



CAHIER N° 10

Défense et Innovation de rupture

Rapport issu d'une étude menée avec le
Conseil Général de l'Armement

Cahier édité avec le soutien de TOTAL



SYNTHESE

De tout temps, la préparation de la défense a été une course à l'innovation. L'enjeu est de surprendre et de dominer l'adversaire par l'emploi le plus adapté de moyens nouveaux ou dont les performances sont sans cesse améliorées.

Pour mener cette course la France a régulièrement consenti des efforts importants, combinant des réflexions sur les opérations futures et des recherches technologiques en préalable au lancement de grands programmes d'armement. Si l'on considère la période écoulée depuis le milieu du vingtième siècle, ces efforts ont conduit à des succès indéniables, opérationnels ou industriels, dont la constitution de la force de frappe et les exportations de nombreux systèmes d'armes sont des manifestations particulièrement visibles.

Mais l'organisation mise en place, bien adaptée à des innovations incrémentales, améliorations des matériels ou des pratiques principalement sous-tendues par les progrès de la technique, sans impact sur les concepts opérationnels, n'a pas permis d'anticiper des ruptures majeures issues de l'usage inattendu de possibilités nouvelles. A titre d'exemple, il aurait été souhaitable d'identifier plus tôt l'importance que prendrait la capacité des avions de combat à échapper à la détection des radars, les possibilités d'emploi des engins sans pilote sur les champs de bataille ou la menace que constitueraient les explosifs improvisés dans les opérations de maintien de la paix.

Or l'évolution du monde rend une telle capacité d'anticipation de plus en plus cruciale pour plusieurs raisons : Les contraintes budgétaires en Europe, les efforts des pays émergents pour rattraper l'avance technologique des États dits occidentaux, la prolifération des menaces de toutes origines issues de l'expansion accélérée des technologies dans les sociétés contemporaines font que la maîtrise des innovations de rupture apparaît indispensable pour maintenir les moyens d'assurer notre sécurité à un coût économiquement et socialement acceptable.

De façon remarquable, cette problématique rejoint largement une préoccupation majeure de notre temps : la lutte pour la compétitivité commerciale et la rénovation industrielle. Car d'une part les voies communément utilisées pour gagner la course à l'innovation économique, le financement de la recherche et le soutien des projets des entreprises, ne favorisent pas directement l'anticipation de ruptures majeures que les décideurs des entreprises, concentrés sur des créneaux particuliers et des équilibres financiers à court terme, ne sont pas les mieux placés pour préparer. D'autre part, l'Histoire a montré que les efforts d'un État pour développer des industries de pointe et pour disposer d'une capacité autonome à se doter des équipements nécessaires à sa défense étaient indissociables et s'épaulaient mutuellement. Les domaines de l'aéronautique et de l'espace, l'exemple des États-Unis l'illustrent clairement.

Toutes ces constatations conduisent à formuler plusieurs recommandations, pour mieux se préparer afin de remporter la guerre froide de l'innovation.

La première proposition serait de dédier une petite part des moyens du ministère de la Défense à l'exploration systématique de concepts de ruptures d'usage associées à des équipements nouveaux. Cette exploration consisterait en la production et une première évaluation d'idées nouvelles par une équipe limitée, disposant de moyens de simulation, chargée d'animer des réseaux de correspondants extérieurs. Cette démarche réaliserait une transposition à l'échelle de nos moyens des activités de la DARPA américaine qui toutefois ne donnerait pas la même prépondérance aux aspects technologiques. Il s'agirait d'élaborer avec une large autonomie des propositions, spontanées ou sur sollicitation, à l'intention des principaux décideurs du ministère.

Cette initiative pourrait être complétée par différentes mesures de gestion des ressources humaines : formation spécifique, étapes de carrière centrées sur l'innovation, prise en compte des capacités associées dans l'évaluation des personnes, diversité accrue des profils dans certaines équipes. Une autre suggestion associée serait d'engager une coopération renforcée avec les pôles de compétitivité pouvant prendre la forme d'un « pôle de défense virtuel ».

Dans une deuxième étape, cette démarche pourrait être étendue au profit de l'ensemble des acteurs économiques, en partenariat avec les ministères chargés de l'industrie et de la recherche.

Enfin, pour que cette action visant à la rénovation industrielle puisse prendre toute son ampleur, il serait utile de la compléter par une action diplomatique. L'objectif serait d'orienter la politique européenne, aujourd'hui dominée par le souci de préserver un libre échange au bénéfice direct des consommateurs, vers une priorité plus grande donnée au soutien d'innovations destinées à répondre à des enjeux collectifs d'avenir. Il s'agirait de faire reconnaître à nos partenaires qu'un certain maintien des capacités industrielles est une condition de la défense et de la sécurité qui, au-delà des préoccupations commerciales légitimes, est une responsabilité essentielle des États.

SOMMAIRE

Synthèse

1- La recherche d'innovation de rupture est devenue capitale pour la défense

1.1- Innovation et défense : deux enjeux liés, essentiels pour l'avenir de nos sociétés

1.2- L'évolution du monde impose un effort accru pour faire naître l'innovation de rupture

1.3- La présente étude : une démarche pluridisciplinaire, appuyée sur des expériences concrètes

2- Analyse : freins à l'innovation de rupture pour la défense et voies d'amélioration

2.1- Les méthodes actuelles de construction du système de défense favorisent surtout l'innovation incrémentale et technologique

- La priorité absolue donnée à la maîtrise des coûts et des délais n'incite pas à la rupture
- Une expression rationnelle du besoin ne fait pas naturellement émerger des idées de bouleversements d'usages
- Une organisation optimisée tend à évoluer dans la continuité
- Différents traits culturels ajoutent leurs effets aux limitations précédentes

2.2- Des exemples de démarches entreprises pour développer l'innovation de concept et d'usage dans différents domaines peuvent être mis à profit

- Aux États-Unis, la DARPA représente une réponse riche aux objectifs visés ici
- En France, des établissements publics et des entreprises ont mis en place des systèmes dédiés à l'innovation de rupture
- Les démarches entreprises pour faire émerger des innovations de rupture s'appuient sur la création de dispositifs nouveaux comme les « living labs » (centres d'innovation d'usage)
- Les nouveaux centres d'innovation sont eux-mêmes appelés à se regrouper en réseaux

2.3- Les obstacles analysés et les expériences observées suggèrent quelques recommandations générales

- Les organisations devraient intégrer l'innovation à un niveau supérieur dans l'ensemble de leur dispositif
- L'innovation de concept suppose une démarche particulière
- L'État a un rôle spécifique à assurer en matière d'innovation
- Pour la défense, le dialogue entre ingénieurs et opérationnels devrait s'orienter davantage vers la recherche de ruptures

3- Recommandations pour une « Agence d'anticipation des ruptures de défense »

3.1- Une action dédiée à l'innovation de rupture, à la fois autonome et pleinement insérée dans les processus d'élaboration du système de défense

- Une mission ambitieuse, mais bien délimitée : produire, évaluer, proposer de nouveaux concepts
- Des interfaces avec de nombreux processus du ministère de la Défense : des réponses aux demandes et des propositions spontanées, des activités partagées entre long terme et court terme
- Un rattachement direct au Ministre
- Un comité d'orientation largement ouvert vers l'extérieur du ministère

3.2- Des moyens déduits de l'exemple de la DARPA en visant seulement une réallocation des ressources du ministère

- Une structure permanente dédiée
- Des moyens d'échanges et de simulation
- Un budget d'expertises, d'études et de démonstrations
- Une latitude administrative pour les ressources humaines et la passation des contrats, fondée sur le périmètre limité et les particularités de la mission
- Plusieurs niveaux d'ambition possibles

3.3- Des modes de fonctionnement spécifiques

- Une gouvernance souple dans un cadre précis
- Une attention particulière portée au point de départ des réflexions
- Un compromis entre ouverture et protection des résultats

4- Autres pistes de développement de l'innovation de rupture pour la défense

4.1- Une gestion des ressources humaines qui donne une place à part entière à l'innovation de concept

- Une formation spécifique
- Des étapes de carrière centrées sur l'innovation
- Une meilleure prise en compte des capacités d'innovation dans les évaluations
- Une diversité accrue des profils

4.2- Un partenariat avec les pôles de compétitivité

- Se concentrer sur une catégorie de partenaires
- Organiser dans chaque pôle des échanges exploratoires sur des questions intéressant la défense
- Rassembler des correspondants de tous les pôles en un réseau unique « pôle de défense virtuel »
- L'Agence d'anticipation des ruptures de défense serait l'outil naturel pour conduire ce partenariat

4.3- Une dimension nouvelle donnée à la préparation des ruptures de défense, pour renforcer la posture d'anticipation

- Considérer la préparation des ruptures de défense comme un enjeu majeur du ministère, à l'image de la création de la force de dissuasion
- Commencer par donner une priorité accrue à la mission d'anticipation de la DGA
- Cette évolution exigerait une adaptation des compétences et des modes de fonctionnement de la DGA
- Cette ambition nécessiterait une participation de l'ensemble du ministère que l'A2RD serait bien placée pour animer

5- Applications à la rénovation industrielle nationale

5.1- Une approche fondée sur la convergence des enjeux de rénovation industrielle et de défense

5.2- Un élargissement naturel des mesures préconisées pour la défense

- Les propositions faites pour préparer les ruptures sont bien adaptées aux contraintes majeures qui limitent le soutien à l'innovation
- Transposer l'exploration des ruptures de défense à toute l'économie
- Promouvoir des formations et des parcours pour l'innovation de rupture
- Instituer un pôle de compétitivité virtuel des ruptures transversales
- Donner une mission nouvelle à un partenariat entre les ministères chargés de défense, recherche et industrie

5.3- Une harmonisation des conceptions de part et d'autre de l'Atlantique

- Reprendre certaines pratiques d'autres pays
- Faire reconnaître à l'Europe qu'un maintien des capacités industrielles est un enjeu de défense et de sécurité

Liste des personnes ayant contribué aux travaux

Mandat du groupe

Glossaire

1- LA RECHERCHE D'INNOVATION DE RUPTURE EST DEVENUE CAPITALE POUR LA DEFENSE

1.1- INNOVATION ET DEFENSE : DEUX ENJEUX LIÉS, ESSENTIELS POUR L'AVENIR DE NOS SOCIÉTÉS

De tout temps, la défense a été une course à l'innovation dont les enjeux sont d'anticiper la menace, de se donner les moyens d'y faire face en surprenant autant que possible les adversaires potentiels. Le premier conflit mondial en fournit une illustration¹ édifiante : l'usage opérationnel des sous-marins, nés à la fin du siècle précédent de l'association du moteur électrique à courant continu et de l'accumulateur, ne rencontre pour un temps aucune opposition sérieuse; l'aéronautique militaire connaît un essor extrêmement rapide² ; après quelques expériences britanniques et françaises, les engins blindés finissent par démontrer leur potentiel à la fin de 1917 ; il ne s'agit là que de quelques exemples de grande ampleur, les innovations ayant été abondantes dans pratiquement tous les domaines³.

Plus récemment, dans un contexte de mondialisation des échanges commerciaux et d'émergence de puissances économiques nouvelles, la clef qui a été généralement reconnue pour maintenir l'emploi et préserver le niveau de vie de nos régions est la course à l'innovation. Le but est d'anticiper la demande future des consommateurs ainsi que les contraintes d'environnement à venir afin de proposer les premiers des réponses adaptées qui fassent appel de préférence à des technologies indisponibles dans les pays émergents à faible coût de main d'œuvre.

Au-delà de l'identité des démarches ; les apports mutuels des efforts consentis par une même nation pour se doter d'équipements de défense appropriés et pour renforcer son industrie sont difficilement contestables. L'exemple des Etats-Unis est particulièrement éclairant à cet égard.

Cette complémentarité est illustrée par des innovations bien connues comme la propulsion à réaction des avions, les réseaux électroniques (internet issu d'Arpanet) ou le repérage des positions à l'aide des satellites (GPS et maintenant Galileo) : dans tous les cas, le développement de produits à vocation initiale militaire a conféré à un petit nombre de pays un avantage technologique durable pour des applications commerciales et réciproquement les recherches menées à des fins civiles ont contribué fortement à l'amélioration et à la réduction des coûts des armements correspondants. Il est probable que les efforts d'innovation dans des domaines tels que l'aéronautique, l'espace, le stockage de l'énergie ou encore l'électronique, l'informatique, la robotique continueront d'intéresser les responsables aussi bien de l'économie que de la défense dans les années à venir.

¹ *Tous les conflits passés auraient pu fournir des illustrations du même type. Pendant la guerre de 1870, si les Français avaient mal anticipé l'usage qui pouvait être fait des chemins de fer pour l'acheminement des hommes et du matériel (les Prussiens avaient, eux, développé un système de bogies variables pour s'affranchir de la variété des normes d'écartement des rails), leurs canons à balles se révélèrent en revanche une source de surprise et d'effroi, peu exploitée toutefois à défaut d'une doctrine adéquate. Le second conflit mondial fut celui des radars, des porte-avions, des engins balistiques et de la bombe nucléaire.*

² *Le renseignement photographique aérien se développe à partir des initiatives de quelques personnes jusqu'à devenir un instrument clé de la manœuvre, dans une perspective aussi bien tactique que stratégique ; les pilotes contribuent aux réglages des tirs d'artillerie indirects et profitent de leurs missions de reconnaissance pour lâcher quelques bombes sur les concentrations de troupes adverses.*

³ *Le casque Adrian est conçu pour éviter les blessures à la tête ; les premières transfusions sanguines d'humain à humain sont utilisées par le service de santé des armées même si les premières bénéficiaires en furent des femmes après leur accouchement (on peut noter que l'on ignorait à l'époque l'existence des groupes sanguins, ce qui entraînait un fort taux d'échec de ces transfusions).*

1.2- L'ÉVOLUTION DU MONDE IMPOSE UN EFFORT ACCRU POUR FAIRE NAITRE L'INNOVATION DE RUPTURE

Par nature, une innovation naît d'une idée inattendue. Elle a besoin d'être soutenue, mais il semble paradoxal de vouloir en planifier le jaillissement. C'est pourquoi le soutien à l'innovation, aussi bien à visée civile que militaire, s'est traditionnellement appuyé sur deux piliers : le financement de moyens et de travaux de recherche d'une part, de projets portés par des innovateurs d'autre part.

