

Note n° 1/Consortium OBSAT-35  
du 23 octobre 2017

Marché n° 431532/SGA/SPAC/SDA/BPI du 27/02/2017  
notifié le 9 octobre 2017  
réunion de lancement : 18 octobre 2017

# Observatoire de l'armée de Terre 2035

Note I –  
L'armée de Terre :  
Une organisation humaine face à l'innovation...

**JEAN-JACQUES PATRY, GENERAL (2S) BRUNO LASSALLE**



**FONDATION**  
*pour la* **RECHERCHE**  
**STRATÉGIQUE**

[WWW.FRSTRATEGIE.ORG](http://WWW.FRSTRATEGIE.ORG) | 4 BIS RUE DES PATURES 75016 PARIS | TEL : 01.43.13.77.77 | MAIL : [CONTACT@FRSTRATEGIE.FR](mailto:CONTACT@FRSTRATEGIE.FR)

SIRET 36409553300052 TVA FR74 394 095 533 CODE APE 7220Z FONDATION RECONNUE D'UTILITÉ PUBLIQUE DÉCRET DU 26 FÉVRIER 1993

[WWW.EUROCRISE.COM](http://WWW.EUROCRISE.COM) | 8 RUE DE BELLEFOND 75009 PARIS | TEL : 01.49.49.01.23 | MAIL : [EUROCRISE@EUROCRISE.COM](mailto:EUROCRISE@EUROCRISE.COM)  
SIRET 438 431 207 00036 TVA FR 1743 8431 2070 0036 COPE APE 7022Z



## SOMMAIRE

<b>NOTE 1 : L'ARMEE DE TERRE, UNE ORGANISATION HUMAINE FACE A L'INNOVATION.....</b>	<b>4</b>
<b>1 – INTRODUCTION ET PRECISION DU SUJET.....</b>	<b>5</b>
1.1 – De quoi s'agit-il ?.....	5
1.2 – A quel horizon ?.....	6
<b>2 – COMMENT CARACTERISER LA « RUPTURE » POUR L'ADT ?.....</b>	<b>6</b>
2.1 – « Technologie de rupture », « innovation incrémentale » et « innovation de rupture » .....	6
2.2 – Changements porteurs de rupture pour l'adT à horizon 2035 : l'irruption généralisée du cyber ! .....	10
2.3 – Il y aura changement organisationnel de l'Institution une fois opérée la diminution significative de l'Humain dans les opérations.....	13
<b>3 – QUELLES INNOVATIONS POUR QUELLE ADT ? .....</b>	<b>15</b>
3.1 – Facteurs de supériorité opérationnelle et innovations dites de ruptures, telles qu'imaginées aujourd'hui.....	15
3.2 – Pilotage de la fonction « innovation » de l'adT : faut-il créer un nouveau « FSO adaptabilité » ? .....	24
3.2.1 – Rééquilibrage entre innovation technologique, conceptuelle et doctrinale, d'urgence et d'opportunité .....	24
3.2.2 – Enrichir les boucles longues par l'insertion de boucles courtes .....	25
3.2.3 – Créer un environnement propice à l'appropriation de l'innovation.....	26
<b>4 – CONCLUSION / SYNTHESE.....</b>	<b>28</b>
<b>ANNEXE 1 : FAMILLES TECHNOLOGIQUES CIVILES DITES DE « RUPTURES » A HORIZON 2025 CONSTITUANT LE SOCLE TECHNOLOGIQUE DE LA DECENNIE 2030.....</b>	<b>30</b>
<b>ANNEXE 2 : CAPTURES D'ECRANS PRESENTANT LES PREMIERES OCCURRENCES GOOGLE CHROME AVEC LES MOTS CLES « INNOVATION » ET « ARMEE DE TERRE » .....</b>	<b>32</b>

## Note 1 :

### L'armée de Terre, une organisation humaine face à l'innovation...

---

*L'armée de Terre, une organisation humaine face à l'innovation. Quelles ruptures technologiques viendront renforcer, ou pourraient déstabiliser, une institution dont l'efficacité repose sur la plus-value apportée par l'action humaine et collective et non sur celle d'une individualité à forte valeur ajoutée ?*

*Il s'agira de dépasser l'interrogation sur l'équilibre à trouver entre technologie et masse, système d'armes et système d'hommes afin d'étudier les ruptures technologiques qui demain pourraient représenter un réel levier amplificateur pour l'action aéroterrestre conçue comme humaine, collective et pluridimensionnelle (par opposition à l'action individuelle, spécialisée et hyper-technique du pilote de Chasse ou du force spéciale). Ces innovations devront pouvoir simplifier l'entraînement et l'engagement opérationnel des forces. Elles peuvent aussi présenter des risques.*

*« ... Il est donc vital que l'innovation inspire l'ensemble de la communauté de défense, pour garantir la supériorité technologique de nos forces sur le terrain face à des adversaires, actuels et potentiels, de plus en plus habiles et inventifs dans l'utilisation des nouvelles technologies. L'innovation permettra aussi de gagner en efficacité de nos moyens humains, financiers et industriels. Elle tirera profit, enfin, de la créativité de notre communauté de défense »<sup>1</sup>.*

**AVERTISSEMENT : le lecteur pressé pourra se reporter à la conclusion synthèse figurant en dernière page du document, avant annexes.**

---

<sup>1</sup> Madame Florence PARLY, ministre des armées, *Discours à l'université d'été 2017 de la défense*, <https://www.meremarine.com/fr/content/le-discours-de-florence-parly-luniversite-dete-de-la-defense>

## I – Introduction et précision du sujet

Comme l'annonçait la ministre des Armées et comme l'a officialisé la *Revue stratégique* d'Octobre 2017<sup>2</sup>, les armées françaises doivent faire face aux évolutions technologiques et sociétales qui caractérisent ce début de siècle et les deux prochaines décennies. L'armée de Terre (adT) s'y est déjà préparée avec *Actions terrestres futures : demain se gagne aujourd'hui* (ATF) ; le document de référence exploratoire devant servir à guider le pilotage de la numérisation totale de la force terrestre à horizon 2035<sup>3</sup>.

### I.1 – De quoi s'agit-il ?

Le sujet proposé pose trois questions distinctes, en partie imbriquées et impose une méthode exploratoire de type prospective.

- ➔ La question n° 1 concerne **l'impact des technologies de rupture sur les performances de l'action terrestre** à horizon considéré. Elle implique deux aspects : celui de la force terrestre elle-même ; celui des capacités opposées par un adversaire à l'action terrestre. La technologie suffit-elle à caractériser une rupture ? On peut sérieusement en douter. Dans le monde civil, les managers distinguent bien une technologie de rupture et un usage de rupture, non nécessairement causé par une nouvelle technologie ! Il conviendra donc de définir ce qui constitue une rupture pour l'adT et en caractériser la nature. La référence aux facteurs de supériorité opérationnelle (FSO) servira de guide à ces développements. Comment optimiser leur mise en œuvre par ces innovations ou au contraire, en réduire la pertinence (nouveaux appareillages ou usages nouveaux d'appareillages plus anciens) ?
- ➔ La question n° 2 porte sur les **conditions d'optimisation de l'efficacité opérationnelle permises ou compromises par l'entrée massive de l'innovation actuellement en cours** (technologies de la robotisation, de l'intelligence artificielle, des matériaux nano...). A cet égard, il semble que soient mises en opposition « *la plus-value apportée par l'action humaine et collective* » et « *celle d'une individualité à forte valeur ajoutée* ». Ne faudrait-il pas plutôt considérer la complémentarité nécessaire entre les deux, en insistant sur les conditions de dosage futur ?

