le dispositif pyrotechnique (jaune et orange) alternant explosif lent et explosif rapide

Fission ou Fusion

- La fission (cassure) des atomes lourds d'Uranium 235 ou de Plutonium 239 en plusieurs atomes ayant des défauts de masse plus élevés libérera de l'énergie (flèche bleue) : C'est le principe des bombes à fission dites bombes A ou atomiques.

La cassure se produit en bombardant les noyaux d'U235 ou Pu239 de neutrons. La réaction pour s'entretenir nécessite une masse compacte minimale la masse critique, (réduite grâce à des tamper; réflecteurs à neutrons en Uranium 238)

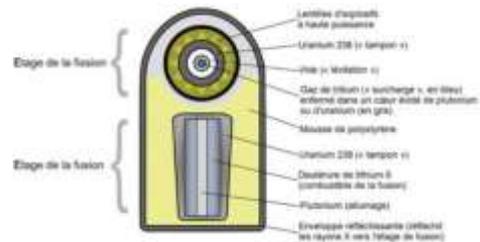
Il est nécessaire d'obtenir des cassures nombreuses libérant d'autres neutrons à partir d'un instant voulu : On initialise la réaction en chaîne en injectant des neutrons à l'instant voulu et on évite la déperdition de neutrons grâce à des tamper puis la réaction en chaîne va s'entretenir libérant de l'énergie.



- A l'inverse fusionner des atomes légers (isotopes d'hydrogène : Deutérium H^2 et Tritium H^3) générera de l'énergie (flèche rouge).

Pour cela il faudra vaincre les répulsions électrostatiques des noyaux positifs en fournissant une énergie initiale grâce à une bombe à fission.

Thermonucléaire H - type Teller-Ulam
Du modèle des bombes Fission-Fusion-Fission
Modèles opérationnels actuels – mégatonniques



La partie supérieure de l'arme est l'étage de fission composé d'une bombe à implosion dont l'explosion initiera le phénomène de fusion dans l'étage inférieur. Les neutrons ultras rapides créés par la fusion améliorent le « rendement » de la fission de l'U235 et fissionnent des noyaux U238, normalement non fissionables.

A ces types s'ajoutent

- Les armes à rayonnement neutronique renforcé (dites bombes à neutrons) : De faible puissance (1kt) les dégâts qu'elles génèrent sont plus légers, létales dans un rayon du kilomètre, contrairement aux rayons gamma, arrêtés par le blindage des engins blindés ('cage de Faraday), les neutrons atteignent les équipages. outre cette fonction elles permettent de conserver des infrastructures qui peuvent s'avérer utiles plus tard.
- Les armes nucléaires « propres » : Ce sont des armes thermonucléaires dont la fission réalisée par les neutrons ultra rapides issus de la fusion ont été supprimés (pas de cible en uranium 238).
- Les armes nucléaires « salées » : Ces armes sont destinées à produire beaucoup de retombées radioactives Elles possèdent un étage contenant des matériaux qui sous l'effet des neutrons produiront des isotopes très radiotoxiques à durée de vie très longue « pourrissant » des territoires pour de longues années comme l'isotope 60 du Cobalt dont la demi-vie est de 5 ans donc dont la radioactivité ne sera divisée par 8 qu'au bout de 15 ans ou l'isotope 24 du sodium contenu dans le ...sel.
- Les Bombes A dopées : Ces armes sont des armes à un seul étage de fission (donc considérées comme bombes A) comportant en leur centre les éléments permettant un début de fusion, augmentant ainsi la puissance de l'arme
- Les bombes « sales » : On ne peut pas parler pour ces bombes d'armes nucléaires car il n'y a aucune réaction nucléaire de type fission ou fusion en jeu. Elles sont conçues comme des engins pyrotechniques ordinaires mais contiennent des produits radioactifs (résidus de combustible de centrales nucléaires, déchets radioactifs industriels, de laboratoires et autres objets contaminés.), qui seront éparpillés au gré des vents au moment de l'explosion.