Cette manière de faire, bien adaptée à des innovations incrémentales principalement sous-tendues par les progrès de la technique, était pertinente dans des périodes de stabilité, ou de développement sur une longue durée de grandes inventions initiales comme le train, l'avion, le char ou le missile. Elle convient moins bien à notre époque, en particulier pour la défense, du fait de la convergence de trois facteurs :

- ⤴ D'une part, beaucoup de grandes inventions qui ont transformé le vingtième siècle sont arrivées à maturité et leur progression se fait à rendements décroissants, ce qui facilite les efforts des pays émergents pour rattraper l'avance technologique de l'Europe et des États-Unis. Ceux-ci ne pourront rester en tête que s'ils sont les premiers à maîtriser les prochaines ruptures.
- ⤴ D'autre part, depuis la fin de la guerre froide, des États comme la France ont nettement réduit la part de leurs ressources consacrée à leur défense. Une avance dans les concepts leur sera de plus en plus nécessaire pour maintenir par rapport à de nombreuses menaces une supériorité que le niveau technique de leurs armements suffisait autrefois à garantir.
- ⤴ Enfin, l'expansion accélérée des connaissances dans les sociétés contemporaines a provoqué un foisonnement de concepts radicalement nouveaux qui mêlent étroitement la technique et les usages. C'est ainsi qu'en l'espace de quelques décennies les responsables de la défense ont dû faire face à de nombreuses menaces inattendues : avions commerciaux convertis en kamikazes, utilisation d'internet pour dévier l'opinion ou pour organiser des réseaux terroristes, explosifs improvisés n'en sont que quelques exemples à côté de perspectives sans doute encore futuristes comme des manipulations financières, climatiques ou d'ordre génétique.

Dans ces conditions, il n'est pas étonnant que l'anticipation ait été identifiée comme une des composantes majeures de la défense et de la sécurité nationale. Il s'agit à la fois de donner à nos armées les moyens de s'adapter au plus vite à des changements à venir de la conflictualité, voire de créer elles-mêmes la surprise pour une efficacité accrue avec des moyens budgétaires limités, afin de conserver une longueur d'avance sur les menaces potentielles de certains États.

C'est dans ce contexte que différentes études ont été menées sur les capacités d'innovation de notre système de défense et ont conduit à formuler différentes recommandations. C'est ainsi qu'un rapport de la Direction générale de l'armement⁴ (DGA) a souligné l'intérêt de stimuler une innovation qui ne soit pas fondée seulement sur la production de nouvelles technologies mais qui soit centrée sur l'élaboration de concepts nouveaux.

Cette réflexion a été poursuivie en commun par le Conseil général de l'armement (CGARM) et le comité défense du Conseil national des ingénieurs et scientifiques de France (CNISF), dont elle rejoint le souci de contribuer aux réflexions pour une rénovation industrielle de la France, dans la mouvance du Livre blanc récemment diffusé par le CNISF à l'intention des principaux décideurs de notre pays.

⁴ *Le rapport sur l'innovation à la DGA date de la fin 2010.*

1.3- LA PRÉSENTE ÉTUDE : UNE DÉMARCHE PLURIDISCIPLINAIRE, APPUYÉE SUR DES EXPÉRIENCES CONCRÈTES

La présente étude a été menée par un groupe de travail constitué d'acteurs de l'industrie, de l'administration et de la recherche, ingénieurs mais aussi psychologues sociaux, en fonction principalement mais non exclusivement dans des secteurs intéressant l'armement. Différents témoins ou experts ont été entendus. Il est bien précisé que les discussions ont été de libres échanges d'opinions individuelles, de sorte que le présent rapport ne saurait engager ni les membres du groupe – même s'il leur doit l'essentiel de son contenu – ni les organismes auxquels ils appartiennent, en dehors du président (le président du Comité défense du CNISF) et du secrétaire du groupe.

La réflexion a porté principalement sur quatre points :

- ⤴ D'abord un recensement des principaux freins à l'innovation de rupture en matière de défense et des voies possibles d'amélioration, appuyé sur des résultats de recherche ainsi que sur quelques expériences pratiques observées dans différents domaines.
- ⤴ Ensuite un examen détaillé en vue d'approfondir une recommandation du rapport de la DGA déjà cité : la création d'un plateau d'innovation de défense.
- ⤴ En troisième lieu, l'identification de deux ou trois autres pistes destinées à mettre en œuvre concrètement les voies de progrès recensées précédemment.
- ⤴ Enfin, la recherche d'applications des idées précédentes, au-delà du seul domaine de la défense, à la question de la rénovation industrielle nationale.

2- ANALYSE : FREINS A L'INNOVATION DE RUPTURE POUR LA DÉFENSE ET VOIES D'AMÉLIORATION

2.1- LES METHODES ACTUELLES DE CONSTRUCTION DU SYSTEME DE DEFENSE FAVORISENT SURTOUT L'INNOVATION INCREMENTALE ET TECHNOLOGIQUE

Des réalisations comme la force de dissuasion, les exportations d'armement, montrent que la France s'est montrée globalement efficace dans un domaine où son influence est certainement supérieure à son poids économique ou démographique dans le monde. Mais cette médaille a un revers et les facteurs qui ont permis ces succès apparaissent à différents égards comme des obstacles structurels à l'innovation de rupture. Quatre aspects peuvent être soulignés.

La priorité absolue donnée à la maîtrise des coûts et des délais n'incite pas à la rupture

Cette priorité, qui était la condition indispensable pour concilier l'ambition nationale avec un budget raisonnable, gouverne l'organisation du ministère de la Défense y compris pour les études amont. Elle conduit structurellement à limiter des innovations majeures qui sont toujours sources de risques. À la DGA, des efforts volontaristes consentis pour identifier de nouvelles idées de systèmes (brouillage électronique à l'aide d'essaims de drones, îles flottantes...) n'ont pu être menés à terme faute de ressources suffisantes. Dans les grands programmes d'armement en cours, l'approche en matière de concept est plutôt suivie par rapport aux États-Unis parce que c'est globalement l'attitude qui conduit au meilleur rapport efficacité sur coût.

Plus généralement, au pays de Descartes, ce souci d'efficacité a conduit à définir des processus rationnels qui ont aussi un côté stérilisant : l'innovation ne peut pas être complètement modélisée. Incertitude et prise de risque ne sont pas dissociables d'une démarche ambitieuse. Condition nécessaire de la créativité et de toute innovation qui ne soit pas seulement incrémentale, l'imagination ne s'active jamais davantage qu'en condition ludique⁵.

Une expression rationnelle du besoin ne fait pas naturellement émerger des idées de bouleversements d'usages

Ce n'est pas une particularité française : Selon l'historien militaire John Chambers, aucune des armes ayant le plus substantiellement transformé la guerre du XX^{ème} siècle n'a dû son développement initial à un besoin doctrinal ou à une demande de l'institution militaire. L'aéronautique doit ses origines à une série de précurseurs comme Clément Ader⁶, Otto Lilienthal⁷ et les frères Wright⁸. La radiodiffusion se développe entre les deux guerres sans soutien majeur des militaires. En mai 1939, c'est une équipe de scientifiques, dirigée par Frédéric Joliot, qui dépose un brevet concernant le principe de l'arme atomique. Si les militaires français y accordent un grand intérêt après son usage par les Américains à Hiroshima et Nagasaki, c'est d'abord pour chercher à s'en protéger (avec la guerre d'Indochine, la priorité va à l'effort conventionnel) et cet intérêt n'est pas lié à la perception d'une rupture, l'évolution vers son emploi comme arme politique et stratégique étant imputable au général de Gaulle et aux travaux de quelques officiers (le général Gallois, notamment).

Bien entendu, l'innovation militaire n'en résulte pas moins de la rencontre de deux processus, l'un concrétisé par l'apparition d'une offre, l'autre par la formation d'une demande. La nécessité d'une

⁵ Source : « L'imagination mode d'emploi ? Une science de l'imaginaire au service de la créativité », de Jean-Jacques Wunenburger.

⁶ Clément Ader fut le premier à connaître l'ordre de grandeur de deux paramètres essentiels pour le vol : la portance et la traînée.

⁷ Otto Lilienthal expérimenta lui-même la méthode du vol plané.

⁸ Les frères Wright prirent en compte de façon systématique et cohérente l'ensemble des expérimentations antérieures.

expression rationnelle du besoin est donc parfaitement reconnue, particulièrement dans le cas de systèmes complexes comme ceux de la défense. Ainsi, il a été observé que les trois principales causes d'échecs de l'ingénierie système sont le manque d'informations provenant des utilisateurs, des exigences et spécifications incomplètes, le changement de ces exigences et spécifications en cours de projet. Il existe aussi un risque important d'accueillir les nouveautés au cas par cas, sans vision d'ensemble, et de découvrir trop tard les problèmes d'architecture qu'elles provoquent.

C'est pourquoi l'expression des besoins de défense est le résultat de processus collectifs élaborés. Il en résulte que l'utilisateur effectif est plus souvent représenté qu'associé directement, de sorte que ses aptitudes peuvent être surévaluées ou sous-estimées (par exemple, on a pu sous-estimer les aptitudes d'opérateurs à utiliser des dispositifs informatiques auxquels les plus jeunes ont été largement accoutumés dans leur enfance). La prise en compte d'expériences passées (celles des chefs étant assez souvent les plus anciennes) trop tôt dans le processus, la part insuffisante laissée à la spontanéité et à l'imagination peuvent aussi constituer des freins à la créativité.

En outre, ce processus rationnel et prudent conduit à accumuler des strates de spécifications successives sans les remettre périodiquement en cause, ce qui favorise l'inflation des coûts. C'est l'extrapolation d'une courbe de développement de ces coûts au fil des générations de matériels qui avait conduit Norman Augustine, alors PDG du groupe Lockheed Martin, à affirmer que l'intégralité du budget du DoD en viendrait à être absorbée par l'acquisition d'un unique appareil.

Une organisation optimisée tend à évoluer dans la continuité

Le souci d'efficacité d'administrations comme celles de la défense, destiné à répondre à des exigences de productivité comparable à celles d'organismes privés dont les conditions de fonctionnement sont souvent davantage prévisibles et reproductibles, les rend moins aptes à préparer l'impensable.

Plus globalement, dans ses interventions concernant les secteurs économiques et technologiques, l'État tend à aligner sa logique sur celle des acteurs privés, si bien que son financement n'apporte plus les mêmes contributions à l'innovation de rupture. L'attitude de la défense qui tend à laisser au marché le rôle de moteur des technologies duales (contrairement à la politique des États-Unis) est une illustration parmi d'autres de cette attitude. De même, la rentabilité d'une entreprise de défense qui vend ses produits au plus juste suppose qu'elle a trouvé un large marché, ce qui augmente la probabilité que la technologie développée soit accessible aux adversaires éventuels de celui qui l'a financée.

Un autre aspect de l'optimisation, qui n'est propre ni aux administrations ni à la défense, est la spécialisation (« taylorisation ») des acteurs et des activités, par exemple la conception et la production. D'où la perte d'une vision globale qui pourrait être féconde.

Différents traits culturels ajoutent leurs effets aux limitations précédentes

De façon générale, comme le notait Machiavel, l'innovateur a pour ennemis tous ceux que l'ordre ancien favorisait. Pendant la première guerre mondiale, le colonel Estienne se heurte au général Mourret, le directeur du service automobile, quand il s'agit d'industrialiser le concept d'engin blindé à chenilles qu'il a mis au point avec Schneider. On pourrait aussi multiplier les propos faisant sourire à posteriori⁹.

Mais il existe des freins plus spécifiques, dans le cas de l'innovation de défense en France.

⁹ *Ainsi celui tenu par le directeur du service aéronautique du GQG, au début du premier conflit mondial, en réponse à la demande d'un jeune capitaine innovant : « si cela vous amuse de faire de la photographie en avion, je n'y vois pas d'inconvénient, mais vous trouverez d'excellents Kodak dans le commerce à partir de 100 sous, et il n'y a pas de raison pour que l'État vous les paie » ; on pourrait également rappeler un passage de l'article paru en 1910 dans la revue La vie maritime : « de jeunes officiers, enthousiasmés par les exploits de Blériot, se sont passionnés pour les aéroplanes (...) Ils projettent de faire acheter par la Marine un certain nombre de biplaces et de monoplaces (...) Il y a mieux encore, ils rêvent d'un bâtiment de fort déplacement dont les plages avant et arrière seraient disposées pour permettre aux aéroplanes de se lancer dans les airs ou de revenir à leur garage après avoir accompli leur besogne d'éclairage ou de destruction (...) Ces militaires se figurent naïvement que le canon ne sera plus comme il l'a toujours été « l'ultima ratio » dans un combat naval. Nous demandons au ministre de faire cesser cette abominable plaisanterie. »*

D'abord, s'agissant d'un domaine qui fait appel à des techniques particulièrement variées et complexes, les experts spécialisés jouent un rôle important. Or de tels experts sont naturellement réticents à accepter des ruptures qui remettent en cause ou rendent inutiles des connaissances qu'ils ont assimilées au prix de longs efforts et sur lesquelles ils fondent leur supériorité.

De même, on peut considérer que les ingénieurs qui à la différence des chercheurs n'attendent pas d'avoir une connaissance complète des phénomènes pour les appliquer à des réalisations concrètes sont poussés par une saine prudence à prolonger des concepts déjà mis en pratique plutôt qu'à faire table rase de toute expérience passée.

Il convient aussi de souligner que le droit à l'échec est beaucoup moins ancré dans nos mentalités européennes qu'aux États-Unis. Et si la sanction de l'expérience n'est pas immédiate, il est certainement préférable pour celui qui veut faire carrière parmi de nombreux concurrents de justifier brillamment l'opinion dominante plutôt que de s'y opposer avec éclat, de se donner l'image d'un organisateur efficace, même un peu trop conventionnel, plutôt que celle que d'un rêveur imaginatif, fourmillant d'idées au réalisme incertain. Ainsi, à la suite des performances décevantes des premiers tanks déployés sur la Somme, le colonel Swinton, leur promoteur, fut démis de ses fonctions de chef des unités de blindés britanniques.

De plus, un aspect de notre mentalité cartésienne déjà citée est l'absence d'éducation à la gestion du flou et de la contradiction¹⁰. Or, contrairement aux améliorations progressives, la mise en œuvre d'une rupture par rapport à un ordre établi nécessite d'accepter une perte temporaire de cohérence. Par exemple, les concepts de base d'un programme d'armement reposent sur les technologies connues durant la phase de conception. Mais le temps de la technologie est pour partie découplé de celui des programmes, qui peuvent voir se succéder deux ou trois générations de technologies successives.

2.2- DES EXEMPLES DE DEMARCHES ENTREPRISES POUR DEVELOPPER L'INNOVATION DE CONCEPT ET D'USAGE DANS DIFFERENTS DOMAINES PEUVENT ETRE MIS A PROFIT

Aux États-Unis, la DARPA représente une réponse riche aux objectifs visés ici

Créée sous sa forme actuelle en 1958 en réaction à la surprise que constituait le lancement du premier satellite (le Spoutnik) par une puissance adverse, la DARPA a pour but de permettre aux États-Unis d'être les premiers à imaginer des ruptures intéressant la défense.

Ses caractéristiques qui méritent d'être soulignées sont les suivantes :

- ⤴ Un petit format (120 directeurs de programmes et une équipe de soutien équivalente) et une organisation simple (courtes lignes hiérarchiques) permettant un fonctionnement souple et des décisions rapides.
- ⤴ Des responsables de projets expérimentés en postes pour quelques années.
- ⤴ Des moyens financiers importants (son budget est de presque 3 milliards de dollars à comparer à environ 12 milliards de dollars pour l'ensemble des recherches militaires) permettant de réaliser des démonstrateurs.
- ⤴ Une grande autonomie (rattachement à haut niveau et indépendance par rapport à la programmation militaire).