---

<sup>2</sup> *Revue stratégique de défense et de sécurité nationale*, Ministère des armées, Octobre 2017, 109 p., p. 70.

<sup>3</sup> *Action terrestre future ; demain se gagne aujourd'hui*, EMAT, Paris, septembre 2016, 65 p.,

- ➔ La question n° 3 soulève la très sensible **question de l'organisation institutionnelle de la gestion de l'innovation**. Or, cette dernière est principalement produite dans ses dimensions technologiques et sociétales par les milieux extérieurs aux forces armées. Comment, dès lors, faciliter l'intégration d'expériences, de processus, de techniques, de savoir-faire conçus dans un but étranger à l'emploi des forces armées dans une organisation aux règles, valeurs et cultures bien établis. Au-delà, il s'agit aussi **d'intégrer des usages communs du monde civil, sans lesquels il sera difficile de susciter des vocations**.

## 1.2 – A quel horizon ?

La dimension temporelle complexifie encore l'analyse. La période 2017-2035 correspond pour l'adT à la fin de la mise en œuvre du plan de numérisation de ses forces avec les programmes SCORPION en version 1 et 2 (dont les caractéristiques sont encore en définition). L'horizon temporel n'est pas neutre, car la question de la rupture implique nécessairement d'identifier un point de référence (rupture par rapport à quoi ou à qui) et un horizon temporel (rupture à quel moment). **On pourra considérer que la rupture opérationnelle concernant l'adT s'opèrera avec la négation ou la remise en cause de tout ou partie des facteurs de supériorité opérationnelle (FSO) considérés aujourd'hui comme conditions de succès.**

## 2 – Comment caractériser la « rupture » pour l'adT ?

Objets de la section :

- Définir innovation technologique de rupture et innovation de rupture ;
- Décrire les tendances de rupture pour l'action terrestre prévisibles par l'acceptation des conséquences des innovations actuellement pressenties ou à l'étude.

### 2.1 – « Technologie de rupture », « innovation incrémentale » et « innovation de rupture »

Premier constat : il n'existe pas pour les forces armées de définition doctrinale de référence de l'innovation technologique dite de rupture. L'unique référence interarmées est indirecte et entend « rupture » au sens donné par la prospective<sup>4</sup>. Pour l'adT, le

<sup>4</sup> *Glossaire interarmées de terminologie opérationnelle*, DC-004\_GIATO (2013), CICDE, référence P55, p. 122 : « Étude consistant en la recherche des différentes formes que pourraient prendre les engagements militaires futurs pour nos forces. Intégrée à la prospective de défense, elle vise à répondre à la question «

terme rupture est mentionné 7 fois dans ATF<sup>5</sup> et qualifie des changements imprévus et menaçants la supériorité et la liberté d'action de la force dans les champs de l'environnement international géopolitique et stratégique, technologique et tactique.

Second constat : la littérature non doctrinale sur le sujet insiste sur l'aspect imprévisible de la « rupture ». Celle-ci est perçue après coup et s'assimile à une forme de surprise aux effets déstabilisants pour ceux en subissant les effets. Et encore, les auteurs insistent sur un ensemble de facteurs combinant techniques, savoir-faire collectifs et individuels, contraintes géographiques et adaptation à un adversaire donné<sup>6</sup>.

Troisième constat : les armées américaines disposent, à l'inverse, d'une référence précise à la « *Disruptive Technology* » : « *Those seeking to usurp American power and influence by acquiring breakthrough capabilities : e.g., sensors, information, biotechnology, miniaturization on the molecular level, cyber-operations, space, directed-energy and other emerging fields* »<sup>7</sup>. Il s'agit de **capacités de « percée »**, donnant à des organisations étatiques ou non, les moyens de réduire la supériorité de l'appareil militaire interarmées et numérisé dans les mondes physique et immatériel. Cette approche sert de guide à l'actuel programme de robotisation des armées américaines et notamment de l'*Army* et du *Marine Corps* pour conserver un différentiel de puissance favorable par rapport aux ennemis<sup>8</sup>.

Quatrième constat : pour compliquer l'affaire, s'ajoutent aujourd'hui les qualifications d'innovations « technologiques de rupture » pour décrire les ensembles technologiques sur lesquelles investissent tous les opérateurs économiques mondiaux désirant entrer dans la « 4<sup>ème</sup> révolution industrielle » d'ici à 2025 (voir annexe n° I)<sup>9</sup>, c'est-à-dire sur le socle technologique de la décennie suivante.

Tout devient « rupture », sans qu'il soit clairement établi pour qui, de quelle manière, quand !

---

Comment se battra-t-on dans les trente prochaines années ? » et a pour but d'orienter les choix du présent en éclairant les tendances probables et en imaginant les inflexions possibles de ces tendances (ruptures) ».

<sup>5</sup> *Action terrestre future ; demain se gagne aujourd'hui*, Op. Cit., pp. 3, 6, 14, 18, 42, 62.

<sup>6</sup> Michel GOYA, *La métamorphose des éléphants : une théorie de l'évolution des armées*. Edition électronique, 2017, 34 p. (voir la bibliographie de référence en fin de monographie).

<sup>7</sup> *Strategic Planning Guidance*, US DoD, 2004.

<sup>8</sup> *The U.S. Army Robotics and Autonomous Systems Strategy*, U.S. Army Training and Doctrine Command, March 2017, 26 p.

<sup>9</sup> James MANIYKA et al., *Disruptive technologies: Advances that will transform life, business, and the global economy*, McKinsey Global Institute, May 2013, 163 p.

### **Les civils distinguent innovation de rupture et technologie de rupture.**

Les théoriciens de l'innovation économique et entrepreneuriale insistent sur la différence entre innovation technologique de rupture et innovation de rupture<sup>10</sup>. Les deux ne sont pas nécessairement liées.

- **L'innovation technologique de rupture** est une **nouvelle technologie** qui « *apporte des performances supérieures en comparaison des technologies existantes. Elle les supprime et les remplace. Mais elle ne crée pas un nouveau marché. En effet, la nouvelle technologie est en général mise au point pour améliorer les performances d'un produit ou d'un service dans un marché déjà existant et mûr. C'est pourquoi elle amène une innovation incrémentale et non une innovation de rupture* » ;

- **L'innovation de rupture** est une « *innovation qui aboutit à la création d'un nouveau marché, radicalement différent des marchés existants. Elle consiste en un changement de concept pour les clients. En général elle apporte aux clients des bénéfices radicalement supérieurs à un coût radicalement inférieur. Contrairement aux apparences, elle se base très souvent sur des technologies existantes et éprouvées*<sup>11</sup> ».

