

**Zeitschrift:** Revue Militaire Suisse  
**Herausgeber:** Association de la Revue Militaire Suisse  
**Band:** 105 (1960)  
**Heft:** 4

**Artikel:** La France puissance atomique : l'élaboration des engins nucléaires  
**Autor:** Perret-Gentil, J.  
**DOI:** <https://doi.org/10.5169/seals-342991>

### **Nutzungsbedingungen**

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. [Mehr erfahren](#)

### **Conditions d'utilisation**

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. [En savoir plus](#)

### **Terms of use**

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. [Find out more](#)

**Download PDF:** 13.01.2026

**ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, <https://www.e-periodica.ch>**

*La France puissance atomique***L'élaboration des engins nucléaires**

Au début de l'ère atomique, un aimable conférencier chargé d'instruire les garnisons de cette science nouvelle employait deux images qui ne manquaient pas de rester à la mémoire. Il avait l'habitude de brandir la clé de la chambre de son hôtel, en indiquant que si l'énergie qu'en contenait la matière était extraite, il n'en demeurerait que la valeur d'une tête d'épingle. Puis, venant aux neutrons et à leur rôle de dissociation dans la matière fissible, il en comparait le comportement à celui de célibataires qui jetteraient le trouble dans le ménage des électrons et des protons.

Dans la désintégration des noyaux des atomes, l'action des neutrons est prépondérante. Mais ils ne possèdent ce pouvoir que pour certaines matières et dans certaines conditions, de nombre par exemple. Ils ne doivent pas s'échapper vers l'extérieur, mais agir à l'intérieur d'une certaine masse de matière fissible, que les physiciens appellent « critique », ce qui signifie que celle-ci doit être suffisante pour que, de dislocation en dislocation, chacune entraînant la libération d'autres neutrons, s'établisse la « réaction en chaîne ». Mais ici interviennent deux possibilités.

D'une part, les neutrons, agents de dissociation, peuvent être ralentis ; ils continuent alors à opérer de la même manière, mais à un rythme très modéré. C'est le cas des piles ou réacteurs atomiques à usage industriel. Le processus de la désintégration, générateur d'énergie sous forme de chaleur, s'accomplit d'une manière continue à l'intérieur de barres d'uranium, logées dans des gaines à pouvoir de freinage.

D'autre part, livrés à eux-mêmes, les neutrons peuvent opérer à grande vitesse. Dans certaines conditions, cette vitesse peut être même accélérée jusqu'à un paroxysme.

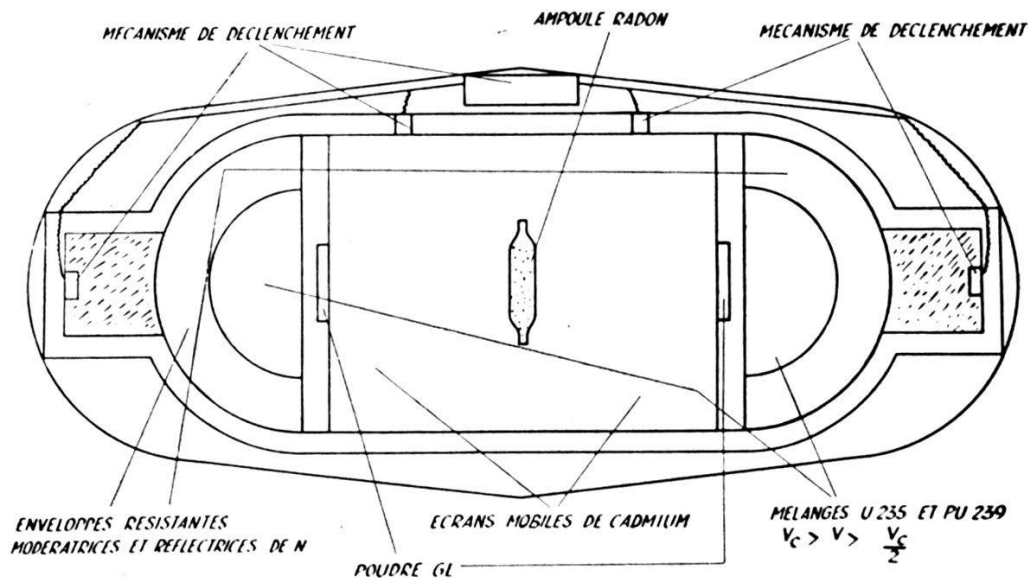
C'est l'explosion qui, en quelques secondes, libère de l'énergie sous forme d'une chaleur de plusieurs millions de degrés, provoquant à son tour des phénomènes d'une très grande violence.