En définitive, le modèle de la DARPA, organisme dédié aux innovations radicales séparé de la chaîne de réalisation des programmes successifs centrés sur des innovations incrémentales, a produit des résultats intéressants qui répondent bien à l'objet de la présente étude (par exemple : orientations vers la furtivité des avions de combat, place donnée aux drones). Il convient toutefois de formuler deux observations :

¹⁰ *Au contraire, le sociologue Philippe Mallein a mis au point une méthode (Cautic) partant des paradoxes pour stimuler l'innovation.*

- ⤴ Il est accepté un taux d'échecs important, acceptable dans le cadre d'un budget de défense très élevé (il est souligné par exemple que le risque de l'échec ne doit pas occulter celui de ne pas entreprendre).
- ⤴ L'accent est mis sur l'innovation à base technologique, à laquelle la mentalité américaine a toujours accordé une place éminente, plutôt que sur une innovation qui porterait d'abord sur l'usage. Par exemple, l'Agence travaille aujourd'hui sur la capacité d'atteindre Mach 20 avec un engin sans pilote manœuvrant (programme HTV-2), pour accéder à tout point de la planète en moins d'une heure.

En France, des établissements publics et des entreprises ont mis en place des systèmes dédiés à l'innovation de rupture

Les quelques exemples sommairement présentés ci-dessous font ressortir une certaine convergence des préoccupations et des principes d'organisation ou de méthode susceptibles d'inspirer la défense.

EDF a constitué en 2000 un plateau d'innovation destiné à produire des concepts d'offres nouvelles et à orienter les recherches en conséquence. Ce plateau s'appuie en particulier sur :

- ⤴ des équipes pluridisciplinaires (ingénieurs, ergonomes, sociologues) qui interviennent sur toute la durée du processus, plutôt que de faire intervenir les différentes spécialités de façon séquentielle ;
- ⤴ une méthode visant à conjuguer connaissance et créativité, en particulier en utilisant les différentes compétences disponibles pour reformuler les questions et en cherchant à cumuler les éléments produits au cours de séances successives.

Le CEA a décidé de compléter son approche traditionnelle de l'innovation appuyée sur la recherche technologique par la création d'un laboratoire d'innovation collaborative, regroupant des partenaires académiques et industriels de cultures variées, caractérisé notamment par :

- ⤴ la mise à disposition de moyens d'échanges en réseau ;
- ⤴ un lieu de réalisation de maquettes ou de simulations destinées à tester des idées auprès des usagers dans des domaines tels que les transports futurs, la sécurité, la prévention ou la gestion des crises;
- ⤴ des engagements entre les partenaires concernant la propriété intellectuelle.

Le groupe Renault a désigné des experts chargés dans des domaines assez larges (par exemple : environnement, châssis) de contribuer aux évolutions de rupture suivant un processus qui peut être schématisé comme suit :

- ⤴ Chacun de ces experts a été invité à réfléchir individuellement pour proposer des pistes d'innovation : il est apparu qu'environ 15% de ces pistes s'inscrivaient en rupture, nécessitant une connaissance peu maîtrisée ou faisant défaut.
- ⤴ L'ensemble des idées obtenues a été soumis à l'examen collectif de ces experts, qui se sont trouvés fortement stimulés, chacun formulant de nombreuses propositions nouvelles, tant dans son domaine d'expertise que dans celui des autres.
- ⤴ Chacun des concepts ainsi identifiés a été confié à l'un des experts qui a constitué un groupe ad hoc pour l'approfondir avant de le transmettre éventuellement à l'organisation de base sous la forme d'un projet.

Les démarches entreprises pour faire émerger des innovations de rupture s'appuient sur la création de dispositifs nouveaux comme les « living labs » (centres d'innovation d'usage)

L'importance de la simulation pour réduire les risques dans le développement des systèmes complexes est maintenant largement reconnue. C'est il y a une vingtaine d'années que la DGA se dotait d'un centre de maquettage destiné à préciser avec les utilisateurs les fonctionnalités des systèmes d'information en phase de conception ou de réalisation.

On peut considérer que c'est l'application de ce concept à la recherche collaborative d'innovations de rupture qui a donné naissance à des centres d'innovation d'usage, qui selon la définition du

« European Network of Living Labs » (ENoLL) mettent un environnement d'expérimentation de services ou d'usages représentatif de la vie réelle à la disposition de producteurs et d'usagers pour leur permettre de mener en partenariat un ensemble d'activités :

- ▲ exploration de comportements et d'usages émergents ;
- ▲ conception en commun d'outils ou de services nouveaux ;
- ▲ expérimentation de ces concepts par le déploiement de scénarios de vie à l'intérieur de communautés d'utilisateurs ;
- ▲ évaluation de ces concepts suivant différents critères.

Sous des formes diverses, 38 centres de ce type avaient été labellisés en France en octobre 2011 par l'association ENoLL.

Le laboratoire technico-opérationnel aujourd'hui en place au centre de la DGA d'Arcueil s'inscrit dans cette ligne.

Les nouveaux centres d'innovation sont eux-mêmes appelés à se regrouper en réseaux

La multiplication des acteurs et des informations accessibles, la prise de conscience accrue de la complexité des situations et des liens entre des problématiques autrefois considérées comme séparées, ont mis en évidence la nécessité d'un fonctionnement en réseau dans la vie administrative et économique. Cette nécessité s'impose particulièrement en matière d'innovation, d'une part parce que les idées nouvelles viennent souvent du rapprochement de points de vue différents, d'autre part parce que leur acceptation est naturellement facilitée par des concertations à une étape précoce.

Il a d'ailleurs été observé qu'aux États-Unis, au-delà des réseaux professionnels, les individus avaient davantage recours à leurs réseaux personnels pour leur travail et que ce comportement avait un effet positif sur l'innovation. De plus, les chercheurs ont souligné que les liens faibles, établis entre des personnes travaillant dans des sphères peu interconnectées parce que socialement distantes, sont les plus favorables à l'innovation.

C'est pourquoi, il est naturel que les entités dédiées à la recherche d'innovation, comme les centres d'innovation collaborative évoqués plus haut, mènent une action particulièrement volontariste pour se relier à des réseaux plus vastes.

Cette démarche est illustrée par la création de l'Institut de la Vie Numérique, porté par le pôle de compétitivité Cap Digital. Constitué d'un réseau coordonné de centres de création, d'expérimentation ou d'innovation regroupant eux-mêmes des équipes de recherche et des usagers, rassemblant des acteurs académiques et des entreprises de toutes tailles, cet institut vise à appuyer des entreprises et leurs clients soit à développer de nouveaux produits numériques, soit à les utiliser dans leur propre secteur.

2.3- LES OBSTACLES ANALYSES ET LES EXPERIENCES OBSERVEES SUGGERENT QUELQUES RECOMMANDATIONS GENERALES

Il ressort quatre orientations principales qui vont maintenant être présentées et qui serviront de guides pour proposer les mesures concrètes qui feront l'objet de la suite du rapport. Certaines dépassent le seul domaine de l'innovation de rupture, objet de la présente étude, mais il a été jugé utile de les évoquer brièvement.

Les organisations devraient intégrer l'innovation à un niveau supérieur dans l'ensemble de leur dispositif

D'un point de vue sociologique, la capacité d'innovation d'une organisation peut être définie comme sa capacité de projection dans l'avenir, de survie, de reconstruction en cas d'échec, analogue à celle d'un être vivant. Il s'agit donc d'une caractéristique fondamentale d'efficacité et de résilience qui mérite d'être cultivée avec un haut degré de priorité.

Les études ont montré que cette capacité est favorisée par une culture d'entreprise adaptée : vision du monde orientée vers le futur et croyance dans le progrès ; valorisation de l'ouverture d'esprit et de l'échange avec d'autres cultures, mais aussi de l'individualisme. Elle est également favorisée par une certaine instabilité de l'environnement politique.

Une autre idée est que la recherche d'efficacité quotidienne conduit à séparer les réalisateurs des innovateurs. Mais il convient d'intégrer leurs actions au niveau de la direction stratégique. Ainsi, c'est Joffre lui-même qui, dès octobre 1914, réclame l'achat d'urgence d'appareils photographiques pour l'aviation ; en décembre 1915, il reçoit le colonel Estienne, permettant à ce dernier de bénéficier de conditions favorables au développement de son concept de blindé sur chenilles.

Enfin, l'analogie avec les êtres vivants fait ressortir l'influence positive de la biodiversité au sein d'un écosystème. La naissance des innovations de rupture dans une entité, entreprise ou administration, pourrait être favorisée en encourageant ses membres à développer leurs réseaux professionnels au-delà des contacts liés à leur mission de base. (Observons que cette recherche systématique d'échanges avec des correspondants variés extérieurs au ministère de la Défense et aux grands industriels de l'armement, constitue un des principes de fonctionnement de la structure permanente du Conseil général de l'armement, rendu possible par une certaine disponibilité, qui la distingue de beaucoup de services de la DGA.)

L'innovation de concept suppose une démarche particulière

Selon la littérature, l'allocation optimale de ressources consacrées à des technologies ou à des usages nouveaux serait de 10 à 20% du budget de recherche et développement d'une entreprise.

En effet, la découverte de solutions vraiment innovantes à un problème suppose de le traiter à fond, en explorant ses différentes facettes, en assimilant en profondeur la situation visée. Il importe de ne pas se limiter à une modélisation schématique, mais de prendre le temps de faire jouer l'imagination et de se pencher sur des détails ou des paramètres susceptibles d'exercer une influence inattendue.

Il paraît utile de rappeler, même si cette observation peut sembler banale, que toute réflexion sur la préparation de l'avenir devrait systématiquement combiner à un certain stade deux démarches centrées la première sur les usages, la deuxième sur la recherche et le développement de produits.

Différentes études ont aussi fait ressortir qu'en dehors de l'engagement de la direction, les travaux destinés à déboucher sur des innovations de concept doivent s'appuyer sur les conditions suivantes :

- ⤴ l'expression de buts larges, clairs et simples (la mission de la DARPA est très simple : créer et prévenir la surprise stratégique),
- ⤴ un environnement physique et humain diversifié, notamment en associant des spécialistes de sciences humaines aux techniciens,
- ⤴ un cadre financier qui permette de développer les idées émergentes,
- ⤴ un retour d'expérience sur l'usage fait des idées créatives produites.

L'État a un rôle spécifique à assurer en matière d'innovation

Il convient de souligner que l'innovation est intrinsèquement liée à l'exercice de la souveraineté puisque cette capacité constitue un enjeu pour la survie d'un organisme ou d'une communauté, ainsi qu'il a été remarqué plus haut. Il en résulte que l'État, dans le domaine économique et plus encore en matière de défense, doit se donner les moyens d'être un acteur moteur de l'innovation, et non se contenter de déléguer. Plus précisément, il s'agit au minimum :

- ⤴ de jouer un rôle de catalyseur pour encourager l'innovation chez les différents acteurs,
- ⤴ d'être capable d'intervenir pour évaluer les innovations, puis pour les faire passer au stade de projets.

Ces fonctions supposent une compétence technique et un suivi raisonnablement détaillé du déroulement des affaires.

En ce qui concerne le rôle de catalyseur, différentes modalités particulières méritent d'être citées :

- ▲ le soutien au capital-risque pour financer les petites entreprises innovantes (étant observé qu'en cas de succès les grands groupes ont de plus en plus tendance à les racheter, contrairement au modèle allemand consistant à favoriser la survie et la croissance de leurs sous-traitants) ;
- ▲ la mise à disposition de formations ou de spécialistes au profit de petites entreprises, de façon à les aider à pallier leurs lacunes sans brider leur capacité d'initiative.
- ▲ l'aide ciblée sur les projets collaboratifs qui prend en compte le fait que la coopération entre entreprises et centres de recherche est consommatrice d'efforts et de ressources financières à court terme mais fructueuse à long terme (c'était une orientation de base de l'Agence de l'innovation industrielle, reprise par l'Agence de mobilisation économique en Lorraine ; étant observé que le Crédit impôt recherche, aujourd'hui dispositif majeur de financement de la recherche et développement, est en principe neutre vis-à-vis de la coopération).

Pour ce qui est de l'intervention directe, le ministère de la Défense peut de plus favoriser des innovations en achetant des débuts de série de façon à financer les frais fixes et à offrir aux matériels nouveaux une première expérience en service. La finalité peut être soit d'abord économique et industrielle, pour des armements destinés à l'exportation, soit essentiellement sécuritaire, quand l'objectif premier est d'approfondir l'intérêt de disposer de moyens d'action supplémentaires sans avoir encore conclu sur l'opportunité ou la possibilité d'un déploiement à grande échelle.

Pour la défense, le dialogue entre ingénieurs et opérationnels devrait s'orienter davantage vers la recherche de ruptures

Selon Eric Von Hippel, l'histoire montre qu'une technologie ne s'impose pas en raison de sa supériorité mais parce qu'elle a été choisie par les usagers et a bénéficié de ressources appropriées pour réaliser son potentiel. Cette constatation est notamment illustrée par l'examen des solutions qui ont acquis des positions dominantes dans l'informatique ou l'enregistrement et la diffusion des images. Un exemple met particulièrement bien en évidence l'effet de cliquet lié aux usages initiaux (et ce que les économistes appellent la dépendance de l'innovation au sentier emprunté) : les claviers aujourd'hui installés sur les ordinateurs (AZERTY, entre autres) avaient à l'origine comme objectif de ralentir la vitesse de frappe pour éviter les blocages mécaniques des premières machines à écrire. Il est donc essentiel de rendre l'innovation compréhensible par le client.

Dans le même esprit, les analyses menées pour faire progresser les méthodes d'ingénierie de systèmes ont suggéré que la réussite reposait en grande partie sur un dialogue de qualité entre les acteurs.

En matière de défense, l'évolution des conditions des conflits et la durée de vie des systèmes imposent de renouveler sans cesse le regard porté sur l'usage de ces systèmes et de chercher à le faire évoluer (parallèlement à un autre principe de base qui est de leur conférer une grande polyvalence).

Toutes ces observations conduisent à penser qu'une clef pour faire développer l'innovation de rupture en matière d'armement est d'investir davantage de temps et de financement en amont des programmes pour enrichir le dialogue entre ingénieurs et opérationnels : l'idée est de ne pas se contenter de confronter besoins et solutions possibles, mais de mener ensemble des réflexions plus libres sur des visions globales de l'avenir.

Une autre idée serait de s'inspirer des pratiques commerciales et d'appliquer systématiquement les procédés du « marketing » pour proposer aux responsables opérationnels considérés comme usagers des innovations issues des recherches en cours. Cependant, il importe de faire le bilan entre l'apport de cette démarche et le risque de relations moins confiantes si opérationnels et ingénieurs se sentent davantage dans une relation de client à fournisseur que de partenariat pour la construction en commun du futur système de défense.

