

Avec l'atome « pacifique » tout le monde aura bientôt sa bombe A

Il faut en finir avec la distinction fallacieuse entre « atome militaire » et « atome civil » : demain n'importe quel pays, Monaco ou l'Ouganda, pourra produire des bombes A s'il possède un simple réacteur de recherche, à plus forte raison un réacteur civil. L'Inde et Israël en sont la preuve. Et les grandes puissances ferment l'œil... et font des bénéfices...

■ Au rythme du développement actuel des programmes d'énergie nucléaire dans le monde, il y aura en 1980, suffisamment de plutonium pour produire dans les pays non encore nucléarisés aujourd'hui, 50 bombes A par semaine, d'une puissance de 20 kt. Il ne serait pas bon, alors, de compter parmi ses ennemis un pays comme celui de M. Amin Dada, par exemple. Telles sont les constatations pessimistes d'une étude réalisée par Franck Barnaby, directeur du Stockholm Peace Research Institute (1).

Ce très sérieux problème de la prolifération nucléaire, est en France tout au moins, recouvert d'un voile pudique : il est commercialement « inopportun ». Le silence qui le masque repose sur une équivoque : une différence fondamentale — et théorique — entre programme nucléaire civil et programme militaire. Mais cette distinction, qui fut peut-être valable lors des premières années de l'ère nucléaire, aux USA et en URSS, est désormais spéieuse.

Car il y a un lien direct entre la prolifération des armes nucléaires et la « vulgarisation » de l'énergie nucléaire à des fins « pacifiques », contrairement à ce que prétendent les instances énergétiques techniques et politiques de notre pays, qui cherchent surtout à exporter une technologie nucléaire dans des pays en voie de dé-

veloppement, (Iran, Lybie, Koweït, Arabie Saoudite, Chine), à des fins économiques.

Exemple : l'Inde, qui a fait exploser en mai 74, une bombe A mise au point dans le cadre d'un programme nucléaire entièrement « civil ». Il lui avait suffi d'acheter au Canada des réacteurs CANDU de puissance, producteurs d'énergie électrique, utiles à la prospérité pacifique, mais également producteurs d'une cendre précieuse pour les militaires : le Plutonium. C'est par ce protocole sournois que passent aujourd'hui les pays qui veulent s'armer.

Jadis, avant de posséder l'arme nucléaire, un pays (la France, l'Angleterre ou la Chine) déclarait officiellement qu'il travaillait à un programme militaire destiné à lui apporter la suprématie. Maintenant, pour posséder l'arme nucléaire, un pays n'a plus qu'à annoncer le démarrage d'un grand programme d'utilisation pacifique de l'énergie nucléaire : centrales de puissance et, éventuellement, mise au point d'explosifs nucléaires destinés aux grands travaux.

Le tour de passe-passe étant un peu trop simple, des systèmes de contrôle et de comptabilité des matériaux fissiles ont été instaurés. Un traité international a été rédigé : celui de

(1) *The Nuclear Age*. Sipri, 1975.

Non-Prolifération (TNP), qui dicte les règles et les obligations envers les autres pays des Etats nucléaires possédant ou non des armements nucléaires. L'Agence Internationale de l'Energie Atomique de Vienne est chargée de l'application de ce traité.

Le but de l'Agence, d'après ses propres statuts est de « hâter et d'accroître la contribution de l'énergie atomique à la santé, et à la prospérité dans le monde ». Dans une brochure sur les garanties que son action peut offrir, elle se rend bien compte de la difficulté, sinon de l'impossibilité de sa tâche : « empêcher l'emploi d'armes atomiques et thermonucléaires de destruction est un problème d'une telle ampleur, que l'Homme l'a considéré comme l'un des objectifs primordiaux... »

Il n'y a pas une solution unique au problème de l'armement nucléaire ; un contrôle technologique, en l'absence d'un authentique engagement politique, est de toute évidence insuffisant. La volonté politique et la coopération sont également insuffisantes sans un effort correspondant sur le plan technologique. »

La crise de l'énergie a eu pour principal effet de provoquer, tant chez les nations industrialisées que dans un certain nombre de pays en voie de développement, une accélération des programmes nucléaires civils pour pallier une pénurie actuelle ou éventuelle de combustibles fossiles. L'objectif est d'obtenir par ce moyen une énergie qui soit le meilleur marché possible. En 1975, 20 pays possèdent 221 centrales électro-nucléaires totalisant une puissance de 100 500 MWe. En 1980, le nombre des pays sera passé à 28, qui totaliseront 405 réacteurs représentant 270 000 MWe.

En l'an 2000, la consommation d'énergie du monde devrait être 15 fois plus importante qu'actuellement. La consommation d'énergie par tête devrait être de l'ordre de 3 tec par an. On conçoit donc parfaitement qu'à tort ou à raison, les hommes politiques aidés par les technocrates et les bureaucrates planificateurs, n'aient vu d'autre alternative que le nucléaire pour fournir d'ici à l'an 2000 une énergie électrique de moindre coût.

La production d'électricité peu coûteuse (ce qui reste à démontrer) n'est pas l'unique raison qui puisse inciter un pays non-industrialisé à vouloir se doter du nucléaire. Des explosifs nucléaires, fruits du programme nucléaire civil, peuvent en effet être utilisés pour la réalisation, à peu de frais, de grands travaux d'aménagement : percements de canaux, levées de barrages, aménagements de cavités de stockage ou de récupération de pétrole ou de gaz naturel, par exemple.

Car les explosifs nucléaires présentent sur les explosifs chimiques habituels un avantage énorme de coût et de dimension quant à leur mise en œuvre. Un explosif nucléaire de 25 kt peut être disposé dans un puits d'un mètre de diamètre, alors qu'un explosif conventionnel de TNT de puissance équivalente demanderait une cavité

sphérique de 30 m de diamètre. Le coût de l'explosif nucléaire, selon les estimations américaines actuelles, ne revient qu'à 350 000 \$ au lieu de plusieurs millions de dollars pour le TNT. Actuellement, les USA ont déjà réalisé près d'une cinquantaine d'explosions nucléaires souterraines à des fins pacifiques dans le cadre du programme Plowshare. Les Soviétiques en ont effectué une quarantaine. Que ce soit possible, il n'y a plus de doute.

L'Inde a retenu la leçon. Elle a pris ce paravent de l'explosif nucléaire à buts pacifiques, pour réaliser un dispositif capable d'être tout aussi bien utilisé à des fins militaires.

