



Assemblée générale

Distr.
GENERALE

A/45/568
17 octobre 1990
FRANCAIS
ORIGINAL : ANGLAIS

Quarante-cinquième session
Point 58 de l'ordre du jour

LES PROGRES SCIENTIFIQUES ET TECHNIQUES ET LEURS INCIDENCES
SUR LA SECURITE INTERNATIONALE

Rapport du Secrétaire général

TABLE DES MATIERES

	<u>Paragraphes</u>	<u>Page</u>
I. INTRODUCTION	1 - 8	2
II. TECHNOLOGIES NOUVELLES ET SECURITE INTERNATIONALE : TABLEAU D'ENSEMBLE	9 - 14	3
III. TENDANCES DE LA TECHNOLOGIE DANS CERTAINS DOMAINES	15 - 82	5
A. Technologie nucléaire	15 - 33	5
B. Technologie spatiale	34 - 47	9
C. Technologie des matériaux	48 - 58	13
D. Technologies de l'information	59 - 70	16
E. Biotechnologie	71 - 82	20
IV. CONCLUSIONS	83 - 87	22

I. INTRODUCTION

1. Le 7 décembre 1988, l'Assemblée générale a adopté la résolution 43/77 A, intitulée "Les progrès scientifiques et techniques et leurs incidences sur la sécurité internationale, dont le paragraphe 1 se lit comme suit :

"L'Assemblée générale,

...

1. Prie le Secrétaire général de suivre les progrès scientifiques et techniques, en particulier ceux susceptibles d'être utilisés à des fins militaires, et d'en évaluer les incidences sur la sécurité internationale avec l'aide, le cas échéant, d'experts qualifiés, et de lui présenter un rapport à sa quarante-cinquième session;"

2. Pour seconder le Secrétaire général dans l'application de cette disposition, une réunion consultative a été organisée au Siège de l'ONU, le 31 mai 1989. Y ont participé certains des coauteurs initiaux de la résolution 43/77 A et quelques scientifiques et spécialistes de la stratégie. Il y a été question du contexte plus général dans lequel se situe le débat actuel sur les interactions entre les problématiques de la technologie, de la stratégie et de la sécurité internationale. Il est apparu qu'il importait de faire fond, en l'élargissant, sur le consensus politique pour régler les aspects qualitatifs de la course aux armements. La réunion a également permis de cerner les grands domaines dans lesquels se situent les progrès scientifiques et techniques.

3. Dans son rapport à l'Assemblée générale, lors de sa quarante-quatrième session (A/44/487 et Add.1 et 2), le Secrétaire général a informé l'Assemblée qu'il se disposait à inviter des experts à procéder à une évaluation personnelle de leurs domaines de compétence respectifs, dans cinq grands secteurs technologiques.

4. Le 15 décembre 1989, l'Assemblée générale a adopté la résolution 44/118 A, dans laquelle elle a pris note des travaux préliminaires entrepris par le Secrétaire général et l'a prié de lui présenter un rapport lors de sa quarante-cinquième session.

5. Les experts invités ont produit une évaluation personnelle des progrès scientifiques et techniques dans les domaines du nucléaire, de l'espace, du génie des matériaux, de l'informatique et des biotechnologies.

6. Une conférence de haut niveau sur le thème des "Tendances nouvelles des sciences et des techniques : incidences sur la paix et la sécurité internationales" s'est tenue à Sendai (Japon) du 16 au 19 avril 1990. Elle a réuni des scientifiques, des spécialistes de la stratégie, des experts en désarmement et limitation des armements, des hommes politiques et des diplomates de plus de 20 pays.

7. La conférence de Sendai a traité des questions suivantes : évolution technique et sécurité mondiale; nouvelles technologies et recherche de la sécurité dans l'après-guerre froide; politique nationale et diplomatie internationale en période d'évolution technique rapide. Des groupes de travail se sont interrogés sur l'approche générale de l'évaluation technologique et des progrès techniques dans certains domaines. Les analyses auxquelles avaient procédé les experts dans cinq domaines précis ont été examinées par le groupe de travail des "Tendances de la technologie dans certains domaines", présidé par sir Ronald Mason, ancien conseiller scientifique auprès du Ministère de la défense du Royaume-Uni. On trouvera ci-dessous les conclusions de ces débats.

8. Le présent rapport répond aux résolutions 43/77 A et 44/118 A de l'Assemblée générale. Au cours du suivi de ces résolutions, le Secrétaire général a appelé l'attention des Etats Membres sur les paragraphes 2 et 3 de la résolution 43/77 A dans sa note verbale datée du 8 février 1989. Les réponses qu'il reçues figuraient dans le rapport présenté à la quarante-quatrième session de l'Assemblée générale (A/44/487 et Add.1 et 2). Dans une autre note verbale, datée du 16 février 1990, il a appelé l'attention des Etats Membres sur les paragraphes 3 et 4 de la résolution 44/118 A. Il a reçu une réponse de la République socialiste soviétique de Biélorussie, de l'Italie (au nom de la Communauté européenne), du Mexique, du Togo, de la République socialiste soviétique d'Ukraine et de l'Union des Républiques socialistes soviétiques. Le présent rapport tient compte de toutes ces réponses.

II. TECHNOLOGIES NOUVELLES ET SECURITE INTERNATIONALE : TABLEAU D'ENSEMBLE

9. Ces dernières années, certains commentateurs se sont inquiétés du fait que la technique moderne avait acquis sa propre dynamique et qu'elle évoluait plus vite que la recherche politique de la sécurité à des niveaux d'armement et de militarisation moins élevés. Mais les événements politiques de ces deux dernières années ont fait naître un souci supplémentaire : les techniques modernes n'évoluent peut-être pas dans le sens qui corroborerait le progrès politique. Ainsi, sous certains rapports, le progrès technique fait obstacle plutôt qu'il ne contribue à la quête de la sécurité internationale.

10. L'amélioration spectaculaire des relations Est-Ouest a provoqué un changement fondamental dans le champ de la sécurité internationale. L'entrée en vigueur en 1987-1988 du traité entre les Etats-Unis et l'URSS relatif à l'élimination des missiles à portée intermédiaire et à portée plus courte (dit "Traité INF")¹ a marqué la fin de toute une catégorie de systèmes d'armes nucléaires. De nouvelles perspectives se sont ouvertes pour la réduction, l'élimination et la destruction des armes nucléaires, chimiques et classiques. Dans le domaine politique, à part quelques exceptions, la tendance dominante est à substituer le dialogue au contentieux et la coopération à la rivalité. Qui est plus est, le globe dans son ensemble est sous la menace d'une panoplie sans précédent de risques non militaires qui pèsent sur la sécurité internationale, comme la dégradation du milieu, la pollution et les tensions politiques qui naissent du fossé jamais comblé entre pays industrialisés et pays en développement.

11. Dans ce nouveau champ de la sécurité internationale, les soucis qu'inspirent la nature et la direction du progrès technique se situent fondamentalement à deux niveaux. Il y a d'abord, brochant sur tout le reste, la volonté angoissée que la technique moderne vienne appuyer les tendances positives des relations internationales, au lieu de les entraver. On craint plus précisément que la mise en oeuvre des techniques nouvelles ne se traduise par une amélioration qualitative des armes nucléaires, alors même qu'on s'efforce d'en réduire le nombre, voire de les éliminer. Mises au service de la modernisation qualitative des systèmes d'armes classiques, les nouvelles techniques pourraient aussi permettre d'en accroître spectaculairement la portée, la précision et la capacité meurtrière. Les progrès techniques pourraient également déboucher sur la fabrication d'armes inspirées des principes de la physique moderne, comme les armes à faisceaux.

12. Le deuxième sujet d'inquiétude, plus philosophique, est que des pans entiers de la technologie moderne n'ont rien à voir avec les multiples problèmes urgents que le monde doit régler. Si l'on admet en général que la diffusion des techniques serait l'un des moyens de combler le fossé économique entre pays industrialisés et pays en développement, on est moins sûr que la communauté internationale soit bien à même de régler certaines retombées dangereuses de la prolifération technique. De ce point de vue, on s'inquiète surtout de la fabrication et de l'acquisition probables d'armes nucléaires, chimiques et biologiques par des pays qui ne participent pas actuellement aux accords sur la limitation des armements. Les craintes que suscite l'éventuelle utilisation à mauvais escient de techniques déjà disponibles par un groupe national ou sous-national ont été avivées par les conflits qui ne se règlent pas et les tensions qui persistent dans certaines régions.

