

Traité sur la non-prolifération

Groupe d'Études Scientifiques et Techniques



LES JEUNES
IHEDN

Ce texte n'engage que la responsabilité des auteurs. Les idées ou opinions émises ne peuvent en aucun cas être considérées comme l'expression d'une position officielle de l'association Les Jeunes IHEDN.



INTRODUCTION

Dans un monde où les tensions géopolitiques ravivent les craintes d'un conflit nucléaire, le Traité sur la Non-Prolifération des armes nucléaires (TNP) demeure un pilier central de la sécurité internationale.

Depuis son entrée en vigueur en 1970, il s'est imposé comme un cadre unique conciliant trois objectifs principaux : la prévention de la prolifération des armes nucléaires, la promotion de l'usage pacifique de l'énergie atomique et l'objectif ultime du désarmement. Il permet de limiter la propagation des arsenaux, de favoriser leur réduction progressive et de renforcer la coopération multilatérale pour l'usage pacifique de l'énergie nucléaire.

Pourtant, plus de cinquante ans après sa mise en œuvre, le TNP est confronté à de multiples tensions contemporaines : menaces nucléaires explicites en Europe (Ukraine), escalade technologique en Asie (missiles hypersoniques, tests nord-coréens), incertitudes persistantes sur le programme iranien

En Asie, la montée de la puissance de la Chine et les provocations nord-coréennes alimentent une inquiétude croissante autour d'une nouvelle course aux armements.

Par ailleurs, la question iranienne reste une source majeure d'instabilité : les récentes déclarations de Donald Trump à propos du programme nucléaire de Téhéran témoignent des tensions persistantes entre l'Iran et les puissances occidentales, notamment après l'échec des négociations autour du JCPOA.

Ces crises illustrent un paradoxe profond : le TNP vise le désarmement, mais les puissances nucléaires investissent dans la modernisation de leurs arsenaux. Cela soulève une question centrale : *le TNP peut-il encore jouer son rôle garant de la sécurité mondiale face aux défis techniques, stratégiques et géopolitiques contemporains ?*

Ce rapport propose d'éclairer les enjeux contemporains liés au TNP, en croisant approche géopolitique et analyse technique, pour mieux comprendre ses fragilités, ses réussites, et les pistes d'évolution nécessaires.

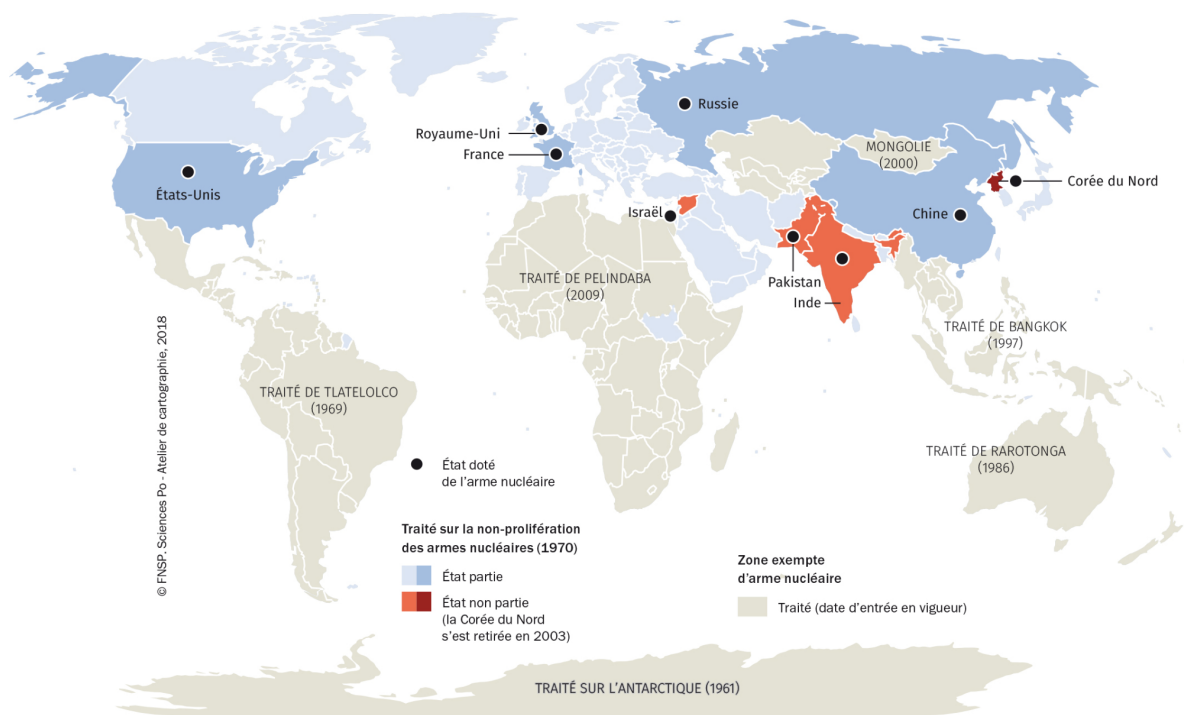
1. Objectifs du TNP

1.1. Encadrer les puissances nucléaires

Le traité distingue trois catégories d'États : les **États dotés d'armements nucléaires**, les **États non dotés** mais signataires, et les **États non-signataires**. Quatre pays n'ont jamais adhéré au TNP : l'Inde, Israël, le Pakistan et le Soudan du Sud. Quant à la Corée du Nord, bien qu'initialement signataire, elle s'en est retirée en 2003, une décision qui fait encore l'objet de débats sur sa validité juridique.

Selon l'Article 9 du TNP, les cinq **États dotés d'armements nucléaires** sont ceux qui ont réussi à tester une arme nucléaire avant le 1er janvier 1967. Ces cinq pays sont des membres permanents du conseil de sécurité de l'ONU et sont les suivants : **Les États-Unis** (le premier pays à avoir développé et testé des armes nucléaires, en 1945), **La Russie** (qui a hérité de l'arsenal nucléaire de l'URSS après la dissolution de cette dernière en 1991. Les soviétiques testeront la première fois une arme nucléaire en 1949), **La Chine** (a développé son arsenal nucléaire et réalisé son premier test en 1964), **La France** (avec son premier essai nucléaire en 1960), **Le Royaume-Uni** (avec l'essai de sa première arme nucléaire en 1952).