Fin 1974, sur les 152 nations de notre globe, 19 seulement (Argentine, Belgique, Bulgarie, Canada, Tchécoslovaquie, France, RFA, RDA, Inde, Italie, Japon, Pays-Bas, Espagne, Suède, Pakistan, URSS, G.-B., USA) possédaient 184 réacteurs nucléaires d'une puissance globale de 72 800 MWe. A l'exception des Pays-Bas et du Pakistan, tous ces pays avaient de nouvelles centrales nucléaires en construction. Six autres nouvelles nations (Autriche, Brésil, Finlande, Corée du Sud, Taïwan, Yougoslavie) avaient des réacteurs de puissance en construction. Douze autres nations (Australie, Danemark, Egypte, Hongrie, Iran, Israël, Mexique, Philippines, Pologne, Afrique du Sud, Thaïlande et Roumanie), sans oublier certains pays arabes (Koweït, Arabie Saoudite, Lybie, Algérie. Turquie) ont déclaré avoir l'intention de se doter de programmes nucléaires pour avoir de l'énergie ou pour faire des bombes A (Lybie. Turquie). Si tout se passe comme prévu, la capacité nucléaire installée en 1980, dans 28 pays, devrait être de 270 000 MWe, soit 15 fois celle de 1970. Et d'ici à l'an 2000, l'étude de Stockholm montre que l'on assistera à un ralentissement du taux de croissance des centrales nucléaires dans les pays industrialisés, taux qui deviendrait par contre plus important dans les pays en voie de développement.

Ce développement et cette vulgarisation de l'énergie nucléaire à des fins pacifiques, constituerait une option intéressante si son utilisation constituait d'abord une réponse véritable à la crise de l'énergie et n'étaient assortis d'un ensemble de désagréments⁽²⁾ dont le plus important et non le moindre est la production de plutonium. Le plutonium est la matière première à partir de laquelle on peut faire des bombes A. Théoriquement, 4 à 9 kg suffisent pour une bombe.

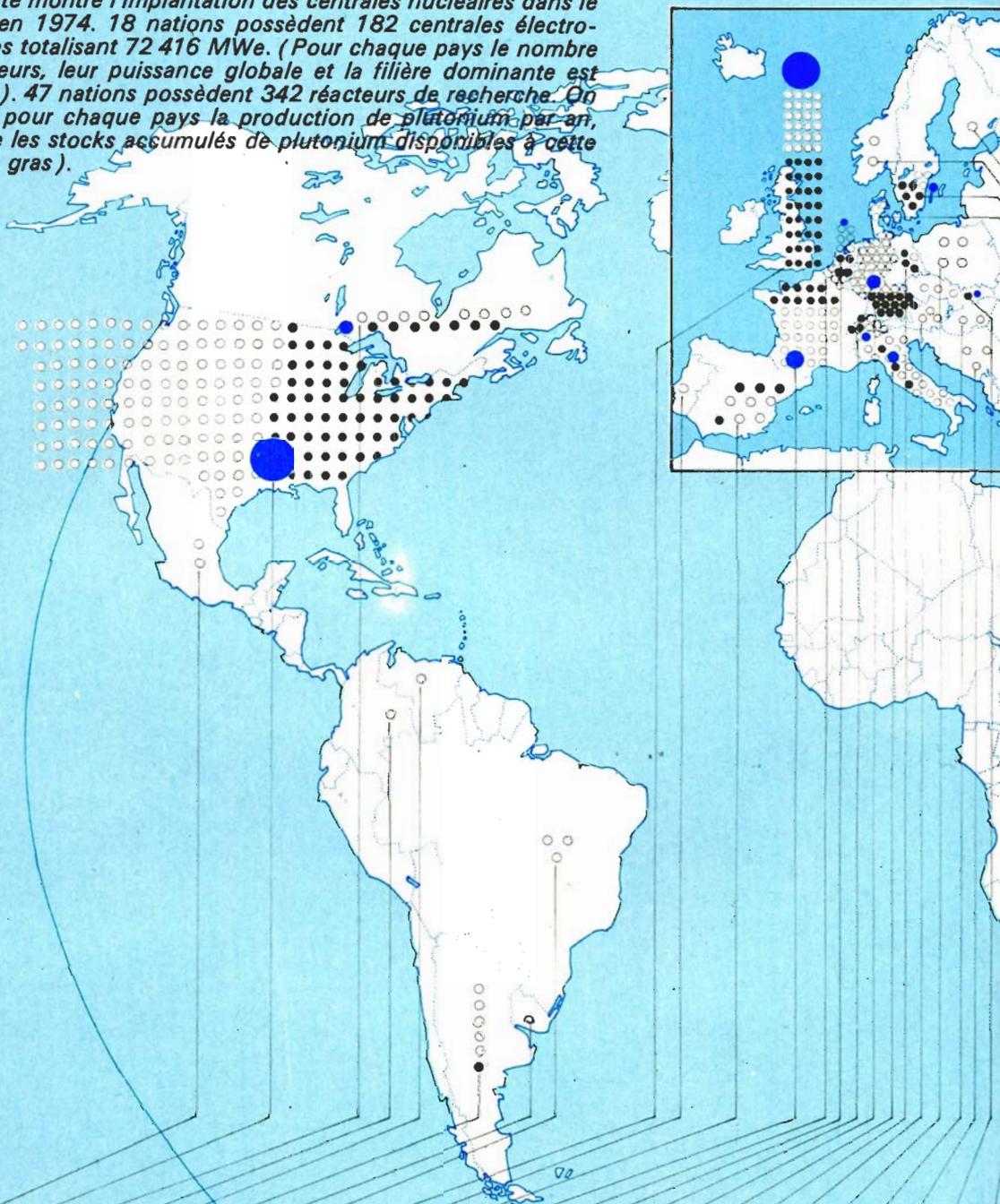
Là réside tout le problème de la prolifération nucléaire. Tous les réacteurs civils, sans exception, produisent plus ou moins de plutonium selon la filière.

En effet, le plutonium est produit dans les réacteurs qui contiennent de l'uranium 238 (isotope le plus abondant de l'uranium naturel). Les neutrons produits lors des processus de fission sont capturés par l'uranium 238 qui, de ce fait,

(2) Voir *Science & Vie* nos 679, 680, 681, 682, 685, 687, 688, 690, 691, 692, 693.