Les deux répondent à l'objectif premier du cycle d'innovation civil qui consiste à **maximiser ses profits**. Mais cela s'opère avec deux stratégies différentes. L'innovation incrémentale ou d'accompagnement est fondée sur le « sur-service » des clients captifs d'un marché existant et que l'entreprise tente de fidéliser en répondant à leurs besoins immédiats. Il y a donc une course à la « nouveauté » en surajoutant des capacités et des services « haut de gamme ». Mais ce faisant, une partie de la clientèle ne suit plus ou n'est pas intéressée par ces nouveautés. Apparaît alors un concurrent qui s'adresse aux besoins initiaux de ces clients pour compte avec des équipements ou des services de base bien moins sophistiqués et coûteux. Il y a alors remplacement de l'ancienne technologie par la nouvelle et généralisation de nouveaux usages. La rupture a lieu dans les comportements de consommation inédits.

Par différence avec les définitions civiles, on peut considérer que le but des processus d'innovation pour une force armée est de conserver une **efficacité opérationnelle supérieure par rapport à un ennemi ou une menace donnée**. Elle dispose pour cela de capacités entendues comme une combinaison de technologies, de concept et de doctrines d'emploi des savoir-faire, d'une organisation adaptée pour les mettre en œuvre de manière optimale.

A partir de ces constats, il est possible de qualifier plus précisément **les processus d'innovation** dont d'adT doit tirer parti, éventuellement en les combinant.

### **Proposition de définition d'une innovation incrémentale pour les armées :**

*Est considéré comme innovation technologique incrémentale, l'ensemble des améliorations qualitatives accompagnant le maintien de l'efficacité opérationnelle d'une technologie déjà maîtrisée et de la capacité constituée qui en découle.*

<sup>10</sup> Clayton M. CHRISTENSEN, *The Innovator's Dilemma : The Revolutionary Book That Will Change the Way You Do Business*, Harper Business, 1997 (réédition 2011), 336 p.

<sup>11</sup> Benoît SARAZZIN, « Innovation de rupture et rupture technologique », *Le blog de l'innovation de rupture*, 3 août 2011, <http://benoitsarazin.com/francais/2011/08/innovation-de-rupture-et-rupture-technologique.html>

### Quelques commentaires :

- ➔ Commentaire n° 1 - Ce processus est maîtrisé par tous les complexes militaro-industriels existant. Il se fonde sur des besoins opérationnels exprimés par les institutions militaires (états-majors et services techniques), la production de savoir-faire des composants de la base industrielle et technologique de défense, le financement par autorisations budgétaires nationales. Il se cristallise sur les grands programmes d'armements, lesquels génèrent des besoins d'adaptation technologiques permanents pour retarder leur obsolescence par rapport à un référentiel de menaces suivi.
- ➔ Commentaire n° 2 – L'innovation technologique poursuivie est orientée par les choix antérieurs. Elle s'accompagne d'un changement très progressif des formes opérationnelles à horizon éloigné au fur et à mesure de son entrée en service et de sa généralisation en capacités constituées.

### Proposition de définition d'une innovation de rupture pour les armées :

*Une innovation dite de « rupture » change les comportements de belligérants (étatiques ou non étatiques) dans la confrontation :*

*- Par l'imposition d'une forme d'affrontement organisée inédite de niveau stratégique : levée en masse, dissuasion nucléaire dans le passé ; guerre cyber-mondiale aujourd'hui, nanomonde demain et / ou ;*

*- Par l'apparition d'une nouvelle dimension opérationnelle de niveau stratégique et opératif, pour laquelle il faut dédier des moyens auparavant inexistantes ou inadaptés : spectre électromagnétique, espace extra-atmosphérique dans le passé, dimension souterraine dans le futur et / ou ;*

*- Par l'adoption de modes opératoires de niveau opératif ou de modes d'action de niveau tactique surclassant ou déclassant l'efficacité des modes opératoires et d'actions usuellement mis en œuvre et / ou ;*

*- Par un rythme opérationnel fulgurant.*

*Ces changements sont de nature à générer une surprise opérationnelle à notre profit ou contre nous, s'ils n'ont pas été anticipés et touchent les domaines physique et immatériel.*

### Quelques commentaires :

- ➔ Commentaire n° 1 : une distinction doit être opérée dans le pilotage de ces deux modes d'innovation incrémentale et de rupture concernant le temps de paix et le temps des opérations (ou temps de guerre). S'y ajoutent en effet, **la pression de l'urgence et un appel à la créativité de type « Bottom Up »**, avec lesquelles s'établissent des circuits courts de compte-rendu, d'analyse de problème, d'expérimentation / validation de solutions et de diffusion, à partir des retours d'expériences.

- ➔ **Commentaire n° 2 : l'accélération du cycle d'innovation technologique civile et extérieure au monde de l'industrie de défense implique aussi une multiplication des contacts et des expertises indispensables pour comprendre, étudier et développer l'intégration de technologies à partir desquelles on peut espérer moderniser à moindre frais ou, créer des capacités innovantes modifiant la manière de faire campagne. L'avenir est situé au **croisement des cultures et des expériences de personnes et d'organismes très différents.****
- ➔ **Commentaire n° 3 : l'adT, comme l'ensemble des forces armées, est confrontée à des adversaires de nature variée (étatique, hybride, asymétrique) qui disposent eux aussi de leurs cycles d'innovation. Contre des États, dont on peut suivre et reconstituer les capacités hostiles, l'innovation capacitaire incrémentale est facilitée par l'identification de la menace. Il est même tout à fait possible d'opérer un changement opérationnel de rupture en maximisant les efforts sur une combinaison de capacités que l'on sait déstabilisatrice pour l'adversaire : la numérisation du champ de bataille, par rapport à une force classique non numérisée a montré sa supériorité. A l'inverse, face à des adversaires dont on ne reconnaît pas les formes ou l'organisation, l'innovation incrémentale ne suffit pas. Elle doit être **complétée par une innovation structurée de type conceptuel permettant l'analyse du nouvel adversaire et le développement de concepts et d'outils adaptés.****

## **2.2 – *Changements porteurs de rupture pour l'adT à horizon 2035 : l'irruption généralisée du cyber !***

Plusieurs paramètres définissent les ensembles technologiques concernés dans le duel des ruptures capacitaires et conceptuels à venir. Leur point commun est de constituer les différentes strates de la **dimension cybernétique universelle** applicable aux conditions d'engagement terrestre.

**Paramètre 1 : généralisation des technologies de la numérisation des forces terrestres** avec le GPS et ses remplaçants, les réseaux radio numérique, la liaison I6, le combat collaboratif et assisté par automatisme, la maîtrise de la précision de la trajectoire et des effets des munitions de courte, moyenne et longue portées.

A horizon 2030, plusieurs Nations disposant d'un budget militaire adéquat seront dotées de capacités interarmées connectées appuyées sur un C4ISR et de capacités de frappes de précision dans la grande profondeur. Dans l'environnement européen proche on peut compter la Russie, la Turquie, Israël.

