

synthèse

Les impacts de la convergence technologique sur les accords de désarmement et de maîtrise des armements

ELISANDE NEXON – MGI PATRICE BINDER (2S)

Rapport n° 89/FRS/AKORDESARM du 31 janvier 2014

Marché n° 2012 1050146630 notifié le 8 octobre 2012
Par lettre n° 6662/DEF/SGA/SPAC/SDA/BPPE

FONDATION
pour la RECHERCHE
STRATÉGIQUE

Les impacts de la convergence technologique sur les accords de désarmement et de maîtrise des armements

– Synthèse –

D'après une définition de la Commission européenne, les technologies convergentes peuvent être considérées comme « *des technologies et des systèmes de connaissance génériques qui se renforcent mutuellement dans un objectif commun* ». Considérant plus spécifiquement la convergence entre les sciences de la vie, les sciences physiques et l'ingénierie, un rapport du *Massachusetts Institute of Technology* (MIT) identifie ce phénomène de convergence comme la troisième révolution, après l'essor de la biologie moléculaire et cellulaire, puis celui de la génomique.

Si le concept de convergence est largement repris et cité, il existe des divergences en termes de définition et de portée, notamment entre les approches américaine et européenne. Les Américains ont imprimé une dynamique, avec la diffusion du rapport dit « NBIC » qui porte sur l'amélioration des performances humaines par la convergence entre nanotechnologies, biotechnologies, technologies de l'information et sciences cognitives. Il propose ainsi d'« *unifier la science* ». L'intégration et la synergie entre ces quatre grands domaines technologiques en émergence sont présentées comme ouvrant de nouvelles perspectives en termes d'amélioration des capacités physiques et intellectuelles humaines, de la société, de la productivité nationale et de la qualité de vie. L'Union européenne s'est dans la foulée également intéressée à la question des convergences technologiques. En réponse au rapport NBIC, la Commission européenne a mis en place un groupe d'experts de haut niveau, « *Foresighting the New Technology Wave* ». L'importance de la dimension militaire et la focalisation sur la recherche de l'amélioration des performances humaines ne sont pas retrouvées avec la même prédominance dans l'approche européenne, développée dans le rapport Nordmann. Le concept européen, exprimé par l'acronyme CTEKS (« *Converging Technologies for the European Knowledge Society* »), insiste sur la demande et les besoins sociétaux.

Au-delà des controverses en matière de conceptualisation, les technologies convergentes sont une source de progrès scientifiques et techniques, permettant d'envisager des sauts technologiques, mais les développements s'accompagnent néanmoins de défis en termes de sécurité et de sûreté, et donc de gouvernance. Accident, mésusage et double usage font partie des risques identifiés. Ce rapport porte plus spécifiquement sur trois grands domaines où les développements scientifiques et technologiques liés aux convergences sont sources de questionnements éthiques, juridiques et sociétaux, avec une incidence potentielle en matière de maîtrise des armements et pour la défense : la santé humaine et

l'amélioration des performances humaines physiques et cognitives, la non-prolifération et le désarmement chimique et biologique, et le développement de systèmes d'arme autonomes.

1 – Santé humaine et amélioration des performances physiques et cognitives

L'exploitation et la combinaison de nouvelles technologies offrent la perspective d'une révolution en termes de préservation des capacités et de restauration, mais aussi d'amélioration des performances humaines, permettant par exemple d'envisager une augmentation de l'espérance de vie, mais aussi une amélioration des capacités physiques et/ou cognitives. Étape ultime, l'objectif n'est plus uniquement d'exploiter ces technologies par le biais d'outils, mais de les intégrer dans le corps humain. De nombreuses solutions, dont certaines existent déjà mais doivent encore être améliorées afin de pouvoir être exploitées concrètement, vont notamment bénéficier des progrès en matière de miniaturisation et d'identification des propriétés spécifiques des composants à l'échelle nanométrique.