13. En elle-même, la technique ne menace personne. Les efforts que l'on fait pour en diriger le cours ne peuvent aboutir que s'ils tiennent compte des réalités de la vie contemporaine. Son état actuel d'avancement est le fruit de l'accumulation de connaissances sur plusieurs décennies, qu'il est impossible d'effacer. Il est également illusoire de penser que l'on peut paralyser le processus d'innovation pour éviter qu'il ne trouve des applications militaires. Pourtant, les techniques qui permettent d'améliorer les systèmes d'armes existants sont souvent celles-là mêmes qui permettraient d'en limiter le nombre, de les convertir ou de les détruire. Parmi les nombreux secteurs dans lesquels les techniques à potentiel militaire pourraient en fait favoriser, plutôt que menacer, la sécurité internationale, on peut citer les techniques de communication, qui donnent l'alerte en cas de conflit imminent, la télédétection, qui peut servir à la vérification, ou encore les techniques respectueuses de l'environnement, qui permettent d'éliminer les armes.

14. Certaines techniques nouvelles aujourd'hui connues du public pourraient avoir, si elles étaient pleinement perfectionnées et mises en oeuvre, des conséquences sur les capacités militaires actuelles. L'examen qui va suivre des grands domaines de l'évolution scientifique et technique sous cet aspect est nécessairement bref; il illustre, plus qu'il n'épuise, le sujet. On y trouvera une description rapide des techniques en question, et un aperçu général des grandes tendances, avec quelques exemples d'applications civiles et militaires possibles.

III. TENDANCES DE LA TECHNOLOGIE DANS CERTAINS DOMAINES

A. Technologie nucléaire*

15. Le terme "technologie nucléaire", dans son sens large, désigne l'utilisation des diverses propriétés des noyaux atomiques. Après une croissance rapide de 30 ou 40 ans, la technologie nucléaire est arrivée à maturité et il est peu probable aujourd'hui qu'elle fasse bientôt des avancées spectaculaires. Les tendances actuelles sont fondamentalement des prolongements d'évolutions passées.

16. Le domaine de la technologie nucléaire se divise en deux secteurs : les explosifs et les réacteurs de production électrique. Mais il faut aussi songer aux filières d'élimination et de production des "matières nucléaires spéciales", sans oublier d'autres applications militaires en puissance, comme les lasers à rayons X et les faisceaux de particules. Aussi important qu'il soit sur le plan stratégique, le perfectionnement des vecteurs et des plates-formes n'a pas de lien scientifique avec la technologie nucléaire.

Explosifs

17. Une ogive nucléaire contient un dispositif d'explosion, qui tire son énergie soit de la fission, soit du jeu combiné de la fission et de la fusion. Les étapes principales de la fabrication des engins à fission avaient été parcourues dès le milieu des années 50 et on ne prévoit aucune amélioration significative. La possibilité d'utiliser l'uranium 233 comme matériau militaire est connue depuis longtemps, mais ne semble offrir aucun avantage intéressant.

18. On ne sait trop s'il y a, techniquement, une limite supérieure à la puissance d'une réaction de fission. Ce que l'on sait, c'est qu'il n'y a pas de limite inférieure. Dans les années 60, puis vers la fin des années 70, on craignait que les "bombinettes" de très faible puissance n'estompent la ligne de partage entre armes classiques et armes nucléaires. Pendant un temps, les Etats-Unis ont déployé un missile à courte portée, le Davy Crockett, équipé d'une ogive dont la puissance était réputée de 0,25 kt seulement, ou même moins. Cette arme a été retirée en 1971 et n'a pas été remplacée. Aucun engin de ce genre n'a été mis en place, ni par les Etats-Unis ni par un autre pays, depuis les années 60.

19. Depuis la première démonstration qui en a été faite en 1951, la technique d'exploitation de la fusion dans un explosif nucléaire a été perfectionnée rapidement, aux fins de construire des ogives de puissance pratiquement illimitée, de tirer de l'énergie de la fission de l'uranium 238 et d'améliorer le rapport poids/puissance des ogives. De grands efforts ont été consacrés ces 25 ou 30 dernières années à la conception d'une arme à fusion qui ne serait pas mise à feu par fission mais plutôt et de préférence par un laser. A toutes fins pratiques, le problème est resté sans solution.

* La présente section est tirée des contributions de M. Tor Larsson, Coordonnateur des recherches sur les armes nucléaires au Centre de recherche sur la défense nationale de Stockholm, et de M. John Hopkins, Directeur associé au Laboratoire national de Los Alamos (Etats-Unis).

20. Il n'y a en théorie aucune limite à la puissance explosive d'un engin thermonucléaire. Pourtant, la course à la puissance est révolue. La tendance générale est plutôt à la production d'ogives nucléaires plus petites et plus légères. Les meilleures perspectives semblent offertes par la fabrication d'ogives nucléaires "sur mesure", avec tel ou tel effet d'explosion atténué ou amplifié. On peut citer par exemple les armes à rayonnement renforcé (les bombes à neutrons) qui donnent une impulsion avec une gamme élargie de fréquences ou un champ de rayonnement à configuration particulière, ou les ogives pénétrantes, à effet sismique maximal, qui visent les installations souterraines. Aucun de ces perfectionnements d'ogive n'a encore été réalisé.

21. D'une manière générale, le progrès des ogives ne pourra se faire sans essais constants. On pense aussi que des essais seraient nécessaires pour l'Etat nouvellement doté d'armes nucléaires qui souhaiterait mettre au point des ogives thermonucléaires ou des engins à fission très élaborés. Quant à savoir si l'on peut entretenir une panoplie nucléaire sans procéder à des essais, on peut toujours en débattre, mais la plupart des analyses d'effets pourraient se faire par simulation.

Réacteurs

22. L'énergie nucléaire a plusieurs applications, dont la production d'énergie à des fins civiles est de toute évidence la plus importante. Les inquiétudes que font naître les rapprochements entre électronucléaire et prolifération d'armes ne se sont pas apaisées, mais le cours qu'ont réellement pris les choses est loin d'avoir suivi les scénarios pessimistes d'antan. Les réacteurs à eau légère, alimentés en uranium faiblement enrichi, sont encore les plus nombreux et continueront vraisemblablement de prévaloir pendant toutes les années 90. Il a fallu plusieurs fois réviser à la baisse les projections de la demande d'énergie électronucléaire. On n'a constaté jusqu'à présent ni pénurie sérieuse de combustible nucléaire, ni prolifération notable d'installations d'enrichissement ou de retraitement, ni instauration d'une "économie du plutonium".

23. Les questions d'environnement jouent un grand rôle dans l'opinion publique. Les préoccupations de celles-ci concernent à la fois l'éventualité d'accidents graves - comme celui de Tchernobyl - et la gestion des déchets radioactifs. En technologie des réacteurs, le gros des efforts d'amélioration se porte actuellement sur la sécurité. L'une des questions auxquelles on s'intéresse est celle de la capacité de fabrication et d'utilisation de mélanges d'oxydes (MOX) comme combustibles. La technologie de ces combustibles est indispensable si l'on veut détruire les matières fissiles, dans le cas où serait négocié un accord à cet effet. Cette capacité s'accroît lentement.

Production de matières nucléaires

24. Les procédures d'enrichissement de l'uranium et de production d'autres matières nucléaires, surtout le plutonium et le tritium, ont toujours été contrôlées de près, par crainte de la prolifération des armements. Si le développement des techniques d'enrichissement de l'uranium n'a pas été spectaculaire, c'est en partie parce que la demande d'énergie d'origine nucléaire

a augmenté moins vite que prévu. Les lasers pourraient produire de l'uranium de qualité militaire (fortement enrichi) et il serait aussi techniquement possible de rendre le plutonium pour réacteur mieux adapté à la fabrication d'armes en en détachant au laser une partie du plutonium 240. Cela dit, cette technologie du laser n'a pas encore atteint sa maturité. Le niveau d'avancement atteint dans le domaine de la séparation des isotopes par laser reste à évaluer. Selon les estimations de l'AIEA, le laser pourrait assumer le quart du travail de séparation qu'exigent les combustibles des réacteurs dans les premières années du prochain siècle. L'élaboration contrôlée de matières nucléaires dans des accélérateurs de particules est depuis longtemps connue comme possibilité théorique. Elle soulève des problèmes de prolifération, les accélérateurs de particules ne faisant pas l'objet, au contraire des réacteurs, d'un contrôle international.

Applications diverses

25. Un certain nombre d'autres applications de l'énergie nucléaire, des particules nucléaires et du rayonnement nucléaire ont une importance du point de vue du désarmement et de la sécurité. L'une d'elles ne semble pas particulièrement réaliste : c'est l'emploi de matières radioactives comme arme. Un rayonnement ionisant ne tuant jamais sur-le-champ, même à très forte intensité, les armes radiologiques n'ont pas d'intérêt pratique sur le théâtre d'opérations. La contamination résiduelle interdirait à l'homme toute activité normale dans la région du tir pendant des années et des années.