Une diffusion partielle de ces capacités numérisées et de frappes, par les ventes d'armes des grandes puissances et par constitution de BITD, dotera un certain nombre d'autres pays de bonnes capacités d'interdiction de zone, de capacités balistiques et de combat interarmes coordonné (dans l'environnement européen : Maroc, Algérie, Egypte ; au Moyen-Orient Arabie Saoudite et Iran).

*Conséquence : les opérations numérisées près du sol et au sol seront devenues un standard presque commun avec effet de rattrapage d'adversaires ou d'ennemis dotés de capacités comparables ou proches. Avec une adT à 60 / 70 % de sa numérisation totale, l'écart qualitatif ne sera plus suffisant pour imposer une supériorité sans risques de pertes élevées.*

*Question : comment rétablir un écart capacitaire suffisant ?*

**Paramètre 2 : généralisation des entités armées non étatiques opérant dans les milieux urbains et la population et disposant des avantages des technologies de la 4ème révolution industrielle :** Internet des objets et connexions permanentes à haut débit ; plates-formes mobiles téléopérées ou autoguidées ; accès aux bases de données toute source, notamment spatiales géo référencées ; à la fabrication additive ; à la création d'applications croisant des technologies d'usage courant à dessein, d'espionnage, d'intrusion, de perturbation, de propagande ; à l'ingénierie sociale facilitant l'auto-organisation locale, régionale et internationale.

*Conséquence : les opérations numérisées près du sol et au sol doivent s'adapter aux milieux cloisonnés urbains : intervention dans les mégastructures, les sous-sols, en environnement électromagnétique saturé, sous surveillance permanente et dans des zones urbaines à mobilité contrainte. Pour l'adT, l'intervention urbaine est plausible au titre de l'article 5 : l'Europe de l'Est et du Nord étant densément urbanisées, comme l'ensemble du pourtour méditerranéen côtier qui demeure une source de menaces potentielles possibles.*

*Question : comment conserver la fluidité des opérations nécessaires à un contrôle sélectif des zones et des populations avec des moyens comptés dans un maillage cyber très dense et sous surveillance quasi-mondiale ?*

**Sociétés et technologies : petit vade-mecum pour anticiper l'usage des technologies dites « nivelantes » en 2035 !**

Les technologies « nivelantes »<sup>12</sup> sont le produit de l'ère de l'information numérisée accessible au plus grand nombre. Deux cas sont particulièrement illustratifs : l'appropriation de capacités autrefois détenues

<sup>12</sup> Jean GUISEL, « Les militaires angoissés par les technologies nivelantes », *Le Point*, 20 septembre 2016 : [http://www.lepoint.fr/editos-du-point/jean-guisnel/les-militaires-angoisses-par-les-technologies-nivelantes-20-09-2016-2069733\\_53.php](http://www.lepoint.fr/editos-du-point/jean-guisnel/les-militaires-angoisses-par-les-technologies-nivelantes-20-09-2016-2069733_53.php)

par des Etats, telles que la cryptographie et le géoréférencement des données ; le détournement d'outils ou d'instruments de la vie quotidienne dans un but violent (téléphones portables et tablettes, drones de loisirs, munitions à charge creuse artisanales télé ou auto-déclenchées, réseaux sociaux...). En moins d'une décennie sont apparus aux mains d'Etats faibles et de groupes paramilitarisés des ensembles C2/ISR tactiques raisonnablement durcis, des capacités de frappes dans la profondeur tactique et d'interdiction locale de zone (IED-VBIED), des réseaux de coordination opérationnels internationaux... réduisant d'autant la supériorité tactique des forces régulières totalement ou partiellement numérisées.

Les technologies civiles actuellement envisageables font anticiper des comportements comparables à vingt ans par création de capacités nivelantes à partir du croisement d'engins robotisés du commerce ou fabriqués par impression additive, avec des technologies numériques d'observation et d'autoguidage (action isolée ou en essaim). Des capacités bricolées d'augmentation humaine d'activistes ou d'insurgés utilisant des équipements de type exosquelettes en pleine expansion dans les industries du bâtiment et de la logistique avec un système de déplacement guidé par des co-équipiers ou des capteurs déportés est tout aussi concevable. Ces derniers ont pu suivre la progression de la force terrestre depuis son point d'entrée sur le théâtre jusqu'à la zone des contacts évitant ainsi toute surprise (sources spatiales, drones aéroterrestres, systèmes de télésurveillance des infrastructures et de la voirie, renseignement vidéo humain par réseau grand public sécurisé).

Le spectre des combinaisons possibles est quasi-illimité en raison des milliers de filières technologiques disponibles. Il existe, toutefois, des principes d'adoption du « nivelant » chez un adversaire qui permettent d'entrevoir les possibilités de contrer ou contourner la force armée régulière terrestre numérisée et transformer ses propres formes opérationnelles.

- **Innovation de rupture n° 1 : l'achat ou la saisie de systèmes et de capacités déployées et retournées** contre leurs propriétaires. Elle reste la forme la plus courante de dissémination ; tout système déployé par nos forces pourra être un jour ou l'autre retourné contre nos forces.

- **Innovation de rupture n° 2 : mimétisme et réplique capacitaire.** Les adversaires « bricolent » un système ou une capacité en mode dégradé, inspiré par les modes d'action de la force numérisée, à partir de moyens disponibles en nombre, peu coûteux, facilement modifiables ou utilisables sur place. Il est quasi certain que les capacités robotisées actuellement en développement, suivront le même chemin que les drones aujourd'hui.

- **Innovation de rupture n° 3 : déplacement de la lutte dans un domaine dans lequel n'intervient pas ou peu la force armée régulière numérisée et qui atteint la société dont elle est issue.** L'imagination et l'état de nécessité des adversaires au combat sont les seules limites à l'exercice. La dimension cyber, en développement général, préfigure des formes d'engagement contre des centres de gravités de sociétés avancées sans aucun engagement physique de force. Le déni d'accès spatial, à plus long terme les nanomachines sont annonciateurs de formes opérationnelles innovantes, totalement déconnectées des champs de combat conventionnel ou même irrégulier.

**Paramètre 3 : généralisation de la robotique intelligente** dans les forces armées. Il s'agit là de la réponse aux problèmes de réduction de la supériorité déjà cités. La robotique **visé avant tout à « remassifier » des forces armées numérisées**, disponibles en volume réduit. En tant que force professionnelle, le recrutement de masse est improbable dans des sociétés avancées qui n'acceptent plus le service armé généralisé ; en tant que forces numérisées, le coût des systèmes rend prohibitif leur augmentation en volume. Les outils robotiques contribuent à remettre de la technologie

à cout réduit pour recréer une masse de manœuvre de nouveau capable de produire des effets de saturation, en complément des effets de sidération.