3- RECOMMANDATIONS POUR UNE « AGENCE D'ANTICIPATION DES RUPTURES DE DEFENSE »

Les considérations qui précèdent font clairement ressortir l'intérêt, déjà suggéré par des études antérieures, de développer un dispositif qui rassemble des compétences pluridisciplinaires et des moyens de simulation consacrés à la recherche de concepts nouveaux qui combinent des usages et des technologies.

Ce dispositif sera dénommé ci-dessous « Agence d'anticipation des ruptures de défense » (AARD ou A2RD). Ce terme rappelle la dénomination de la DARPA à laquelle s'est référé le groupe. Il exprime une ambition qui suppose la réorganisation d'un minimum de moyens du ministère et dépasse la seule instauration d'un processus de travail comme le serait un plateau d'innovation. Il est cohérent avec la définition du dictionnaire qui évoque une certaine individualisation et un rôle de mise en relation, sans imposer une personnalité juridique séparée : cette « Agence » pourrait être un simple service de l'administration.

Le groupe s'est interrogé sur le périmètre des ruptures à envisager : fallait-il se limiter à la défense traditionnelle ou y associer l'ensemble des questions de sécurité ? Il paraît raisonnable de se calquer à cet égard sur le champ d'action du ministère de la Défense.

Dans ces conditions, les analyses présentées plus haut permettent de formuler concernant cette A2RD des recommandations précises qui porteront sur ses missions et son insertion dans l'ensemble du système de défense, ses moyens, son organisation et ses modes de fonctionnement.

3.1- UNE ACTION DEDIEE A L'INNOVATION DE RUPTURE, A LA FOIS AUTONOME ET PLEINEMENT INSEREE DANS LES PROCESSUS D'ELABORATION DU SYSTEME DE DEFENSE

L'enjeu est de mettre en service plus vite, à budget donné, des fonctions ou des outils radicalement nouveaux en rassemblant dans un organisme dédié les moyens pouvant contribuer le plus directement à l'innovation de rupture.

Un souci majeur est d'éviter durablement deux écueils: submerger peu à peu l'A2RD de tâches courantes parce qu'elle aurait été rendue incontournable ou au contraire la déconnecter du reste du ministère au point qu'elle manque d'information pertinente et de crédibilité.

Les orientations qui suivent tiennent compte de cette préoccupation. Elles s'inspirent nettement de l'exemple de la DARPA avec deux différences significatives. D'une part, il convient, par réalisme budgétaire, de viser des moyens beaucoup plus réduits et une exigence plus directe de réponse aux préoccupations des autres services. D'autre part, le principe est de donner une place plus grande à la réflexion sur les usages à côté des analyses de possibilités technologiques.

Une mission ambitieuse, mais bien délimitée: produire, évaluer, proposer de nouveaux concepts

La mission de base devrait satisfaire deux critères principaux:

- ✦ D'une part, il s'agit fondamentalement de rechercher des ruptures d'usages associées à des équipements nouveaux.
- ✦ D'autre part, la recherche des concepts ne devrait pas se limiter à un exercice de créativité, mais comporter une première sélection et des éléments d'évaluation afin de pouvoir susciter l'intérêt des décideurs. En particulier, le financement de travaux de démonstration aurait l'avantage de jouer un rôle de catalyseur pour mettre en relation, très en amont, des partenaires potentiels susceptibles de contribuer efficacement à l'émergence et à la promotion d'idées nouvelles. Ces premiers démonstrateurs constitueraient aussi des supports de communication utiles au politique.

Cependant, il ne paraît pas réaliste de confier à l'A2RD la conduite détaillée de programmes de démonstration de grande ampleur normalement assurée par des services existants. Elle devrait donc passer le relais assez tôt pour éviter les redondances d'attributions et faciliter l'appropriation de ses propositions par les décideurs.

Ainsi, la mission et la méthode de base de l'A2RD pourraient être définies comme suit :

- ⤴ Production et première évaluation de nouveaux concepts de systèmes, sous-systèmes et équipements, avec leurs concepts d'emploi associés.
- ⤴ Exploration simultanée de nouveaux besoins (capacités de produire les effets militaires connus de façon entièrement nouvelle et des effets militaires nouveaux) et de solutions permettant de les satisfaire.

Des réponses aux demandes et des propositions spontanées, des activités partagées entre long terme et court terme.

L'A2RD devrait être consultée, soit à la demande par les hautes autorités pour répondre à des problèmes rencontrés, soit systématiquement à différentes étapes de processus tels que la conduite des programmes d'armement (avis sur les dossiers d'orientation) ou l'élaboration des documents de doctrine des états-majors. Par exemple, la DARPA a permis d'équiper une brigade de l'Armée de terre d'un senseur d'un coût unitaire de 45\$, pour répondre à la demande exprimée concernant une méthode de détection et de caractérisation des traumatismes cérébraux résultant de l'explosion des explosifs improvisés.

En sortie, en dehors des réponses aux questions posées, elle devrait impérativement consacrer une partie de son potentiel à étudier des questions dont elle se serait saisie elle-même, à partir des informations et analyses ainsi rassemblées. Sa mission comporterait ainsi une fonction de veille et d'alerte sur les évolutions technologiques qui pourraient être intégrées comme données d'entrée pour de futurs usages.

Cette obligation d'initiative est essentielle, si l'on observe que des ruptures nées à l'extérieur du champ d'intérêt de la défense actuelle peuvent se révéler importantes pour la défense de demain, soit en créant des vulnérabilités nouvelles, soit en rendant possible de nouvelles capacités.

Par ailleurs, il convient de rechercher à la fois des ruptures à long terme concernant des systèmes de grande ampleur (exemples passés : les drones, la guerre dans l'espace ou le cyberspace) ou des ruptures à plus court terme qui portent sur des équipements ou des composants (exemples : le chargement des fusils par la culasse qui a permis la victoire des Prussiens à Sadowa, la lutte contre les dispositifs explosifs improvisés). Les premières sont l'objet fondamental du dispositif et une seule suffirait à justifier son existence, mais la recherche des secondes aiderait les équipes à rester en contact avec la réalité et serait un enjeu de crédibilité pour l'A2RD, de nature à éveiller l'intérêt de l'ensemble de l'institution.

A cet égard l'A2RD ne devrait pas exclure de proposer des innovations incrémentales apportant une première réponse partielle à des demandes urgentes. Même si de telles réponses sont normalement du ressort d'autres services, l'Agence pourrait apporter une contribution originale parce qu'elle prendrait naturellement davantage de recul, en s'appuyant sur une palette de points de vue plus variée.

Un rattachement direct au Ministre

Un tel rattachement paraît hautement souhaitable pour deux raisons principales :

- ⤴ Seul un rattachement à haut niveau apporterait l'autonomie nécessaire pour proposer des innovations de rupture et se dégager des demandes à court terme.
- ⤴ Les réflexions devant combiner étroitement usages et technologie, l'A2RD devrait s'appuyer sur les compétences des états-majors et de la DGA sans que son rattachement oriente de fait ses points de vue.

On peut ajouter qu'un tel rattachement serait source de crédibilité tant vis-à-vis de l'industrie que d'autres administrations, ce qui inciterait les entreprises à investir dans les activités de l'A2RD et faciliterait ainsi la recherche de contributions ou de correspondants à niveau élevé. En fait, si l'on observe qu'un souci naturel de cohérence et de saine organisation conduit à limiter les rattachements directs au plus haut niveau, ce choix serait conforme à la volonté de manifester que l'anticipation de ruptures constitue une fonction et une préoccupation essentielles pour le ministère.

Un comité d'orientation largement ouvert vers l'extérieur du ministère

Ainsi qu'il a été observé plus haut, cette ouverture de l'A2RD vers l'extérieur s'impose pour de nombreuses raisons :

- ⤴ Intérêt de diversifier les approches et les points de vue pour échapper aux pesanteurs d'une pensée unique et renforcer la créativité.
- ⤴ Avantage à profiter du foisonnement de compétences et d'initiatives orientées vers l'innovation dans notre société pour limiter les redondances et économiser les moyens du ministère de la Défense.
- ⤴ Prise en compte du fait que le champ des affrontements est de plus en plus intimement mêlé à l'ensemble des activités et des enjeux sociaux.

Au-delà du recours à des experts ou des participants occasionnels dans le cadre d'études particulières, l'existence d'un comité d'orientation faisant une large place à des personnalités du monde de l'administration, de la recherche et de l'entreprise (ministères régaliens, ANR, CIDEF) sélectionnées pour leur créativité personnelle et leur intérêt pour la défense (anciens de l'IHEDN) favoriserait certainement cette ouverture ainsi que l'indépendance des propositions. Ce comité pourrait aussi comprendre des volontaires plus jeunes du ministère de la Défense, sélectionnés par tirage au sort à l'image des Conseils de la fonction militaire.

Ce comité d'orientation fixerait des thèmes généraux, apporterait des points de vue de toutes natures et des avis sur les propositions de l'A2RD, contribuerait à valoriser ces propositions tout en laissant la responsabilité directe de gestion et de proposition à la direction de l'agence.

Afin de concilier ouverture et sécurité, les personnalités extérieures devraient être désignées « intuitu personae », peut-être habilitées au secret de défense, en tout cas soumises à des engagements de confidentialité, surtout si certaines occupent des fonctions dans des entreprises multinationales.

3.2- DES MOYENS DEDUITS DE L'EXEMPLE DE LA DARPA EN VISANT SEULEMENT UNE REALLOCATION DES RESSOURCES DU MINISTERE

Un certain nombre d'exigences minimales s'imposent pour assurer l'exécution des missions qui ont été définies. Dans ce cadre, plusieurs niveaux peuvent être envisagés.

Une structure permanente dédiée

Il importe de combiner d'une part des effectifs affectés de façon assez stable pour maintenir une compétence de méthode ainsi qu'une capitalisation raisonnable de l'expérience et des réflexions menées, d'autre part le recours pour chaque étude à des participants ponctuels, rémunérés ou bénévoles, qui apportent des idées nouvelles et sont indispensables pour couvrir le champ de compétences souhaitable.

Les membres de la structure permanente devraient lui être rattachés hiérarchiquement à plein temps, ce qui suppose un tableau d'effectifs propre, afin de préserver l'indépendance d'esprit (car il entre dans la culture française d'être loyal à l'organisme où l'on est affecté) et la disponibilité indispensables.

Une part des effectifs pourrait être affectée pour une durée assez longue (une dizaine d'années) pour remplir avec la meilleure efficacité des fonctions de soutien, d'appui méthodologique et de mémoire. Les principaux dirigeants et responsables d'études devraient être des acteurs expérimentés mis à disposition par leurs organismes d'origine (armées, administration, recherche notamment) ou embauchés sur contrat à durée déterminée.

Une durée de trois ans, cohérente avec les durées d'affectation pratiquées dans les armées, permettrait de combiner une certaine indépendance et une expérience récente tout en étant assez courte pour ne pas compromettre le retour à des fonctions plus traditionnelles.

Les profils des personnes mises à disposition devrait être choisis suivant des critères diversifiés : anciens et plus jeunes, bien intégrés au système et promis à des carrières brillantes ou, au contraire ayant subi une certaine marginalisation qui les encourage dans une vision critique.

Des moyens d'échanges et de simulation

Pour exercer ses missions dans des conditions d'efficacité maximale, cohérentes avec l'effort consenti pour constituer cette équipe, l'A2RD devrait disposer en propre d'un minimum de moyens de trois types, fondés principalement sur des systèmes numériques :

- ▲ Un environnement favorisant un travail collaboratif créatif, notamment une salle de réunion intelligente permettant de partager un environnement virtuel et de capter les idées et analyses produites pour les capitaliser au fil de l'eau. La disposition matérielle des locaux gagnerait à faire l'objet d'une recherche des meilleurs pratiques pour favoriser une prise de distance par rapport au quotidien et stimuler l'imagination des participants.
- ▲ Des moyens de communication, de stockage et de partage des informations nécessaires pour effectuer un travail en réseau avec de nombreux correspondants, synchrone (téléconférences) ou asynchrone (messagerie).
- ▲ Des moyens de simulation numérique pour l'évaluation, pouvant être raccordés à l'environnement virtuel cité plus haut.

Il serait bien entendu souhaitable que les moyens les plus lourds et les moins spécifiques (par exemple : ordinateurs de grande capacité destinés à la simulation) soient partagés avec d'autres organismes sous réserve que l'A2RD dispose d'un accès régulier qui ne soit pas freiné par de lourdes procédures administratives.

Un budget d'expertises, d'études et de démonstrations

Une équipe d'effectif limité devra nécessairement recourir à de nombreuses prestations extérieures compte tenu de la diversité des expériences nécessaires. Il n'est pas réaliste de penser que des correspondants bénévoles suffiront, sauf à se contenter de contributions sommaires apportées en fonction de leur disponibilité par les seuls interlocuteurs qui se sentiront directement concernés par les questions de défense. Il est donc souhaitable que l'A2RD puisse démultiplier ses capacités en passant des contrats d'expertise et d'études.

En ce qui concerne les compétences disponibles dans des établissements publics, une modalité possible serait de lui attribuer un droit de tirage sur l'activité de différents centres de recherche.

Par ailleurs, au-delà des simulations purement numériques, il n'est pas exclu que l'exploration et l'évaluation de nouveaux concepts nécessite des démonstrations matérielles de nature et d'ampleur difficiles à cerner a priori. C'est pourquoi de telles démonstrations devraient nécessairement être sous-traitées, soit directement soit par recours à des centres d'expérimentation ou aux capacités de spécification et de conduite d'opérations de la DGA.

Une latitude administrative pour les ressources humaines et la passation des contrats, fondée sur le périmètre limité et les particularités de la mission

L'objectif de réduction des coûts de fonctionnement par les économies d'échelle et l'élimination des redondances conduit à mutualiser les fonctions administratives et à confier le support de petites structures, notamment la gestion des ressources humaines et la passation des contrats, à des entités de grande dimension.

Cependant, il importe de ne pas perdre le bénéfice de dépenses significatives consacrées au renforcement d'une fonction jugée prioritaire (ici : l'innovation de rupture) en limitant l'efficacité de l'organisme créé par des règles trop contraignantes. Dans le cadre de son *Cyber Fast Track program*, la Darpa est en mesure d'adjuger un marché en moyenne une semaine après avoir reçu la proposition, tout en respectant les règles en vigueur dans l'ensemble du ministère de la Défense. En particulier, il

conviendrait que l'A2RD dispose d'une certaine latitude pour réaliser rapidement les opérations suivantes, qui répondent d'ailleurs à des besoins rencontrés par d'autres services du ministère :

- ▲ embauche de spécialistes reconnus (ce qui suppose un niveau de rémunération élevé au regard des critères objectifs de diplômes et de durée d'expérience) dans le cadre de contrats non renouvelables à durée limitée ;
- ▲ commande d'études, de démonstrations ou d'équipements pour son fonctionnement.