26. L'arme radiologique n'ayant guère d'attrait, ni sur le plan militaire ni sur le plan écologique, on a entrepris il y a une vingtaine d'années des négociations qui devaient aboutir à la conclusion rapide d'un accord qui les interdirait. Une proposition, qui tendait à ce que le futur accord interdise également d'attaquer les centrales nucléaires, a amené ces négociations à une impasse. On en est là, encore que l'attaque des centrales nucléaires soit désormais interdite par l'article 56 du Protocole additionnel I aux Conventions de Genève de 1949.

Lasers et faisceaux de particules

27. Les armes à laser, ou les lasers eux-mêmes, ont une triple relation avec la technologie nucléaire militaire. On considère que les lasers seraient un élément sans doute important d'un système de défense à missiles stratégiques, et une menace pour les installations dans l'espace du système "C³I" (commandement, contrôle, communication et information). Il a déjà été question de faire du laser aux rayons X un élément d'un système de défense à missiles balistiques, et on a proposé de lui donner pour source d'énergie un dispositif à explosion nucléaire. Comme il faudrait pour cela que le laser et ce dispositif soient construits ensemble et s'anéantissent ensemble, le laser à rayons X pourrait de ce point de vue être considéré comme un exemple avancé d'arme nucléaire "sur mesure". Apparemment, l'intérêt que soulevaient les lasers à rayons X pour l'armement a commencé à se dissiper, sans doute parce que, d'une manière générale, on parle moins des programmes spatiaux de défense, mais aussi à cause du bilan coûts-avantages que l'on peut actuellement faire de l'ensemble du projet.

28. Comparée à la technologie du laser à rayons X, celle des faisceaux de particules est beaucoup plus ancienne. Les auteurs de science-fiction parlaient des "armes à rayons" bien avant que les lasers ne soient inventés, les accélérateurs de particules ayant été mis au point dès les années 30. Pour servir d'arme, un faisceau à haute énergie doit parcourir de grandes distances dans l'atmosphère et au-delà, et les problèmes liés à cette propagation sont autant de graves contraintes supplémentaires. D'une part, seules les particules électriquement chargées peuvent être accélérées par un champ électromagnétique. D'autre part, quand une particule chargée traverse la matière, elle perd rapidement son énergie cinétique en ionisant les atomes qu'elle percute ou qu'elle frôle.

29. Les faisceaux de particules neutres, qui sont au centre de la recherche-développement actuelle, utilisent des atomes d'hydrogène ionisé. La technique elle-même est disponible en laboratoire. Pour autant que l'on sache, les faisceaux de particules neutres ne pourraient pas servir d'arme. On estime qu'un accroissement d'un facteur cent des performances actuelles serait nécessaire pour construire une arme spatiale. Ce niveau de performance ne sera vraisemblablement pas atteint dans les 20 ou 25 prochaines années. D'autre part, un accélérateur de cette puissance et le matériel qui l'équiperait - y compris sa source d'énergie - seraient très grands et très lourds par rapport au matériel actuellement à l'essai.

30. Il serait peut-être plus réaliste d'utiliser les faisceaux de particules neutres pour distinguer des leurres les ogives militaires croisant dans l'espace, cette opération réclamant beaucoup moins d'énergie que la destruction d'une ogive. Les expériences en laboratoire pratiquées sur de courtes distances ont montré que cette technique fonctionne en principe mais qu'elle soulève d'énormes problèmes pratiques qui restent à résoudre.

Technologie nucléaire et vérification

31. Si l'on comprenait mieux les rayonnements des armes nucléaires et, plus généralement, les phénomènes nucléaires, il serait plus facile de mettre au point les procédés de vérification qu'appellent les traités de limitation des essais nucléaires. La plupart des méthodes et des procédés dont on dispose n'ont rien de nucléaire, si l'on excepte ceux qui relèvent du régime des sauvegardes nucléaires. Il est apparu une nouvelle catégorie de problèmes de vérification, pour lesquels on a songé à utiliser des techniques de mesure du rayonnement nucléaire, pour avérer la présence d'armes nucléaires en un endroit donné, par exemple sur un navire.

32. Il n'est en principe pas difficile de savoir si un objet non identifié est ou non un engin nucléaire. La recherche peut être passive ou active. La méthode active permet de détecter, enregistrer et analyser les diverses radiations émises par l'objet. Elle comprend l'irradiation à partir de sources extérieures différentes, suivie de l'analyse des signaux émis. Elle pourrait comprendre aussi la formation d'une imagerie utilisant la transmission ou la dispersion de rayons X. Pour l'identification des engins nucléaires, d'autres formes d'irradiation - avec des particules ionisantes, des neutrons, des rayons gamma - peuvent être préférables. Mais la mise en oeuvre de tels systèmes suppose : a) un matériel plus diversifié et moins maniable que les détecteurs passifs; b) un faible degré de discrétion, en termes de temps et de proximité de l'objet examiné; c) une connaissance approfondie des conséquences éventuelles de l'irradiation des matières et des composants de l'arme nucléaire supposée.

/...

33. On n'entrevoit pour l'instant aucun principe fondamentalement nouveau qui conduirait à mettre au point des détecteurs plus sensibles. Il est certain que les systèmes existants continueront de s'améliorer progressivement et que l'on fabriquera des sondes plus puissantes, en dépit des coûts élevés que cela suppose. Quoi qu'il en soit, le rayonnement de fond ne peut être éliminé. Pour toutes ces raisons, les performances des systèmes de détection ne pourront jamais dépasser un certain seuil. De surcroît, on ne peut éliminer catégoriquement le problème que constitueraient les blindages antiradiation qui empêcheraient les vérifications.

B. Technologie spatiale*

34. La technologie spatiale ne constitue pas un domaine distinct en elle-même. Faisant appel à de multiples disciplines scientifiques, elle peut être considérée comme une collection de nouvelles techniques appliquées à l'exploration et l'utilisation de l'espace infini de l'univers qui s'étend au-delà de l'atmosphère. Des propriétés chimiques du propergol pour fusées aux effets psychologiques de l'isolement en apesanteur, en passant par les aspects mathématiques de calculs orbitaux, la technologie spatiale se nourrit pratiquement de toutes les disciplines des sciences modernes.

35. Depuis que le premier satellite a été mis en orbite en 1957, le perfectionnement des techniques spatiales s'est effectué essentiellement dans quatre domaines : transport spatial, détecteurs, engins spatiaux et segments au sol. Dans bien des cas, ces techniques sont uniques et ne peuvent être reproduites par des systèmes aéroportés ou au sol. Ainsi, les données obtenues à l'aide d'un système basé dans l'espace sont de 20 à 100 fois plus précises, couvrent une superficie terrestre beaucoup plus vaste et peuvent être transmises 24 heures sur 24 partout dans le monde et dans toutes conditions climatiques. Un système à satellite est également un système passif en ce sens que l'utilisateur reçoit des données sans dévoiler sa propre position.

36. La téléoobservation est régulièrement utilisée en agriculture, en sylviculture, et en aménagement urbain à des fins de planification, pour reconnaître les gisements de pétrole et de gaz, pour les recherches océanographiques, notamment pour les activités de la pêche. On a recours aux détecteurs pour observer la surface terrestre d'une altitude oscillant entre 800 et 900 kilomètres en vue d'exploiter et d'utiliser plus efficacement les ressources naturelles. La navigation par satellite permet un repérage à quelques dizaines de mètres près. On a de plus en plus recours aux systèmes de communication et de navigation par satellite pour les transports maritimes et terrestres civils. On est conscient depuis longtemps de la précision à moyen et à long terme de prévisions météorologiques par satellite en orbite et cette technique est maintenant généralisée. Les progrès en matière de télédétection et de satellite ouvrent de nouveaux horizons pour la lutte contre l'appauvrissement de la couche d'ozone, l'accumulation de gaz à l'effet de serre, l'acidification des lacs et des forêts, le déboisement à grande échelle et la pollution des océans.

* Les personnalités ci-après ont contribué à la rédaction de la présente section : Bhupendra Jasani, chargé de recherche, Institut international de recherches pour la paix de Stockholm, Londres, et George Lindsey, ancien Chef du Département de la recherche-développement de la défense nationale (Canada).