*Conséquences : pour l'adT les potentiels de rupture dans les opérations auprès du sol et au sol, résident dans les conjonctions de la robotique, de l'intelligence artificielle et des applications des sciences cognitives aux organisations de combat.*

*Question : à partir de quel moment peut-on considérer qu'il y a rupture dans les formes opérationnelles incluant un changement rendant nécessaire une évolution culturelle et organisationnelle de l'Institution ?*

### **2.3 – Il y aura changement organisationnel de l'Institution une fois opérée la diminution significative de l'Humain dans les opérations**

L'armée de Terre, dont la vocation est d'intervenir auprès du sol et au sol, dans la durée et parmi les hommes est une institution humaine par tradition mais surtout par nécessité. La place du combattant y est primordiale, car son action est pleinement efficace dans un collectif confronté à des situations complexes et potentiellement létales. L'éthique du combattant conserve une place unique.

Toutefois, les développements précédents montrent plusieurs tendances dont le résultat, à terme, consiste à augmenter la place des machines intelligentes supervisés ou autonomes, au détriment de celle des hommes dans les organisations de combat. Si l'on pousse les tendances, telles qu'elles apparaissent aujourd'hui, il est possible de définir les changements profonds qui seraient en mesure de modifier les formes opérationnelles terrestres, donc la culture des opérations, donc l'organisation institutionnelle de l'adT.

Tendance de changement n° 1 : distanciation physique généralisée de la zone de dangerosité des combats. Le combattant téléopère ou supervise en sûreté une capacité avancée de contact non humaine (ensemble ISR, frappe, soutien).

**Pertinence de cette tendance en termes de changement :** l'éthos du combattant est moins sollicité au profit de d'aptitude au management sous stress de parcs de machines auquel il faut maintenir un rendement opérationnel optimal pour accomplir la mission.

En termes de valeur, le combattant télé-déporté ou superviseur apparaît moins comme un acteur courageux et endurant que comme un opérateur rigoureux, responsable directement des effets produits par sa gestion. Le combattant télé-déporté peut avoir un profil moins sportif ou endurant, mais plus mûr et expérimenté. Il n'agit plus seul mais

peut bénéficier de conseils, les actions étant décidées par combinaison d'expertises dans et hors de la force, le cas échéant (*Reach Back* étendu).

En termes de recrutement cela peut amener des modifications drastiques dans le choix des profils et la possibilité de faire appel à des ressources humaines extérieures aux forces fournis par des organismes privés chargés de les identifier et de les attirer.

Tendance de changement n° 2 : centralisation accrue de la conduite des opérations rendue nécessaire par l'usage généralisé de systèmes experts communiquant à intelligence artificielle auto-apprenante.

**Pertinence de cette tendance en termes de changement :** la généralisation de l'intelligence artificielle dans les processus de planification / conduite autorise, par traitement informatisé de données de masses, à produire des effets très sélectifs sur la zone d'engagement. On parie sur l'aide automatisée à la prise de décision en combat collaboratif pour proposer les MA appropriés au commandant de la force agissant en réseaux. La distribution des missions et des effets qui en découlent réduit donc la marge d'initiative des unités qui deviennent des effecteurs d'un plan d'ensemble conçu par des systèmes experts agissant en réseaux, sous supervision humaine.

La conception des architectures C2 sera à revoir avec la question des moyens concrets de s'assurer d'un non-dysfonctionnement des systèmes experts : risque d'infiltration, de compromission, de leurrage, de brouillage.

Tendance de changement n° 3 : hyper spécialisation des combattants « à capacité humaine renforcée ».

**Pertinence de cette tendance en termes de changement :** la course à l'augmentation des capacités humaines est déjà engagée. Aujourd'hui, il s'agit de tirer parti de la réalité augmentée. Mais elle s'accélère. La recherche de la supériorité dans les domaines cognitif, de la force physique, de la protection multi-menaces (NRBC, balistique, thermique), du tir direct et indirect devrait entraîner la constitution d'équipes plus réduites agissant en réseaux et configurables selon le type de missions et d'environnement de déploiement. Ceci entraîne un changement de profil des personnels, le caporal-chef d'aujourd'hui étant progressivement remplacé par des spécialistes et des sous-officiers experts constituant des groupes multi-rôles dotés de systèmes d'usage général (l'équivalent du combat TTA d'aujourd'hui), mais qui très vite devront aussi servir des spécialités différenciées et complémentaires. L'adT pourrait être alors perçue comme un « technostructure », du fait de la proportion importante d'ingénieurs, de spécialistes et techniciens.

**Conclusion :**

Pour l'adT, agissant auprès du sol, au sol, probablement sous le sol en 2035 et en environnement cyber total, le pilotage de l'innovation implique :

- Axe d'effort n° 1 : le **maintien d'une supériorité opérationnelle de rupture** avec la modernisation de la numérisation de la force, **face aux adversaires qui sont dans une logique d'acquisition progressive** ;
- Axe d'effort n° 2 : la « **re-massification** » de la force numérisée (ensemble hybride humains – robots) **face aux ennemis disposant d'un appareil numérisé** et de capacités de frappe de précision dans la profondeur.

Deux impératifs s'imposent :

- Une **veille permanente des transformations techno-sociétales** qui façonnent le recrutement des forces terrestres et interfèrent avec les formes opérationnelles ;
- Une **adaptation organisationnelle rapide et agile à une rupture** envisagée.

### 3 – Quelles innovations pour quelle adT ?

Objets de la section :

- Présenter un synoptique des dynamiques d'innovations de ruptures et de leurs conditions de réalisation concevables pour l'adT ;
- Dessiner une **fonction « pilotage de l'innovation »**, assimilable à ce qui pourrait constituer un **FSO adaptabilité**.

#### 3.1 – *Facteurs de supériorité opérationnelle et innovations dites de ruptures, telles qu'imaginées aujourd'hui*

Compte tenu de la littérature disponible, notamment de ce qui transparaît des travaux sur la numérisation de l'adT au titre de la « Scorpionisation de la force » ; surtout des perspectives technico-opérationnelles de l'*US Army* et du *Marine Corps*, les tableaux suivants présentent un synoptique des avancées vers les ruptures possibles et les conditions de réalisation pour l'adT.

Attention, toutefois. Il s'agit d'une approche qui ne peut nullement prétendre à l'exhaustivité. Les deux derniers FSO INFLUENCE et PERFORMANCE DU COMMANDEMENT n'ont pas pu être traités dans le temps imparti en raison de leur grande complexité. Cet exercice, fondé sur une lecture des directions d'ATF, a pour but d'illustrer et de caractériser ce qui devrait calibrer la « fonction pilotage de l'innovation » rendue nécessaire par ces tendances et qui sera présentée dans la dernière partie de cette note.