FIG. 18 Prolifération et désarmement nucléaire, 2018



1.1. Promouvoir le désarmement nucléaire

Le désarmement nucléaire est un processus qui avance lentement, malgré les engagements pris par certains États. En effet, les pays dotés d'armements nucléaires signataires sont **reconnus par le TNP comme des puissances nucléaires**. En échange, l'article VI du TNP les engage à "poursuivre de bonne foi des négociations en vue du désarmement nucléaire complet", un engagement qui reste sujet à débat quant à son application effective.

Officiellement, les puissances nucléaires ont promis de réduire leurs arsenaux mais en réalité, il n'y a pas d'échéance précise et les efforts restent souvent symboliques.

Les plus gros progrès ont été faits à travers des accords entre les **États-Unis et la Russie**, comme les traités **START** et **New START**, qui ont permis de limiter le nombre d'ogives déployées. Ces accords ont progressivement réduit le nombre d'ogives nucléaires stratégiques déployées, passant de 6 000 avec START I en 1991 à 1 550 sous le traité New START en 2011, soit une diminution de près de 74 %. D'autres initiatives, comme le **Traité d'interdiction complète des essais nucléaires (TICEN)** et le **Traité sur l'interdiction des armes nucléaires (TIAN)**, visent une interdiction totale, mais ils peinent à être acceptés par les grandes puissances.

Toutefois, leur portée reste limitée, notamment en raison de l'absence de mécanismes de contrainte juridique : le TIAN, traité sous l'égide de l'ONU, n'a été ratifié par aucune puissance nucléaire, réduisant ainsi son impact effectif.

Néanmoins, depuis l'adoption du TICEN, aucun pays officiellement détenteur de l'arme nucléaire n'a procédé à des essais, à l'exception de la Corée du Nord, qui a dérogé à cette règle au XXI^e siècle en menant plusieurs tests souterrains.

Le principal frein au désarmement reste la modernisation des arsenaux par les grandes puissances, qui développent de nouvelles technologies comme les missiles hypersoniques ou des systèmes de dissuasion plus sophistiqués. Parallèlement, la dégradation des relations internationales complique toute avancée significative dans les négociations. Si le nombre d'ogives a fortement diminué depuis la Guerre froide, la perspective d'un désarmement total demeure incertaine, tant les enjeux stratégiques et sécuritaires restent prépondérants pour les États dotés de l'arme nucléaire.

Le désarmement nucléaire reste un objectif officiellement partagé par la communauté internationale. Pourtant, dans les faits, les avancées sont rares, et les dynamiques actuelles tendent davantage vers la consolidation et la modernisation des arsenaux que

vers leur réduction. Si le nombre d'ogives dans le monde a fortement diminué depuis la fin de la Guerre froide, cette baisse s'est stabilisée, et l'idée même d'un désarmement total semble aujourd'hui de plus en plus théorique.

Le Traité sur la non-prolifération des armes nucléaires (TNP), signé en 1968, devait à l'origine permettre de freiner la prolifération tout en engageant progressivement les puissances dotées vers le désarmement. Plus de cinquante ans plus tard, force est de constater que l'engagement pris à l'article VI du traité reste largement symbolique. Ce déséquilibre nourrit un ressentiment croissant chez les États non dotés, en particulier au sein du Sud global, qui perçoivent le régime actuel comme figé, à deux vitesses, et dominé par les intérêts stratégiques des puissances établies.

Certains pays ont exprimé ce malaise par des positions de rupture ou de distance. L'Afrique du Sud, qui a volontairement démantelé son arsenal à la fin de l'apartheid, plaide depuis pour un désarmement universel et équilibré. Le Brésil, tout en restant membre du TNP, refuse de souscrire à certaines obligations supplémentaires comme le Protocole additionnel de l'AIEA¹, estimant que celles-ci renforcent les asymétries. L'Inde, quant à elle, n'a jamais signé le TNP, considérant que ce dernier légitime une hiérarchie nucléaire injuste au détriment de sa souveraineté stratégique.

Cette insatisfaction a mené à l'émergence de cadres alternatifs. Le plus emblématique est le TIAN, adopté par l'Assemblée générale des Nations Unies en 2017. Porté par de nombreux États du Sud et soutenu activement par la société civile, ce traité interdit la possession, l'utilisation, la menace d'utilisation et la mise au point d'armes nucléaires. Entré en vigueur en 2021, il reste toutefois marginal dans ses effets concrets : aucune puissance nucléaire ne l'a ratifié, et son absence de mécanismes contraignants limite sa portée. Reste qu'il constitue une tentative sérieuse de proposer un nouveau cadre normatif, basé non plus sur la gestion des équilibres stratégiques, mais sur la délégitimation morale de l'arme nucléaire.

Au fond, le désarmement nucléaire se heurte aujourd'hui à une triple impasse : stratégique, car la dissuasion reste perçue comme indispensable à l'équilibre mondial ; politique, car les tensions internationales minent la confiance ; et normative, car le régime multilatéral apparaît de plus en plus fragmenté. La prolifération reste enrayée, mais au prix d'un statu quo qui satisfait peu, tant les puissances nucléaires que ceux qui les contestent.