37. Sur le plan militaire, les techniques spatiales ont été essentiellement appliquées à quatre domaines traditionnels : communication, reconnaissance et surveillance, navigation, météorologie et géodésie. Les états-majors militaires s'appuient de plus en plus sur les systèmes spatiaux en raison de la facilité des opérations de commandement et de contrôle que permettent les communications par satellite. On a recours aux techniques de télédétection pour suivre les mouvements des flottes, pour localiser les objectifs à l'arrière, pour repérer les réseaux d'approvisionnement et de commandement ennemis, pour surveiller les activités des bases aériennes, pour intercepter des communications de campagne, pour avertir de l'avance des forces ennemies, etc. Les systèmes de navigation par satellite fournissent des données utilisées pour mettre à jour les systèmes de navigation par inertie des missiles stratégiques et permettent une localisation tridimensionnelle mondiale extrêmement précise. Les satellites météorologiques et les satellites pour les levés géodésiques fournissent des données utiles pour les opérations stratégiques ou des informations climatiques pour les opérations tactiques. La quantité de données qui peut être obtenue, associée aux capacités d'ordinateurs sans cesse plus puissants, permet d'établir des prévisions plus précises, plus détaillées et à plus long terme.

38. D'une manière générale, la tendance en matière de techniques spatiales et connexes est vers la mise au point de télécapteurs plus performants, de systèmes ayant une meilleure capacité de survie et de systèmes de commande et de contrôle perfectionnés. Des progrès marginaux aussi bien que des perfectionnements fondamentaux dans l'un ou plusieurs de ces domaines accroîtraient l'efficacité des missions militaires d'appui dans l'espace. Les progrès technologiques ont également ouvert des possibilités pour des opérations militaires de type divers dans l'espace. Parmi les applications envisagées, celles qui retiennent le plus souvent l'attention sont décrites ci-après 2/

Mise au point de systèmes d'armes nucléaires spatiales

39. Quatre approches ici pourraient être considérées. Premièrement, on pourrait se servir de télédétecteurs pour repérer et attaquer directement des objectifs ennemis mobiles ou pouvant être déplacés, c'est-à-dire des radars de défense aérienne, des missiles mobiles, des postes de commandement mobiles (voire aéroportés), etc. Une seconde possibilité pourrait être de mettre en place un dispositif permettant d'évaluer les dégâts causés à un adversaire par une première frappe nucléaire et de réattaquer les objectifs qui auraient pu survivre à la première attaque. Ceci permettrait de simplifier le travail en matière de localisation d'objectifs et de réduire la taille des arsenaux nécessaires. Une troisième possibilité serait d'utiliser la navigation par satellite pour ramener les erreurs de guidage de missiles à des dizaines plutôt qu'à des centaines de mètres, ce qui permettrait d'utiliser des armes nucléaires stratégiques de plus faible puissance, voire des armes stratégiques non nucléaires. Une quatrième application de la navigation par satellite pourrait viser à réduire le coût de missiles comme le Midgetman, qui autrement doivent être équipés d'un système de guidage onéreux en vue d'avoir une précision permettant la destruction d'un silo.

Appui aux forces classiques

40. On se trouve là devant une catégorie extrêmement vaste qui englobe aussi bien la surveillance des secteurs arrière que l'appui aux opérations tactiques - localisation de cibles, guidage d'armes "intelligentes" et relai de transmissions phoniques et de transmission de données.

Armes antisatellites et dispositifs de défense des satellites

41. Cette catégorie englobe tous les aspects et éléments d'une rivalité militaire dans l'espace : a) mines, armes à énergie dirigée, armes à énergie cinétique, dispositifs de brouillage et nacelles de contre mesure électronique pour détruire ou tromper les satellites adverses; b) escortes défensives pour satellites amis, équipés de brouilleurs, de leurres, de boucliers ou d'armes pour combattre les armes antisatellites; et c) détecteurs de poursuite et d'identification pour les missions mentionnées plus haut et pour la vérification de l'application des dispositions de traités.

Armes espace-Terre

42. Ces armes, encore hypothétiques, comprendraient les armes à faisceaux, les corps de rentrée en orbite équipés d'armes nucléaires ou classiques et les générateurs à impulsion électromagnétique. Les armes espace-Terre à faisceaux doivent faire face au phénomène de l'absorption atmosphérique et au blindage épais qui protège les cibles terrestres. Les corps de rentrée équipés d'armes nucléaires stockés dans l'espace ne sont pas compétitifs à ce stade en termes de coût, de précision ou de systèmes de commandes et de contrôle avec les corps de rentrée placés dans les têtes des missiles balistiques intercontinentaux.

43. On considère que certains de ces perfectionnements techniques hypothétiques sont soit chimériques soit d'un intérêt militaire marginal, sans parler de coûts prohibitifs. Afin d'être des systèmes basés dans l'espace efficaces, les armes à énergie cinétique et à énergie dirigée, par exemple, doivent être accompagnées de systèmes de surveillance et d'acquisition des cibles, de dispositifs permettant de distinguer les leurres des véritables objectifs, de systèmes de visée et de poursuite, doivent avoir la capacité d'évaluer les destructions, des armes appropriées et des dispositifs de commande et de contrôle infallibles. Tout ceci exige de nouveaux progrès techniques et risque de présenter un intérêt défensif limité contre des armes nucléaires. En outre, les coûts de missions hypothétiques demeurent incalculables. A cet égard, l'odyssée de l'homme dans l'espace nous a appris notamment qu'échapper à la gravité terrestre est une entreprise qui coûte encore très cher.

44. A l'heure actuelle, trois grands traités en vigueur réglementent les divers aspects de l'utilisation de l'espace à des fins militaires :

a) Le Traité de 1963 interdisant les essais d'armes nucléaires dans l'atmosphère, dans l'espace extra-atmosphérique et sous l'eau (Traité sur l'interdiction partielle des essais) 3/, qui interdit les explosions nucléaires et les essais d'armes nucléaires dans l'espace;

b) Le Traité de 1967 sur les principes régissant les activités des Etats en matière d'exploration et d'utilisation de l'espace extra-atmosphérique, y compris la Lune et les autres corps célestes (Traité sur l'espace extra-atmosphérique) (résolution 2222 (XXI) de l'Assemblée générale, annexe), qui interdit le stationnement d'armes de destruction massive dans l'espace;

c) Le Traité de 1972 entre les Etats-Unis d'Amérique et l'Union des Républiques socialistes soviétiques sur la limitation des systèmes antimissiles balistiques 4/, qui interdit l'essai, la mise au point et le déploiement de systèmes antimissiles balistiques ou de leurs éléments dans l'espace.

45. Bien que les missions militaires d'appui soient régulièrement exécutées, l'espace n'est pas encore le théâtre de déploiement d'armes. Jusqu'à présent, on compte de 5 à 6 000 objets artificiels dans l'espace. Tous n'ont pas les mêmes capacités de réaliser des missions militaires d'appui. En outre, leur degré de perfectionnement technique est extrêmement variable. Des ressources humaines, techniques et financières considérables ont été affectées à la protection des objets déployés dans l'espace afin d'empêcher qu'ils soient détruits par l'adversaire et à l'acquisition des moyens techniques nécessaires pour détruire les systèmes basés dans l'espace. On se trouve ici devant un paradoxe fondamental de la dynamique technologique des capacités militaires spatiales. Dans la mesure où l'on élimine les armes antisatellites, on sera toujours tenté de déployer des spatonefs menaçants dans un contexte de course militaire dans l'espace. Le déploiement de ces spatonefs incitera au déploiement d'armes antisatellites 5/.

46. Il est donc dans l'intérêt mutuel des puissances militaires connues pour avoir des moyens militaires basés dans l'espace d'ôter tout doute quant à leurs intentions. Grâce à de nouvelles techniques, il est maintenant possible de se servir de télédétecteurs pour promouvoir la confiance entre puissances militaires spatiales et pour faciliter la conclusion de plusieurs types d'accords de limitation des armements. L'avantage le plus clair de ces systèmes est que, théoriquement du moins, ils permettraient la mise en place de moyens de vérification seulement utilisables efficacement à faible distance, sans compromettre l'intégrité des systèmes d'armes ni mettre en danger la sécurité militaire.

47. Les télédétecteurs pourraient également servir à vérifier l'application d'accords visant la mise en place de lignes de cessez-le-feu, de zones démilitarisées et d'autres accords destinés à contrôler les conflits armés. On a déjà accepté comme application pacifique de moyens militaires dans l'espace l'utilisation de satellites pour fournir des informations en période de crise, faciliter les communications, vérifier l'application des mesures de limitation des armements et servir de dispositifs d'alerte en cas de danger ou d'accident imminent.

C. Technologie des matériaux*

48. La technologie des matériaux est une technologie d'utilisation de produits et de procédés qui a trait à la nature intrinsèque et fondamentale des matériaux, à leur réaction aux stimulants extérieurs et à leurs propriétés et caractéristiques lorsqu'ils sont exposés à divers états de l'environnement. Dans le passé, l'homme utilisait les matières premières que la nature mettait à sa disposition. La nouvelle technologie des matériaux conduit de l'âge des matières premières naturelles à celui des matières premières artificielles.