FACTEURS DE SUPERIORITE OPERATIONNELLE	HORIZON 2025	HORIZON 2035+	RUPTURES POSSIBLES	CONDITIONS DE REALISATION (hors contraintes budgétaires)
<p><b>COMPREHENSION</b> <i>(...aptitude à percevoir, interpréter un environnement opérationnel complexe...)</i></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Introduction échantillonnaires d'engins spécialisés téléopérés ou programmés (capteurs dédiés ou montés sur vecteurs aéroterrestres).</li> <li>- <b>Voir IA.</b></li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Quelques unités hybrides cyber-mécanisées / cyber-aéroportées (travaillant en essaim) composés de flottes configurables de mini bots à usage général ou spécialisé à partir d'un porteur gigogne.</li> <li>- Engins spécialisés par milieu (espaces clos, souterrains, fluviaux).</li> <li>- Simulation avancée et production de scénarios d'évolution de situation et d'engagement contribue à une meilleure « visualisation » des défis.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Présence simultanée de capteurs en nombre suffisant dans des milieux différenciés agissant sur l'ensemble du spectre de la lumière.</li> <li>- Résilient à des contre-mesures d'usure ou renouvelables sans délais.</li> <li>- <b>Mise à jour permanente d'une situation opérationnelle complexe multi-domaines supérieure à celle de l'adversaire.</b></li> <li>- <b>Boucle OODA plus rapide que celle de l'adversaire.</b></li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Problèmes de compatibilités générationnelles d'algorithmes de fusion et mise en forme des situations opérationnelles multi-domaines.</li> <li>- Intégration / Connexion aux architectures civiles (inter-institutionnelles et privées) de bases de données (sécurisation, partage automatisé de communications de données toutes sources d'origine internationale). Les machines à capacité auto-apprenante tireront leur capacité à l'accès de métabases de données.</li> <li>- Automates avancés de contre-ingérence.</li> <li>- Pondération humaine des résultats des méta-traitements ?</li> <li>- <b>Impasse sur les zones informationnelles noires (aucune émission, brouillages, camouflage ou leurrage).</b></li> <li>- Evolution du cadre juridique international (traités de désarmements ou de contrôle des armements, impositions de normes civiles ANSI/ISO sur les systèmes experts).</li> </ul>
<p><b>COOPERATION</b> <i>(...faculté à agir, voire combattre conjointement avec l'ensemble des acteurs prenant part au règlement d'une crise...)</i></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Cadre interalliés (OTAN / UE) STANAG communs et ajout d'une strate robotique à</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- <b>Différentiel certain d'intégration robotique entre adT introduisant un</b></li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- La rupture consisterait à disposer d'une numérisation robotisée homogène pour tous les éléments de la même alliance. Face à un ennemi commun peu numérisé, la mise sur</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- La robotique n'a qu'une influence limitée sur la coopération. En tant qu'instrument de supériorité, il paraît peu probable que l'on partage ce savoir-faire avec des partenaires, dont on ne peut garantir l'allégeance et la</li> </ul>

	<p>l'architecture SIC pour interopérabilité de synchronisation</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Cadre ad hoc : mise en place d'une interopérabilité de coordination.</li> </ul>	<p><b>élément perturbateur</b> de la coopération.</p>	<p>pièdes de capacités robotiques de base au profit d'un allié offre certains avantages (ajouts de capacités physiques, collectes de renseignement de situation...), accélération du tempo opérationnel.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Face à un adversaire numérisé et robotisé, elle n'offre pas de perspectives de rupture opérationnelle, mais seulement de rattrapage plus ou moins adapté.</li> </ul>	<p>fidélité. On travaillera donc au rythme autorisé par le moins performant de la coalition.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- La multiplication des offres de coopération incluant la robotique (chinoises, russes, israéliennes, voire iranienne ou turque) ou le libre accès aux systèmes civils modifiés va compliquer la coopération internationale de gestion de crise et de formation des unités d'Etats alliés.</li> <li>- La coopération avec le monde civil restera problématique. Rien n'indique aujourd'hui une tendance au rapprochement en situation de crises favorisées par l'outillage robotique. L'aversion sociétale à la robotisation est un phénomène à suivre sur la période.</li> <li>- Risque élevé de coopération insuffisante ou inexistante pour des motivations éthiques ou d'intérêt pour le « coopérant ».</li> <li>- Risque très élevé de confrontation ou de retournement contre la force terrestre avec les moyens robotiques civils disponibles (campagne de type stabilisation, contre-insurrection, voire de haute intensité en zone urbanisée occupée).</li> </ul>
<p><b>AGILITE</b></p> <p><i>(...capacité permanente des forces à répondre à l'évolutivité d'un environnement caractérisé par la variété, la turbulence et l'incertitude...).</i></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Idem rubrique FSO compréhension.</li> <li>- En complément, développement urgent de combinaisons de capteurs aéromobiles téléopérés / habités (aérocombat) ;</li> </ul>	<p>Rapide reconfiguration des capacités à partir d'unités capables de changer de milieux rapidement (aéromobilité, amphibie...).</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Préparation de mission « en route » par simulation d'anticipation.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Créations de conditions de la surprise sur le lieu d'engagement, la direction d'effort, les objectifs. Il s'agit de <b>l'optimisation des principes classiques de la guerre de manœuvre.</b></li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- L'agilité sera d'autant plus nécessaires face à des modes d'action à forte instantanéité : utilisations d'armes de précision hyper véloces ; d'armes à énergie dirigée frappant sans préavis d'alerte suffisant ; d'attaques cybernétiques systémiques (menées par des humains et des bots) entraînant une paralysie de toute ou partie des systèmes de la force ou de ses prolongements inter-agences.</li> </ul>

	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Opacifiant du champ de bataille et de l'environnement d'engagement (brouillage électronique, saturation de systèmes civils cyber ou de télécommunication...).</li> <li>- Technologie des capes d'invisibilité (<b>voir nano</b>).</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Soutien rapide à l'engagement (ouverture d'itinéraire, dépollution d'urgence, navigation assistée par guidage automatisé d'itinéraire, brêchage en zones urbaines...).</li> <li>- Soutien plus souple avec plateformes téléopérées ou autoguidées accompagnant les unités de contact.</li> <li>- Cyber opérations intégrées.</li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li>- L'agilité peut être renforcée comme FSO par calibration rapide des réponses tactiques et techniques pour contrer des combinaisons inopinées entravant ou neutralisant la force (robots aéroterrestres + IED, charges auto-forgées artisanales et guidage automatiques, brouilleurs de fréquences, lasers d'aveuglement, etc.).</li> </ul>
<p><b>MASSE</b></p> <p><i>(...capacité à générer et entretenir les volumes de forces suffisants pour produire des effets de décision stratégique dans la durée...)</i></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Etudes et déploiements échantillonnaires de modèles différents de capteurs télépilotes, programmés, communiquant : renforcement ISR.</li> <li>- Automation débutantes de la fonction transport logistique.</li> <li>- Diffusion d'engins spécialisés d'aide au combat (Génie, santé).</li> <li>- Naissance du domaine de lutte</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Large disposition de capteurs semi ou autonomes utilisables en formation aléatoire (essaim autonomes ou semi-guidés).</li> <li>- Augmentation des capacités en volume et effets multiplicateurs d'efficacité en termes de protection et d'économie des potentiels humains.</li> <li>- Permanence des ISR dans des milieux différents et en changement de dimensions (zone urbaine : surface, 3D hautes constructions et</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Rupture attendue avec la <b>maîtrise de la lutte cyber-robotique</b> au centre des unités hybrides cyber mécanisées et aéro-projetées.</li> <li>- Face à un adversaire numérisé et robotisé, la FSO se trouve limitée par la course « au tonnage ».</li> <li>- Face à un adversaire faiblement numérisé et robotisé se posera un problème de <b>légitimité de l'action d'une adT « technostucturée »</b> appliquant des effets, même sélectifs, contre des humains combattants et non-combattants. Que ces derniers agissent en dehors du droit des conflits armés, n'aura pas ou peu d'incidence.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- <b>La masse restera un FSO critique dans l'ensemble des configurations d'engagement.</b></li> <li>- Elle sera optimisée avec l'autonomie accrue des vecteurs et les reconfigurations souples imposées par le désordre du combat.</li> <li>- Mais, elle implique une approche directe d'usure. Les progrès de l'IA et de l'autonomie à 20 ans laissent présager des machines inégalement performantes et aux coûts très variés. La limite de l'efficacité est directement proportionnelle à l'aptitude au « rafraichissement » des forces usées.</li> <li>- Condition <i>sine qua non</i> du maintien de la masse comme FSO : l'aptitude à « reconstituer » rapidement les machines / automatismes par mobilisation d'une partie des</li> </ul>