On peut imaginer que cette latitude s'obtienne par une application souple des possibilités légales et réglementaires, motivée par le périmètre limité et les particularités de la mission de l'A2RD, dans des conditions qui seraient approuvées par les commissions de contrôle habituelles. A défaut, un statut d'établissement public pourrait être envisagé, à l'exemple de l'Agence de l'innovation industrielle qui était soutenue par la Caisse des dépôts et consignations.

Plusieurs niveaux d'ambition possibles

La fixation de l'effectif et du budget de l'A2RD pourrait s'appuyer sur les références et orientations suivantes :

- ▲ La transposition des ordres de grandeur connus pour la DARPA (240 personnes et 3 Md \$), en appliquant un facteur de 10 entre la France et les États-Unis conduirait à un budget annuel d'environ 200 M€. En revanche, cette méthode ne serait pas transposable pour les effectifs étant donné que les questions à analyser ne seraient pas réduites dans les mêmes proportions et qu'une petite structure comporte des fonctions de bases proportionnellement plus importantes.
- ▲ L'application du taux de 15 à 20% des recherches à l'innovation de rupture qui a été cité plus haut conduirait à un budget de 100 à 150 M€ si l'A2RD avait pour attribution de financer le développement de technologies nouvelles au-delà de l'exploration et de l'évaluation de concepts.
- ▲ Différentes expériences (CGARM, AII, MRIS) suggèrent qu'un effectif d'environ 30 personnes est bien adapté à une structure légère mais chargée de développer une politique ambitieuse qui rayonne sur l'ensemble du pays.
- ▲ Un ordre de grandeur de 15 M€ a été retenu pour le financement apporté par la défense aux pôles de compétitivité. On peut considérer que l'objectif (à la fois stimuler et orienter les principaux foyers d'innovation technologique et industrielle au profit de la défense) est d'ampleur comparable à celui de l'A2RD.

Sur cette base, il apparaît raisonnable de fixer trois niveaux possibles d'effectif permanent et de budget global (intervention et fonctionnement) associés à trois niveaux d'ambition :

- ▲ 100 personnes et 100 M€ pour un organisme qui, en plus des recherches et études de concepts, prendrait une part majeure à l'orientation des études de briques technologiques non dédiées à des programmes identifiés (les contrats étant passés par la DGA).
- ▲ 30 personnes et 20 M€ pour un organisme pleinement en charge des missions décrites plus haut, avec des compétences technologiques limitées.
- ▲ 15 personnes et 5 M€ pour une A2RD qui fonctionnerait en s'appuyant principalement sur des réseaux de correspondants bénévoles et des contributions de l'industrie de façon à atteindre globalement les moyens de l'hypothèse précédent.

Il convient de souligner à ce stade que la création d'une telle Agence correspondrait à une ambition forte, même si elle est jugée nécessaire, et qu'un manque de moyens au départ risquerait de dénaturer ce concept. Ce risque est jugé sérieux dans l'hypothèse basse, si les entreprises peinent à apporter les contributions attendues.

Comme il s'agit d'améliorer l'efficacité d'ensemble à budget constant, les moyens et les missions des services du ministère centrés sur l'innovation ou la prospective à long terme devraient être revus en cohérence avec l'hypothèse retenue.

3.3- DES MODES DE FONCTIONNEMENT SPECIFIQUES

Il n'entre pas dans l'objet du présent rapport de définir des règles de fonctionnement détaillées. Mais l'analyse présentée dans la première partie conduit à esquisser quelques recommandations sur la démarche d'ensemble, la formulation des questions à traiter, la constitution des groupes de travail.

Une gouvernance souple dans un cadre précis

Deux écueils sont à éviter : brider la créativité par des règles trop strictes ou, inversement, ne fixer que des orientations vagues, insuffisamment stimulantes, au risque de n'aboutir qu'à peu de résultats utilisables.

Le comité d'orientation devrait donc fixer des thèmes assez larges qui feraient l'objet d'un examen général par la structure permanente, qui en déduirait un certain nombre de projets à traiter parallèlement aux réponses aux demandes ciblées. Cet examen général pourrait donner lieu à des conclusions insérées dans un rapport annuel.

Chaque projet se verrait fixer un délai et son traitement devrait comporter quatre étapes clefs :

- ⤴ Formulation des questions ;
- ⤴ Recherche de réponses par un processus créatif ;
- ⤴ Sélection des concepts et passage de l'idée créatrice au schéma d'innovation à l'aide de simulations et de démonstrations éventuelles ;
- ⤴ Présentations aux acteurs concernés du système de défense afin d'obtenir une large acceptation.

Par ailleurs, il serait de bonne gestion d'évaluer le retour sur investissement global de l'activité de l'A2RD. Mais le bon sens commanderait de chercher d'abord à produire des résultats concrets, et de ne se pencher que dans une deuxième étape sur la définition d'indicateurs, afin d'être en mesure de dresser un premier bilan après environ deux ans de fonctionnement.

Une attention particulière portée au point de départ des réflexions

Les études ont montré que la formulation des questions constituait une étape capitale qui doit être menée avec une grande exigence. Elle pourrait en particulier s'appuyer sur les démarches suivantes :

- ⤴ Prise de distance par rapport aux modèles mentaux existants, en tentant de faire la part entre les habitudes et les contraintes objectives dans la définition des systèmes d'armes actuels (exemple : pourquoi rassembler dans un seul véhicule les fonctions d'un char d'aujourd'hui ?).
- ⤴ Réflexion sur un concept dominant pour se demander quelle partie de ce concept est mise en cause par l'évolution prévisible (exemple : dissuasion et prolifération).
- ⤴ Croisement pour traiter une situation donnée des missions à réaliser, des contraintes ou limitations, des recherches en cours et technologies émergentes (exemple : maintien de la paix, refus des pertes par l'opinion publique ; automatismes et télécommunications).

C'est à ce stade qu'il conviendrait de déterminer un niveau d'ambition : s'agit-il d'une question fondamentale, d'un domaine dans lequel il importe de viser une position de pointe éventuellement au prix d'un effort financier important ? ou bien l'objectif est-il d'abord de s'acquitter à moindres frais d'une fonction incontournable en acceptant d'être suiveur, notamment par rapport aux États-Unis, parce que c'est la voie la plus évidente pour réduire les coûts ?

Ces démarches pourraient être menées, soit de façon libre dans un cadre interne à l'A2RD, soit dans un dialogue avec le demandeur d'une étude particulière, pour reformuler le besoin exprimé par ce dernier.

Dans tous les cas, il serait opportun de rechercher un thème de départ qui recèle une certaine complexité d'interprétation ou des ambiguïtés, car l'expérience a montré que ces caractéristiques favorisaient la diversité des idées produites (exemple du « véhicule décarboné » : cet objectif de réduction de l'empreinte s'applique-t-il aux performances ou à l'ensemble du cycle de vie ?)

Un compromis entre ouverture et protection des résultats

Une grande partie des études devra être effectuée en groupe afin d'associer et de confronter des points de vue variés. Cependant, les études sur la créativité suggèrent de combiner créativité individuelle et créativité de groupe, le travail à deux ou trois constituant une modalité à part entière.

Une autre observation est qu'un nombre d'acteurs relativement limité (moins d'une dizaine) favorise les échanges et les conclusions inattendues, surtout si les profils conduisent à des débats d'idées. Au contraire, des groupes plus larges, de même que des procédures de recherche de consensus comme le vote, conduisent à des résultats plus conventionnels.

Une question structurante est l'intégration de partenaires extérieurs à la défense, qui enrichirait les débats tout en posant des difficultés du point de vue de la sécurité. Une réponse possible serait de réserver les débats les plus généraux à un cercle restreint de partenaires proches mais de diversifier les groupes chargés de traiter des questions ciblées. La communication se ferait par une série d'interfaces, constituant autant de pare-feux, entre les personnes disposant d'informations précises sur le contexte militaire concerné, celles chargées d'apporter des solutions innovantes partielles à des fonctions soigneusement délimitées et celles qui prospecteraient à l'extérieur des idées et des connaissances utiles à ces travaux. Quoiqu'il en soit, l'ouverture devrait rester à tous les stades une préoccupation majeure, avec un recours aussi large que possible à des participants variés, mais bien connus et dûment habilités.

Le rôle des utilisateurs devrait varier durant la vie d'un projet : il serait particulièrement important lors de la formulation initiale de besoin ainsi que dans la phase de sélection et de validation des idées nouvelles.

La participation des industriels suppose réglée la question de la propriété intellectuelle lorsque les sujets traités ont des débouchés à relativement court terme. Une autre voie serait de mener des débats parallèles en affectant les concurrents potentiels à des groupes différents.

4- AUTRES PISTES DE DEVELOPPEMENT DE L'INNOVATION DE RUPTURE POUR LA DEFENSE

Trois pistes vont être sommairement décrites.

4.1- UNE GESTION DES RESSOURCES HUMAINES QUI DONNE UNE PLACE A PART ENTIERE A L'INNOVATION DE CONCEPT

Les propositions qui suivent peuvent s'appliquer à l'ensemble des organismes du ministère de la Défense, même si elles s'appuient plus particulièrement sur une expérience de la fonction armement. Elles pourraient probablement être transposées au-delà du domaine de la défense.

Une formation spécifique

Il est couramment admis qu'en France la formation dans les écoles d'ingénieurs ou de techniciens est davantage orientée vers la maîtrise et l'utilisation pertinente des technologies connues, la modélisation rationnelle des problèmes et la conduite rigoureuse des projets, plutôt que vers la remise en cause des idées dominantes et l'innovation. Sans rejeter ces priorités, il serait certainement opportun de donner aujourd'hui une place plus grande à ce dernier aspect.

Cette évolution pourrait s'appuyer sur les conclusions d'études comme le programme PIMREP (*Paris Tech Innovation Management and Research Program*) d'où il ressort en particulier les idées suivantes :

- ⤴ Il importe en premier lieu de former au travail collaboratif des élèves qui jusque-là ont été formés et évalués en privilégiant les réalisations individuelles.
- ⤴ La formation à l'innovation doit elle-même porter sur les comportements individuels (stimulation de l'initiative, promotion de l'autonomie) et sur les connaissances et méthodes de nature à favoriser une intervention dans des processus de conception innovante avec une visée stratégique.
- ⤴ Cette formation à l'innovation peut s'inscrire dans différents niveaux d'ambition : la sensibilisation des étudiants (exposés...), le développement de leurs capacités d'initiative (défis...), l'acquisition de méthodes et de connaissances relatives à la gestion de l'innovation, les projets et stages, les parcours intégrés combinant différentes activités dans la durée et de façon cohérente.
- ⤴ En tout cas, l'objectif pour les écoles d'ingénieurs est de former non pas des personnes créatives, mais des acteurs aptes à développer l'innovation au sein de leur organisme. Pour l'insertion ciblée de compétences créatives dans l'organisation, il est en effet possible de s'appuyer sur la sélection des personnes et sur leur formation dans des écoles particulières comme les écoles de « design ».

Des étapes de carrière centrées sur l'innovation

Il est proposé deux mesures, qui prolongent d'une certaine manière la formation évoquée précédemment.

La première consiste à identifier des postes à dominante centrée sur l'innovation (recherche, prospective...) et à les insérer dans les parcours recommandés aux ingénieurs ou aux officiers.

La deuxième idée est d'allouer aussi souvent que possible entre deux postes une période de quelques mois permettant à la personne concernée de prendre du recul et de formuler des suggestions. Il s'agirait d'une part de développer des réflexions et des idées d'actions n'ayant pu qu'être esquissées dans l'exercice des fonctions qui viennent d'être exercées, d'autre part, pour le titulaire, de s'interroger, plus profondément, sur la pertinence de sa mission antérieure, la cohérence des moyens associés et les modes d'interaction avec les entités qui étaient en lien avec elle.

On peut observer que cette dernière mesure concourrait d'une part à faire émerger périodiquement des idées d'amélioration, d'autre part à développer chez les responsables un état d'esprit plus ouvert en permanence à des points de vue en rupture par rapport aux pratiques habituelles.

Sa portée serait encore accrue s'il était mis en place auprès de la direction générale une cellule chargée d'apporter un soutien à ces réflexions individuelles et de conduire le processus de suite.

Une meilleure prise en compte des capacités d'innovation dans les évaluations

Dans tout environnement aussi bien scolaire ou universitaire que professionnel, il est naturel que tous ceux qui veulent réussir adaptent leur comportement aux règles d'évaluation et de sélection. Une disposition simple serait de donner une place ou davantage de poids, dans les formulaires d'évaluation, à l'inventivité et aux risques pris par l'intéressé, de façon à les valoriser.

Une diversité accrue des profils

Le principe des équipes pluridisciplinaires est aujourd'hui bien connu. Pour aller plus loin dans le sens de la capacité d'innovation de rupture, une voie serait de compléter les recrutements suivant des critères traditionnels, optimisés en fonction des objectifs de l'organisme concerné (compétences techniques ou en matière juridique, financière ou de ressources humaines, capacités de gestion ou de commandement...) par l'embauche d'un petit nombre de personnes « exotiques » (artistes, écrivains, philosophes...) susceptibles de porter un regard décalé sur les questions traitées.

Bien entendu, une telle diversification serait à entreprendre avec précaution. Les personnes « originales » auraient davantage leur place dans des services fonctionnels couvrant des champs larges que dans des équipes opérationnelles restreintes chargées de missions précises.

Il serait également prudent de recruter ces collaborateurs particuliers pour une période limitée, à la fois pour éviter qu'ils perdent à la longue leur regard extérieur et pour ne pas faire durer trop longtemps des situations d'inadaptation complète. Ce résultat pourrait être obtenu soit en recourant à des contrats à durée déterminée, soit par échange avec d'autres ministères ou des entités publiques ou privées dans le cadre de politiques de mobilité des personnels.

4.2- UN PARTENARIAT AVEC LES POLES DE COMPETITIVITE

Se concentrer sur une catégorie de partenaires

Ainsi qu'il a été observé plus haut, une intensification des échanges avec les acteurs de l'innovation dans l'ensemble de la société permettrait au monde de la défense de bénéficier d'un apport plus riche d'idées et d'informations variées qui favoriserait l'éclosion de concepts nouveaux. Mais le foisonnement est tel dans ce domaine qu'il importe de faire un choix parmi les partenaires potentiels, d'une part afin de limiter les moyens nécessaires au dialogue, d'autre part pour mieux maîtriser la circulation des informations sensibles.

A cet égard, le choix des pôles de compétitivité présente l'avantage d'un accès, par le biais de moins d'une centaine de correspondants, aux centres de recherche et aux entreprises de toutes dimensions qui ont l'ambition de collaborer sur des projets innovants, dans un ensemble cohérent de secteurs d'activité qui couvre l'ensemble du territoire national.