On peut donc dire, sans qu'il y faille voir forcément une image symbolique, que les neutrons à usage industriel ou pacifique sont lents, ralentis ou modérés ; et que les neutrons à vocation militaire sont rapides, accélérés et virulents. Les premiers agissent d'une manière continue, comme il sied en général aux œuvres de paix ; les seconds par la violence, apanage de la guerre. La distinction est nette et significative.

Il existe deux moyens de réaliser une explosion atomique. La première consiste à rapprocher subitement deux demi-masses, dites sous-critiques, pour former une sphère qui réalise au maximum l'état de masse ; ce procédé est dit à rapprochement co-axial. L'autre moyen, dit à implosion, consiste, par un jeu de pressions très vives, à concentrer en masse critique la matière fissible au préalable disloquée. Etymologiquement, le terme implosion signifie le contraire d'explosion. Il ne s'agit pas ici de l'explosion atomique proprement dite, mais du seul procédé de rapprochement de la matière fissile en une masse critique. L'agent utilisé se compose de charges d'explosif ordinaire dirigées de l'extérieur vers le centre.

Le croquis ci-contre montre comment sont disposées ces deux demi-sphères « sous-critiques » dans le cas du premier procédé. Elles sont entourées d'une enveloppe demi-circulaire. Entre leurs parties planes parallèles, des écrans limitent tout passage de l'une vers l'autre des neutrons émis d'une manière constante par la matière fissible. L'ensemble du dispositif est enserré dans un bâti, protecteur à l'égard de l'extérieur et réflecteur à l'égard de l'intérieur. La principale préoccupation des techniciens est d'isoler au maximum chacune des parties sous-critiques, modérer jusqu'à l'explosion la vitesse des neutrons et empêcher ceux-ci de s'échapper au travers des parois. Tout doit rester en vase clos et à l'état statique. Le rendement de l'explosion en dépend.

## CONCEPTION D'UNE BOMBE ATOMIQUE



Le mécanisme du déclenchement est également bien apparent. Grâce à des circuits électriques allumant des charges explosives, les deux demi-sphères sont projetées l'une vers l'autre, tandis que d'autres charges font éclater les parois et écrans intérieurs. Au point de contact des deux demi-sphères se trouve l'ampoule de « radon », qui joue un rôle d'amorçage ou plus exactement d'accélération de l'amorçage, celui-ci étant pour ainsi dire automatique lorsque la masse définie critique est réunie. Mais l'amorçage peut s'opérer à une certaine lenteur, toute relative, de l'ordre du millième de seconde au lieu du millionième. Ce dispositif réduit la violence de la déflagration et par là même assure une utilisation plus complète de la matière fissile. La brisance excessive de l'explosion se paie par un moindre rendement, dont une autre cause peut être la fuite de neutrons vers l'extérieur. Les premières bombes fabriquées ont eu, a-t-on dit, un rendement de 5%. On parvient maintenant en tout cas à 10% et même probablement à des pourcentages plus élevés, qui n'ont toutefois pas été révélés.