Ces évolutions, pour celles qui se concrétiseront, pourront par exemple se traduire par une plus grande endurance, des capacités visuelles ou auditives améliorées, des temps de réaction plus courts, une meilleure productivité, une plus grande créativité ou encore une résistance accrue au stress. Ces différentes avancées représentent un intérêt indéniable pour les forces armées. Elles pourraient en effet avoir une incidence directe sur la capacité opérationnelle, avec des applications potentielles aussi diverses que :

- ⇒ Le suivi médical individuel des combattants ;
- ⇒ La prise en charge médico-psychologique, avec notamment la possibilité de restaurer une fonction après une atteinte à l'intégrité physique, voire psychique ;
- ⇒ L'optimisation du recrutement et de l'entraînement ;
- ⇒ L'amélioration des performances cognitives des opérateurs et des combattants ;
- ⇒ L'amélioration des performances physiques des combattants ;
- ⇒ Le guidage à distance de systèmes d'armes tels que des robots ou des drones.

En ce qui concerne les performances physiques, le recours à des dispositifs et outils externes conçus grâce aux convergences technologiques peut permettre d'améliorer ou restaurer certaines capacités. Il s'agit notamment de prothèses ou d'exosquelettes. La conception d'exosquelettes motorisés ayant des applications potentielles aussi bien dans le civil que dans le domaine militaire vise ainsi par exemple à pouvoir manipuler des charges lourdes. Dans les armées, les exosquelettes pourraient s'avérer particulièrement utiles pour les fantassins et les artilleurs, amenés à transporter du matériel ou des munitions. Ils vont en effet pouvoir permettre d'améliorer les capacités locomotrices et opérationnelles. Outre ces dispositifs externes, il faut également considérer des solutions invasives, comme par exemple des implants permettant d'améliorer la vision ou l'audition. Cette approche soulève cependant des questions éthiques du fait précisément du caractère invasif. Il s'agit en effet d'un acte chirurgical, avec les risques qui peuvent être associés.

L'amélioration des performances cognitives correspond au fait de chercher à améliorer chez des individus sains, donc en dehors de toute nécessité médicale, certaines fonctions cognitives telles que la perception, la mémoire, la vigilance, la concentration ou la prise de décision. L'essor des neurosciences, reposant sur une approche interdisciplinaire, a permis de faire considérablement progresser les connaissances sur le cerveau humain et les convergences avec les nano-biotechnologies, les sciences de l'ingénieur et l'informatique ont permis le développement de nouveaux outils et méthodes d'intervention au niveau cérébral. Les moyens et stratégies permettant d'augmenter les capacités cognitives sont de natures très diverses et les convergences technologiques ont contribué à élargir l'éventail de ces possibilités. Parmi ces moyens figurent par exemple l'éducation et l'entraînement mental, certaines substances pharmacologiques ou encore les interfaces cerveau-machine.

Les enjeux qui doivent être étudiés apparaissent de natures diverses – éthiques, juridiques, sociétaux, voire philosophiques – et vont être liés aux stades de développement des technologies. Des problématiques relevant de la maîtrise des armements peuvent être soulevées, de même que des questions relatives aux droits de l'Homme et portant sur l'intégrité et l'inviolabilité du corps humain. Lorsque les recherches ne portent plus uniquement sur l'amélioration des connaissances, mais visent au développement d'applications destinées à améliorer les performances humaines – par comparaison au fait de préserver ou restaurer des fonctions –, une étape est franchie et la question peut se poser différemment, d'un point de vue éthique, pour les chercheurs et les professionnels de santé impliqués. Les questions qui se posent lorsqu'il s'agit d'étudier la faisabilité d'intégrer des technologies au corps humain, avec notamment un recours à des solutions technologiques invasives ou partiellement invasives, ne sont pas propres à ce type de technologies, mais relèvent de la recherche biomédicale.

Au-delà de la phase de R&D, il faut également envisager comment les solutions technologiques seront employées, par qui et dans quel but. Leurs caractéristiques intrinsèques et les risques auxquels la personne pourrait être exposée, par exemple si l'usage s'inscrit dans la durée ou s'il s'agit d'un dispositif à caractère invasif nécessitant une intervention chirurgicale, vont bien évidemment avoir une incidence sur l'évaluation du rapport bénéfices / risques. Il faut de plus se poser la question en termes d'acceptabilité par les personnes dont les performances pourraient être augmentées, mais aussi par l'entourage et la population en général.