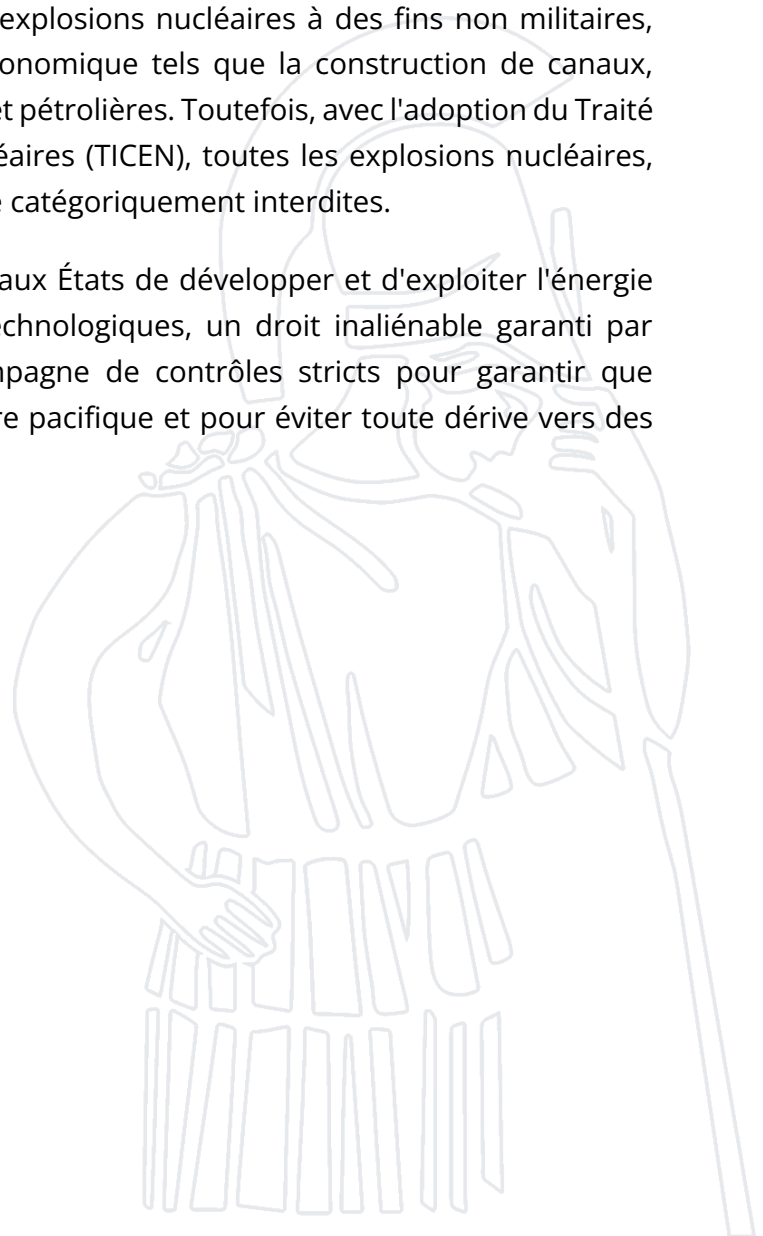
¹ Il faut qu'un accord de garanties généralisées et un protocole additionnel soient en vigueur et appliqués pour que l'AIEA puisse conclure que toutes les matières nucléaires présentes dans un État restent affectées à des activités pacifiques.

Dans ce contexte, les initiatives portées par le Sud global, les critiques envers le multilatéralisme onusien et les tentatives de réécriture des règles du jeu traduisent une évolution majeure : la contestation ne vient plus uniquement de l'extérieur du système, mais de ceux qui y participent tout en refusant son immobilisme. Le défi à venir ne sera pas seulement de désarmer, mais de reconstruire un cadre de gouvernance crédible, inclusif et équilibré, dans lequel la sécurité collective ne soit plus indissociable de la possession d'armes de destruction massive.

1.2. L'usage pacifique de l'énergie nucléaire

Une autre dimension clé du TNP est la promotion de l'utilisation pacifique de l'énergie nucléaire. L'article 4 du TNP garantit aux pays signataires le droit d'utiliser l'énergie nucléaire à des fins pacifiques, à condition de respecter les engagements de non-prolifération. Ce droit a d'abord inclus le programme des explosions nucléaires pacifiques (ENP), qui permettaient de réaliser des explosions nucléaires à des fins non militaires, pour des projets de développement économique tels que la construction de canaux, barrages, ou pour des activités minières et pétrolières. Toutefois, avec l'adoption du Traité d'Interdiction Complète des Essais Nucléaires (TICEN), toutes les explosions nucléaires, qu'elles soient pacifiques ou non, ont été catégoriquement interdites.

Quant au nucléaire civil, le TNP permet aux États de développer et d'exploiter l'énergie nucléaire à des fins économiques et technologiques, un droit inaliénable garanti par l'article 4. Cependant, ce droit s'accompagne de contrôles stricts pour garantir que l'énergie nucléaire est utilisée de manière pacifique et pour éviter toute dérive vers des fins militaires (cf.3.5).



2. Les défis du TNP

2.1. Les pays non-signataires et l'extension de la prolifération nucléaire

Un des principaux défis du TNP reste l'existence de pays non-signataires, qui ont développé ou cherchent à développer des armes nucléaires en dehors du cadre du traité, et leur statut reste problématique sur le plan international, tant sur le plan de la sécurité que de la légitimité juridique.

L'Inde constitue un exemple emblématique de cette problématique. Pays non-signataire du TNP, elle a poursuivi pendant plusieurs décennies une stratégie nucléaire autonome. Elle a mené son premier essai nucléaire en 1974 (l'opération « *Smiling Buddha* ») et a officiellement déclaré son arsenal nucléaire après une série de tests en 1998. Bien que l'Inde n'effectue plus d'essais nucléaires, elle continue de moderniser ses capacités stratégiques. Elle s'inscrit dans une logique de prolifération qualitative, visant non pas à accroître la taille de son arsenal, mais à en améliorer l'efficacité et la portée. Le développement de nouveaux vecteurs, tels que les sous-marins nucléaires d'attaque du projet 75 Alpha (bien qu'ils ne soient pas nécessairement dotés d'armes nucléaires) participe au renforcement de sa dissuasion. Cette dynamique alimente la course aux armements en Asie du Sud, tout en illustrant la manière dont un État non-signataire du TNP peut consolider son statut nucléaire sans recourir à de nouveaux essais. L'Inde affirme par ailleurs maintenir une doctrine de « non-recours en premier » (*no first use*), bien que celle-ci fasse régulièrement l'objet de débats internes.