Une contribution de la défense au financement des pôles de compétitivité a d'ores et déjà été organisée. L'idée serait de consacrer une part significative de ces ressources à la recherche de ruptures, en particulier par les mesures esquissées dans les paragraphes qui suivent.

Organiser dans chaque pôle des échanges exploratoires sur des questions intéressant la défense

La fonction de base des pôles de compétitivité est de renforcer les relations entre leurs membres pour favoriser des synergies de toutes natures et le lancement de projets communs. Dans ce cadre, il serait naturel de financer des ateliers de réflexion ou des appels à projets sur des thèmes correspondant à une rencontre entre l'objet de chaque pôle de compétitivité et la défense. Par exemple : Matériaux et protection des combattants, véhicules du futur et opérations extérieures, gestion de l'eau et sécurité globale...

De telles activités permettraient de rassembler des informations et de récupérer des idées, de repérer des acteurs intéressants par leurs compétences ou leur créativité, de susciter parmi ceux-ci des réflexions susceptibles de faire germer des propositions spontanées fructueuses.

Rassembler des correspondants de tous les pôles en un réseau unique « pôle de défense virtuel »

Il est aujourd'hui largement reconnu que des rapprochements interdisciplinaires sont sources d'avancée majeures scientifiques ou techniques. Par ailleurs, si les pôles de compétitivité présentent l'avantage d'une proximité géographique, les moyens modernes de communications permettent d'associer utilement des spécialistes d'une même question implantés dans des lieux éloignés.

Dans cet esprit, il serait souhaitable de compléter les actions proposées plus haut dans le cadre de chaque pôle par le regroupement des correspondants les plus actifs dans un réseau unique qui constituerait un pôle de défense virtuel. Ce réseau devrait bénéficier de l'ensemble des missions et attributions d'un pôle de compétitivité à part entière. Le ministère de la Défense jouerait envers lui le même rôle que les services déconcentrés de l'État et les Régions dans les autres cas.

Ce pôle de défense virtuel deviendrait le forum le mieux adapté pour traiter les questions ouvertes destinées à préparer des innovations qui s'appuieraient sur l'ensemble des apports de la société civile.

L'Agence d'anticipation des ruptures de défense serait l'outil naturel pour conduire ce partenariat

Par sa structure et ses compétences, l'A2RD serait bien placée pour mener, dans un esprit d'ouverture à l'innovation radicale, une telle action d'animation vis-à-vis de correspondants extérieurs. Réciproquement, elle serait ainsi directement destinataire d'informations particulièrement pertinentes pour remplir ses missions au sein du ministère. Bien entendu, il lui reviendrait la responsabilité de transmettre ces informations à tous les autres services intéressés.

Cette orientation conduirait logiquement à retenir l'hypothèse haute de dimensionnement de l'A2RD. Dans ces conditions, il lui serait confié la gestion de la part du budget de la défense qu'il a été décidé de consacrer aux pôles de compétitivité.

4.3- UNE DIMENSION NOUVELLE DONNÉE A LA PRÉPARATION DES RUPTURES DE DÉFENSE, POUR RENFORCER LA POSTURE D'ANTICIPATION

Cette piste est bien sûr la plus ambitieuse. Elle repose sur une analogie avec la période qui a suivi la deuxième guerre mondiale et la création de la force de dissuasion.

Considérer la préparation des ruptures de défense comme un enjeu majeur du ministère, à l'image de la création de la force de dissuasion

Dans les années mille neuf cent cinquante, il est apparu que la France ne pourrait pas retrouver un rang de puissance majeure par la seule reconstruction de ses forces classiques. Il s'agissait bien de réaliser une rupture. Celle-ci a été réussie en consacrant une haute priorité à la mise en place de la dissuasion nucléaire parallèlement à la conception et à la réalisation d'avions, d'hélicoptères, de bateaux et de chars dont les succès à l'exportation prouvaient la pertinence tandis que les forces continuaient d'évoluer et d'agir sur des théâtres variés.

Au vingt et unième siècle, il est probable que les budgets de défense volontairement limités de la France et de l'Europe ne leur permettront pas de maintenir la position majeure qui est aujourd'hui garante de notre sécurité sans une rupture conceptuelle. Pour réaliser cette rupture, face à des menaces de plus en plus difficiles à appréhender, la première étape serait de donner une haute priorité à la mise en place de moyens d'anticipation adaptés à la guerre froide de l'innovation.

Cette démarche consisterait, au fond, à considérer que le renforcement des moyens de renseignement et d'analyse dont le besoin a été identifié notamment dans le cadre du dernier Livre Blanc doit faire une large place à l'anticipation de ruptures majeures et s'appuyer en conséquence sur des

explorations élargies et approfondies des conséquences possibles des transformations du monde associées aux mutations technologiques et économiques.

La construction de la force de frappe a concerné toutes les armées, mais d'abord la DGA dont elle a largement contribué à susciter la création. Il pourrait en être de même pour les ruptures de défense.

Cette idée était d'ailleurs en germe dans la création des architectes de systèmes de forces et des officiers de cohérence opérationnelle, en 1997. La piste proposée serait de mettre l'accent sur la prospective des ruptures associées aux transformations globales de la société plutôt que sur la préparation d'évolutions et la recherche de cohérence capacitaire fondées sur le rapprochement des avancées technologiques et des besoins militaires. Cette évolution serait cohérente avec la maturité aujourd'hui atteinte par les industriels de la défense lorsqu'il s'agit de développer de nouvelles générations d'équipements dans une logique de progrès incrémental.

Commencer par donner une priorité accrue à la mission d'anticipation de la DGA

Parmi les grands organismes qui composent le ministère de la Défense, la DGA est sans doute celui dont la vocation première est la plus orientée vers les transformations à long terme.

En effet, il suffit généralement d'un petit nombre d'années, voire de quelques mois pour adapter une tactique, mener une négociation, réorganiser un dispositif opérationnel ou des services administratifs. Un programme d'infrastructure s'étend sur une durée légèrement plus longue. Mais les délais nécessaires à la conception et à la production d'un nouveau système d'armes ou à la mise au point d'une technologie radicalement nouvelle peuvent atteindre des dizaines d'années.

C'est donc la DGA qui est la première concernée par la préparation des ruptures à long terme, dont la dimension technique est incontournable même si elle n'en constitue qu'un des aspects. C'est la DGA qui serait le premier outil à mettre en œuvre pour donner à cette préparation une dimension nouvelle au sein du ministère, en termes de priorités effectives et de moyens consacrés. Elle pourrait ainsi retrouver un élan de même nature que celui qu'elle a connu à sa création.

Cette ambition nécessiterait une participation de l'ensemble du ministère que l'A2RD serait bien placée pour animer

La mise en œuvre d'une priorité de cette ampleur supposerait des impulsions et des marques d'attention régulières du Ministre, comme ce fut le cas pour la dissuasion. Seule l'autorité supérieure peut mettre en place un mécanisme d'allocation des ressources qui préserve les innovations en rupture par rapport au modèle d'affaires de l'organisation. Car il est bien connu que dans le cas contraire la tendance naturelle et légitime à tous les échelons de la hiérarchie est de porter l'effort sur la poursuite continue et cohérente des opérations entreprises, la préparation de réalisations et d'événements visibles, la réaction aux problèmes à court terme.

Dans cette hypothèse, l'A2RD serait l'outil naturel pour élaborer ces impulsions et les adresser de façon coordonnée à l'ensemble des organismes concernés, au-delà de la seule DGA. Paradoxalement, cette orientation ne serait sans doute pas celle qui conduirait à lui donner le plus grand format possible parce que son action bénéficierait de moyens accrus que ces organismes consacraient logiquement à une mission reconnue majeure pour tous.

5- APPLICATION A LA RÉNOVATION INDUSTRIELLE NATIONALE

5.1- UNE APPROCHE FONDÉE SUR LA CONVERGENCE DES ENJEUX DE REINDUSTRIALISATION ET DE DÉFENSE

La diminution particulièrement forte en France de la part de l'industrie dans le produit intérieur brut qui a été constatée au cours des dernières années est largement reconnue comme une menace majeure pour notre situation économique. De nombreuses réflexions ont été menées pour chercher des voies de redressement, notamment par l'innovation. Un certain nombre d'actions ont été entreprises. La tenue d'États généraux de l'industrie, la création du Fonds stratégique d'investissement, le lancement du Programme d'investissements d'avenir n'en sont que quelques exemples parmi les plus récents.

Il ne s'agit pas ici de reprendre dans son ensemble une question aussi largement débattue, mais seulement d'apporter une contribution à partir du point de vue de la défense et des réflexions qui précèdent sur les moyens de favoriser une innovation de rupture au-delà des seules améliorations incrémentales issues de la recherche.

A cet égard, il est clair qu'indépendamment de ses conséquences financières et en termes d'emplois la décroissance de l'activité industrielle est une menace pour nos capacités de défense. Plus précisément, nul ne songe à contester que la disposition d'armements de pointe est l'une des composantes indispensables d'une défense vraiment efficace. De même, les restrictions des exportations de leurs armements les plus avancés par les États qui les détiennent, pour préserver leur propre sécurité constituent une pratique largement répandue dont la légitimité n'a jamais été contestée. Il en résulte que la maîtrise d'une défense passe par celle des moyens industriels de réalisation de tels armements.

Or les conditions de cette maîtrise, en particulier en France, ont été marquées depuis au moins un demi-siècle par deux tendances majeures dont la première peut d'ailleurs expliquer la seconde. D'une part la plus grande partie des technologies émergentes avaient des applications à la fois civiles et militaires. D'autre part le ministère de la Défense s'adressait de plus en plus à des industriels indépendants, jugés économiquement plus efficaces, plutôt qu'à des arsenaux publics pour se procurer ses équipements essentiels.

Si l'on admet, comme le général de Gaulle, que la défense est la première raison d'être de l'État et qu'il n'y saurait manquer sans se détruire lui-même, une conséquence s'impose : le devoir fondamental d'un État comme la France ou d'un ensemble de nations liées comme l'Union européenne est d'assurer le maintien ou le développement de ses capacités industrielles de base, fût-ce au détriment de la préservation complète de la libre concurrence commerciale. Quelles seraient notre indépendance et notre sécurité si toutes nos machines, tous nos logiciels et nos instruments de communication étaient importés, même si l'équilibre de nos échanges était maintenu par des activités telles que le tourisme, la création artistique ou des services financiers ?

Il faut d'ailleurs constater que cette priorité semble bien appliquée par de grands pays dans le monde, qu'il s'agisse des États-Unis ou de la Russie, de l'Inde ou de la Chine.

Bien entendu, tant du point de vue de l'économie que de la défense, il n'est plus possible de considérer indépendamment l'industrie traditionnelle productrice de biens matériels et la réalisation de logiciels ou de services associés. De plus en plus les entreprises cherchent à accroître leur valeur ajoutée, par exemple en incluant la maintenance dans leurs prestations, ou leur compétitivité, par des efforts dans des domaines tels que la logistique. Elles se voient confier une responsabilité dans la protection de l'environnement qui impose des recherches (directive Reach) ou des dispositifs d'organisation (recyclage). De leur côté, les Forces de défense ont bien compris qu'elles devaient se doter de systèmes d'armes plutôt que d'équipements séparés.

5.2- UN ELARGISSEMENT NATUREL DES MESURES PRECONISEES POUR LA DÉFENSE

Les propositions faites pour préparer les ruptures sont bien adaptées aux contraintes majeures qui limitent le soutien à l'innovation

Les politiques de soutien à l'innovation dans le domaine économique, naturellement élaborées à partir de l'identification des faiblesses des entreprises et des obstacles aux changements, comportent généralement des aides financières et des garanties destinées à favoriser l'octroi de prêts bancaires, des incitations fiscales, ou encore des participations aux fonds propres des entreprises. Toutes ces mesures présentent deux limitations fondamentales : d'une part elles sont coûteuses en deniers publics, ce qui imposerait logiquement une comparaison toujours difficile entre l'effet positif des incitations et l'effet négatif des prélèvements fiscaux qui permettent de les financer; d'autre part elles doivent respecter la réglementation des aides d'État destinée à préserver la libre concurrence.

En revanche, les mesures qui ont été préconisées pour favoriser l'innovation de rupture portent essentiellement sur des analyses ou des démonstrations d'ampleur limitée, très en amont de la mise sur le marché de produits nouveaux. Elles doivent donc échapper aux difficultés qui viennent d'être soulignées, même si celles-ci sont susceptibles de se retrouver lorsqu'il s'agira d'exploiter les innovations escomptées.

Transposer l'exploration des ruptures de défense à toute l'économie

Pour cette création, deux options s'offrent a priori: soit étendre le champ d'action de l'A2RD décrite précédemment, soit constituer une deuxième agence à vocation purement civile. Les convergences qui viennent d'être repérées conduisent à préconiser la première voie, étant observé que dans les deux cas le réalisme justifie la création dans une première étape d'un organisme centré sur le domaine de la défense.

Dans ce schéma, la mission de l'A2RD, dont la dénomination serait revue en conséquence, serait étendue à l'anticipation de toutes ruptures susceptibles d'imposer des transformations majeures de notre industrie. Elle devrait donc commencer par recenser les secteurs essentiels sur lesquels devrait se concentrer son action, afin d'assurer sa légitimité et d'éviter de diluer ses efforts par une approche trop large.

Cette mission d'exploration confiée à un organisme public serait justifiée en particulier par le fait que si les PME sont à l'origine de nombreuses innovations dans tous les domaines économiques, leurs dimensions ne leur permettent pas d'appliquer leur dynamisme à l'évaluation ou à la démonstration de ruptures de grande ampleur. L'éclairage qui pourrait leur être fourni permettrait de mieux les aider et les inciter à développer leurs activités vers des technologies d'avenir.

Les principales caractéristiques recommandées pour l'A2RD resteraient pleinement adaptées : mission d'évaluation et de proposition de concepts spontanées ou en réponse aux demandes, structure permanente disposant de moyens spécifiques, notamment pour mener des démonstrations, et faisant appel à des réseaux de correspondants, comité d'orientation largement ouvert. En revanche, quelques adaptations seraient à envisager :

- La question du rattachement se poserait : Ministre de la défense, conjointement Ministres chargés de la défense et de l'industrie ou Premier ministre ?
- Il conviendrait de déterminer qui représenterait le point de vue des utilisateurs dans les travaux : associations, sociologues, services de différents ministères...
- Le recours aux moyens et à la participation financière des entreprises serait certainement élargi.

La question principale porterait sur la diffusion des résultats obtenus.

Promouvoir des formations, des parcours et des incitations au profit de l'innovation de rupture

Les dispositions qui ont été évoquées plus haut pour former des ingénieurs et des cadres plus aptes à intégrer l'innovation dans leurs activités ne sont pas spécifiques à la défense.

Mais des mesures particulières sont nécessaires pour prolonger cette formation par des parcours ou des incitations qui s'adressent à des professionnels du secteur privé.