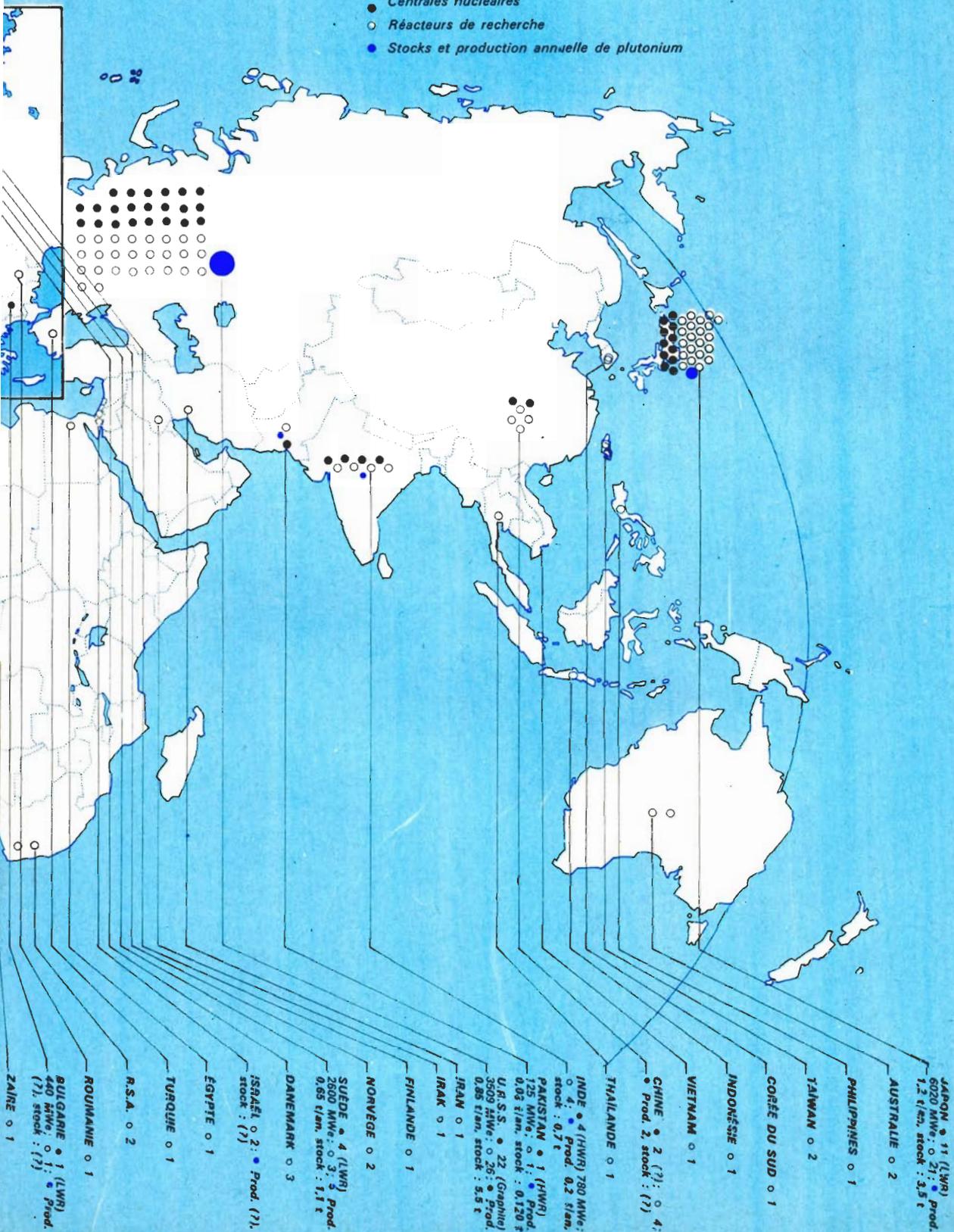
25 TONNES DE PLUTONIUM EN 1974

Cette carte montre l'implantation des centrales nucléaires dans le monde, en 1974. 18 nations possèdent 182 centrales électro-nucléaires totalisant 72 416 MWe. (Pour chaque pays le nombre de réacteurs, leur puissance globale et la filière dominante est indiquée). 47 nations possèdent 342 réacteurs de recherche. On trouvera pour chaque pays la production de plutonium par an, ainsi que les stocks accumulés de plutonium disponibles à cette date (en gras).



- GRÈCE ◦ 1
- TCHÉCOSLOVAQUIE ● 1 (LWR) ● 1 (HW) ● 3 (GWR) ● 0,025 t/an, stock : 0,075 t
- YOUgosLAVIE ◦ 3
- HONGRIE ◦ 2
- POLOGNE ◦ 4
- AUTRICHE ◦ 3
 - R.D.A. ● 2 (LWR)
 - 430 MWe. ◦ 1. ◦ Prod. 0,1 t/an, stock : 0,6 t
- ITALIE ● 3 (LWR) Prod. 612 MWe. ◦ 16. 2 t
- R.F.A. ● 10 (LWR) 4000 MWe. ◦ 33. ◦ Prod. 1 t/an, stock : 3,5 t
- SUISSE ● 3 (LWR) 1000 MWe. ◦ 6. ◦ Prod. 0,25 t/an, stock : 1,3 t
- PAYS-BAS ● 2 (LWR) 591 MWe. ◦ 6. ◦ Prod. 0,13 t/an, stock : 0,3 t
- BELGIQUE ● 2 (LWR) 40 MWe. ◦ 5. ◦ Prod. (1), stock : (1)
- FRANCE ● 10 (Graphite, LWR) 2872 MWe. ◦ 23. ◦ Prod. 0,7 t/an, stock : 4,5 t
- ESPAGNE ● 3 (LWR) 1078 MWe. ◦ 5. ◦ Prod. 0,25 t/an, stock : 1 t
- PORTUGAL ◦ 1
- G.-B. ● 31 (Graphite) 5790 MWe. ◦ 24. ◦ Prod. 2 t/an, stock : 18 t
- BRÉSIL ◦ 3
- URUGUAY ◦ 1
- ARGENTINE ● 1 (HWR) 320 MWe. ◦ 5. ◦ Prod. (1), stock : (1)
- VÉNÉZUELA ◦ 1
- COLOMBIE ◦ 1
- CANADA ● 7 (HWR) 2310 MWe. ◦ 8. ◦ Prod. 0,7 t/an, stock : 3 t
- U.S.A. ● 61 (Graphite) 40410 MWe. ◦ 117. ◦ Prod. 10 t/an, stocks : 30 t
- MEXIQUE ● 1 (1977) (LWR) : ◦ 2

- Centrales nucléaires
- Réacteurs de recherche
- Stocks et production annuelle de plutonium