Face à l'Inde, le **Pakistan** a lui aussi développé un programme nucléaire en dehors du cadre du TNP. Percevant le voisin indien comme une menace existentielle, Islamabad a choisi de construire sa propre capacité de dissuasion, qu'il a officialisée par une série d'essais nucléaires en mai 1998, quelques semaines seulement après ceux de l'Inde. Comme l'Inde, il n'est pas signataire du TNP, ce qui rend son arsenal nucléaire non reconnu par le cadre juridique du traité.

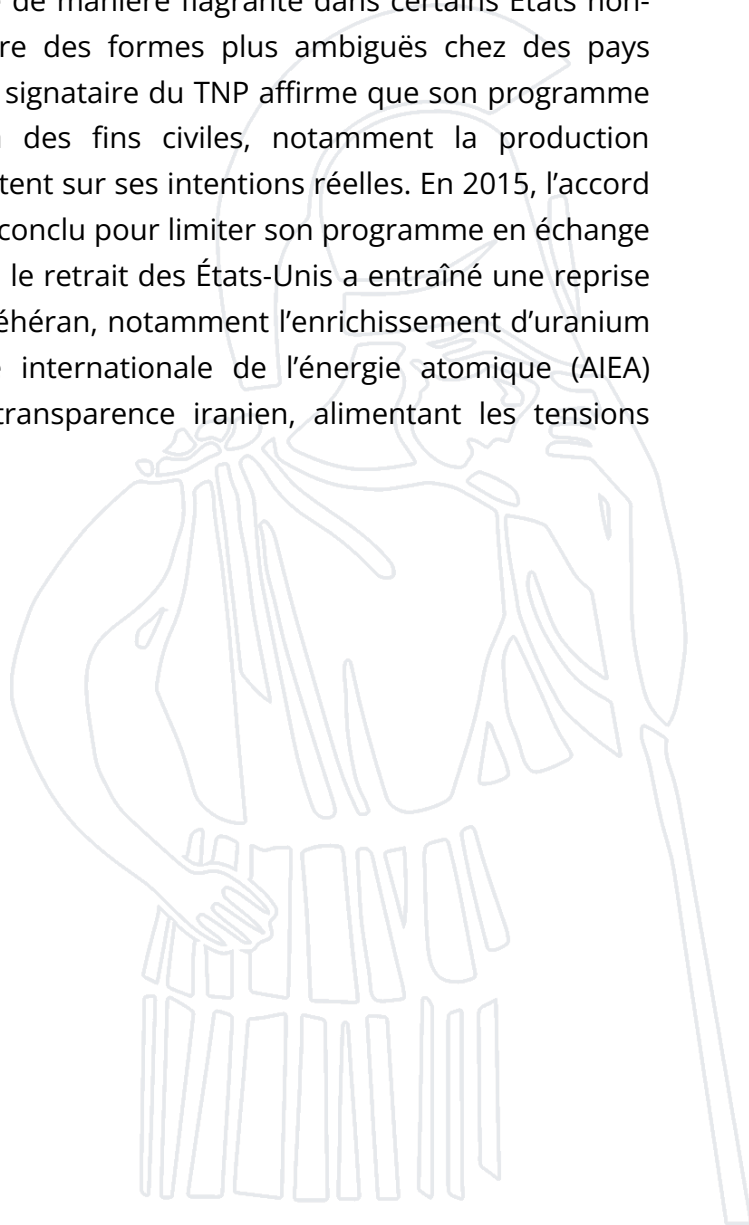
Israël n'a jamais officiellement confirmé qu'il possédait des armes nucléaires, mais des sources internationales estiment qu'il détient un arsenal nucléaire². Israël a toujours

² <https://armscontrolcenter.org/fact-sheet-israels-nuclear-arsenal/>

maintenu une politique d'ambiguïté nucléaire, refusant de signer le TNP et de se soumettre à toute inspection internationale concernant son programme nucléaire.

Un autre cas, bien que d'une nature unique, est celui de **la Corée du Nord**. Puisque celle-ci avait d'abord adhéré au TNP en 1985, mais s'en est retirée officiellement en 2003 après des tensions avec la communauté internationale. Elle a mené son premier essai nucléaire en 2006 ce qui constitue une menace majeure pour la stabilité régionale. Comme l'analyse l'amiral Pierre Vandier dans son ouvrage *La dissuasion au troisième âge nucléaire* (2024), la stratégie nord-coréenne incarne ce qu'il nomme « **la suprématie du fait accompli** », imposant sa réalité nucléaire au monde en ignorant les normes internationales, fragilisant significativement la dissuasion diplomatique. Une situation qui alimente en permanence le débat en Corée du Sud quant à la dépendance du parapluie nucléaire américain et sur la capacité réelle de Séoul à se défendre face à des initiatives imprévisibles du Nord.

Si la prolifération nucléaire se manifeste de manière flagrante dans certains États non-signataires, elle peut également prendre des formes plus ambiguës chez des pays membres du TNP, à l'image de **l'Iran**. Le signataire du TNP affirme que son programme nucléaire est exclusivement destiné à des fins civiles, notamment la production d'électricité. Toutefois, des doutes persistent sur ses intentions réelles. En 2015, l'accord sur le nucléaire iranien (JCPOA) avait été conclu pour limiter son programme en échange d'une levée des sanctions. Mais en 2018, le retrait des États-Unis a entraîné une reprise progressive des activités sensibles par Téhéran, notamment l'enrichissement d'uranium à des niveaux préoccupants. L'Agence internationale de l'énergie atomique (AIEA) continue d'alerter sur le manque de transparence iranien, alimentant les tensions internationales autour de la question.