C'est ainsi que les actions suivantes pourraient contribuer à faire émerger des idées nouvelles et développer l'esprit d'innovation de rupture dans l'ensemble de nos sociétés :

- lancement de concours d'idées dont le prix serait le financement d'une démonstration;
- attribution de bourses à des salariés désireux d'effectuer une période sabbatique sur la base de différents critères : capacités d'inventivité démontrées antérieurement, programme de nature à faire émerger des réponses originales à des besoins avérés.

Il conviendrait là aussi de définir soigneusement la diffusion des connaissances produites et les conditions de propriété intellectuelle, d'autant plus que les bénéficiaires auraient été sélectionnés dans un cercle plus large.

Instituer un pôle de compétitivité virtuel des ruptures transversales

La recherche de ruptures est davantage pluridisciplinaire que l'innovation incrémentale classique ; ce qui justifie un tel pôle, au-delà du seul domaine de la défense.

Donner une mission nouvelle à un partenariat entre les ministères chargés de défense, recherche et industrie

L'idée serait de tirer les conséquences de la convergence qui a été soulignée entre les intérêts de l'économie et de la défense pour mener une démarche commune d'anticipation des ruptures susceptibles de concerner les capacités nationales les plus sensibles. Les trois organismes les plus naturellement concernés seraient la DGCIS (Direction générale de la compétitivité, de l'industrie et des services) qui aujourd'hui cherche à identifier les technologies critiques pour l'avenir, l'ANR (Agence nationale pour la recherche) et la DGA.

Un tel partenariat prolongerait les coopérations déjà concrétisées au profit de l'innovation duale (comme la procédure « RAPID » de traitement de propositions spontanées). Il s'agirait de confronter des observations et des analyses en vue de définir en commun des actions exploratoires que chacune des administrations lancerait ensuite dans son domaine de compétence.

5.3- UNE HARMONISATION DES CONCEPTIONS DE PART ET D'AUTRE DE L'ATLANTIQUE

Les propositions qui précèdent pourraient parfaitement être mises en œuvre sans précaution particulière. Cependant, en dehors des innovations directement liées à des armements, leur portée serait limitée par la conjonction de deux obstacles. D'une part l'intérêt de grandes entreprises n'est pas nécessairement de développer des ruptures susceptibles de remettre en cause des produits qui font leurs plus grands profits actuels. D'autre part le passage de l'idée à l'acte, qui peut être considéré comme un point faible de la France, suppose des dépenses importantes dont le financement public est limité par la politique de libre concurrence de la Communauté européenne : en dehors du domaine de la défense, comme il a déjà été rappelé, et au-delà des programmes de recherche qui, eux, bénéficient d'efforts indéniables, cette politique restreint les possibilités de soutien à la réalisation de produits nouveaux.

Pour accroître cette portée, une idée serait de s'inspirer de l'exemple des États-Unis, élargissant ainsi la référence à la seule DARPA.

Reprendre certaines pratiques d'autres pays

Ainsi qu'il a été observé plus haut, les États-Unis, comme bien d'autres États, n'ont jamais hésité à utiliser des financements militaires pour soutenir des industries qu'ils considèrent comme stratégiques. Un exemple emblématique est celui de l'aéronautique. Il est connu de tous que Boeing a été aidé par des contrats de recherche de défense à acquérir une position éminente dans la construction d'avions de transport commerciaux, tandis que les avances remboursables dont

bénéficie Airbus sont soumises à des règles subtiles, dont l'application est consommatrice de temps et d'efforts administratifs mais qui n'en sont pas moins contestées outre Atlantique. Alors mêmes que les États européens ont pu voir leurs alliés américains regretter qu'ils ne consacrent pas davantage de ressources à la sécurité commune.

L'idée serait de recourir, dans un périmètre d'industries stratégiques à définir conjointement, à des méthodes analogues à celles des États-Unis. Ce rapprochement des conceptions permettrait d'éviter de gaspiller une énergie précieuse dans des conflits internes à un ensemble occidental qui, sans renoncer à sa diversité, aurait certainement intérêt à préserver ses solidarités historiques et culturelles face à l'émergence de géants comme la Chine ou l'Inde.

Bien entendu, une telle démarche ne pourrait pas aujourd'hui être entreprise isolément à l'échelle nationale. Une première étape serait de l'inscrire dans un cadre européen.

Faire reconnaître à l'Europe qu'un maintien des capacités industrielles est un enjeu de défense et de sécurité

Les traités européens reconnaissent une exception de défense qui autorise les États membres à s'affranchir des règles de libre concurrence pour l'acquisition de matériels particulièrement sensibles. Il paraîtrait logique d'élargir les conditions de cette exception en se fondant sur la convergence qui a été observée plus haut. En d'autres termes, il s'agirait de faire reconnaître qu'un État souverain peut légitimement prendre des mesures pour assurer à son industrie un minimum de compétitivité globale nécessaire à sa survie et à la maîtrise de capacités essentielles, tout en soutenant la libre concurrence dans la plupart des secteurs particuliers.

Il est à noter qu'une présentation de ce concept en référence aux États-Unis devrait favoriser l'adhésion des partenaires européens de tradition libérale.

Cette reconnaissance permettrait à l'Agence de recherche des ruptures de jouer ouvertement un rôle élargi, dans l'esprit qui a permis à la DARPA de susciter Internet. Elle permettrait de donner une plus grande ampleur aux autres mesures qui ont été suggérées jusqu'ici, notamment en accordant des subventions plus importantes ou en orientant la commande publique au profit d'évolutions qui seraient considérées comme capitales pour l'avenir de notre industrie.

ANNEXES

PERSONNES AYANT CONTRIBUÉ AUX TRAVAUX

CONSTITUTION DU GROUPE DE TRAVAIL

Jacques Bongrand (Président du groupe de travail et Président du Comité Défense des IESF)
Ingénieur général de l'armement (2^{ème} section)
Directeur de l'Agence de mobilisation économique (Région Lorraine)

Antoine Coursimault
Consultant indépendant

Xavier Cusset
EADS/Innovation Works

Olivier Defour
DGA/Catod

Thierry Dupoux
Safran / Sagem

Brigitte Lecat
CRPCC/LAUREPS, Université Rennes 2

Arnauld Leservot
CEA/LIST

Emmanuel Lisack
IGA (2S)

Alain Moulet
CGARM puis Président d'Aménagements vivants

Dominique Palabost
Jusqu'à son affectation au CASPOA

Stéphanie Quiguer
CRPCC/LAUREPS, Université Rennes 2

Arnaud Reichart
ENSTA-ParisTech

Thomas Reydelle
Thales Corporate

Jérôme Rosello
Sagem / doctorant ESCP Europe

Carl Trémoureux (Secrétaire du groupe de travail)
CGARM

Xavier Truel
DGA/SASF

PERSONNES AYANT PARTICIPÉ A DES RÉUNIONS OU A DES ATELIERS

(en dehors de différents acteurs du ministère de la Défense)

Cap Digital

Patrick Cocquet, Délégué général
Françoise Colaitis, Déléguée adjointe en charge de la stratégie et des communautés
Olivier Jonas, Société et Tecdev
Philippe Roy, Délégué adjoint en charge des projets
Henri Verdier, Président

Dassault systèmes

Olivier Alloyer, EBC management
Anne Asensio, Responsable du design studio
Nicolas David, Client executive for DÉFENSE
Alain Dugousset, DÉFENSE & security industry leader
Éliane Fourgeau, Worldwide Catia systems sales

EADS

Renaud Bellais, Chargé d'études économiques

ECA

Patrick Peras, Directeur business développement

EDF

Gérald Piat, Ingénieur chercheur, chef de projet CREATEAM - Innovation

HCI

Henri Conze, Président (ancien Délégué aux études générales et Délégué général pour l'armement du ministère de la défense)

Institut des textes et manuscrits modernes (ITEM)

Pierre-Marc de Biasi, Directeur

Mines-ParisTech

Sophie Hooge, Directrice de recherche
Yohan Amsterdamer, Étudiant

Smartsystem

Éric Seulliet, Président du conseil de surveillance
Gérard Ayache, Président du directoire

Thalès : Plateau d'innovation T-Xchange, Hengelo (Pays-Bas)

Johan de Heer, Directeur
Edward Faber
Paul Porskamp
Thomas de Groot.

MANDAT DU GROUPE DE TRAVAIL

N° 11-011 CGARM/EG du 20 mai 2011

De façon générale, la mise en place d'une démarche d'innovation est une impérieuse nécessité pour les organisations, que leur environnement mouvant confronte sans cesse à de nouveaux défis. Dans le domaine de la défense, c'est un élément essentiel pour acquérir un avantage par rapport aux menaces ou aux adversaires potentiels, en particulier en disposant des équipements les mieux adaptés à un coût acceptable.

A cet égard, un récent rapport concernant l'innovation à la DGA a souligné l'intérêt de stimuler une innovation qui ne soit pas par principe fondée seulement sur la production de nouvelles technologies. Cette étude a rappelé que l'innovation repose sur deux démarches indissociables en constante interaction : le développement de connaissances nouvelles et celui de concepts nouveaux. Or, par contraste avec les dispositifs de financement de la recherche, qui ont été progressivement perfectionnés, la capacité d'élaborer de nouveaux concepts de capacités militaires est demeurée relativement artisanale.

Dans cette perspective, le groupe de travail s'attachera à formuler quelques propositions d'actions concrètes visant à favoriser ce type d'innovation. Cette étude s'appuiera sur les travaux déjà réalisés. Le nombre des propositions formulées sera restreint (deux ou trois maximum), mais le degré de précision de leur description sera suffisant pour envisager une mise en œuvre rapide.

L'une de ces propositions consistera à spécifier le plateau d'innovation que la DGA a suggéré de mettre en place autour de son laboratoire technico-opérationnel, dans les conclusions de sa récente étude (*cf.* annexe jointe). En particulier, sur cet axe, les travaux comprendront des volets concernant la gouvernance du dispositif, son organisation, ses ressources, ses modes de fonctionnement, ses productions et son interface avec les organisations et les processus existants (*cf.* annexe).

Au-delà de ces propositions, le groupe s'interrogera sur le parti à tirer des efforts d'innovation dans le domaine de la défense, ou sur la façon de les transposer, pour contribuer à la vitalité et au développement de l'industrie nationale.

Cette étude conduite à la demande du Conseil général de l'armement constituera également une contribution aux travaux du comité défense des ingénieurs et scientifiques de France. Les résultats seront formalisés dans un rapport à remettre pour la fin du mois de décembre 2011.

GLOSSAIRE

L'innovation

L'innovation

De façon générale, l'innovation peut être définie comme un processus de recombinaison des savoirs existants, qu'ils soient tacites ou formalisés, empiriques ou codifiés, d'ordre technique ou scientifique¹¹. Plus précisément, l'innovation consiste à prendre en compte des connaissances nouvelles pour améliorer ou pour imaginer et développer des produits, des services, des procédés, voire des organisations. L'innovation peut cependant résulter aussi d'une prise de conscience transformant le regard porté sur un phénomène, une situation.

L'innovation de défense¹²

L'innovation de défense est l'ensemble des idées ou projets nouveaux de nature à contribuer, directement ou indirectement par le biais de facteurs d'influence, au succès de l'action de l'État dans le règlement des crises futures, et en particulier au succès des opérations militaires futures, à la maîtrise de leurs coûts ou de leurs dommages collatéraux.

Dans le domaine militaire, l'innovation se rapporte aux capacités des armées et leurs piliers (doctrine, organisation, ressources humaines, entraînement, soutien, équipements), ainsi qu'aux facteurs d'environnement déterminants pour leur acquisition (économie de Défense, BITD, coopération internationale).

L'innovation d'armement¹³

L'innovation d'armement est la branche de l'innovation de défense se rapportant au pilier capacitaire « équipements ». Elle fait partie d'un processus d'ensemble intégrant l'innovation dans les autres piliers capacitaires, avec notamment le processus CD&E pour l'innovation de doctrine et la démarche dite de « transformation » pour l'innovation organisationnelle et relative aux ressources humaines.

Les activités connexes à l'innovation¹⁴

L'innovation et la créativité

La créativité est la capacité individuelle ou collective de découvrir une solution nouvelle, originale, à un problème donné, voire de renouveler la manière de poser ce problème pour ouvrir le champ à des types de solutions inédits.

L'innovation est une chaîne constituée d'un ensemble de maillons tous indispensables : si le continuum n'est pas assuré, que ce soit dans la transmission de la connaissance ou dans le financement des différentes étapes, le processus d'innovation est interrompu. Certains des maillons de cette chaîne sont les moments de créativité. En leur absence, le processus d'innovation ne s'enclenche pas. À l'inverse, s'ils ne sont pas accompagnés d'une volonté d'agir dans la durée, il n'ont aucune chance de produire les effets escomptés.

La cognition créative renvoie à une variété de capacités cognitives peu sollicitées dans le système scolaire ou peu mesurées dans les bilans intellectuels classiques. La pensée divergente en est un bon exemple, car elle joue un rôle important lorsqu'il s'agit d'explorer un thème ou un problème dans différentes directions ; elle s'oppose à la pensée convergente, qui cherche la bonne réponse, la solution optimale. La pensée métaphorique, la capacité à mettre en lien des éléments rarement

¹¹ Source : « Les lois de l'innovation : les leçons de l'histoire », de François Caron.

¹² Source : le rapport sur l'innovation à la DGA.

¹³ Source : le rapport sur l'innovation à la DGA.

¹⁴ Source principale : 120 ans d'innovation en aéronautique, de Jean Carpentier.

associés, l'aptitude à croiser deux matrices de pensée sur des thèmes assez éloignés, la flexibilité (opposée à l'attachement à ses connaissances et positions antérieures) en sont d'autres illustrations.

L'innovation et la découverte scientifique

L'innovation et la découverte ne sont pas à opposer mais à distinguer nettement. La découverte scientifique, qui est du domaine de l'invention, se produit lors d'un travail de recherche, le plus souvent à caractère fondamental. Elle ne donne pas immédiatement naissance à des innovations : de la découverte scientifique, il résulte généralement le dégagement d'un nouveau champ d'exploration.

Si, de façon générale l'innovation est un processus de destruction créative, c'est principalement l'innovation fondée sur une découverte scientifique qui a le potentiel d'amorcer un nouveau cycle de croissance à long terme.

L'innovation et la recherche appliquée

La recherche appliquée exploite les connaissances scientifiques obtenues par la recherche fondamentale. Elle se concrétise souvent par des brevets, suivis de publications destinées à susciter l'intérêt des industriels. Le résultat de la recherche appliquée n'est pas immédiatement prêt à déboucher sur le marché car il faut, au préalable, passer par le stade du développement puis par celui de l'industrialisation.

L'innovation et le développement exploratoire

Il s'agit de préparer le passage au stade industriel, c'est-à-dire s'assurer que le produit est réalisable, qu'il tiendra ses promesses en termes de performances et soutiendra la comparaison avec la concurrence. L'évaluation de ces promesses peut être faite de façon exhaustive par la simulation numérique.