	robotique : incapacitation, neutralisation et prise de contrôle des engins adverses. Protection des engins amis.	sous-sol, extérieur et intérieur des constructions ; cyber).		ressources industrielles nationales au service des armées et des procédures d'acquisition rapide.
<p><b>ENDURANCE</b></p> <p><i>(...capacité à durer en opérations, à supporter l'enchaînement des sollicitations opérationnelles en encaissant des coups et à résister dans le temps dans un environnement hostile...).</i></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Blindage et mobilité accrue.</li> <li>- Logistique robotisée adaptée, maîtrise des axes de communication par surveillance permanente.</li> <li>- Soldat amélioré par une meilleure protection balistique et par exosquelette, au moins pour les tâches les plus pénibles hors combat de contact.</li> <li>- Capacité à utiliser des modes dégradés.</li> <li>- Soldat amélioré par des capacités de soin automatique.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Capacité à supporter l'augmentation du rythme de la manœuvre imposé par la cybernétique.</li> <li>- Eloignement d'une proportion importante de combattants humains supervisant des machines.</li> <li>- Capacité à pallier aux pertes de machines par de nouvelles machines issues de stocks produits rapidement (<b>voir FSO Masse</b>).</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- <b>Création d'une rupture tactique en notre défaveur par livraison discrète et soudaine d'une capacité robotique clés en mains</b> à un adversaire dépourvu ou faiblement robotisé.</li> <li>- Utilisation soudaine de nanotechnologies inédites (mini machines).</li> <li>- Utilisation de machines dotées d'intelligence supérieure aux nôtres.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Défaut de suivi et d'anticipation des capacités adverses.</li> <li>- Déni de supériorité par destruction ou neutralisation de capacités GPS ou de communication obligeant au recours à des moyens dégradés.</li> </ul>
<p><b>FORCE MORALE</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Apprentissage du combat hommes-machines avec des systèmes aux</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Apprentissage combat des ensembles de machines autonomes.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- La vraie rupture est l'effacement de l'Homme combattant du champ de bataille (objectif affiché de l'US Army pour 2040).</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Gérer la position d'une opinion publique inquiète ou franchement hostile.</li> <li>- Soutien psychologique aux superviseurs contre des formes d'usures opérationnelles ou</li> </ul>

	<p>aptitudes très différentes.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Gestion du stress induit (concentration de l'attention difficile ou attention dispersée).</li> <li>- Formation préparatoire en école.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Quelle confiance aux opérations hybrides (hommes-machines) mêlant des unités de nationalités différentes dans la même <i>task force</i> ?</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- La force morale peut justement faire défaut par des stratégies de « subversion » dirigée contre les superviseurs leur environnement proche, la société dont ils sont issus.</li> </ul>	<p>post-opérationnelles dont les télépilotes de drones contemporains offrent un premier exemple.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Curseurs de réalisation positionnés par les choix éthiques des corps sociaux concernés.</li> <li>- Asymétrie très probable entre forces régulières à capacités cybernétiques bridées et forces régulières ou entités non étatiques (incluant des ESSD) dotées de l'ensemble complet des capacités létales cybernétiques de combat.</li> </ul>
--	--	---	---	---

APPORT POSSIBLE DES NANO-TECHNOLOGIES ET DE L'INTELLIGENCE ARTIFICIELLE	HORIZON 2025	HORIZON 2035+	RUPTURES POSSIBLES	CONDITIONS DE REALISATION (hors contraintes budgétaires)
<b>NANO-TECHNOLOGIES</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Miniaturisation au niveau centimétrique de sous-systèmes constitués de composants nanométriques.</li> <li>- Constitution de matériaux à changement de forme ou de couleurs ou apportant l'invisibilité dans certaines longueurs d'ondes.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Multiplication géométrique des capteurs des ordinateurs et des actionneurs constituant un système.</li> <li>- Miniaturisation au niveau millimétrique voire inférieur de sous-systèmes et au niveau centimétrique de systèmes complets.</li> <li>- Discrétion de sous-systèmes puis de</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- La multiplication des actionneurs et moteurs permet l'émergence de nouveaux modes de propulsion (mille pattes) – <b>capacité inter-dimensionnelle généralisée.</b></li> <li>- Réplication des systèmes par automates permettant la constitution d'une force discrètement à partir de peu de moyens et sans violer les interdictions liées aux matériaux stratégiques ou proliférants.</li> <li>- Opérations multi domaines simultanées à l'échelle internationale</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Progrès de la connectique qui limite la miniaturisation.</li> <li>- Poursuite sur le même rythme des progrès en assemblage nanométrique.</li> <li>- Poursuite de la logique « Moore » pour les ordinateurs en attendant le passage aux ordinateurs quantique.</li> <li>- La contrainte normative et juridique restrictive sur l'usage des nanotechnologies. Résistance et refus des sociétés à en accepter les risques.</li> </ul>