Le radon contenu dans l'ampoule est un gaz qui se forme dans les mines d'uranium, au même titre que le grisou dans les gisements charbonniers. Il est chargé de la radioactivité naturelle des sites uranifères, notamment de neutrons et rayons gamma. Cependant, le radon utilisé pour l'amorçage des engins nucléaires paraît être issu d'une synthèse réalisée en usine.

A l'échelle du croquis, le diamètre de l'ensemble de l'engin, bâti et protection compris, paraît supérieur de plus du double à celui des demi-sphères. Cette proportion donne la mesure de l'importance que prend le système d'isolement et de protection. Pratiquement, ce n'est qu'aux dépens de ce revêtement qu'une réduction du diamètre peut être obtenue par l'emploi de matériaux de plus en plus étudiés. Il n'est pas possible de réduire les demi-sphères, dont la dimension est fonction d'une masse théoriquement immuable.

En considérant ce dispositif, la question souvent agitée d'un déclenchement accidentel du mécanisme vient à l'esprit. Il est fort probable que la commande du circuit électrique se fasse par plusieurs relais, afin d'éviter qu'un seul incident ne provoque ce déclenchement. Le détail des procédés employés n'a pas été divulgué, mais il est bien certain que de nombreux moyens de sûreté ont été mis en œuvre. En outre, et c'est là une particularité des engins atomiques, en cas d'une rupture de l'ensemble par cause accidentelle, l'explosion devient impossible, les deux masses sous-critiques ne pouvant plus s'appliquer exactement l'une contre l'autre pour former une masse critique.

Ce procédé par rapprochement axial est maintenant relativement connu. Il a déjà donné lieu à quelques exposés de revues spécialisées. C'est celui apparemment qui a été employé pour l'explosion du Sahara ; le croquis analysé ici a été diffusé à cette occasion.

\* \* \*

Le procédé par implosion n'a pas fait l'objet jusqu'à ce jour d'explications détaillées. Les quelques informations que

l'on possède n'en exposent que le principe. Au lieu d'être disposée en deux demi-sphères, la masse fissible revêt initialement une configuration telle qu'aucun état de masse ne soit réalisé. Elle est enfermée sans doute dans un long tube ou sous une forme qui, géométriquement, s'oppose à cet état. Pour obtenir la masse sphérique, on recourt à différentes pressions simultanées, afin de chasser la matière fissible dans une cavité préalablement à l'explosion. Cette cavité n'a donc pas besoin d'être isolée ni protégée ; elle est extérieure au revêtement.

L'avantage de ce dispositif pour la charge atomique d'un obus ou d'une « tête » de fusée saute aux yeux. Le diamètre peut être considérablement réduit, puisqu'il ne correspond plus qu'à celui d'un tube mince (ou toute autre forme allongée) et que disparaît la servitude du diamètre de la sphère doublement agrandie de son enveloppe. Ainsi semblent s'expliquer, jusqu'à plus ample informé, les progrès considérables accomplis dans la réduction des calibres des charges atomiques et par conséquent des armements qui les mettent en œuvre. Les Américains, qui ont débuté avec un canon atomique de 280 mm, en seraient maintenant à moins de la moitié pour des obusiers et mortiers. Les Russes, dont le premier canon atomique aurait été de 300 mm, possèdent dès maintenant un mortier atomique de 240 mm et sans doute des roquettes de plus faibles calibres.

Cependant, sur le plan militaire, une autre question paraît jouer un rôle important. Il s'agit du poids même de la masse critique, qui conditionne le diamètre de la sphère, compte tenu naturellement de la densité de la matière fissible qui est très élevée. A vrai dire, ces poids demeurent un secret. Ils ont été laborieusement calculés par les physiciens. Des chiffres ont été avancés ; ils se situent en général entre dix et vingt kilos. Le poids le plus élevé est souvent attribué à l'uranium, tandis que le plutonium a passé pour être l'objet de réactions explosives dès que quelques centaines de grammes se trouvent réunis. En outre, cet élément est excessivement

dangereux ; quelques parcelles infimes, sous forme de traces, peuvent avoir des effets mortels. Néanmoins, selon de nouvelles précisions, le poids de la masse critique pour l'uranium comme pour le plutonium serait de l'ordre de douze kilos.