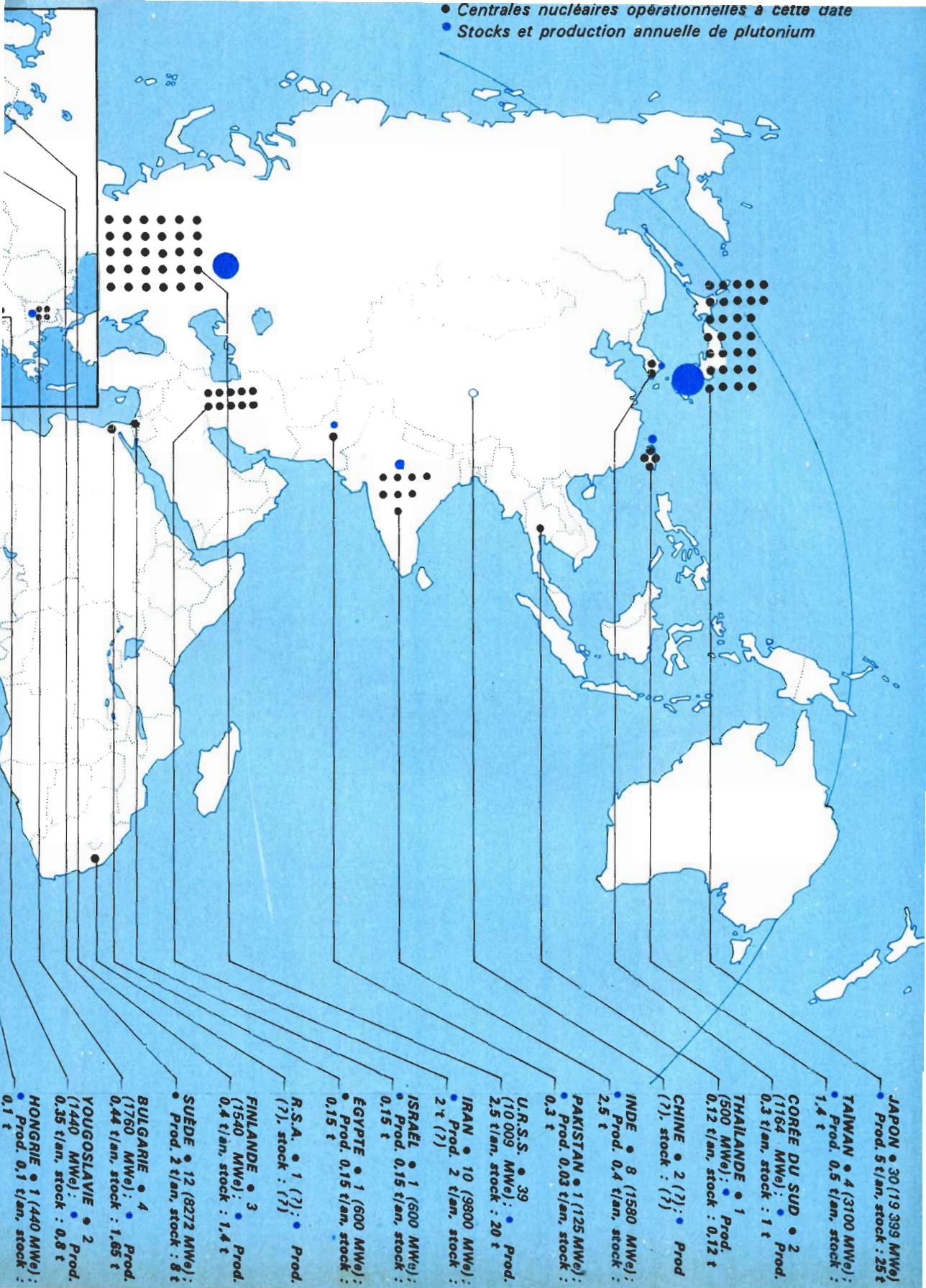


350 TONNES DE PLUTONIUM EN 1980

Par rapport à 1974, 8 nouveaux pays auront accédé, en 1980 à la technologie nucléaire. Il y aura donc à cette date, 26 nations disposant de 401 centrales électronucléaires représentant une capacité globale de 262 895 MWe. Cette année-là, les centrales nucléaires produiront 80 tonnes de plutonium, qui s'ajouteront aux 270 tonnes de plutonium accumulées dans le monde. On trouve, pour chaque pays le nombre de réacteurs de puissance, la capacité globale en MWe, la production annuelle correspondante et les stocks de plutonium (en gras).

TCHÉCOSLOVAQUIE ● 5 (1766 MWe) : ● Prod. 0,44 t/an, stock : 1,2 t
AUTRICHE ● 1 (692 MWe) : ● Prod. 0,17 t/an, stock : 0,85 t
ITALIE ● 7 (3396 MWe) : ● Prod. 0,9 t/an, stock : 5 t
R.D.A. ● 3 (800 MWe) : ● Prod. 0,2 t/an, stock : 1,1 t
R.F.A. ● 32 (21 768 MWe) : ● Prod. 5 t/an, stock : 24 t
SUISSE ● 8 (5686 MWe) : ● Prod. 1,4 t/an, stock : 5 t
PAYS-BAS ● 2 (531 MWe) : ● Prod. 0,13 t/an, stock : 1 t
BELGIQUE ● 4 (1660 MWe) : ● Prod. 0,4 t/an, stock : 2,5 t
FRANCE ● 23 (15 172 MWe) : ● Prod. 4 t/an, stock : 18 t
ESPAGNE ● 11 (8553 MWe) : ● Prod. 2,2 t/an, stock : 8 t
G.-B. ● 40 (1754 MWe) : ● Prod. 3 t/an, stock : 29 t
BRÉSIL ● 1 (600 MWe) : ● Prod. 0,15 t/an, stock : 0,75 t
ARGENTINE ● 2 (919 MWe) : ● Prod. 0,27 t/an, stock : 1 t
CANADA ● 12 (6120 MWe) : ● Prod. 2 t/an, stock : 12 t
U.S.A. ● 157 (137 90 MWe) : ● Prod. 35 t/an, stock : 160 t
MEXIQUE ● 2 (1308 MWe) : ● Prod. 0,35 t/an, stock : 1,1 t

● Centrales nucléaires opérationnelles à cette date
 ● Stocks et production annuelle de plutonium



JAPON ● 30 (19 399 MWe)
 ● Prod. 5 t/an, stock : 25 t

TAIWAN ● 4 (3100 MWe)
 ● Prod. 0,5 t/an, stock : 1,4 t

CORÉE DU SUD ● 2
 (1164 MWe) : ● Prod.
 0,3 t/an, stock : 1 t

THAÏLANDE ● 1
 (500 MWe) : ● Prod.
 0,12 t/an, stock : 0,12 t

CHINE ● 2 (?) : ● Prod
 (?), stock : (?)

INDE ● 8 (1580 MWe)
 ● Prod. 0,4 t/an, stock :
 2,5 t

PAKISTAN ● 1 (125 MWe)
 ● Prod. 0,03 t/an, stock :
 0,3 t

U.R.S.S. ● 39
 (10 009 MWe) : ● Prod.
 2,5 t/an, stock : 20 t

IRAN ● 10 (9800 MWe)
 ● Prod. 2 t/an, stock :
 2 t (?)

ISRAËL ● 1 (600 MWe)
 ● Prod. 0,15 t/an, stock :
 0,15 t

EGYPTE ● 1 (600 MWe)
 ● Prod. 0,15 t/an, stock :
 0,15 t

R.S.A. ● 1 (?) : ● Prod.
 (?), stock : (?)

FINLANDE ● 3
 (1540 MWe) : ● Prod.
 0,4 t/an, stock : 1,4 t

SUÈDE ● 12 (8272 MWe)
 ● Prod. 2 t/an, stock : 8 t

BULGARIE ● 4
 (1760 MWe) : ● Prod.
 0,44 t/an, stock : 1,65 t

YOUgosLAVIE ● 2
 (1440 MWe) : ● Prod.
 0,35 t/an, stock : 0,8 t

HONGRIE ● 1 (440 MWe)
 ● Prod. 0,1 t/an, stock :
 0,1 t

se transforme en uranium 239. Cet isotope d'U-239 se transforme spontanément en un peu moins de deux jours en plutonium 239 qui, lui, a une période de 24 000 ans. Il peut arriver que des noyaux de Pu 239, capturent des neutrons et se transforment en Pu 240. Le Pu 240 n'est pas facilement fissionable et a plutôt tendance à se transformer en Pu 241, en capturant un neutron. Cependant, certains noyaux de Pu 240 possèdent l'avantage de fissionner spontanément en émettant au cours de ce processus suffisamment de neutrons pour provoquer une réaction en chaîne. De ce fait, il présente l'avantage (militaire) de démarrer aisément une réaction en chaîne au cœur d'une bombe A à fission, avant même que le matériau fissionable n'ait atteint sa masse critique, ce qui est difficile à réaliser.