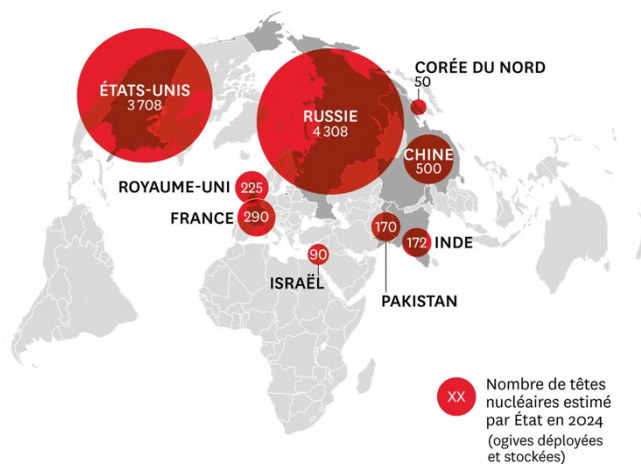


2.2. Les limites du TNP face aux nouvelles dynamiques internationales

Le TNP, bien qu'essentiel, présente des limites face à l'évolution des dynamismes géopolitiques :

- **Les nouveaux acteurs nucléaires** : Des pays comme l'Iran et la Corée du Nord montrent que les efforts de non-prolifération sont confrontés à des défis de plus en plus importants, alimentés par des rivalités régionales et des ambitions stratégiques.
- **La montée des tensions mondiales** : Les tensions entre les grandes puissances, les enjeux de sécurité nationale et les évolutions technologiques (missiles hypersoniques, cyberattaques, etc.) compliquent les efforts pour aboutir à un désarmement nucléaire global.

Les stocks d'armes nucléaires dans le monde



COURRIER INTERNATIONAL. SOURCE : STOCKHOLM INTERNATIONAL PEACE RESEARCH INSTITUTE

Malgré les efforts de désarmement, plus de 10000 ogives nucléaires sont encore recensées dans le monde en 2024, dont près de **90 %** appartiennent aux États-Unis et à la Russie. Toutes les puissances continuent de moderniser activement leurs arsenaux. La Chine, par exemple, accélère son programme nucléaire et pourrait tripler son stock d'ici 2035. Ce volume d'armes suffit à détruire plusieurs fois la planète, ce qui alimente les tensions géopolitiques et montre les limites du désarmement international.

La France quant à elle, n'a rejoint le TNP qu'en 1992, après avoir pleinement développé sa force de dissuasion. Elle souhaitait préserver son autonomie stratégique avant de s'engager dans un cadre multilatéral. Depuis, elle se présente comme un acteur responsable, favorable à la non-prolifération, tout en refusant tout désarmement unilatéral. Cette position illustre bien les contradictions du TNP : **les puissances nucléaires reconnues continuent de valoriser la dissuasion, alimentant une logique de puissance qui freine les avancées vers un désarmement global.**

3. Aspects techniques de l'arme nucléaire

Au-delà des équilibres politiques, les défis de non-prolifération tiennent aussi aux réalités techniques liées aux matières nucléaires et à la complexité du cycle du combustible. Comprendre ces dimensions permet de mieux cerner les marges de contrôle et les risques de contournement du TNP.

3.1. Principe de base d'une arme nucléaire

Les armes nucléaires reposent sur un principe fondamental : libérer une immense quantité d'énergie en brisant des noyaux d'atomes et conduisant à une explosion.

Début de la réaction : Fission initiale

1. Détonation des explosifs conventionnels

- La bombe contient un explosif classique qui entoure un cœur fissile en **Plutonium-239** ou en **Uranium-235**.
- Lorsque ces explosifs sont déclenchés, ils **compressent violemment** le noyau fissile en réduisant son volume, augmentant ainsi sa densité.
- On parle ici d'une compression extrême : le matériau est densifié comme si l'on passait d'une balle de ping-pong à une bille d'acier en une fraction de seconde.

2. Atteinte de la masse critique

- En étant fortement comprimé, le matériau fissile atteint une **masse dite critique** qui permet une réaction en chaîne auto-entretenu.

3. Réaction de fission nucléaire

- Chaque noyau fissile (Uranium ou Plutonium) se divise en libérant **de l'énergie sous forme de chaleur et de radiations**, tout en éjectant d'autres neutrons.
- Ces nouveaux neutrons vont provoquer la fission d'autres noyaux, entraînant une **réaction en chaîne (sur-criticité)**.
- La chaleur dégagée atteint plusieurs **millions de degrés Celsius** en une fraction de seconde.

- Ce processus dégage une chaleur atteignant plusieurs dizaines de millions de degrés Celsius — bien plus que dans le cœur du Soleil (~15 millions °C).

4. Libération d'énergie et rayonnements

- Une **onde de choc initiale** est créée par l'expansion des gaz surchauffés.
- De fortes doses de **rayonnement gamma et neutronique** sont émises immédiatement autour du point d'impact.

Déclenchement de la fusion nucléaire :

1. Création d'un environnement extrême

- La chaleur et la pression générées par la réaction de fission sont si extrêmes qu'elles déclenchent la **deuxième étape**, qui repose sur la fusion des atomes d'hydrogène.
- Ce processus se produit à des températures supérieures à plusieurs **millions de degrés**, comparables à celles du cœur du Soleil.

2. Compression du deutérium et du tritium

- À l'intérieur de la bombe se trouve une capsule contenant du **Deutérium et du Tritium**, deux isotopes de l'hydrogène.
- La pression extrême les force à **se rapprocher suffisamment** pour que leurs noyaux fusionnent.

3. Fusion thermonucléaire

- Lorsqu'ils fusionnent, ces noyaux légers forment de l'**hélium** et libèrent une **énorme quantité d'énergie sous forme de neutrons rapides**.

3.2. Une puissance de destruction sans commune mesure en comparaison aux armes conventionnelles

L'arme nucléaire se distingue des armes conventionnelles par une puissance destructrice inégalée. Par exemple, la bombe larguée sur Hiroshima en 1945 (environ 15 kilotonnes) a tué plus de 140 000 personnes, détruit 70 % de la ville, et causé des effets radioactifs durables sur des décennies. À titre de comparaison, pour infliger des dégâts similaires avec des bombes conventionnelles, il aurait fallu plusieurs milliers de frappes aériennes coordonnées. Certaines bombes modernes pourraient même atteindre plus d'un mégatonne, comme la B83 américaine (1,2 Mt), capable de raser une agglomération telle que Paris.