Les neurosciences sont plus particulièrement sources de préoccupations. En France, un rapport de l'Office parlementaire d'évaluation des choix scientifiques et technologiques (OPECST) souligne les extraordinaires avancées dans ce domaine et met en lumière les enjeux, tout en soulignant que ces progrès provoquent des tensions d'ordre éthique, philosophique, juridique et social. Le Comité National Consultatif d'Éthique pour les Sciences de la Vie et de la Santé (CCNE) a également rendu un avis sur les enjeux éthiques dans le cadre du recours à des techniques biomédicales en vue de « neuro-amélioration » chez la personne non malade. Il identifie deux questionnements majeurs, l'un portant sur la santé, la recherche, la médecine et la protection sociale, et l'autre sur la personne et la vie en société, concluant qu'une veille éthique s'imposait.

Si les projets de recherche dans ce domaine sont essentiellement axés sur l'optimisation des protocoles de stimulation permettant d'améliorer certaines capacités cognitives et sur leurs effets physiques secondaires, il faut également prendre en compte le risque que cette amélioration puisse en fait se faire au détriment d'autres fonctions cognitives. En outre,

les perspectives d'utiliser des implants cérébraux à des fins non médicales telles que la localisation, la surveillance, voire la possibilité d'influencer le comportement ou la prise de décision font redouter un risque de détournement à des fins malveillantes. Ces usages potentiels imposent d'envisager les conséquences en termes de dignité humaine et de respect de la vie privée, mais aussi de risques d'atteinte à l'identité personnelle et à l'autonomie.

Le caractère dual de ces recherches et technologies, avec des applications aussi bien civiles que militaires, doit être considéré et il faut envisager quel pourrait être leur impact d'un point de vue opérationnel, mais aussi en termes de maîtrise des armements. Cette analyse va dépendre des technologies considérées elles-mêmes, ainsi que des applications envisagées. Toute la question est d'évaluer si et surtout comment encadrer le développement de ces technologies sans pour autant brider l'innovation et la recherche.

Certaines avancées doivent déjà être considérées dans le cadre d'instruments internationaux existants, tandis que d'autres soulèvent de nouveaux questionnements et imposent de réfléchir à de nouveaux modes de gouvernance. Les implications potentielles des développements dans le domaine des neurosciences doivent ainsi être prises en compte dans le cadre de la Convention sur l'interdiction des armes chimiques (CIAC), ainsi que de celle sur l'interdiction des armes biologiques (CIAB). En effet, s'il est possible d'améliorer les performances cognitives, il est également possible de chercher à obtenir l'effet inverse, c'est-à-dire la dégradation des performances de l'adversaire. L'emploi de substances biochimiques n'est cependant pas le seul moyen d'induire des perturbations au niveau du système nerveux central ou du système nerveux périphérique. Les développements dans le domaine des armes à énergie dirigée ne sont par exemple à l'heure actuelle pas encadrés.

Cependant, avant même de considérer les instruments internationaux existants ou qu'il faudrait négocier, il faut commencer par souligner l'importance des questions de responsabilité des scientifiques et de gouvernance appliquée à la recherche scientifique, même si ces sujets ne sont pas spécifiques aux domaines caractérisés par les convergences technologiques. Il faut noter à ce propos les débats portant sur les nanotechnologies ou la biologie de synthèse, montrant que la communauté scientifique est consciente des enjeux et des risques de dérives.

➔ **Recommandations**

Recommandation 1 : Étant donné les évolutions qui se profilent, d'après les travaux de recherche et les réflexions en cours, en particulier aux États-Unis, il apparaît important de participer à la réflexion normative concernant la question de l'amélioration des performances humaines, d'autant plus que la France dispose de capacités de recherche dans ce domaine. Ces recherches offrent de formidables perspectives, mais il faut aussi envisager les limites et les risques de dérive.

L'Académie des Sciences pourrait être chargée d'organiser cette réflexion qui doit impliquer des acteurs variés : scientifiques des différents domaines concernés par les développements (dont des pharmacologues, toxicologues, biochimistes, ingénieurs, etc.), médecins (dont des neurologues, psychiatres, neurochirurgiens, etc.), pharmaciens, représentants des ministères concernés (recherche, santé, défense, industrie, etc.), représentants des agences impliquées (Agence nationale de sécurité du médicament et des produits de santé,

Agence de la biomédecine, etc.), juristes, spécialistes d'éthiques (dont du CCNE), représentants de la société civile (dont du CICR, etc.), philosophes, etc.