Il n'y a que 10 à 20 % de Pu 240 dans le Pu total (et donc 90 à 80 % de Pu 239) dans les réacteurs américains lorsque le combustible irradié est retiré pour être retraité au bout de 3 à 4 ans. Cette concentration est néanmoins suffisante pour rendre le Pu 240 produit intéressant au point de vue militaire.

De plus, le Pu 239 et le Pu 240, en se désintégrant spontanément, émettent un rayonnement alpha que l'on peut arrêter facilement, et l'émission de neutrons par le Pu 240 est trop rare pour être considérée comme un danger réel, à moins qu'elle ne soit absorbée par les poumons ; il ressort de tout cela que des kilos de plutonium peuvent être manipulés sans danger radiologique particulier, à condition qu'ils soient protégés dans des boîtes parfaitement étanches pour en éviter l'absorption dans les poumons. Si l'on considère le poids qu'il faut pour tuer un homme à la suite de cancer du poumon, le Pu 239 est 20 000 fois plus toxique que le venin de cobra. D'ailleurs, même s'il n'est pas utilisé pour réaliser un explosif nucléaire, le plutonium peut l'être comme arme chimique efficace. Un gramme de plutonium est mortel dans une zone de 500 m² et contamine une aire de 50 000 m².

L'utilisation optimale du plutonium pour faire une bombe est sous forme de métal pur. Dans ce cas, la masse critique est de l'ordre de 4 kg enveloppée dans une sphère de béryllium servant de réflecteur à neutrons. Lorsque le métal n'est pas pur, mais est constitué d'un mélange de Pu 239, Pu 240 et Pu 241 (typique de ce que l'on retire des réacteurs nucléaires de puissance) la masse critique est de l'ordre de 8 kg, à l'intérieur d'une sphère de cuivre ou d'acier réfléchissant les neutrons.

Le plutonium peut être également utilisé pour faire des bombes sous forme d'oxyde (Pu O₂) qui sert justement de fuel pour certains types de réacteurs.

Un réacteur de 500 MWe produit 120 kg de plutonium par an, ce qui est théoriquement suffisant pour faire 12 bombes A de 20 kt du type d'Hiroshima. Mais certains types de réacteurs produisent plus de plutonium que d'autres : pour une production de 100 MWe un réacteur à eau légère (LVR) produira 360 kg de pluto-

niun, un réacteur à haute température (HTGR) presque rien et un surrégénérateur (LMFBR), 1 500 kg de plutonium par an !

Sans rentrer dans les détails techniques disons que l'on peut également « piloter » un réacteur de puissance pour qu'il fournisse plus de plutonium qu'il ne le ferait normalement en ne produisant que de l'électricité. Et nous ne parlons ici que des réacteurs de puissance. Car les petits réacteurs de recherche (on considère comme réacteur de recherche tout réacteur d'une puissance inférieure à 20 MWe) peuvent également être « conduits » pour produire principalement du plutonium plus ou moins pur. C'est ainsi qu'Israël, qui n'a pas encore de réacteurs de puissance, a produit ces dernières années du plutonium en quantité suffisante pour faire au moins plusieurs bombes. Or, en 1974, 47 pays possédaient 352 réacteurs de recherche.

Il est également à prévoir que la dissémination nucléaire va changer de grandeur à partir de 1980, quand seront mis en service des surrégénérateurs commerciaux, dans 6 pays au moins, ce qui va accroître encore le danger nucléaire. On sait que les surrégénérateurs utilisent comme fuel du plutonium d'un type directement utilisable pour des bombes. Il faut environ 3 tonnes de plutonium pour alimenter un surrégénérateur d'1 GWe. Si des mesures de comptabilité très précises du combustible ne sont pas prises, il est parfaitement concevable que l'on puisse détourner les kilos de plutonium nécessaires à faire une bombe.

Et ces surrégénérateurs, outre qu'ils brûlent comme combustible du plutonium d'une qualité comparable à celle qui sert à faire les bombes sont eux-mêmes de véritables bombes en puissance comme le soulignent les physiciens dans une note du groupe d'Orsay : « L'explication de la possibilité pour un réacteur à neutrons rapides, c'est-à-dire un surrégénérateur, d'exploser comme une bombe atomique, est donnée en se rapportant à un traité de physique neutronique datant de 1962.