Au-delà de la destruction immédiate, l'arme nucléaire provoque un **souffle surpressif** (plusieurs bars de pression), une **chaleur extrême** (plusieurs millions de degrés au point zéro), et un **rayonnement ionisant** mortel. Les **retombées radioactives** peuvent contaminer des zones sur des centaines de kilomètres, avec des effets sanitaires à long terme (cancers, malformations, stérilité).

Les conséquences économiques sont également massives : infrastructures détruites, agriculture stérilisée, santé publique effondrée. À long terme, les coûts de reconstruction, de soins et de décontamination peuvent se chiffrer en centaines de milliards d'euros.

Ainsi, l'arme nucléaire dépasse largement le cadre militaire : elle affecte durablement les sociétés, les écosystèmes et les équilibres économiques, ce qui en fait un outil de dissuasion totale, et non un simple instrument de guerre. Militairement, là où une arme conventionnelle a un effet local et tactique, l'arme nucléaire agit à l'échelle **stratégique** : elle vise à dissuader par la menace de destruction totale. C'est cette logique qui fonde la doctrine de dissuasion nucléaire.

3.3. Matière nucléaire

Comme expliqué précédemment, les armes nucléaires dépendent de matières nucléaires spécifiques capables de soutenir une réaction nucléaire, que ce soit par fission ou fusion. Bien que ces éléments soient également utilisés dans des applications civiles, comme la production d'électricité, c'est leur pureté et leur instabilité qui les rendent utiles dans le cadre militaire

Parmi celles-ci, l'**uranium (U-235)** et le **plutonium (Pu-239) dans les bombes à fission**, le **deutérium** et le **tritium, dans les bombes à fusion**, sont les plus couramment employés. Bien qu'elles servent également à des fins civiles, notamment dans les réacteurs nucléaires pour la production d'électricité, la principale différence réside dans le **degré d'enrichissement**. Pour un réacteur nucléaire civil, l'uranium est généralement enrichi à 3-5 % en U-235, tandis que dans les armes nucléaires, il dépasse souvent les **90 %**, le rendant hautement fissile. L'enrichissement de l'uranium est nécessaire parce que l'uranium naturel contient très peu de U-235, l'isotope fissile, qui est essentiel pour une réaction nucléaire. L'U-238, qui compose la majorité de l'uranium naturel, n'est pas suffisamment fissile. En enrichissant l'uranium à plus de 90 % de U-235, on augmente sa réactivité et on permet une réaction en chaîne rapide, nécessaire à la détonation d'une arme nucléaire ou à une fission contrôlée dans un réacteur.

Le **deutérium** et le **tritium** sont des isotopes de l'hydrogène, utilisés dans les armes à fusion (bombes thermonucléaires) pour initier la réaction de fusion. Le deutérium est

naturellement présent dans l'eau, tandis que le tritium est généralement produit dans des réacteurs spéciaux ou à partir de lithium. Dans des réacteurs à fusion expérimentaux comme ITER, le tritium peut être généré par la réaction du lithium-6 avec des neutrons.

Le **tritium**, ayant une demi-vie de 12,3 ans, nécessite un **renouvellement périodique**. Les autres matières nucléaires, comme l'uranium-235 et le plutonium-239, présentent une stabilité bien plus longue mais restent hautement radioactives. Elles sont donc, elles aussi, conservées dans des installations sécurisées pour prévenir tout risque de dispersion ou d'usage détourné.

3.4. Le cycle du combustible nucléaire

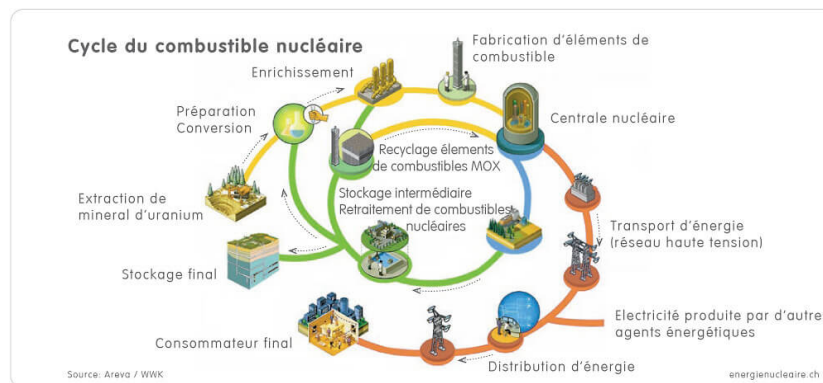
Pour bien comprendre les enjeux de prolifération, il est essentiel d'examiner les processus techniques qui rendent possible l'usage civil ou militaire de la matière nucléaire.

Le cycle du combustible nucléaire joue un rôle central aussi bien dans la production d'énergie que dans la fabrication d'armes nucléaires. Bien que ces deux applications reposent sur des processus similaires, elles divergent sur des aspects fondamentaux tels que l'enrichissement de l'uranium et le retraitement du plutonium.

La production d'électricité repose sur l'utilisation d'uranium faiblement enrichi, le développement d'armes nucléaires nécessite un enrichissement plus poussé ou la production de plutonium-239. Ces distinctions techniques ont des implications stratégiques majeures, notamment en matière de sécurité, de non-prolifération et de régulation internationale.

3.4.1 Extraction et enrichissement de l'uranium

L'uranium est extrait sous forme de minerai, puis converti en hexafluorure d'uranium (UF_6) pour pouvoir être enrichi. Dans le domaine civil, l'uranium est enrichi à un niveau modeste (environ **3 à 5 % d'uranium-235**) afin d'alimenter les réacteurs nucléaires. En revanche, pour un usage militaire, l'enrichissement doit dépasser **90 %**, ce qui le rend apte à une utilisation dans des armes. Cette frontière technique constitue un **point de vigilance crucial** dans la lutte contre la prolifération. Elle fait l'objet de contrôles rigoureux, menés notamment par l'Agence internationale de l'énergie atomique (AIEA) et, en France, par l'Autorité de sûreté nucléaire (ASNR).