Un certain nombre de questions méritent, entre autres, d'être examinées :

- ⇒ État des réflexions et programmes aux États-Unis et au niveau européen : quelles différences et quelles convergences ?
- ⇒ À partir d'une analyse bénéfices / risques, quelles sont les applications et les solutions technologiques qui paraissent réalisables à terme ?
- ⇒ En l'état actuel des connaissances, où peut-on définir la limite entre ce qui est acceptable ou non, en fonction de considérations d'éthique et de déontologie médicale ?
- ⇒ Est-ce que certaines applications pourraient poser un problème du point de vue du droit international humanitaire et dans quelle mesure ?
- ⇒ Qui pourrait bénéficier de ces améliorations ? Faudrait-il limiter l'accès à ces technologies une fois qu'elles seront développées ?
- ⇒ Quels sont les axes de recherche qui devraient être soutenus de manière prioritaire au niveau national ?

Un séminaire axé sur la question de l'amélioration des performances humaines pourrait être organisé et les résultats des travaux de réflexions publiés par l'Académie des Sciences sous forme d'un rapport.

2 – Non-prolifération et désarmement chimique et biologique

Technologies émergentes et phénomènes de convergence peuvent avoir un impact en termes de dualité, avec le développement potentiel de biens à double usage. Considérant un usage militaire ou même détourné par des acteurs non étatiques des convergences scientifiques et technologiques, en particulier entre chimie et biologie, il convient d'évaluer périodiquement leur impact sur les instruments de désarmement et de maîtrise des armements. Elles peuvent en effet les affaiblir, voire les rendre obsolètes, avec le perfectionnement d'armes existantes ou le développement de nouvelles catégories d'armes. Les avancées relatives aux technologies convergentes peuvent également avoir une incidence sur les régimes de contrôle des exportations (groupes informels ou régimes communautaires, par exemple) et sur les mécanismes de contrôle nationaux, impliquant par exemple la nécessité de réévaluer et, le cas échéant, adapter les listes de contrôle des exportations de biens et technologies à double usage.

Ces avancées scientifiques et techniques peuvent également avoir des applications bénéfiques, contribuant à la mise en œuvre de certaines dispositions de la CIAC, incluant celles de l'annexe sur la vérification, et de la CIAB, voire du mécanisme d'enquête du Secrétaire général des Nations Unies en cas d'allégation d'emploi d'armes chimiques ou biologiques. Ces développements peuvent en effet permettre d'améliorer les méthodes de détection et d'identification d'agents chimiques ou biologiques, les diagnostics et contre-mesures médicales, les équipements de protection individuelle, ou encore les méthodes de décontamination.

Il y a une convergence croissante entre les sciences et technologies ayant une incidence pour ces deux Conventions, en particulier entre chimie et biologie. Cette observation est

particulièrement évidente en ce qui concerne les technologies de production, avec l'utilisation de processus biologiques ou à médiation biologique pour la fabrication de produits chimiques et la synthèse chimique de molécules ou systèmes biologiques. Les capacités de modelage, conception assistée par ordinateur et ingénierie d'enzymes augmentent, permettant la création de nouveaux biocatalyseurs pouvant être utilisés dans le cadre de la biologie de synthèse. Il y a également un développement rapide des capacités de manipulation et de modification d'organismes, avec les technologies de l'ADN recombinant et de la biologie de synthèse. Il faut de plus souligner l'impact des technologies habilitantes sur les phénomènes de convergence, avec par exemple les développements en matière de séquençage et synthèse de l'ADN ou les avancées concernant l'informatique et les outils computationnels. Il faut par ailleurs noter la convergence de la chimie et de la biologie avec les nanotechnologies.

Il n'y a cependant pas eu au cours de la dernière décennie d'avancée majeure qui aurait pu remettre en cause la portée des Conventions ou la nature des recherches. S'il ne semble pour l'heure ne pas y avoir encore de changement de paradigme, il faut néanmoins garder à l'esprit que des percées scientifiques pouvant avoir une incidence sur les Conventions pourraient survenir dans certains domaines. Dans cette perspective, le groupe de travail temporaire sur les convergences du Conseil scientifique consultatif de l'Organisation pour l'interdiction des armes chimiques (OIAC) a ainsi recommandé de suivre les avancées dans les domaines suivants : technologies de production, biologie systémique et de synthèse, nanotechnologies.