49. Les matériaux de construction des charpentes fournissent simplement la force ou la rigidité mécanique pour le soutien des constructions. Les matériaux fonctionnels ont des propriétés particulières qui jouent un rôle actif dans des dispositifs ou des applications telles que la conduction électrique, la transmission optique ou la séparation chimique. Les métaux usuels, les alliages, les polymères, les verres et les produits en céramique ne paraissent pas répondre à tous les besoins des industries de pointe, notamment du secteur militaire. Les produits avancés, c'est-à-dire les mélanges de deux ou plusieurs phases habituellement noyés dans une matrice de cémentation ont été mis au point au cours des 20 dernières années. Bien qu'elle se développe à un rythme extraordinaire, la technologie des matériaux mixtes est relativement immature, stimulée principalement par la nécessité de réduire le poids et d'accroître les performances des véhicules spatiaux et des aéronefs civils et militaires.

50. Nombre de progrès actuels de la technologie des matériaux sont fondés essentiellement sur des processus qui concernent et produisent des propriétés et des caractéristiques totalement nouvelles plutôt que sur la découverte de matériaux nouveaux. La solidification rapide, l'amorphisation à l'état solide et l'émulsification à l'état liquide avec amorphisation sont des exemples de ces processus. La diffusion des structures réalisées grâce aux progrès scientifiques fournit peu d'indications sur les processus en jeu et, dans ce sens, la technologie des matériaux nouveaux paraît bien à l'abri des désosages. La technologie de furtivité, par exemple, utilise des matériaux composites entièrement dérivés de matières organiques et sur lesquels elle compte principalement.

51. La fabrication de matériaux utilisables tant à haute qu'à basse température présente un intérêt particulier pour la technologie des matériaux nouveaux. La densité à haute énergie des matériaux magnétiques révolutionne la conception du matériel électromécanique et électromagnétique. L'avantage particulier qu'offrent les systèmes à haute énergie réside dans la possibilité de miniaturiser les éléments et d'accroître le rendement global du produit. La magnétostriction dans les composés ferreux de terres rares fait aussi l'objet d'une expérimentation à cause des avantages qu'il est possible d'en tirer pour les sonars sous-marins et d'autres systèmes acoustiques avancés.

* M. Ian McGill, Research Manager du Johnson Matthey Technology Centre (Royaume-Uni) et M. Leslie Smith, chef de la Polymers Division du National Institute of Standards and Technology de l'Etat du Maryland (Etats-Unis d'Amérique) ont fourni des éléments utilisés dans le présent chapitre.

52. Des systèmes de mise en mémoire et de saisie de données fondés sur des systèmes métalliques à multicouches minces sont également mis au point. La prochaine génération de systèmes magnétiques et optiques de mise en mémoire et de saisie sera fondée sur la technologie thermo-magnéto-optique et exigera la capacité de mise en mémoire d'une quantité croissante d'informations par unité de surface du matériel. Les armements de pointe, la défense spatiale et les systèmes de communication par satellite qui exigent la mise en mémoire et la saisie rapide de données dépendront de la technologie d'utilisation des matériaux nouveaux.

53. Les applications militaires et aérospatiales poussent aussi les utilisateurs de la technologie des matériaux nouveaux à acquérir les moyens d'obtenir une résistance à l'oxydation à haute température. Il semble que certains composés du carbone n'aient accusé que des oxydations mineures après des cycles thermiques à des températures allant jusqu'à 1 400°C durant des centaines d'heures. Pour les applications futures, par exemple pour les éléments des tuyères de déflexion pour avions de combat, les éléments statiques et rotatifs pour turbines, les boucliers thermiques pour missiles tactiques hypersoniques et divers éléments porteurs de rentrée dans l'atmosphère, il est nécessaire de réaliser une résistance à l'oxydation jusqu'à 2 100°C.

54. L'emploi de matériels composites pour remplacer l'aluminium et d'autres métaux dans les avions à réaction permettant de faire des économies de carburant et de poids est accepté dans une certaine mesure tant dans le secteur commercial que dans le secteur militaire de l'industrie aérospatiale. Avec un traitement approprié, certaines matières plastiques de haute résistance et de faible poids peuvent offrir le double de résistance avec la moitié du poids d'aluminium. Certains programmes de recherche dans l'industrie aérospatiale visent actuellement à réduire le poids des avions de 40 à 50 %, à diminuer de 20 % le coût d'acquisition et à réduire de 50 % le nombre de pièces nécessaires. Il reste toutefois à déterminer la viabilité économique générale et la valeur stratégique immédiate d'un avion à réaction construit avec des matériaux composites. Le matériel composite est coûteux, sa fabrication exige beaucoup de temps; elle doit avoir lieu dans un milieu contrôlé et les transports doivent être effectués sous réfrigération.

55. Les matériaux modernes mis sur le marché sont aussi jugés intéressants pour l'amélioration du blindage des chars et des armes antichars. Les spécialistes qui s'occupent, par exemple, de l'impact des projectiles, ont été intrigués par le comportement de produits en céramique fabriqués à la main lorsqu'ils sont frappés par des projectiles métalliques à grande vitesse. Les expériences ont montré que la matière céramique cassante est pulvérisée par l'impact mais que, à cause des modifications chimiques qu'elle a subies, les fragments se dilatent et remplissent la cavité à mesure qu'elle est creusée par la pointe du projectile en mouvement. A mesure que se produit l'expansion des particules de céramique, qui sont très dures, celles-ci meulent le corps du projectile et le neutralisent ainsi.

56. Les progrès de la technologie des matières nouvelles, considérés seuls ou en association avec d'autres technologies, peuvent offrir diverses possibilités dans le domaine du matériel militaire et de la planification stratégique ϕ /. Les techniques de surtrempe fondées sur les nouvelles méthodes de fabrication de matériaux peuvent accroître la capacité de survie des silos de MBI contre toute une

série d'effets nucléaires, qu'il s'agisse d'explosions, d'effets thermiques ou d'effets électriques. La connaissance des techniques de cémentation de composants électriques sensibles de très petite dimension, comme ceux des appareils à ondes hertziennes, n'en est qu'au stade initial. Toutefois, compte tenu des progrès réalisés jusqu'ici, tout au moins sur le plan théorique, ces techniques sont applicables aux systèmes terrestres, maritimes, aérobie et spatiaux. Les progrès dans la conception des systèmes de propulsion et dans la fabrication des matériaux peuvent aussi offrir des possibilités d'association de missiles de croisière à corps de rentrée à têtes multiples indépendamment guidées (MIRV), bien que cela soit déjà interdit par le Traité entre les Etats-Unis d'Amérique et l'Union des Républiques socialistes soviétiques sur la limitation des armements offensifs stratégiques (SALT II) (résolution 37/100 B de l'Assemblée générale). La construction d'ogives nucléaires convertibles transportant des ogives classiques à des distances stratégiques pourrait être un prolongement relativement simple, compte tenu des connaissances actuelles en matière d'éléments nucléaires insérables. On met actuellement au point des systèmes aérodynamiques capables de déjouer les capacités de détection et de poursuite, grâce à la réduction ou à la suppression des caractéristiques observables, telles que les caractéristiques structurales de l'aéronef proprement dit. Les modifications de conception des angles de surface et de la géométrie de l'entrée d'air moteur peuvent réduire notablement la probabilité de la détection radar, notamment si l'on y associe des matériaux absorbant les rayons radar.

57. La technologie des matériaux se trouve actuellement dans une phase de fermentation. De nombreux progrès réalisés dans la technologie des nouveaux matériaux se trouvent aussi être le résultat de la recherche civile qui, dans certains cas, remonte à plusieurs décennies. On peut le mieux en comprendre le potentiel militaire en constatant que la modification de la structure moléculaire des matériaux a eu des incidences sur l'efficacité militaire depuis que l'homme a découvert le procédé permettant de tremper l'acier. Toutefois, c'est au XXe siècle seulement qu'on est arrivé à comprendre de façon suffisamment détaillée la nature de la matière pour procéder à la confection de matériaux répondant aux besoins. Le verre et la céramique, autrefois synonymes de fragilité, peuvent aujourd'hui être plus résistants que l'acier. La force, le poids, les propriétés électriques, le point de fusion et toutes les autres caractéristiques sont maintenant prévues et cela a des incidences énormes sur l'avenir de l'équipement militaire. Aujourd'hui, la nature des matériaux a des effets sur la létalité des armes, la capacité de survie des hommes, les performances de l'aéronef, les coûts de production des nouveaux systèmes et sur tous les aspects de chacun des éléments du matériel de défense. Dans la recherche d'une plus grande efficacité des armes, on peut s'efforcer de fournir des matériaux nouveaux présentant des avantages sur les anciens, que ce soit par leur capacité, par la facilité de leur fabrication ou par leur coût. L'évolution future des matériaux permettra peut-être aussi des créations qui n'étaient pas possibles avant.