Le problème de la masse critique, d'un aspect très technique, n'a pas moins une grande importance au point de vue militaire, puisqu'il conditionne, comme on l'a vu, le diamètre de la charge et par conséquent le calibre de l'armement, donnée essentielle lorsqu'il s'agit d'un engin de lancement. Le calibre, grâce à sa réduction, va permettre l'attribution progressive des armes atomiques aux échelons inférieurs de la hiérarchie militaire. A un autre point de vue, le poids de la matière fissible nécessaire à l'élaboration d'un engin autorise quelques estimations au sujet de la capacité militaire d'une industrie atomique donnée. Ainsi on peut admettre que l'industrie française est capable en 1960 de produire annuellement une centaine d'engins au plutonium. Sans doute ce niveau s'élèvera-t-il considérablement lorsque l'uranium sera substitué au plutonium.

En fait donc, le concept de la masse critique n'a pas un caractère absolu. Il ne représente qu'une donnée théorique et d'autres facteurs entrent en jeu, notamment, avons-nous vu, ceux du rendement et de la formation de la masse critique. Ainsi les techniciens disposent, à partir de la masse critique théorique, d'une certaine marge, d'autant plus appréciable qu'ils ont pu résoudre d'une manière satisfaisante les problèmes posés par des facteurs seconds. C'est là que se situent surtout les fameux « secrets atomiques » dont il est si souvent fait mention : une série de solutions heureuses dans une foule de branches infiniment complexes. Il va de soi qu'aucun pays producteur d'armements atomiques ne veut faire profiter autrui du fruit de longs travaux et de solutions souvent nouvelles et originales. Il en a été toujours ainsi dans le domaine des armements.

En définitive, les principales données des engins nucléaires peuvent être résumées comme il suit :



- Deux matières fissibles sont utilisables, l'uranium 235 et le plutonium 239, ce dernier d'une production plus facile ;
- Donnée de base de la masse critique : environ douze kilos, avec une certaine marge, conditionnée par les perfectionnements apportés aux dispositifs ;
- Ces perfectionnements, relatifs à l'isolement de l'engin, au rapprochement des demi-masses, au procédé de mise à feu, etc., conditionnent son rendement, lequel a été sensiblement augmenté depuis le début de la production des armements nucléaires ;
- La masse critique ne pouvant guère être modifiée, c'est à la marge du rendement que les techniciens demanderont les variations de puissance. Cependant, comme cela a été souvent mentionné, les effets des explosions ne varieront pas en proportion de leur puissance. Ils ne se différencieront guère que par les effets de chaleur ;
- En outre, sur le plan militaire, s'impose le problème du calibre, notamment pour les projectiles nucléaires de puissances relativement faibles.

A part l'Angleterre, qui a bénéficié dans une certaine mesure des travaux que ses savants ont accomplis en commun avec ceux des Etats-Unis durant la guerre, chacune des puissances atomiques a dû parcourir pour son propre compte le processus d'élaboration des armements nucléaires. Il n'est pas sûr que toutes aient suivi rigoureusement les mêmes chemins. Après les longs travaux d'études et de laboratoire — au minimum quatre ans — il a fallu procéder à des explosions expérimentales. Ces expérimentations servent en même temps à l'étude des effets. A cet égard, on observe une curieuse et croissante différence entre la première des puissances atomiques et chacune des nouvelles venues. Les Américains effectuaient une expérimentation à chaque nouvelle phase franchie avec un méthodisme rigoureux. Pour eux, le domaine atomique était absolument inexploré. Les techniciens des autres pays, bien qu'il n'y ait pas eu communication de secrets atomiques, ont bénéficié de connaissances générales