Développements scientifiques et technologiques dans le contexte à la fois de la CIAC et de la CIAB : quelques points clefs

Tendances générales

Phénomènes de convergences scientifiques et technologiques (en particulier convergence entre chimie et biologie)
 Amélioration des connaissances dans le domaine des sciences de la vie, en particulier sur les processus biologiques
 Dissémination des connaissances et des capacités
 Augmentation des flux tangibles et intangibles
 Rôle des médias et perception par la société

Exemples d'avancées pouvant présenter un risque

Meilleure compréhension des mécanismes d'action et des effets des agents chimiques (toxicité) et biologiques (pathogénicité, virulence, etc.)
 Mise au point de nouveaux agents chimiques et biologiques (en particulier de milieu de spectre, comme des toxines et des biorégulateurs)
 Amélioration des technologies de production (notamment, processus biologiques ou à médiation biologique pour la fabrication de produits chimiques et la synthèse chimique de molécules ou systèmes biologiques)
 Amélioration des techniques de dispersion et d'administration ciblée

Domaines et disciplines intéressant les deux Conventions et devant plus particulièrement être pris en compte dans le cadre d'un suivi

Technologies de production
 Biotechnologies, Biologie systémique et Biologie de synthèse
 Nanotechnologies
 Neurosciences

Domaines de développements pouvant avoir des applications bénéfiques

Détection
 Diagnostics
 Identification
 Protection
 Prophylaxie et traitement curatif

Technologies habilitantes

Séquençage et synthèse de l'ADN
 Technologies – omiques
 Biologie de synthèse
 Nanotechnologies
 Bioinformatique et outils computationnels

Sources : Rapport ; ISU ; Groupe de travail temporaire sur les convergences du Conseil scientifique consultatif de l'OIAC ; J. Hart & R. Trapp, Science and technology and their impacts on the Biological and Toxin Weapons Convention (2011) ; OCDE, Perspective d'avenir pour la biotechnologie industrielle (2011).

Il apparaît évident que la convergence entre chimie et sciences de la vie a une incidence sur les deux Conventions. Il faut d'ailleurs rappeler que, si elles ne convergent pas elles-mêmes, ces Conventions se recouvrent partiellement et prennent toutes deux en compte certaines catégories de composés chimiques, en particulier les toxines et les biorégulateurs. Une coordination entre les deux régimes permettra notamment d'éviter que ces composés chimiques ne soient finalement pris en compte par aucun de ces instruments. Dans ce contexte de convergences, la nécessité d'opérer un rapprochement entre les deux régimes a été soulignée à de nombreuses reprises, dans les deux enceintes. Une convergence scientifique et technologique n'implique cependant pas une convergence juridique ou politique entre les différents traités.

Les CIAC et la CIAB incluent toutes deux un critère de destination générale, permettant de prendre en compte les futures avancées scientifiques et techniques. Ce ne sont donc pas les technologies mais les fins qui sont interdites. Étant donné les évolutions, il est cependant apparu indispensable de réaffirmer la portée respectivement des articles II et I de ces Conventions, en étudiant les conséquences potentielles de ces avancées. Si la problématique liée aux convergences est clairement identifiée, il s'avère néanmoins souvent difficile de déterminer de quelle façon le processus de mise en œuvre devrait être adapté.

Les mécanismes d'examen sont très différents entre les deux Conventions, la CIAC disposant d'un Conseil scientifique consultatif. En ce qui concerne la CIAB, l'ISU, dont il faut noter que les missions sont variées et l'équipe restreinte, est impliquée. Le principal changement concernant la CIAB a été l'introduction de la question des développements scientifiques et technologiques comme point permanent à l'agenda des réunions au cours du processus intersessions. Cette asymétrie entre les deux Conventions n'empêche cependant pas les échanges. Le groupe de travail temporaire sur la convergence du Conseil scientifique consultatif de l'OIAC a d'ailleurs entre autres conclu qu'il serait souhaitable de mettre en place une approche structurée permettant d'avoir des contacts entre les deux Conventions.