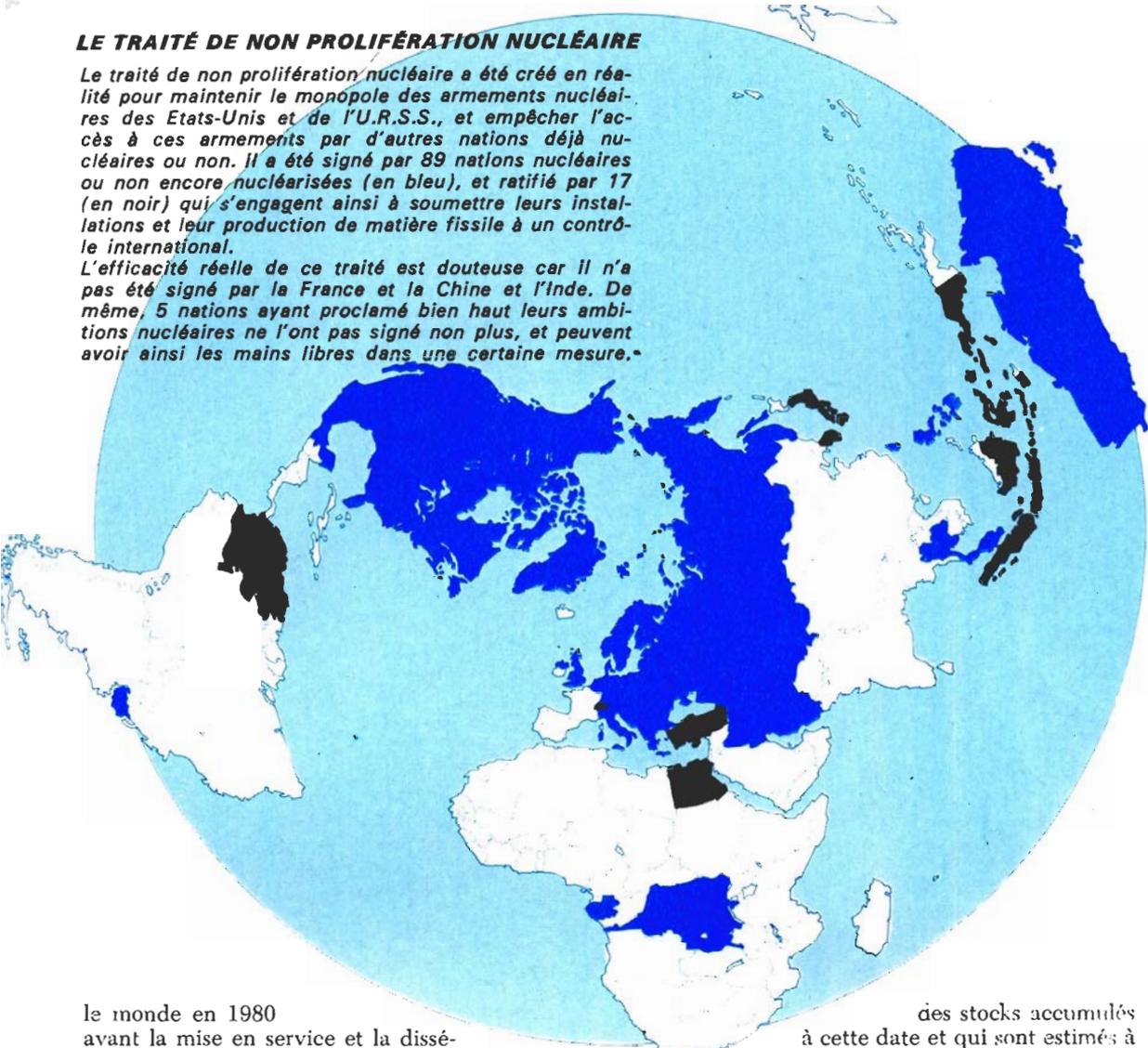
Tant que le coefficient de multiplication, c'est-à-dire le rapport du nombre de neutrons d'une génération au nombre de neutrons de la génération précédente, est voisin de 1, la réaction en chaîne est gouvernée par les neutrons retardés et reste facilement contrôlable. Mais, dès que ce coefficient dépasse un seuil critique, le temps de doublement de la puissance produite devient pratiquement proportionnel au « temps de vie » des neutrons, qui dans les surrégénérateurs, est de l'ordre de 10⁻⁷ secondes, assez proche du temps de vie des neutrons dans une bombe atomique de l'ordre de 10⁻⁹ secondes. Dès que le seuil critique est franchi, la puissance produite peut doubler en 10⁻⁴ secondes, (et donc être multipliée par 1 000 en 10⁻³ secondes) contre 0,1 à 1 seconde pour les réacteurs classiques. Les surrégénérateurs peuvent donc exploser comme une bombe atomique avec un mauvais rendement. »

Quelle sera la production de plutonium dans

LE TRAITÉ DE NON PROLIFÉRATION NUCLÉAIRE

Le traité de non prolifération nucléaire a été créé en réalité pour maintenir le monopole des armements nucléaires des Etats-Unis et de l'U.R.S.S., et empêcher l'accès à ces armements par d'autres nations déjà nucléaires ou non. Il a été signé par 89 nations nucléaires ou non encore nucléarisées (en bleu), et ratifié par 17 (en noir) qui s'engagent ainsi à soumettre leurs installations et leur production de matière fissile à un contrôle international.

L'efficacité réelle de ce traité est douteuse car il n'a pas été signé par la France et la Chine et l'Inde. De même, 5 nations ayant proclamé bien haut leurs ambitions nucléaires ne l'ont pas signé non plus, et peuvent avoir ainsi les mains libres dans une certaine mesure.



le monde en 1980 avant la mise en service et la dissémination dans le monde des surrégénérateurs ?

Le rapport de Stockholm a tenté une évaluation approximative en se fondant au départ sur des réacteurs utilisant de l'uranium enrichi de 1,5 à 3 %. Dans ces réacteurs, un atome de Pu 239 est produit lorsque deux atomes d'U-235 sont détruits. On dit alors que le taux de conversion est de 0,5. En admettant un taux de conversion de 0,35 pour l'ensemble des centrales du monde, avec un rendement moyen de 30 % dans la conversion du mégawatt nucléaire en mégawatt électrique, 2,97 g d'U-236 sont détruits et 1,04 g de Pu-239 sont produits lorsqu'un MW d'électricité est fourni par jour. Comme les centrales nucléaires fonctionnent en moyenne à 70 % de leur capacité, le mégawatt nucléaire produira 225 MW électriques par jour. Chaque MW nucléaire sera accompagné annuellement de la production de 265 g de Pu 239. Comme la puissance électrique des centrales sera en 1980 de l'ordre de 300 GWe, il y aura 300×265 soit 80 tonnes de Pu 239 produits dans le monde, cette année-là. (Et l'on ne tient pas compte ici

des stocks accumulés à cette date et qui sont estimés à 280 t de plutonium. Il y en a actuellement 25 t.)

Après un retraitement convenable, ce plutonium sera disponible trois ans après. Le tiers sera produit par des pays non encore nucléarisés et qui auront ainsi en théorie de quoi faire 50 bombes de 20 kt par semaine.

Nous ne venons d'évoquer ici que le problème de la pollution directe du plutonium par la prolifération des réacteurs de puissance.

Il peut exister un autre type de prolifération présentant un danger bien plus menaçant encore et concernant, cette fois, l'un des maillons essentiels de la fabrication des bombes thermonucléaires (bombes H). Il s'agit des procédés permettant d'obtenir de l'uranium enrichi et monopolisés, jusqu'ici, par les grandes puissances nucléaires.

On sait en effet, que du fait de leur coût de construction et d'exploitation, et de leur complexité technologique, il n'existe à l'heure actuelle que sept usines d'enrichissement de l'uranium principalement fondées sur le procédé de la diffusion gazeuse. De ce fait, pour alimenter les

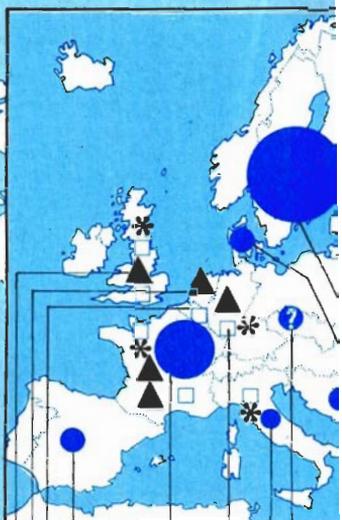
(Suite du texte page 90)

LE CYCLE DU COMBUSTIBLE NUCLÉAIRE

Peu de pays possèdent tous les éléments indispensables à la maîtrise complète du cycle du combustible nucléaire (ressources en uranium naturel, usines de séparation isotopiques, usines de retraitement, surrégénérateurs), leur permettant une réelle autonomie. De ce fait, une coopération internationale