58. Si l'on considère les incidences militaires des technologies nouvelles, la technologie des matériaux paraît être un domaine essentiel 7/. Dans la construction des plates-formes d'armes, les matériaux nouveaux permettront aux aéronefs de voler à plus grande vitesse, aux chars de mieux survivre aux attaques, aux navires de rester plus longtemps en mer et aux sous-marins d'avoir une plus

grande autonomie. La réduction du format à performance égale diminuera la possibilité de détection et les matériaux qui absorbent les rayons radar au lieu de les renvoyer peuvent être prévus dans la conception. Les moteurs à réaction qui peuvent fonctionner à des températures plus élevées ont plus d'efficacité et de poussée. Les communications seront mieux assurées et la densité de l'information augmentera. Une nouvelle capacité d'informatisation deviendra disponible pour le guidage, le contrôle et le traitement de l'information concernant les armes. De nouveaux capteurs faciliteront considérablement la détection de l'ennemi, de jour et de nuit. Dans l'espace, l'importance des nouveaux matériaux augmentera encore. En fait, c'est la nécessité de mettre au point des matériaux permettant de résoudre le problème de la chaleur de rentrée dans l'atmosphère terrestre qui a provoqué une grande partie de la recherche. La réduction du poids, l'augmentation de la résistance et l'accroissement du rendement des moteurs pourraient, en fin de compte, effacer les limites entre l'air et l'espace.

D. Technologies de l'information*

59. L'"information" s'étend à un vaste domaine, allant des données brutes et des résultats de leur analyse et de leur traitement aux connaissances acquises et utilisées. Les technologies de l'information ont pour fonction première d'assurer une gestion et une utilisation efficaces de l'information. Elles englobent traitement et stockage des données et capacités de télécommunication articulées en systèmes.

60. Résultant d'une multiplicité d'innovations interdépendantes dans les domaines de la micro-électronique, de l'informatique et des télécommunications, les technologies de l'information ont des ramifications innombrables. Elles sous-tendent le progrès de la technologie des matériaux, des technologies de l'espace, de la technologie nucléaire et des biotechnologies, mais ne ressortissent elles-mêmes qu'aux matériaux. Toutes les technologies d'importance sont largement tributaires de l'information, sur laquelle repose le fonctionnement des systèmes de recherche, de gestion et de contrôle, ce à tel point que l'information est parfois considérée comme étant au centre de l'essor technologique actuel.

61. Pour qu'une technologie ait des effets multiples et diversifiés, elle doit :

- a) engendrer une vaste gamme de produits et/ou de services nouveaux;
- b) avoir des applications dans de nombreux secteurs de l'économie;
- c) entraîner une réduction des coûts et une amélioration des performances dans les procédés, les produits et les services existants;
- d) trouver un large écho auprès du public et rencontrer le minimum d'opposition;
- e) susciter auprès des industriels un vif intérêt fondé sur la conviction qu'elle est rentable et offre un avantage concurrentiel &/.

62. Comme le montre le tableau ci-après, établi pour le compte de l'Organisation de coopération et de développement économiques (OCDE), les technologies de l'information viennent en première place sur chacun de ces plans :

* Texte établi sur la base de contributions de M. Steven Squires [Information Science and Technology Office, Defense Advanced Research Projects Agency, Virginie (Etats-Unis d'Amérique)] et Mme Janet Aisbett, chercheuse à l'Information Technology Division, Electronics Research Laboratory (Australie).

Classement de plusieurs technologies génériques selon
 leurs retombées économiques a/

Caractéristiques favorisant ou retardant la diffusion	Bio- techno- logie	Techno- logie des matériaux	Techno- logie de l'espace	Techno- logie nucléaire	Techno- logie de l'information
Gamme de produits et services nouveaux	4	4	2	2	9
Amélioration du coût ou des caractéristiques techniques des procédés, services et produits existants	3	4	2	1	9
Acceptation par le public	5	9	6	3	9
Degré d'intérêt suscité auprès des industriels du secteur privé	3	6	3	2	10
Secteurs d'application	4	4	2	2	10
Effets probables sur l'emploi dans les années 90	2	2	1	1	10

Source : Groupe d'experts de haut niveau sur les aspects sociaux des
 technologies nouvelles, Paris, 1988.

a/ L'indice 10 est la valeur maximale et l'indice 1 la valeur minimale.

63. Les délais de mise en oeuvre n'en étant plus que de deux à trois ans, les technologies de l'information progressent à un rythme très rapide. On prévoyait naguère que des limites physiques - à la miniaturisation et à la consommation d'énergie, notamment - mettraient fin à la croissance exponentielle de la capacité informatique. De nouveaux matériaux offrent cependant, sur le plan de la superconductivité à haute température comme sur celui du traitement optique, des possibilités inédites grâce auxquelles les taux d'accroissement de la capacité informatique se maintiendront pendant une bonne partie du siècle prochain encore. Pour toutes ces technologies, la tendance est à l'utilisation de dispositifs moins coûteux, plus rapides et de moindre dimension permettant de traiter un volume d'information considérablement accru sous une multiplicité de formes, à partir de

/...

sources très diverses. Le logiciel demeure un élément faible de la chaîne, si bien que le matériel sert pour une part de plus en plus grande à faciliter la tâche de l'utilisateur, à accélérer la mise au point des applications et à réduire les coûts de maintenance, 80 % du logiciel ayant à l'heure actuelle pour fonction d'assurer la maintenance des systèmes.

64. Parfois décrites comme des agents démultiplicateurs, les technologies de l'information pourraient entraîner de nouveaux progrès spectaculaires dans le secteur militaire, qui a toujours compté parmi les principaux utilisateurs des technologies de pointe. Les applications militaires sont en règle générale assujetties à des conditions plus contraignantes du fait des milieux physiques dans lesquels elles sont exploitées, de la nécessité d'en assurer la fiabilité dans des situations mettant la vie en péril et de l'importance que revêt la rapidité des ripostes lorsque le temps joue un rôle critique. Gros consommateur de technologies de pointe, le secteur militaire est mû, plus encore que le secteur civil de l'industrie, par la nécessité de prendre le dessus sur l'adversaire potentiel.

65. L'exploitation des progrès des technologies de l'information par le secteur militaire pourrait conduire à un accroissement sensible de l'efficacité des opérations de reconnaissance et des communications, ainsi qu'à une précision accrue du fonctionnement des systèmes d'armes existants. Les technologies applicables à des fins militaires pourraient comprendre a) plusieurs types de détecteurs sensiblement améliorés permettant de capter des signaux faibles sur fond de brouillage; b) des systèmes de commandement, de contrôle, de communication et de renseignement permettant d'assurer une utilisation beaucoup plus souple et tactiquement efficace des forces militaires; c) des armes extrêmement précises, en particulier des systèmes antichars, capables de localiser et de suivre leurs cibles en mode autonome. Il se pourrait enfin que l'utilisation d'ordinateurs et de logiciels perfectionnés permette d'étendre les applications de l'intelligence artificielle aux systèmes militaires. Associés à la robotique, ces progrès technologiques pourraient entraîner une réduction des besoins en personnel par unité d'efficacité de combat, s'agissant pour le moins de ceux des effectifs qui doivent être placés en première ligne.

66. Les systèmes d'information comptent pour une large part dans l'augmentation toujours plus forte du coût des armes et des contre-mesures. Des systèmes complexes de navigation, de communication, de captage, de leurre et d'armement fonctionnent en interaction de plus en plus étroite avec une présentation plus sélective de l'information, mettant en jeu des méthodes perfectionnées d'exploitation des données et de traitement graphique. Analyse organique et formation des opérateurs sont l'une et l'autre facilitées par l'existence de simulateurs plus perfectionnés. Les systèmes de guidage de missiles sont dotés de dispositifs permettant de mieux en mieux identifier les cibles, faisant ainsi des vecteurs des armes de plus en plus "intelligentes". Les technologies de l'information continuent de jouer un rôle décisif dans la modélisation des nouvelles générations d'armes, comme en témoigne notamment la modélisation pyrotechnique fondée sur l'utilisation de super-ordinateurs.

67. L'importance que les éléments du système "C³I" revêtent dans la planification stratégique est bien comprise. Ce qu'il importe de souligner, c'est la rapidité avec laquelle évoluent les critères de commandement et de contrôle ainsi que les normes de mesure. Outre qu'ils se composent de centaines d'éléments importants, les nouveaux systèmes d'information ont un potentiel opérationnel que l'échange d'éléments mineurs peut faire varier du tout au tout. L'information se diversifiant et s'actualisant, la prise de décisions sera facilitée par des systèmes automatiques capables jusqu'à un certain point de raisonner sur l'information et sa représentation sous une forme accessible.