Il est difficile de prédire la dynamique des développements scientifiques et technologiques dans des domaines marqués par l'incertitude, comme par exemple ceux des

biotechnologies et des nanotechnologies, et donc d'anticiper la survenue de percées. Ce constat peut conduire à une analyse à partir d'un modèle sociotechnique, par comparaison avec le modèle du déterminisme technologique souvent utilisé en matière d'évaluation de l'évolution des menaces biologiques et chimiques. Dans ce modèle, plus complexe, il faut prendre en compte des interactions entre technologies et société, en intégrant des éléments de contexte politiques, sociaux, économiques et scientifiques. L'émergence d'une nouvelle technologie pouvant avoir un usage dual ne signifie en effet pas qu'elle va être obligatoirement exploitée, voire détournée. De plus, tous les domaines n'évoluent pas au même rythme. La question est donc posée de savoir s'il faut traiter de la même manière tous les développements dans le cadre d'un processus d'examen ou s'il faut sélectionner des sujets devant être analysés de manière plus approfondie.

La prise en compte des convergences représente donc un véritable défi, impliquant également d'arriver à suivre les avancées dans des domaines qui n'étaient pas forcément suivis auparavant. Elle requiert par ailleurs une approche multidisciplinaire, afin de pouvoir appréhender les questions propres à chaque domaine. Il apparaît ainsi important que les États parties puissent s'appuyer sur l'expertise de spécialistes encore impliqués directement dans la recherche, non seulement dans le domaine des sciences et de la vie, mais également dans les autres domaines pouvant contribuer aux avancées scientifiques et technologiques intéressant les Conventions, étant donné les phénomènes de convergences. Ces derniers doivent par ailleurs être sensibilisés aux enjeux en matière de maîtrise des armements et de non-prolifération et donc sur les Conventions.

Plus globalement, il est important de mettre l'accent au niveau national sur l'importance des activités de sensibilisation et de formation à destination des scientifiques. Certains acteurs à l'origine de développements intéressant la Convention peuvent en effet ne pas avoir conscience des conséquences potentielles en termes de sécurité. Il peut par ailleurs s'avérer parfois difficile de trouver un équilibre entre diffusion de l'information scientifique et impératifs de sécurité. Il faut arriver à impliquer en amont, à sensibiliser et responsabiliser les futurs scientifiques. L'objectif de cette démarche qui s'inscrit dans la durée est d'arriver à avoir une influence sur le long terme et donc sur les pratiques scientifiques de ces futurs professionnels, avec le développement d'une culture de sécurité. Pour ce faire, il convient donc de trouver des moyens attractifs d'intéresser les étudiants des filières concernées.

➔ **Recommandations**

Recommandation 2 : Une évaluation des conséquences potentielles des avancées liées aux convergences scientifiques et technologiques implique de disposer d'un mécanisme de veille pérenne au niveau national, reposant sur une approche multidisciplinaire étant donné les phénomènes de convergence. Il ne semble pas opportun de créer une nouvelle structure dédiée, puisqu'il existe déjà des structures et comités possédant une expertise ciblée sur laquelle il est possible de s'appuyer (par exemple, Observatoire des micro- et nanotechnologies, Haut Conseil des Biotechnologies, futur Comité scientifique de surveillance pour la biosécurité, certains laboratoires universitaires ou sociétés scientifiques, etc.). Après une sensibilisation des interlocuteurs aux questions de sécurité, de prolifération et de maîtrise des armements, il s'agit plutôt d'organiser un mécanisme permettant une remontée de l'information, éventuellement de manière spontanée, et une collection de ces informations et évaluations. Un groupe de travail *ad hoc* multidisciplinaire, comprenant des représentants des différents ministères concernés et des scientifiques encore

impliqués dans des activités de recherche, serait responsable de la synthèse de ces informations et de la rédaction d'un rapport.

Recommandation 3 : Une réflexion sur la manière de faire du benchmarking sur les méthodes d'évaluation des risques scientifiques et technologiques et les critères d'évaluation pourrait être envisagée.

Recommandation 4 : L'organisation d'un séminaire annuel (sur le modèle de celui organisé par la Fondation pour la Recherche Stratégique pour le compte de la Délégation aux Affaires stratégiques en février 2013, mais en l'ouvrant plus largement) pourrait contribuer à rassembler et sensibiliser des acteurs de domaines très différents, dont certains n'étaient jusqu'à présent que peu concernés par ces questions de sécurité et prolifération. Ce séminaire pourrait contribuer à l'exercice d'évaluation.