3.4.2 Utilisation du combustible

Dans les réacteurs civils, l'uranium faiblement enrichi sert à produire de l'électricité. Cependant, certains types de réacteurs, comme les réacteurs à neutrons rapides, peuvent générer du plutonium-239, un matériau fissile utilisable dans les armes nucléaires. Leur exploitation nécessite donc une surveillance internationale accrue, car ils présentent un potentiel dual, civil et militaire.

3.4.3 Retraitement

Une fois irradié, le combustible contient du plutonium. Ce dernier peut être **retraité**, selon des procédés chimiques complexes comme le **procédé PUREX** (*Plutonium Uranium Redox Extraction*), qui permet de séparer l'uranium, le plutonium et les déchets radioactifs.

Dans un cadre civil, le plutonium extrait est recyclé sous forme de **combustible MOX** (mélange d'oxydes), réutilisé dans certains réacteurs à eau pressurisée. La France a fait le choix d'un **cycle dit "fermé"**, qui consiste à retraiter et réutiliser les matières fissiles valorisables. Ce modèle permet de limiter les déchets et pourrait à terme être optimisé grâce aux **réacteurs de 4e génération**, capables de **multi-recycler** ces matières.

3.5. Contrôle

Parce que les étapes techniques du cycle du combustible peuvent être détournées à des fins militaires, leur encadrement constitue un enjeu central du TNP. Le traité impose donc des **restrictions strictes** et des mécanismes de contrôle rigoureux afin de limiter l'accès aux matières sensibles, telles que l'uranium hautement enrichi ou le plutonium.

Tout en garantissant aux États le droit d'utiliser l'énergie nucléaire à des fins pacifiques, le TNP encadre le transfert de technologies sensibles et impose une surveillance internationale renforcée. Les processus d'enrichissement de l'uranium ou de retraitement du plutonium, autorisés pour des usages civils, sont particulièrement vulnérables à des détournements pour produire des armes. C'est pourquoi leur suivi est assuré par des organismes spécialisés, en premier lieu l'Agence internationale de l'énergie atomique (AIEA).

Le rôle de l'AIEA

L'**AIEA** est un organisme spécialisé des Nations Unies, fondé en 1957, chargé de promouvoir l'utilisation pacifique de l'énergie nucléaire tout en veillant à éviter toute prolifération à des fins militaires. Son rôle est crucial : elle vérifie que les **matières fissiles** comme l'uranium ou le plutonium ne soient pas détournées de leur usage déclaré.

Elle s'appuie sur plusieurs outils :

- **Surveillance et inspections** : des contrôles réguliers sont effectués dans les installations nucléaires civiles. Ils comprennent des visites sur site, des audits de la comptabilité des matières nucléaires, et l'analyse de données techniques fournies par les installations. L'ASN effectue des inspections régulières des réacteurs et des installations de retraitement du combustible pour vérifier leur conformité aux exigences de sûreté. Cela inclut la gestion des matières fissiles, des rejets radioactifs, et la prévention des risques.
- **Système de garanties** : chaque État signataire du TNP est tenu de se soumettre à un régime de garanties, incluant des technologies comme les **sceaux électroniques**, les **caméras de surveillance**, ou l'**analyse isotopique** permettant d'assurer la traçabilité des matières sensibles.
- **Accords bilatéraux** : dans certains cas, des accords renforcés sont conclus entre l'AIEA et les États afin d'intensifier les mesures de contrôle, en échange d'un appui technique au développement de leur programme civil.

En France, le contrôle des activités nucléaires repose sur plusieurs dispositifs nationaux :

- Le **PNGMDR** (Plan national de gestion des matières et déchets radioactifs) encadre la **traçabilité**, le **traitement** et le **stockage sécurisé** des matières sensibles. Il joue un rôle dans la prévention de la prolifération, notamment en garantissant que les matières comme l'**uranium-235** ou le **plutonium-239** ne puissent être utilisées

à des fins militaires. Ce plan s'inscrit dans les engagements internationaux de la France au titre du TNP.

- L'**ASNR** (anciennement ASN) est l'autorité nationale indépendante chargée de la **sûreté nucléaire et de la radioprotection**. Elle veille à ce que les installations et les activités nucléaires respectent les normes nationales et internationales de sécurité.

Ses missions incluent :

- le **contrôle des réacteurs** et des unités de retraitement du combustible ;
- la **régulation du stockage** sûr des matières fissiles et autres déchets nucléaires à long terme des matières fissiles ;
- la **prévention de la prolifération**, en collaboration étroite avec l'AIEA.

Bien que son action se concentre sur le volet civil, l'ASNR joue un rôle stratégique dans le respect des **engagements de non-prolifération** de la France. Elle peut travailler en collaboration avec le CEA et d'autres acteurs.



4. Cas contemporains de tensions liées au TNP

La situation en Ukraine, avec l'occupation de la centrale nucléaire de Zaporizhzhia par les forces russes, met en lumière plusieurs dangers cruciaux. Un des risques principaux réside dans le détournement de matières fissiles, telles que l'uranium hautement enrichi ou le plutonium, qui pourraient être utilisées pour fabriquer des armes nucléaires. Ces matières sont sensibles, et leur sécurité est essentielle pour éviter toute prolifération nucléaire.

L'occupation militaire compromet la surveillance internationale des installations, rendant difficile le respect des réglementations de l'AIEA et des autorités nationales, comme l'ASN. Cela soulève des inquiétudes quant à la protection des matières fissiles et à la possible utilisation de ces ressources à des fins militaires. En outre, un accident non maîtrisé dans une centrale occupée pourrait avoir des conséquences dramatiques pour la population locale et l'environnement, avec des risques de contamination radioactive à grande échelle, affectant des régions voisines et compromettant la santé publique pour des décennies. Ce scénario souligne la vulnérabilité des centrales nucléaires en période de conflit et l'urgence d'une coopération internationale renforcée pour garantir la sécurité de ces installations et prévenir le détournement de matériaux sensibles.