Temporalité des différentes activités

Alors que l'ensemble recherche-développement-industrialisation suit l'ordre chronologique, il n'en est pas de même pour la recherche et l'innovation qui ne sont pas strictement corrélées dans le temps. Il arrive bien souvent que l'innovation s'effectue avant même que la recherche ait été entreprise et que ce soit l'innovation qui déclenche un ensemble de recherches. Ce fut le cas, par exemple, pour de nombreuses innovations en aéronautique.

Les différentes catégories d'innovation

On peut d'abord distinguer différentes catégories d'innovation selon leur objet :

- L'innovation **technologique** résulte soit d'une invention, soit d'une amélioration technologique. Il peut s'agir d'une innovation portant sur un produit, permettant de mieux satisfaire un besoin déjà reconnu, ou d'une innovation de procédé, en améliorant par exemple le coût, la reproductibilité ou la fiabilité.
- L'innovation **marketing** correspond à la transposition d'un produit ou d'un procédé industriel existant dans un autre secteur. Dans le domaine militaire, on peut lui rattacher l'innovation opérationnelle.
- L'innovation en **organisations** se situe souvent à de hauts niveaux décisionnels. Elle consiste à créer des organismes nouveaux (Grand État-Major et *Kriegsakademie* ont contribué à la victoire prussienne en 1870). Ce genre d'innovations est souvent très fécond : il peut préparer l'avenir à moyen ou long termes (Armée de l'air autonome après l'apparition de l'aviation, école aéronautique et de mécanique, en 1909), faciliter les synergies entre disciplines (établissement de recherche pluridisciplinaire), ouvrir de nouvelles perspectives de débouchés.

Les innovations selon leur origine¹⁵ sont :

- ⤴ La démarche d'**innovation bottom-up** résulte des idées spontanées ou des découvertes des individus, quelle que soit leur place dans l'institution : par exemple un chercheur dans un laboratoire, une PME, un expert à la DGA, un opérationnel sur le terrain, un internaute sollicité par une opération de *crowdsourcing*.
- ⤴ La démarche d'**innovation top-down** est déployée par les institutions sur la base d'un besoin exprimé par leurs autorités hiérarchiques : l'EMA pour trouver de nouvelles solutions opérationnelles, la DGA pour trouver des applications définies aux nouvelles technologies, l'industriel pour se lancer sur de nouveaux marchés.

Les innovations selon leur contenu propre sont :

- ⤴ L'innovation à forte densité de **connaissances** : typiquement, il s'agit des applications de la recherche.
- ⤴ L'innovation à forte densité de créativité : typiquement, il s'agit de l'innovation de concepts. **L'innovation de concept** consiste en une combinaison nouvelle de produits ou de moyens existants, pour satisfaire un besoin non encore exprimé. Comme il s'agit d'une anticipation correspondant à la découverte d'un besoin latent, elle exige une intuition prospective. Ce type d'innovations, le plus original, le plus risqué, mais le plus prometteur, peut conduire à la remise en cause du comportement du client, voire de son mode de vie. Très souvent, elle est pluridisciplinaire et revêt un caractère transversal ; ce sont les généralistes, à l'écoute des découvertes et des inventions dans des domaines variés, qui sont les mieux placés pour innover.
- ⤴ L'innovation **hybride**, combinaison des deux types précédents, réalisée généralement au sein de groupes multidisciplinaires composés de spécialistes de la connaissance (chercheurs, experts scientifiques, ingénieurs) et des usages (architectes système, utilisateurs finaux).

Les innovations selon leurs effets¹⁶ sont les suivantes.

- ⤴ L'innovation **incrémentale** améliore les matériels ou les pratiques déjà en place mais n'a d'impact ni sur le modèle économique de l'entreprise, ni sur les habitudes et comportements des usagers.
- ⤴ L'innovation **majeure, voire radicale**, modifie substantiellement les habitudes et comportements des usagers sans pour autant que le modèle économique de l'entreprise qui la met en œuvre s'en trouve bouleversé. Ce fut le cas, par exemple, de la téléphonie mobile, qui capitalisa sur les compétences et actifs des opérateurs de la téléphonie fixe.
- ⤴ L'innovation **stratégique** transforme le modèle économique de l'entreprise qui la déploie sans avoir d'impact majeur sur les habitudes et comportements des usagers. Ainsi, la descente en gamme de Renault avec sa Logan a-t-elle nécessité une transformation de ses méthodes de conception et de production et, même, la création d'une nouvelle marque : Dacia. Il n'est pas rare qu'une nouvelle génération d'entreprises profite d'une transition pour déstabiliser les acteurs historiquement dominants sur le marché. L'entreprise Kodak, par exemple, qui s'était d'emblée montrée très active sur la photographie numérique, notamment en se constituant un portefeuille de brevets dans ce domaine, a récemment déposé son bilan faute d'avoir été capable de faire évoluer son modèle économique.
- ⤴ L'innovation **de rupture** ne nécessite pas seulement une évolution du modèle économique de l'entreprise qui la met en œuvre, elle transforme profondément les habitudes et comportements des usagers. On pourrait l'illustrer par le passage de la locomotion hippomobile à la locomotion automobile. Comme dans le cas précédent, la transition s'accompagne souvent d'un renouvellement des acteurs du marché.

¹⁵ *Source : le rapport sur l'innovation à la DGA.*

¹⁶ *Les éléments de ce paragraphe s'inspirent librement des travaux de Markides et Geroski, ainsi que de ceux de Clayton Christensen et de Philippe Silberzahn.*

Les différentes figures impliquées dans l'innovation¹⁷

Le chercheur

Dans son travail d'approfondissement des connaissances scientifiques, le chercheur procède en associant observation, réflexion et expérimentation. Sa démarche est principalement abductive¹⁸ et fondée sur une logique rigoureuse permettant d'avancer progressivement sur un sentier balisé par les résultats d'expérience.

Pour trouver, le chercheur doit chercher : cette tautologie recouvre une réalité profonde, car il faut cerner les limites des connaissances scientifiques et tenter de les approfondir, de les étendre, de les appliquer à de nouveaux domaines.

L'innovateur

Pour innover, il importe moins de chercher que de réfléchir dans des domaines différents et de tenter de transposer les résultats obtenus dans des domaines a priori distincts. Bien souvent, le chercheur est trop limité par son domaine de compétence, qui s'étend davantage à la verticale qu'à l'horizontale. Au contraire, l'innovateur doit constamment observer l'horizon dans toutes les directions. Comme ce tour d'horizon doit aussi s'appuyer sur une connaissance approfondie des tentatives précédentes, la connaissance de l'histoire des sciences et des techniques est indispensable.

L'ingénieur

L'ingénieur doit s'appuyer sur les fruits de la recherche, en tenant compte des impératifs extérieurs, liés à la concurrence et au marché. Il doit avoir une perception aiguë des progrès susceptibles de s'accomplir dans des secteurs variés et doit être totalement ouvert aussi bien au chercheur qu'à l'innovateur. Il doit faire converger un ensemble de connaissances, de techniques et de solutions déjà éprouvées pour résoudre les problèmes pratiques auxquels il se trouve confronté.

L'utilisateur

Pour simplifier, dans un premier temps, l'utilisateur peut être défini comme la personne éprouvant un besoin, implicite ou explicite. Comme c'est lui qui sera le bénéficiaire des solutions développées pour satisfaire ce besoin, son rôle dans l'innovation est de plus en plus valorisé.

Dans **l'innovation horizontale**¹⁹, l'utilisateur s'engage en participant directement à la production d'innovations à partir des technologies et des services à sa disposition, avec le souci pratique de trouver par soi-même des solutions adaptées à ses besoins. Certaines des ruptures les plus significatives dans les comportements de communication (les logiciels libres, le Wifi, le p2p, les blogs) ne se sont pas révélées le fruit d'un plan de développement industriel, mais celui d'une dynamique horizontale présentant plusieurs caractéristiques²⁰.

¹⁷ *Source principale : 120 ans d'innovation en aéronautique, de Jean Carpentier.*

¹⁸ *L'abduction (parfois baptisée méthode du détective) constitue une troisième forme de raisonnement, différente de la déduction et de l'induction, et serait la seule permettant de produire des connaissances nouvelles. Afin de comprendre un phénomène surprenant, on pose l'hypothèse d'une règle permettant de considérer ce phénomène comme un cas s'y conformant. Alors que dans une déduction on tire la conclusion « q » d'une prémisse « p », le raisonnement abductif consiste à expliquer « q » par « p », considéré ici comme une hypothèse explicative.*

¹⁹ *Ce développement est inspiré de l'article « La trajectoire des innovations ascendantes », de Christophe Aguiton et Dominique Cardon. Dans cet article, les termes d'innovation ascendante et d'innovation horizontale sont synonymes.*

²⁰ *La dynamique horizontale présente trois caractéristiques principales : d'abord, les innovations prennent naissance dans les besoins et les solutions des utilisateurs, que les industriels n'identifient pas ou auxquels ils ne veulent ou ne peuvent répondre ; ensuite, l'utilisateur-innovateur a intérêt à révéler et partager son invention avec les autres utilisateurs ; enfin, la diffusion de l'innovation s'effectue en réseau, chacun profitant des améliorations que les autres utilisateurs veulent bien y apporter.*

Dans le même esprit, **l'innovation participative** part du principe que les idées des acteurs du terrain ont de la valeur, pour agir en complément de l'innovation institutionnelle. Au ministère de la Défense, le dispositif d'innovation participative a été mis en place en 1988, la tenue à jour de la situation tactique dans le Golfe, lors de la guerre Iran-Irak, grâce à des ordinateurs portatifs déployés artisanalement à bord des avions et du Clemenceau ayant marqué les esprits.

Les significations d'usage concernent la manière dont les utilisateurs vivent l'innovation par rapport aux techniques qui leur sont coutumières, par rapport à leurs pratiques quotidiennes, par rapport à leurs identités, professionnelles et privées, et par rapport à leur environnement²¹. La diffusion d'un nouveau produit ou service et son acceptation par le marché dépendant plus de ses significations d'usage que de ses seules qualités (techniques, fonctionnelles ou commerciales), il est devenu un enjeu de chercher à favoriser l'innovation en partant des usages. Une variété de techniques et de démarches ont ainsi été conçues dans ce sens ; c'est par exemple le cas des Living Lab²², centres d'innovation d'usage où les utilisateurs sont des acteurs partenaires à part entière. La recherche d'innovation en partant de la culture (par opposition aux innovations poussées par la technologie et tirées par le marché) ouvre d'ailleurs un champ d'exploration entièrement à défricher²³.

Les significations d'usage montrent que la notion d'usager est en réalité beaucoup plus complexe que ne le laisse penser la définition donnée précédemment²⁴. Cette définition le réduirait en effet à un simple *utilisateur* manipulant des objets. Or, il ne viendrait à l'idée de personne de définir les usages de l'automobile par la seule utilisation de la mécanique et du moteur à combustion, sans chercher à décrire les habitus par lesquels elle s'incorpore culturellement. Si l'usager est difficile à définir, c'est en premier lieu qu'il se révèle parfois difficile de savoir de quoi il est usager : par exemple, l'environnement numérique allant de l'écran tactile au monde virtuel, et du bouton *like* au graphe dynamique d'un réseau social, ce qu'il traite, pratique ou fabrique va de l'appareil ou de l'unité d'information les plus élémentaires aux sérendipités sociocognitives les plus complexes. En second lieu, l'usage nécessite une **appropriation**, supposant la réunion de quatre conditions : la maîtrise technique et cognitive de l'artefact ; l'intégration significative de l'objet dans la pratique quotidienne ; l'ouverture vers des possibilités de création ; la représentation collective des usages par les politiques publiques et l'innovation. La question de l'autonomie des acteurs est centrale.

Les réglages de la marge de manœuvre laissée à l'usager montrent qu'il fait lui-même l'objet d'une modélisation par les concepteurs. La dialectique d'appropriation/aliénation renvoie au fait que la pratique de certains outils permet de développer une compétence, alors que d'autres enferment l'usager dans un rôle de consommateur. Or, en réponse à l'offre technologique, l'usager développe une logique propre, articulant des facteurs affectifs, psychologiques, cognitifs, culturels et sociaux au sein d'un projet. Les utilisateurs déplacent, adaptent, complètent ou dévoient le donné technologique, jusqu'à ce que le dispositif finisse par s'installer dans un creux façonné par des normes et des mythes. À chaque fois, l'usage déjoue l'intentionnalité inscrite dans l'outil. Dans certains cas, cependant le prescripteur s'efforce de contrecarrer ces pratiques non conformes.

²¹ *Source : Innover dans le sens de l'usage, de Philippe Mallein*

²² *Selon le European Network of Living Labs (ENoLL), un Living Lab est un environnement de test et d'expérimentation « dans la vie réelle » permettant aux producteurs et aux usagers de coproduire les innovations. Les Living Labs ont été caractérisés par la Commission de l'Union européenne comme des partenariats publics-privés-personnes (PPPP) dédiés à l'innovation ouverte centrée sur les usages. Leurs quatre principales activités sont les suivantes : 1) la co-création par les usagers et les concepteurs/producteurs ; 2) l'exploration de comportements et d'usages émergents, ainsi que l'identification d'opportunités de marché ; 3) l'expérimentation de scénarios de vie concernant des communautés d'utilisateurs ; 4) l'évaluation de la valeur des concepts, des produits et des services, selon des critères socio-ergonomiques, socio-cognitifs et socio-économiques.*

²³ *C'est une démarche que cherche à promouvoir Pierre Musso dans le cadre de la chaire « Modélisation des imaginaires, innovation et création ».*

²⁴ *Les éléments de ce passages s'inspirent, parfois librement, parfois très étroitement, de « L'intelligence de l'usager », de Louise Merzeau.*

L'étude du phénomène innovation

De nombreuses disciplines ont pris l'innovation comme objet d'étude, notamment l'économie, la sociologie, la psychologie, les sciences du management ; il existe même une philosophie de l'innovation²⁵. L'innovation se révèle en effet un phénomène complexe justiciable d'une variété d'éclairages. Nombre des recherches entreprises ont permis des avancées pratiques intéressantes, comme la modélisation de la conception innovante²⁶, dans la décennie 2000, ou sont porteuses de nouvelles avancées potentielles, comme celles réalisées au sein de la chaire « Modélisations des imaginaires, innovation et création²⁷ », récemment mise en place au sein de Télécom Paris-Tech. Toute démarche recherchant l'innovation doit donc être multidisciplinaire et comprendre un suivi de l'avancée des connaissances produites sur l'innovation.

²⁵ Cf. par exemple « Philosophie et innovation, ou philosophie de l'innovation ? », de Thierry Ménissier.

²⁶ Théorie Concept-Knowledge, développée par Armand Hatchuel et Benoît Weil au sein de Mines Paris-Tech.

²⁷ Les technologies étant saturées de représentations sociales, de fictions et d'imaginaires, le pari de la chaire est de prendre ces derniers comme matière première des processus d'innovation.