Recommandation 5 : Lors des prochaines Conférences d'examen de la CIAB et de la CIAC, la France pourrait contribuer à l'examen des développements scientifiques et techniques en soumettant sa propre évaluation des avancées scientifiques et technologiques et de leur impact sur les Conventions, en insistant sur les phénomènes de convergence.

Recommandation 6 : La responsabilisation des parties prenantes représente un axe d'efforts important, comme le souligne la proposition de la France lors de la dernière Conférence d'examen de la CIAB. Afin de favoriser l'information des scientifiques et autres parties prenantes, une page internet dédiée aux questions de sécurité associées aux développements scientifiques et technologiques, en insistant sur les questions de convergence, pourrait être mise en place (par exemple, sur le site du ministère de l'Enseignement supérieur et de la Recherche). Afin d'aider les démarches de sensibilisation, de formation, ou de mise en place de plan de gestion des risques, des supports pédagogiques pourraient être mis à disposition, dans le but d'aider les enseignants ou les personnels (par exemple, diaporamas et fiches synthétiques de présentation des objectifs des Conventions, de la législation nationale, organismes à contacter le cas échéant, etc.).

Afin de tenir les communautés scientifiques et académiques informées sur ces questions, une newsletter annuelle ou bisannuelle pourrait être envoyée par le biais des associations professionnelles et des sociétés scientifiques pertinentes, après une démarche de sensibilisation auprès des interlocuteurs dans ces structures (évolutions législatives, initiatives en matière de formation, focus sur un exemple, etc.).

Recommandation 7 : Suivant la proposition de mécanisme de revue par les pairs pour la CIAB faite par la France à la dernière Conférence d'examen, le ministère des Affaires étrangères a organisé, avec la collaboration de la Fondation pour la Recherche Stratégique, un exercice pilote en décembre 2013. Si ce type d'exercice est renouvelé, une présentation de la mise en œuvre des mesures visant à la responsabilisation des parties prenantes pourrait être organisée.

Recommandation 8 : Si la France a toujours été particulièrement impliquée dans les activités de coopération scientifique et de recherche, l'émergence du concept de diplomatie scientifique, reposant sur la reconnaissance de l'importance de la science dans l'action diplomatique, a incité à engager une réflexion approfondie afin de développer une véritable stratégie. Il peut s'avérer intéressant d'engager une réflexion plus spécifique sur la manière d'articuler la mise en œuvre des articles X et XI, respectivement de la CIAB et de la CIAC, avec cette stratégie.

3 – Systemes d'armes autonomes

Les systèmes d'armes autonomes peuvent être définis comme des systèmes qui, une fois activés, peuvent sélectionner et engager des cibles pouvant être humaines sans intervention d'un opérateur extérieur. Les conséquences d'une action pourraient être létales et ces systèmes d'armes sont parfois également appelés « robots létaux autonomes » (RLA) ou « robots tueurs ».

Les développements portant sur les systèmes d'armes autonomes sont rapides, liés en particulier aux avancées dans le domaine de l'intelligence artificielle et de la robotique. Il reste toutefois assez difficile d'évaluer le niveau d'avancement des programmes de R&D, étant donné les impératifs de sécurité nationale et de confidentialité. Aucun système entièrement autonome n'a pour le moment encore été déployé sur le terrain. En revanche, il existe déjà des systèmes dotés de fonctions caractérisées par un certain niveau d'autonomie et pouvant présenter un caractère létaux. Des pays comme les États-Unis, la Corée du Sud, Israël, le Japon et le Royaume-Uni, ont en effet développé de tels systèmes et, pour certains, les utilisent en conditions opérationnelles. La Chine et la Russie auraient également des programmes de développement.

L'introduction sur le champ de bataille des systèmes d'armes autonomes risque de modifier significativement la conduite de la guerre, sans qu'il soit encore possible d'évaluer complètement la portée de cette évolution, si elle survient. Le recours à des machines autonomes à la place des combattants, limitant les risques de pertes humaines, ne pourrait-il ainsi pas être susceptible de faciliter le déclenchement des conflits, en modifiant les enjeux et les équilibres de force ? La performance de ces systèmes ne serait certes pas affectée par des sentiments tels que la peur ou la colère, ce qui pourrait permettre de préserver des vies. Mais ces systèmes ne pourraient néanmoins vraisemblablement pas non plus adapter leur réponse par compassion ou par reconnaissance d'un changement des circonstances, comme pourrait le faire un être humain.