Ainsi, la situation en Ukraine met en lumière les défis de contrôle et de régulation des matières nucléaires en zone de guerre et la nécessité d'une vigilance accrue pour éviter tout risque de prolifération nucléaire et de catastrophe humanitaire.

CONCLUSION

En définitive, le Traité sur la non-prolifération des armes nucléaires (TNP) reste, malgré ses limites, un pilier central de la sécurité internationale. Depuis plus de cinquante ans, il a permis de contenir une large dissémination de l'arme nucléaire tout en offrant un cadre à l'utilisation pacifique de l'énergie atomique. Toutefois, à l'heure où les tensions géopolitiques s'exacerbent et où les arsenaux existants continuent de se moderniser, son cadre juridique et politique montre des signes d'essoufflement.

L'analyse du TNP à travers ses trois piliers (non-prolifération, désarmement, et usage pacifique) révèle un équilibre instable entre des engagements contraignants pour les uns et symboliques pour d'autres. Ce déséquilibre alimente un ressentiment croissant où le TNP est perçu comme figé dans une logique à deux vitesses. La contestation de ce cadre ne vient plus seulement des pays non-signataires, mais également de ceux qui, bien qu'engagés, remettent en question son immobilisme.

Les défis contemporains rappellent que la prolifération reste un risque tangible. Dans ce contexte, la modernisation des arsenaux, la fragilité des instruments multilatéraux et la déliquescence de la confiance internationale minent les perspectives d'un désarmement crédible.

Il est donc urgent de repenser la gouvernance nucléaire mondiale. Cela suppose :

- un renforcement des mécanismes de vérification et de contrôle, en particulier ceux de l'AIEA ;
- une intégration plus effective des pays non-signataires dans un dialogue global sur la sécurité collective ;
- une meilleure articulation entre les outils juridiques existants (TNP, TICEN, TIAN) et les réalités stratégiques actuelles ;
- un soutien à la science et à la coopération technologique pour garantir la transparence et l'équilibre des capacités civiles.

Comme le rappelait Mohamed ElBaradei, "tant que des États conserveront des armes nucléaires, d'autres voudront en acquérir". Sortir de cette logique suppose de faire émerger un nouveau consensus international, où la délégitimation de l'arme nucléaire ne soit plus seulement morale, mais aussi politique et opérationnelle.

Le TNP, imparfait mais indispensable, devra évoluer vers un cadre plus inclusif, transparent et adapté aux enjeux de demain. C'est à ce prix que la paix durable, au-delà de la simple dissuasion, pourra s'imposer comme horizon réaliste de la gouvernance mondiale.

GLOSSAIRE

- **TNP** : *Traité sur la Non-Prolifération des armes nucléaires. Traité international visant à empêcher la prolifération des armes nucléaires, à promouvoir leur désarmement et à encadrer l'usage pacifique de l'énergie nucléaire.*
- **TICEN** : *Traité d'Interdiction complète des Essais Nucléaires. Traité interdisant tout essai nucléaire, adopté en 1996 mais non encore entré en vigueur faute de ratifications clés.*
- **TIAN** : *Traité sur l'Interdiction des Armes Nucléaires. Traité onusien de 2017 interdisant totalement les armes nucléaires, adopté sans l'adhésion des puissances nucléaires.*
- **AIEA** : *Agence Internationale de l'Energie Atomique. Agence des Nations Unies chargée de contrôler l'usage pacifique du nucléaire et de prévenir la prolifération militaire.*
- **JCPOA** : *Joint Comprehensive Plan Of Action. Accord international signé en 2015 visant à encadrer le programme nucléaire iranien en échange d'une levée progressive des sanctions économiques.*
- **START** : *Strategic Arms Reduction Treaty. Traité bilatéral signé en 1991 entre les États-Unis et l'URSS pour réduire leurs arsenaux d'armes nucléaires stratégiques.*
- **New START** : *Accord de 2010 entre les États-Unis et la Russie prolongeant et actualisant le traité START, limitant le nombre d'ogives et de vecteurs nucléaires déployés.*
- **ASNR** : *Autorité de Sûreté Nucléaire et de Radioprotection. Autorité française indépendante chargée de la sûreté nucléaire et de la radioprotection, responsable du contrôle des installations et du respect des engagements de non-prolifération.*
- **PNGMDR** : *Plan National de Gestion des Matières et Déchets Radioactifs. Plan national encadrant la gestion, la traçabilité et le stockage des matières et déchets radioactifs en France, dans une logique de sûreté et de non-prolifération.*

BIBLIOGRAPHIE

- <https://le-cartographe.net/dossiers-carto-91/monde/278-arme-nucleaire>
- https://www.sciencesetavenir.fr/sciences/fabriquer-une-arme-nucleaire-des-mines-d-uranium-a-la-miniaturisation_118762
- <https://www.futura-sciences.com/sciences/questions-reponses/physique-bombe-h-fonctionne-bombe-hydrogene-6395/>
- <https://ahf.nuclearmuseum.org/ahf/history/science-behind-atom-bomb/>
- https://ee.stanford.edu/~hellman/sts152_02/handout02.pdf
- <https://www.asn.fr/information/dossiers-pedagogiques/la-gestion-des-dechets-radioactifs>
- <https://www.cea.fr/comprendre/Pages/energies/nucleaire/essentiel-sur-cycle-du-combustible-nucleaire.aspx>
- <https://www.iter.org/fr/machine/systemes-annexes/cycle-combustible>
- <https://www.diplomatie.gouv.fr/fr/politique-etrangere-de-la-france/securite-desarmement-et-non-proliferation/desarmement-et-non-proliferation/traite-sur-la-non-proliferation-des-armes-nucleaires-62963/>