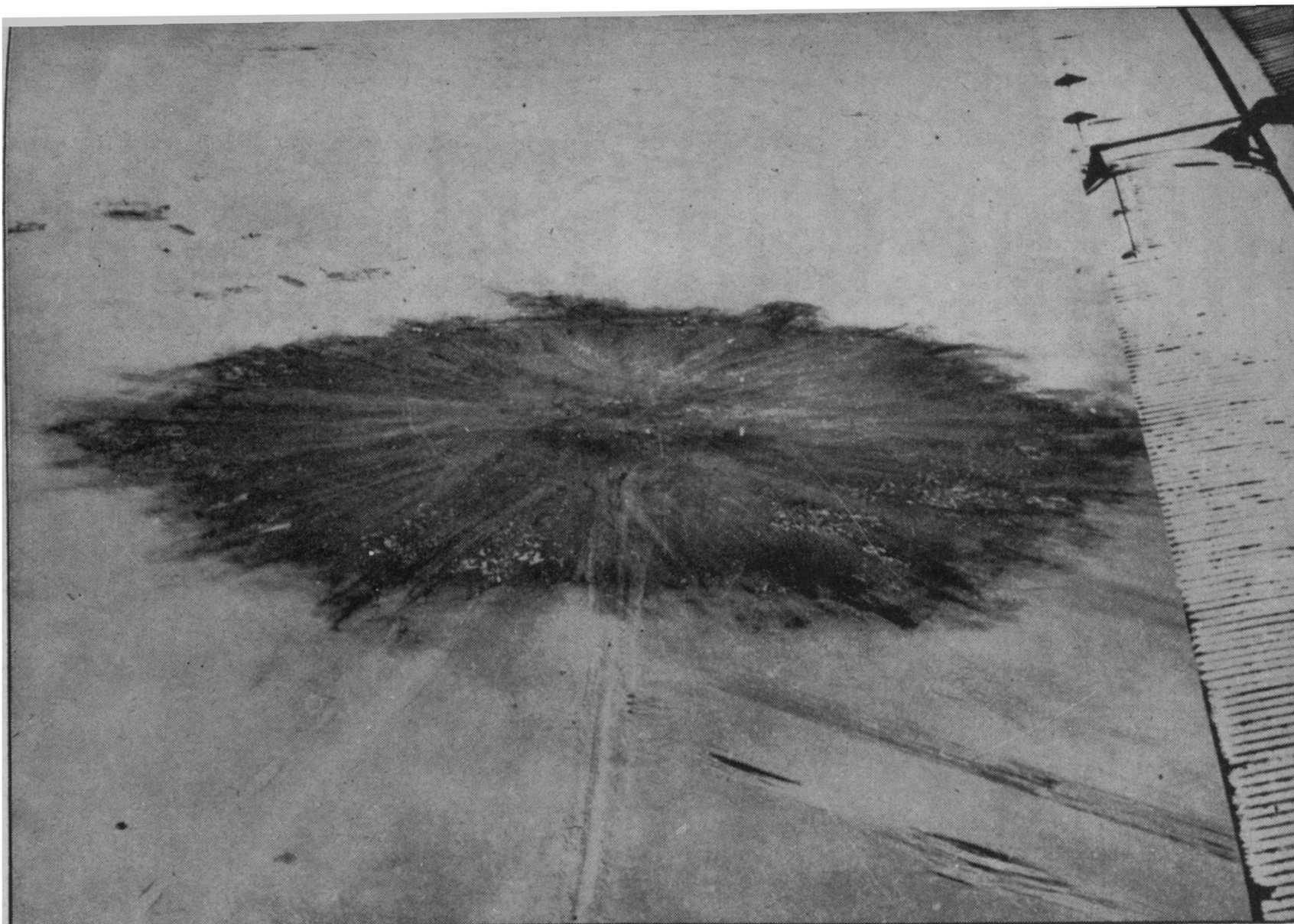
qui ont facilité le franchissement nécessaire des étapes conduisant au succès.