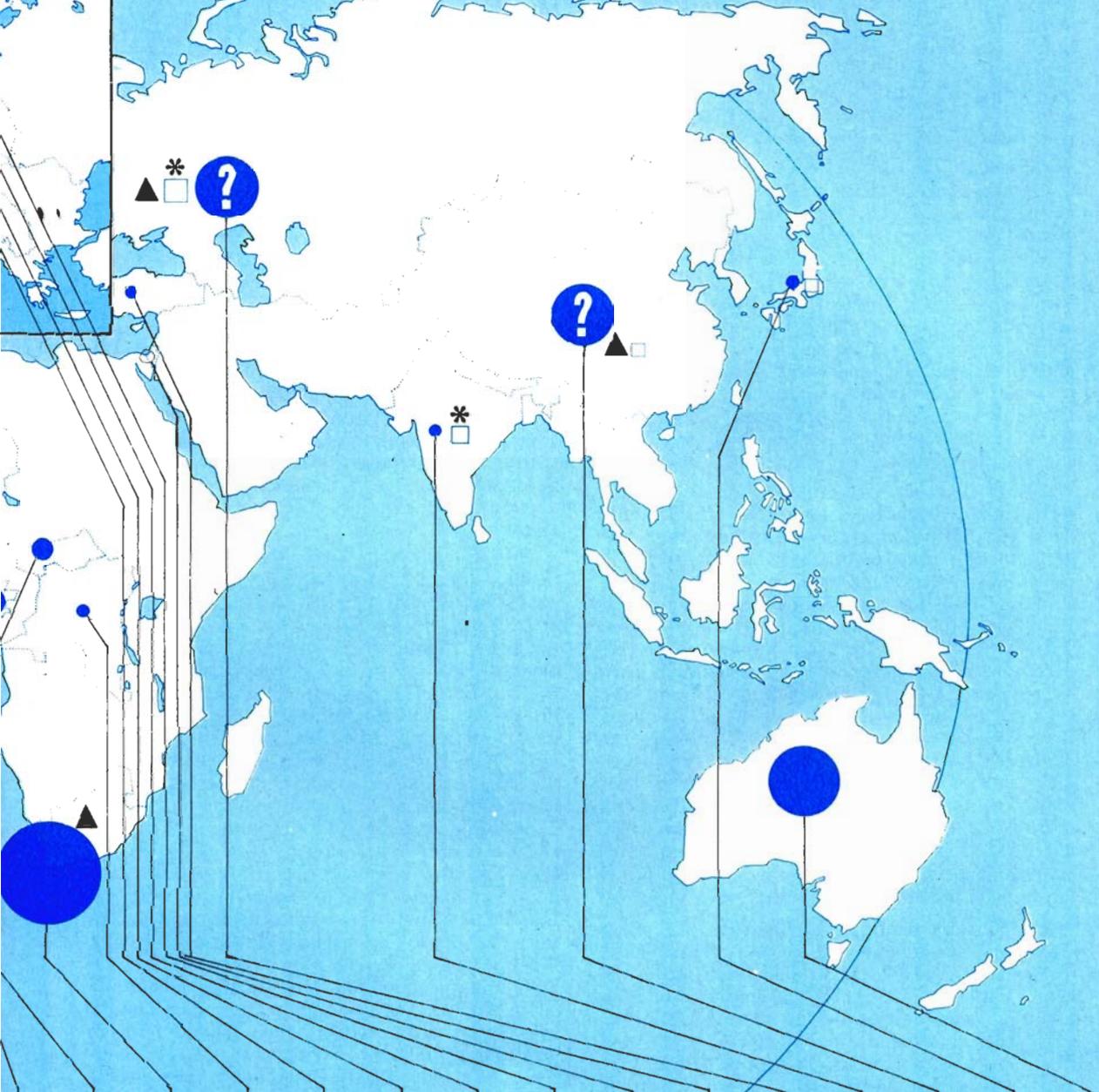
est nécessaire entraînant outre la circulation de combustibles nucléaires sous diverses formes, une possibilité de contrôle des nations les plus favorisées sur les nations les moins favorisées. Cependant, certains pays possédant déjà l'un ou l'autre élément du cycle du combustible nucléaire, ne manqueront pas de vouloir en acquérir d'autres éléments pour parvenir à une certaine autonomie rendant ainsi le contrôle international moins aisé.

Pour chaque pays figurent, s'il y a lieu, le nombre et la capacité des usines d'enrichissement de l'uranium naturel, le nombre et la puissance des surrégénérateurs opérationnels, en construction ou prévus, le nombre et la capacité des usines de retraitement du combustible irradié, les ressources en uranium naturel (aux environs de 10 \$ la livre) ainsi que la production annuelle du minerai.



- ARGENTINE** • 54 000 t. Prod. (1975) 165 t
- CANADA** ▲ 1 prévue: 716 000 t. Prod. (1976) 6500 t
- MEXIQUE** • 1900 t. Prod. (1975) 225 t
- U.S.A.** ▲ 3 (3,5 millions d'UTS + 22 millions en 1980); □ 2 (500 t/jour); * 3 (Recherche + 18,5 MWe + 60 MWe); 2 en construction; 2400 MWe; 870 000 t. Prod. (1975) 14 600 t
- ESPAGNE** • 16 200 t. Prod. (1976) 132 t
- FRANCE** ▼ 2 (10 millions d'UTS en 1980); □ 2 (100 t/an + 1000 t/an); * 3 (Recherche + 250 MWe + 1200 MWe en 1979); 1 060 000 t. Prod. (1975) 1 800 t
- ITALIE** □ 1 (25 t/an); * 1; 5 400 t. Prod. (1975) 92 t
- R.F.A.** ▼ 2 (3 millions d'UTS - projet Urenco); □ 1 (40 t/an); * 2 (280 MWe en construction + 250 MWe prévus)
- ROYAUME-UNI** ▼ 2 (10 millions d'UTS en 1980); □ 2 (100 t/an + 1000 t/an); * 3 (Recherche + 250 MWe + 1200 MWe en 1979); 1 060 000 t. Prod. (1975) 1 800 t
- URSS** • 16 200 t. Prod. (1976) 132 t
- BEIGIQUE** □ 1 (100 t/an)
- PAYS-BAS** ▼ 2 (200 000 UTS en 1977); □ 2 (2 500 t/an, U naturel + 300 t/an U enrichi + 10 t/an U très enrichi); * 3 (25 MWe + 250 MWe + 1300 MWe)
- BRESIL** • 3 200 t. Prod. (?)
- CHINA** • 30 000 t. Prod. (1975) 1 500 t
- TCHÉCOSLOVAQUIE** (?)

- ▲ Enrichissement de l'uranium
- Retraitement des combustibles irradiés
- * Surrégénérateurs
- Ressources en uranium à 10 % la livre et production actuelle ou prévue.



AUSTRALIE ▲ 1 prévue : 207 000 t

JAPON ▲ 1 prévue : □ 1 (260 t/an) ; * 2 (recherche) + 300 MWe prévu ; ● 7 000 t. Prod. (1975) 30 t

GUINEE ▲ 1 (200 000 UTS ?) ; □ (?) ; * (?) ; ● (?)