68. On notera, en simplifiant à l'extrême, que la dépendance des nations à l'égard de l'information les rend vulnérables face soit à la désinformation, soit à l'action directe contre les moyens de communication. Les technologies de l'information, y compris dispositifs d'évasion de fréquence reprogrammables, brouilleurs et armes laser à sauts de fréquence, permettent de préparer les insurgés au combat dans le cadre de conflits à petite échelle au moyen de matériel bon marché et difficile à contrer. Des missiles à autodirecteur infrarouge peuvent aisément être obtenus et équipés de dispositifs de contre-mesure. Sur un plan plus élevé, des missiles de croisière à ciblage grossier pourraient facilement être construits au moyen de systèmes de guidage GPS aéroportés, de moteurs légers et économiques et de matériaux légers pour le corps des engins. Il est vraisemblable que des données météorologiques et des éléments d'information permettant de guider les vecteurs et de localiser les cibles pourront de plus en plus facilement être obtenus de sources diverses.

69. L'apport des technologies de l'information sur les plans du renforcement de la confiance et de la vérification est largement reconnu. Des communications moins coûteuses et la capacité d'effectuer les calculs à moindre frais et plus rapidement ne sont pas essentielles au contrôle des explosions souterraines mais, allant de pair avec une informatisation croissante des analyses préliminaires, elles permettent de réduire le coût des activités de surveillance. Dans la mesure où l'analyse des mouvements de matières et de matériel effectuée au moyen de bases de données électroniques étaye les activités de vérification relatives aux armes chimiques et biologiques, les technologies de l'information ont un rôle à jouer sur ce plan.

70. Eu égard au rôle extraordinairement accru et au caractère duel de plus en plus marqué des technologies de l'information, on ne saurait trop fortement souligner à quel point celles-ci contribuent au progrès technologique dans son ensemble et au développement des procédés industriels. Si une nation perd du terrain sur les plans de l'informatique et des technologies de la communication, elle en perd aussi sur tous les autres. Elle ne peut produire de matériaux perfectionnés, piétiner dans le domaine de la biotechnologie, ne peut s'intéresser aux techniques spatiales ou à l'énergie nucléaire qu'en tant que client contraint de payer pour des services onéreux dont il ne peut se passer. L'importance croissante accordée à la propriété intellectuelle dans tous les domaines est démontrée aussi bien par la nécessité d'encoder les données que par les efforts de décryptage déployés en dehors du secteur militaire. Du fait du renchérissement de l'information, les pays en développement dépourvus de moyens sur ce plan ont de plus en plus de mal à rattraper leur retard. Certains d'entre eux se préoccupent activement d'éviter que l'essor des technologies de l'information ne les relègue à l'arrière-plan comme l'avait fait la révolution industrielle. La sécurité réside dans l'accès à l'information.

E. Biotechnologie*

71. La biotechnologie est l'utilisation d'organismes vivants, de leurs éléments constitutifs ou de matières produites par eux, à des fins médicales, agricoles et industrielles, ou pour la recherche. Elle englobe un certain nombre d'ensembles de méthodes, plus ou moins indépendants bien que liés entre eux, comme le génie génétique, l'ingénierie des protéines et les techniques de la cytogénétique, de l'immunogénétique. Les méthodes biotechnologiques permettent d'étudier et de manipuler des gènes et d'autres matériaux génétiques, comme les protéines, dont les anticorps, les virus, les bactéries, les cellules, y compris les cellules germinatives et les neurones, et enfin certains organismes pluricellulaires.

72. L'essor actuel du génie protéique constitue la deuxième vague de la révolution biotechnologique. La première avait été celle du génie génétique, au cours des années 70; les chercheurs avaient alors élaboré des méthodes permettant d'extraire et d'isoler les gènes des cellules de mammifères, puis de les insérer dans des micro-organismes tels que les bactéries. Il s'agit aujourd'hui, à un degré au-dessus, de modifier la structure en acides aminés des protéines elles-mêmes. Les biologistes, ayant de longue date décrypté le code génétique, sont en mesure d'"écrire" une séquence d'ADN correspondant au changement qu'ils souhaitent, et la cellule produit obligeamment la protéine ainsi modifiée.

73. C'est dans la recherche biologique fondamentale et appliquée que la biotechnologie marque actuellement le plus de points. L'étude des structures et des fonctions fondamentales des organismes vivants, y compris les virus, peut être poussée au niveau moléculaire, et éclairer les processus pathogènes. Ces connaissances nouvelles ont souvent d'importantes conséquences pratiques en médecine et en agriculture et pour la protection de l'environnement.

74. Comme dans le passé, les progrès actuels de la biotechnologie ne vont pas sans quelque inquiétude quant aux risques qu'ils peuvent faire courir et à l'abus qu'on peut en faire. Les risques écologiques qu'entraînerait le rejet dans l'environnement d'organismes génétiquement modifiés, la manipulation génétique, le clonage de cellules humaines, et le développement d'armes biologiques et toxiques, notamment, figurent parmi les motifs chroniques de préoccupation que suscite l'essor de la biotechnologie.

75. En fait, les preuves scientifiques d'un rejet effectif d'organismes nocifs dans le milieu physique font pratiquement défaut. Depuis plus de 15 ans que des travaux de recherche-développement utilisant des techniques de génie génétique se déroulent dans des dizaines de milliers de laboratoires, on n'a pas eu connaissance de dégâts qui auraient été causés par la libération accidentelle d'organismes manipulés génétiquement. Cela n'empêche pas entièrement pour autant que l'on appréhende le risque d'un abus délibéré de la biotechnologie et du potentiel militaire qu'elle représente pour le développement d'agents biologiques de guerre.

* Le professeur Erhard Geissler, de l'Académie des sciences de la République démocratique allemande (Berlin-Buch), et M. Raymond Zilinskas, directeur adjoint du Center for Public Issues on Biotechnology, de l'Institut de biotechnologie de l'Université du Maryland (Etats-Unis d'Amérique) ont apporté une contribution à la rédaction de la présente section.

76. On estime que des agents biologiques de guerre doivent réunir plusieurs caractéristiques : la régularité de leur effet, la facilité de leur production, la stabilité en entrepôt, la facilité de dissémination, et la stabilité après dissémination. Selon le rôle auquel on le destine, un agent biologique de guerre devra présenter un certain nombre d'autres caractères : avoir une période d'incubation brève et une persistance suffisante, être difficile à détecter, et pouvoir être mis facilement sous une forme qui le protège des contre-mesures de l'adversaire. La question du laps de temps entre l'émission de l'agent biologique et le début de l'effet d'inhibition est essentielle. Il est possible d'imaginer qu'un agent biologique de guerre qui agit lentement mais qui se propage rapidement par contagion soit utilisé dans une guerre non déclarée. Le problème est que les forces qui utiliseraient cette arme s'exposeraient alors, à un moment donné, au risque de contamination 9/.

77. Bien que des formes de guerre biologique aient été tentées à quelques rares occasions, avec un succès limité et bien peu glorieux, avant la deuxième guerre mondiale, la possibilité d'utiliser militairement les agents biologiques ne fait à l'époque contemporaine l'objet d'aucune marque d'intérêt attestée. Ces agents diffèrent de toutes les autres méthodes de combat par le fait qu'ils sont exclusivement des armes antipersonnel, c'est-à-dire qu'ils ne peuvent être utilisés qu'en raison de leur effet invalidant plutôt que pour une quelconque capacité de frappe. Les autorités militaires aiment généralement savoir quels sont les effets exacts des armes qu'elles utilisent. Or, les résultats de l'emploi d'agents infectieux comme armes de guerre biologique sur des populations humaines ne peuvent être prédits avec une quelconque certitude. Il est très difficile de prévoir avec précision la morbidité et la mortalité qui résulteraient de l'emploi d'agents biologiques contagieux, en raison des disparités entre populations pour ce qui est des variables physiologiques, génétiques et socioculturelles, de l'état nutritionnel, de l'exposition antérieure à des agents infectieux, des vaccinations antérieures et de divers autres facteurs 10/.