Les Russes paraissent avoir accompli un programme d'expériences très semblable à celui de leurs devanciers, mais avec moins de la moitié d'explosions, 55 à 60, au lieu d'un peu plus de 130. Les Anglais ont progressé plus rapidement encore, avec 21 explosions, allant de la bombe « A », à plusieurs niveaux de puissance, aux bombes « H » et aux engins atomiques antimissiles ; ils savaient déjà avec assez de sûreté dans quelles directions aiguiller leurs recherches. Quant aux techniciens français, le retard mis à l'édification des installations nécessaires leur aura finalement permis de plus longues investigations et probablement la découverte de raccourcis plus économiques.

A partir du moment où la détection a été organisée dans de nombreux pays, l'analyse de la radioactivité atmosphérique et celle des retombées, même infinitésimales, ont apporté de précieuses indications sur la composition des engins expérimentés. A cet égard, l'exemple le plus typique, mis en relief par la publicité dont il a bénéficié, est celui du Japon, dont les experts sont parvenus à déterminer avec précision les caractéristiques des nombreux engins qui ont explosé en Extrême-Orient, en Sibérie, au Kamtchatka et dans les îles du Pacifique. Il semble au demeurant que le meilleur réceptacle des retombées soit la neige.

Un autre facteur a avantage les nouveaux venus en matière de recherche nucléaire : le développement considérable des machines à calculer électroniques. On sait qu'il est postérieur au premier essai des industries atomiques dans leur double vocation, civile et militaire (1945-1950). Ces machines impriment, en effet, un rythme beaucoup plus rapide aux travaux dans leur période exploratoire. Elles ont sans doute contribué aussi à réduire le nombre des expérimentations nécessaires, les extrapolations s'opérant par le calcul.

Les expérimentations ne sont pas moins d'une nécessité



#### **EMPLACEMENT DU POINT ZÉRO APRÈS L'EXPLOSION**

La tour a été volatilisée. La zone foncée correspond à du sable en partie vitrifié par la chaleur de l'explosion. On aperçoit encore dans cette zone les anciennes pistes menant au point zéro, ce qui indique que le nuage radioactif n'a emporté qu'une quantité très minime de sable. Diamètre de la tache : 600 mètres.

absolue. Il n'existe pas d'autres moyens de contrôler l'exactitude des travaux effectués. Cependant, cette nécessité s'atténue dans une mesure appréciable pour les nouvelles puissances atomiques, qui tirent profit des cycles accomplis par leurs devanciers. Quelques déclarations récentes, notamment russes, ont nettement donné à entendre que le besoin d'essais devenait beaucoup moins impérieux. Les Américains, de leur côté, comme on ne l'ignore pas, plaident pour la seule tolérance d'explosions souterraines de petite puissance (moins de 19 kg) dont ils attendent la mise au point de procédés perfectionnés.

\* \* \*

Un nouveau chapitre s'ouvre encore, qui concerne plus particulièrement le domaine militaire : l'étude des effets. Il s'agit des différentes sortes d'expérimentations pour chacune des différentes puissances des bombes « A ». On distingue les explosions en altitude et celles au sol ; puis les explosions à différentes altitudes, jusqu'aux plus élevées ; les explosions sur l'eau et dans l'eau ; enfin les explosions souterraines, à des profondeurs variées, qui sont à l'ordre du jour. Mais à considérer les effets, ce sont sans doute les explosions en altitude et au sol qui présentent le plus d'intérêt immédiat.