INDE □ 2 : * 1 (30 MWe) ; ● 3 100 t + thorium

U.R.S.S. ▲ 1 (6 à 12 millions d'UTS) ; □ Ou (?) ; * 4 (3 MWe + 12 MWe + 350 MWe + 600 MWe en construction) ; ● (?)

TURQUIE ● 2 700 t

ISRAEL ▲ (Installation expérimentale à Jaser) ; ● 2. extraction d'U à partir de phosphates (220 millions de t)

FINLANDE ● 1 300 t

SUEDE ● 310 000 t. Prod. (1975) 120 t

DANEMARK ● 15 600 t (au Groenland)

YOUgosLAVIE ● 16 000 t

ZAIRE ▲ 1 prévue : ● 3 500 t

R.S.A. ▲ 1 (600 t) ; ● 298 000 t. Prod. (1975) 3 800 t

R.C.A. ● 16 000 t

GABON ● 30 000 t. Prod. (1975) 600 t

réacteurs en uranium enrichi, la plupart des pays sont dépendants de ces grandes nations. Le problème d'une nation est donc de tenter de briser ce monopole. Pour y parvenir, les petites nations peuvent s'entraider directement entre elles en tentant de s'affranchir de la tutelle des deux grands afin de se doter d'un ou plusieurs éléments du cycle du combustible nucléaire. Ainsi l'Inde s'est fait livrer des réacteurs canadiens, ce qui lui a permis de faire sa bombe. Maintenant elle aide les Argentins. L'Allemagne va aider le Brésil à se doter d'une usine de séparation isotopique et de réacteurs.

Du fait de la crise de l'énergie et de l'accélération des programmes nucléaires dans les pays industrialisés, plusieurs pays ont décidé d'augmenter leur capacité d'enrichissement, d'ici à 1980. C'est ainsi que de nouvelles usines de séparateurs isotopiques vont être construites en Europe (Eurodif, Urenco) aux Etats-Unis vraisemblablement, au Japon. L'Afrique du Sud vient du reste de mettre en fonctionnement une nouvelle usine de séparation isotopique selon un nouveau procédé (séparation par tuyère). D'autres pays, comme le Brésil, l'Argentine, Israël, le Zaïre, ont annoncé s'intéresser à la construction d'usines de séparation isotopique.

Ces usines sont fort coûteuses⁽³⁾ ce qui en rend l'accès difficile. Il risque bien cependant de se produire dans ce domaine particulier une véritable révolution technologique. En effet, plusieurs laboratoires dans le monde (Institut Weizman en Israël, Laboratoires de Los Alamos, aux Etats-Unis, Institut Lebedev en URSS, Laboratoire du CEA en France) ont montré qu'il était désormais possible d'extraire l'U-235 fissile pour les réacteurs à l'aide d'installations utilisant des lasers à fréquence variable. Selon le Dr Paul Robinson, l'un des pionniers américains de cette méthode, l'U-235 serait produit en n'utilisant qu'1/100 000^e de l'énergie dépensée avec les méthodes traditionnelles pour parvenir aux mêmes résultats. Rappelons que rien qu'aux Etats-Unis les trois usines d'enrichissement consomment 6 000 MW pour fonctionner, soit 1,5 % de toute la production d'énergie du pays.

Incontestablement, la prolifération de telles méthodes d'enrichissement peu coûteuses, permettra à qui voudra, de produire de l'U-235. Or la possession d'U-235 ouvre la voie à la réalisation non plus de bombes A comme c'était le cas avec le plutonium, mais de bombes H dites thermonucléaires. Disons, brièvement, que l'U-235 dans ce cas est utilisé pour faire une bombe A à fission pour servir en quelque sorte de détonateur à un mélange deutérium/deutérium ou deutérium/tritium lui permettant de réaliser les conditions de pression et de température suffisantes pour réaliser la fusion des noyaux légers produisant l'explosion thermonucléaire.

L'exemple de l'Inde, et les appétits commerciaux montrent que techniquement la prolifé-

ration nucléaire a toutes les chances de se poursuivre. Reste alors la barrière juridique pour tenter de contrôler cette prolifération. La première tentative fut établie avec la création du Traité de Non Prolifération dont l'objectif principal et inavoué était plutôt de consolider le pouvoir technologique des six premières puissances nucléaires, plus sûr moyen d'éviter l'extension des fabrications d'armements nucléaires.

Bien entendu, ce traité qui n'est pas très juste à l'égard des nations ne possédant pas d'armes nucléaires n'empêcha en rien l'amélioration et le développement de nouvelles armes nucléaires chez les grandes nations signataires (USA, URSS et à moindre titre Angleterre).

Ainsi, au fil de ces différents articles, le traité « TNP » interdit le transfert direct ou indirect d'une arme nucléaire d'un pays à l'autre, il interdit à des pays non nucléaires d'acquérir une arme nucléaire et à des pays nucléaires, mais ne possédant pas de bombe, de fabriquer des bombes, ou des explosifs nucléaires à utilisation pacifique, même s'il permet à ces pays de produire les éléments nécessaires à la fabrication de la bombe ! Il oblige les pays ne possédant pas d'arme nucléaire à se soumettre au contrôle technique de l'Agence Internationale de l'Energie Atomique, pour qu'il n'y ait pas de diversion de matériaux nucléaires.

On saisit toutes les lacunes de ce traité auquel d'ailleurs n'ont pas adhéré de grandes nations possédant des armements nucléaires, la France et la Chine, et qui n'est pas signé par des nations qui ont clairement proclamé leurs ambitions nucléaires : Inde, Pakistan, Brésil, Argentine, Afrique du Sud. De plus, le traité de non prolifération est discriminatoire à l'égard des pays nucléaires ne possédant pas la bombe, puisqu'il les oblige à se soumettre au contrôle des pays qui la possèdent déjà, sans contrepartie évidemment. Il autorise également des nations possédant l'arme nucléaire de communiquer des explosifs nucléaires à des fins pacifiques, à des nations qui n'en possèdent pas. Il peut être dangereux même en donnant l'illusion d'une fausse sécurité. Or, nous l'avons vu, pour une nation qui veut se doter maintenant de l'arme nucléaire il n'y a matériellement plus de barrière technologique ou économique (la bombe indienne a coûté 400 000 \$, plutonium et préparation du site compris). Il ne reste plus que la barrière juridique représentée par ce traité de non prolifération et que l'on a cherché à rendre plus efficace en mai dernier à Genève.

Pour cela, il faudrait d'abord que les USA et l'URSS donnent le bon exemple et admettent le principe d'une limitation volontaire et d'un contrôle de leurs armements nucléaires. Sans quoi les nouvelles nations nucléaires ne verraient pas pourquoi elles seraient obligées de respecter tous les termes du traité.

(3) Voir *Science & Vie*, n° 682, p. 14.