À ce stade, il semble difficile de s'opposer à une évolution vers des systèmes d'arme ayant plus d'autonomie. Il faut donc étudier la licéité de ces armes et de leur emploi au regard du droit des conflits armés ou droit international humanitaire (DIH), et en premier lieu s'il est possible de garantir le respect des principes humanitaires consacrés par ce droit et, le cas échéant, dans quelles conditions. L'emploi d'armes de quelque nature qu'elles soient au cours d'un conflit armé doit en effet respecter deux principes fondamentaux régissant la protection de la population civile contre les effets des hostilités : discrimination et proportionnalité. Il s'avère important de poser cette question suffisamment en amont au cours du processus de R&D, sans forcément attendre de savoir quelles solutions technologiques vont être adoptées, puisqu'il va y avoir une incidence directe sur la conception même des systèmes d'armes, notamment en prenant en compte la complexité de développer des algorithmes qui devraient permettre de garantir le respect de ces deux principes. L'identification de la responsabilité en cas de violation des règles du droit des conflits armés représente par ailleurs une problématique à part entière.

Il n'existe pour l'heure pas d'instrument multilatéral dédié ou de règles spécifiques qui permettraient d'encadrer le développement et l'usage des systèmes d'armes autonomes. La manière dont les développements technologiques concourant à la conception de ces armes et leurs usages potentiels doivent être encadrés fait l'objet de controverses. Les aspects éthiques et juridiques liés à l'emploi de telles armes doivent faire l'objet d'une discussion approfondie, en nuancant en fonction des différents usages identifiés et en

intégrant la spécificité des contextes d'emploi. Les questions juridiques par rapport au droit international humanitaire ne sont en effet pas tant liées à la nature de ces armes qu'au fait de substituer des machines à l'être humain pour accomplir des actes de guerre, incluant le fait de tuer. Dans ce contexte, plusieurs options peuvent ainsi être envisagées, de l'absence de mesures d'encadrement à l'interdiction complète de ces armes. Parmi ces options figurent également par exemple la mise en place d'un moratoire, l'adoption d'une réglementation juridiquement non contraignante et de mesures *ad hoc*, avec la promotion d'une démarche d'auto-gouvernance, ou encore l'adaptation de la Convention sur l'interdiction ou la limitation de l'emploi de certaines armes classiques (CCAC).

Clarifier les termes du débat concernant la question des robots létaux pleinement autonomes, portant sur des technologies qui ne sont pas encore abouties et qui sont duales, apparaît comme une nécessité. La France fait ainsi partie des pays qui se sont montrés particulièrement actifs en 2013, avec plusieurs interventions publiques à ce sujet dans les enceintes internationales, ainsi qu'avec l'organisation d'un séminaire dédié en septembre 2013. Elle a soutenu la position de l'Union européenne, qui précise notamment que l'emploi de ces armes est effectivement régit par le droit international humanitaire et que cette problématique devrait donc être débattue dans des enceintes des Nations Unies pertinentes en matière de maîtrise des armements. La France a suggéré que la CCAC représentait le forum approprié pour étudier cette question, permettant de rassembler les compétences légales, techniques et militaires nécessaires. Elle a d'ailleurs été à l'initiative de la décision d'engager des travaux portant sur les systèmes d'armes létaux autonomes, prise par les pays participants à cette Convention au vu des enjeux techniques, juridiques et éthiques.

➔ **Recommandations**

Recommandation 9 : La France a montré qu'elle était particulièrement active sur cette question. Il apparaît important qu'elle continue de participer activement à la réflexion normative en amont, alors que les technologies ne sont pas encore matures. Organiser un séminaire international à Paris, en fonction des résultats de la réunion informelle de mai 2014, pourrait permettre de continuer à promouvoir les discussions sur cette thématique.

Recommandation 10 : Il n'existe pas de systèmes qui soient entièrement autonomes à l'heure actuelle. Néanmoins, étant donné les implications en termes de recherche et développement, mais aussi potentiellement de conduite des opérations à terme, le ministère de la Défense pourrait commander une étude prospective portant sur les systèmes d'armes létaux autonomes, axée plus spécifiquement sur les aspects technologiques (maturité) et les aspects juridiques.