Les effets en sont diamétralement opposés. Par explosion au sol, il faut entendre une mise à feu opérée lorsque l'engin touche le sol même, ou n'en est éloigné que de quelques mètres ou dizaines de mètres. N'ayant pas l'espace nécessaire pour rayonner comme en altitude, la puissance dégagée au-dessous de l'engin sera telle qu'elle creusera immédiatement un cratère. Celui-ci sera d'autant plus profond que l'explosion sera proche du sol. La boule de feu se développera totalement ou partiellement à l'intérieur de l'excavation. Dans celle-ci seront concentrés tous les effets de chaleur et de souffle, sans propagation à la surface. Par contre, il s'en élèvera un puissant jet de terre pulvérisée et saturée de radioactivité. Les particules de terre plus lourdes que l'air ou les vapeurs retomberont assez près du lieu de l'explosion et formeront

au sol une ellipse de plusieurs kilomètres de longueur orientée dans le sens du vent. Cette ellipse constitue un vrai barrage, l'intensité de la radioactivité demeurant dangereuse durant une journée — plus ou moins selon la nature du terrain et de son couvert.

Lors d'une explosion en altitude, tous les effets de radioactivité, chaleur et souffle, ne subissent aucune concentration et rayonnent entièrement. Il n'en parvient d'ailleurs au sol qu'une partie, tout comme on ne perçoit la lumière et la chaleur que d'une face du soleil. La radioactivité est diluée à l'extrême ; elle est dite de ce fait « résiduelle ». Les retombées sont insignifiantes, sauf naturellement à la verticale de l'explosion ; le long ruban observé récemment dans le Sahara, correspondant au passage du nuage, n'a présenté que des doses infimes, très loin du seuil d'action sur l'homme. Par contre, la chaleur projetée au sol, à une température de plusieurs millions de degrés, porte à incandescence tout ce qui peut s'y trouver. L'effet de souffle, en se propageant, détermine des mouvements successifs de pression et de dépression ; il engendre une zone de remous au point « O » et un mouvement d'aspiration marqué par le pied du champignon. Ces effets varient naturellement selon l'altitude de l'explosion, ainsi que la puissance propre de l'engin. Dans l'eau et sous terre, ils seront encore différents. Plus une bombe explosera haut ou en profondeur de la terre, plus elle sera « propre », la radioactivité étant diluée ou totalement captée par les couches du terrain.

Ces quelques indications permettent de définir succinctement les programmes d'expérimentations actuels :

- Au point de vue technique, les expérimentations qui constituent la vérification du long processus des études et travaux théoriques concernent l'explosion même et sa puissance ; elles pourraient être effectuées dans n'importe quelle position ou être toutes souterraines ;
- Au point de vue de l'utilisation militaire des engins, qui doit tenir compte de leurs effets, les expérimentations

sont exécutées dans les différentes positions à considérer, et chaque fois avec toute la gamme des puissances réalisées, ce qui explique le nombre élevé d'essais opérés jusqu'à présent dans le monde, plus de deux cents.

En fait, ces deux critères sont nécessairement conjugués. Les nouveaux venus en matière atomique se sont efforcés de faire rendre à leurs essais le maximum d'enseignements. C'est là un des aspects les plus caractéristiques des récentes explosions françaises.

J. PERRET-GENTIL

---

### **Vers la réduction des effectifs, ou l'évolution de la technique dans l'armée**

Pour la quatrième fois, en cinq ans, le gouvernement soviétique a annoncé, en janvier dernier, une diminution des effectifs de ses forces armées.

Cette réduction a soulevé de nombreux commentaires. Selon certains experts des questions soviétiques, l'URSS entretrait, elle aussi, dans la période dite des « classes creuses » et aurait, de ce fait, besoin de main-d'œuvre. Ces spécialistes estiment que le déficit humain de la Russie s'élevait à 990 000 unités en 1957 et atteignait près de 3 millions d'unités en 1959. En revanche, d'autres affirment que ce déficit ne commencera vraiment à se manifester qu'en 1960 pour atteindre son maximum en 1961. Ne pouvant toucher à l'agriculture, les responsables du régime comblent cette carence par des prélèvements dans l'armée et l'administration. D'autres encore y voient des difficultés de trésorerie. Certes, la solde des officiers n'a guère cessé de baisser depuis la fin de la