78. La Convention de 1972 sur l'interdiction de la mise au point, de la fabrication et du stockage des armes bactériologiques (biologiques) ou à toxines et sur leur destruction (résolution 2826 (XXVI) de l'Assemblée générale, annexe), interdit de mettre au point, de stocker et d'acquérir des agents microbiologiques nocifs à des fins hostiles ou dans des conflits armés. Plus d'une centaine de pays, dont les Etats-Unis d'Amérique et l'Union soviétique, sont parties à cette convention. Aux termes de son article premier, les pays signataires s'engagent "à ne jamais, et en aucune circonstance, mettre au point, fabriquer, stocker, ni acquérir d'une manière ou d'une autre ni conserver des agents microbiologiques ou autres agents biologiques, ainsi que des toxines quels qu'en soient l'origine ou le mode de fabrication, de types et en quantités qui ne sont pas destinées à des fins prophylactiques, de protection ou à d'autres fins pacifiques".

79. L'utilisation des connaissances accumulées en biotechnologie, dans l'intention de tuer des êtres humains, des animaux ou des cultures, représenterait le comble de l'horreur. Il faudrait de nombreuses années de travaux secrets de recherche-développement - 10 à 15 ans est la période habituellement mentionnée - pour obtenir une nouvelle arme biologique à partir des techniques de l'ADN recombinant à

supposer qu'on y réussisse. Il serait pratiquement impossible de procéder à des essais sur des populations humaines. Un Etat qui procéderait à de telles recherches sur l'homme, des animaux ou des plantes risquerait fort d'être pris sur le fait, et en pareil cas, sa signature au bas d'un traité quelconque n'aurait plus de crédibilité.

80. Science relativement jeune, la biotechnologie a un très important potentiel. Ce sont les besoins civils qui, sans doute, seront le principal moteur de son développement. En médecine, il s'agira de la prévention et du traitement des maladies. Dans l'industrie, les premiers travaux visent la production de combustibles à partir de sucre, par fermentation, et laissent présager l'avènement de nouveaux carburants. Les bactéries sont déjà utilisées dans des procédés industriels, comme la concentration des minerais, l'élimination des polluants et la synthèse des matières plastiques. La biotechnologie fait également son entrée dans le domaine du calcul par le canal de l'électronique et de la photonique. La photonique offre une méthode d'augmentation de la densité des microprocesseurs et par là de la vitesse et de la puissance de calcul.

81. Au-delà des applications évidentes de la biotechnologie au développement économique, les techniques biologiques peuvent être appliquées directement aux activités de contrôle des armements. L'application la plus prometteuse, à présent, intéresse les capteurs. Ainsi, les techniques éprouvées faisant appel à la chromatographie, aux spectres de masse, aux faisceaux optiques et aux dosages radio-immunologiques pourraient être utilisées pour vérifier le respect de la Convention sur les armes chimiques, cependant qu'on met au point des capteurs biologiques et des anticorps monoclonaux, qui serviront de détecteurs ultra-sensibles extrêmement spécifiques, pour vérifier le respect de la Convention sur les armes biologiques et pour détecter et mesurer les émissions de polluants dans l'air et dans l'eau.

82. Comme un nombre grandissant de pays participent à la révolution biotechnologique, le caractère ouvert des recherches peut être un moyen efficace de dissuader une partie quelconque d'en faire un mauvais usage. Parmi les mesures qui pourraient être prises dans ce sens figurent la publication des travaux de recherche, l'établissement de liens de coopération entre laboratoires et équipes de recherche de différents pays, en vue de projets menés en commun, les échanges réguliers de chercheurs entre laboratoires, et la publication des programmes de travail et des budgets des instituts de recherche et des laboratoires.

IV. CONCLUSIONS

83. Comparée aux résultats spectaculaires établis au cours des décennies précédentes, la vague actuelle de progrès techniques est principalement le résultat d'une évolution continue et de petites améliorations successives. Il devient en outre de plus en plus évident que, le plus souvent, les techniques qui ont une application militaire ont également des applications civiles. Ainsi, des applications militaires qui seraient indépendantes de recherches civiles sont moins courantes aujourd'hui que naguère, à une époque où l'on parlait surtout des retombées civiles des recherches militaires. Dans les systèmes d'armes modernes,

les améliorations apportées intéressent plus les techniques auxiliaires que les armes elles-mêmes. Or, certaines de ces techniques auxiliaires sont également utiles quand il s'agit de vérifier le respect des accords de limitation des armements ou dans d'autres fonctions similaires concourant à la paix et à la sécurité.

84. Les moyens traditionnels de contrôle des applications militaires de la technique sont les accords internationaux qui interdisent notamment la mise au point, la production, l'acquisition, le déploiement et l'emploi de différentes catégories de systèmes d'armes. Il peut également exister d'autres moyens efficaces tels que les mesures unilatérales de limitation des armements, les arrangements interdisant toute innovation qualitative ayant manifestement des fins destructives, et le dialogue régional et sous-régional sur la limitation des activités militaires et sur l'élimination de l'incertitude quant à l'utilisation qu'un pays entend faire des techniques nouvelles.

85. Il est possible de rendre mieux prévisibles les conséquences des percées technologiques et d'éliminer ainsi l'incertitude et les conjectures en encourageant la tendance présente à une plus grande ouverture et à une plus grande transparence en ce qui concerne les questions militaires. La coopération dans la recherche-développement par l'échange de données et de chercheurs scientifiques peut encourager la diffusion de la technologie et réduire l'incertitude qui pèse sur l'intention dont procède tel ou tel programme donné. Dans certains domaines, les efforts entrepris pour prévenir les percées technologiques qui auraient un caractère dangereux doivent être appliqués dès la phase "recherche-développement" : c'est le cas des armes biologiques. Dans d'autres domaines, ce n'est qu'à la phase de la production que l'on peut déterminer si une technique est utilisée à des fins militaires ou civiles, et c'est le cas des armes chimiques. Dans les limites définies par le droit de la propriété intellectuelle, des travaux de recherche-développement menés en coopération peuvent également être l'occasion de faire prendre conscience aux hommes de science de leur responsabilité morale.

86. Pour être à même d'élaborer un ensemble réaliste de critères d'évaluation de la technologie, la communauté internationale doit être mieux équipée pour comprendre la nature et le sens du changement technique. Certes il existe déjà un certain nombre d'institutions qui s'emploient à mettre au point et à faire fonctionner des mécanismes adéquats d'évaluation de la technologie; cela étant, l'Organisation des Nations Unies peut se donner pour rôle de catalyser leur activité et d'être au centre d'échanges d'idées. Parmi les suggestions déjà faites, il en existe plusieurs dont le propos est de déterminer si les techniques nouvelles remettent en question les accords internationaux sur la limitation des armements ou même les principes tacites qui sont une condition essentielle de leur respect. A titre indicatif, un schéma d'évaluation des "nouvelles technologies" pourrait intégrer les critères suivants :

a) Ces techniques ouvriront-elles de nouvelles options militaires, par une amélioration importante d'armes déjà connues ou par la création de nouveaux systèmes d'armes?

b) Quelles seront leurs incidences sur les moyens de surmonter les crises en temps de paix ou pendant les conflits?

c) Ces techniques nouvelles donneront-elles naissance à de meilleurs moyens de vérification ou d'élimination des armes?

d) Rendront-elles nécessaire l'examen d'un nouvel ensemble de problèmes dans les négociations en cours?

87. Les questions de cette nature témoignent de l'ampleur des tâches nouvelles que la communauté internationale devra aborder si elle veut laisser à la technique toute liberté de se développer, tout en veillant à ce que le progrès technique pendant les années qui viennent ne mette pas en péril la paix et la sécurité internationales mais au contraire y contribue.

Notes

1/ Annuaire des Nations Unies sur le désarmement, vol. 12, 1987 (publication des Nations Unies : numéro de vente F.88.IX.2), appendice VII.

2/ Joseph S. Nye, Jr et James A. Schears, ed. Seeking Stability in Space: Anti-Satellite Weapons and the Evolving Regime, Aspen Strategy Group and University Press of America, Boston Way, Maryland, 1987, chap. II.

3/ Organisation des Nations Unies, Recueil des Traités, vol. 480, No 6964.

4/ Ibid., vol. 944, No 13446.

6/ "Deterrence, Technology and Strategic Arms Control", dans Adelphi Papers No 215, Institut international d'études stratégiques de Londres, hiver 1986-1987, p. 9 à 13.

7/ Timothy Garden, The Technology Trap: Science and the Military, Brassey's Defence Publishers, Londres, 1989, p. 83 à 88.

8/ Nouvelles technologies : une stratégie socio-économique pour les années 90, OCDE, Paris, 1988, p. 38 et 39.

9/ Garden, op. cit.; p. 89 à 93.

10/ Susan Wright et Robert L. Sinsheimer, "Recombinant DNA and biological warfare" dans Bulletin of Atomic Scientists, vol. 39, No 9, novembre 1983; et Martin M. Kaplan, "Another view", dans Bulletin of Atomic Scientists, vol. 39, No 9, novembre 1983.