	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Santé : réparation des tissus humains et délivrance sélective de traitement moléculaire.</li> <li>- Ingénierie : autoréparation des matériaux.</li> </ul>	<p>systèmes du fait de leur miniaturisation poussée.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Diminution des coûts grâce à la fabrication additive et aux économies en matières premières.</li> <li>- Chaînes de transmissions mécaniques miniaturisées plus réactives que les chaînes électriques.</li> </ul>	<p>(intoxication, transformation de matières synthétiques et organiques) à effet immédiat ou à temps différé.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Production d'énergie propre aux nanomatériaux conférant une autonomie constante aux nanomachines.</li> </ul>	
<p><b>INTELLIGENCE ARTIFICIELLE</b> Réalité virtuelle</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Systèmes d'assistance et d'aides à la décision.</li> <li>- Réalisation autonome de tâches simples.</li> <li>- Suivi médical télé-déporté.</li> <li>- Transformation des relations clients avec assistants virtuels.</li> <li>- Systèmes de visualisation de l'environnement par synthèse de multi-capteurs.</li> <li>- Systèmes de commandes d'automates disposant d'une autonomie partielle.</li> <li>- Révolution de la cybersécurité basée sur la détection d'anomalies</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Système de soins automatiques du combattant intégré dans l'équipement.</li> <li>- Réalisation autonome de tâches complexes.</li> <li>- Association avec le biométrique : perspectives transhumanistes.</li> <li>- Authentification biométrique ou comportementale des individus de manière précise. Capacité de neutralisation personnalisable.</li> <li>- Reproduction du comportement humain par des machines autonomes.</li> </ul>	<p><b>Machines à mémoires limitées dépassant la simple réactivité des machines actuelles</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- L'IA portable ou IA « pour tous » sous forme d'assistants personnels facilite la préparation et la conduite des tâches humaines.</li> <li>- Importation dans les forces des nouveaux usages impactant l'environnement sociétal. Le robot valet d'arme, assurant des tâches routinières ou dangereuse avec plusieurs degrés d'autonomie.</li> </ul> <p><b>Machines dotées d'un esprit.</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Appréhension de l'environnement.</li> <li>- Compréhension et classement des émotions humaines.</li> <li>- La créativité constitue aujourd'hui une limite de l'IA. La conception de machines douées de créativité ou d'imagination constituerait une rupture</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Miniaturisation des composants électroniques.</li> <li>- Développement des réseaux neuronaux.</li> <li>- Progrès des méthodes d'apprentissage.</li> <li>- Progrès mathématiques dans l'analyse des données.</li> <li>- Encadrement législatif du phénomène pouvant induire des freins en voulant éviter des problèmes d'ordres éthiques ou sécuritaires.</li> <li>- Blocage sociétaux : perte « d'intimité sociétale » par surveillance nano, voire risque de toxicité physique. L'ensemble des données biogénétiques (signature bio), électroniques de chaque individu sera accessible en temps réel et son comportement anticipable.</li> <li>- Il faudra des équipes d'experts de haut niveau pour contrôler, dépanner et superviser les architectures IA. Les métiers techniques d'exécution devront être délaissés.</li> <li>- Succession de profils au fur et à mesure des progrès : la génération des opérateurs en train d'être formée étant remplacée par des</li> </ul>

	<p>et de dysfonctionnements (mesures des écarts entre le fonctionnement normal et le fonctionnement au moment de l'analyse) et non plus sur la recherche de signatures.</p> <p>- Création d'opérateurs-avatars : l'omniprésence des capteurs dans un espace donné couplée aux capacités de réalité virtuelle augmentée permettront de parfaitement se représenter l'espace d'action. Le couplage de ces technologies à des plateformes robotiques autorise l'homme à agir dans un espace où il n'est pas présent. C'est en quelque sorte l'inverse de l'autonomie de la machine. Celle-ci est "sur-connectée" au pilote.</p>		<p>majeure. Les machines pouvant alors disposer d'une « super intelligence ».</p> <p><b>Auto conscience.</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Capacité de se construire une représentativité.</li> <li>- Systèmes doués d'émotions. 2045 pourrait être le temps de l'avènement d'intelligences artificielles fortes équivalentes à celles des humains.</li> </ul>	<p>« superviseurs ». Le soldat augmenté tel qu'il est conçu aujourd'hui ne sera que temporaire.</p>
--	--	--	---	---

Il ressort donc de ces tableaux que l'adT doit gérer plusieurs cycles d'innovation simultanément et que ceux-ci se complètent, mais ne se recouvrent pas entièrement :

- ➔ **L'innovation technologique** (*recherche, insertion et développement de technologies chargées de réaliser des performances nouvelles ou de constituer des capacités supérieures à celles préexistantes*). Elle charpente directement les capacités en cours et en préparation au sein des forces. C'est une responsabilité de la DGA et des services techniques de l'état-major et un cycle long de programmation industrielle ;
- ➔ **L'innovation conceptuelle et doctrinale** (*le pourquoi et le « comment servir » d'une capacité naissante qui accompagne sa mise en œuvre, du déploiement initial à son retrait*). Elle relève de la responsabilité des états-majors et des organismes de préparation de l'avenir. C'est un cycle moyen prenant en compte les capacités déployées, leur adaptation progressive à l'adversaire, à l'environnement, aux missions. Le cycle s'allonge avec les concepts futurs accompagnant les programmes en cours de réalisation ;
- ➔ **L'innovation d'urgence** (*l'adaptation immédiate visant à parer une menace mal ou non évaluée et à reprendre une marge de supériorité*). Il s'agit de la responsabilité des forces et des services techniques répondant à un besoin immédiat opérationnel, en particulier par exploitation du RETEX ;
- ➔ **L'innovation d'opportunité dite participative** (*la possibilité inopinée de compléter l'un des trois autres cycles à partir de ressources technologiques ou de savoir-faire non initialement prévus à cet effet, disponibles dans ou en dehors des forces*). Elle fait appel à l'imagination et des personnels civils et militaires de l'Institution sur la base du volontariat (exemple de la Mission Innovation Participative du ministère des Armées)<sup>13</sup>.

Ces cycles vont perdurer, mais leur importance respective est amenée à évoluer. Leurs relations devront être synchronisées et non plus seulement coordonnées, dans un environnement qui s'annonce durablement confus.

---

<sup>13</sup> Le dispositif complet est présenté dans : Frédérique LARDET, *Environnement et prospective de la politique de défense*, avis fait au nom de la commission de la défense nationale et des forces armées sur le projet de loi de finances pour 2018 (n° 235), Assemblée nationale, 12 Octobre 2017, 84 p., pp. 38-44.

**Conclusion :**

Pour l'adT, l'innovation, dans ses différents aspects technologiques, organisationnels et humains implique une optimisation de sa gestion dans l'environnement des deux décennies à venir, qui se rapproche d'une « fonction opérationnelle » à part entière<sup>14</sup>.

A tout le moins, la capacité à innover à un rythme garantissant la supériorité de la force et assurant aux combattants de trouver des outils numériques aussi performants que ceux du civil, pourrait constituer une nouvelle fonction de supériorité opérationnelle ; en fait celle dont dépendraient les autres pour une bonne part.

**3.2 – Pilotage de la fonction « innovation » de l'adT : faut-il créer un nouveau « FSO adaptabilité » ?**

**Proposition de définition du FSO adaptabilité.**

*« L'adaptabilité constitue la fonction de pilotage intégrée de l'ensemble des cycles d'innovation de la Force terrestre. Elle vise à :*

- Créer et entretenir la synergie entre le cycle d'innovation technologique long et les cycles d'innovation conceptuelle et doctrinale, d'urgence et d'opportunité plus courts ;*
- Déceler les potentielles innovations de rupture au profit des opérations de la force terrestre, ou dirigé contre elle ;*
- Favoriser un environnement d'appropriation de l'innovation ».*

**3.2.1 – Rééquilibrage entre innovation technologique, conceptuelle et doctrinale, d'urgence et d'opportunité**

L'innovation technologique est performante quand elle est orientée par une expression de besoin précise. C'est le cas des adversaires identifiés dont les capacités et menaces sont reconnues et suivies. L'innovation conceptuelle l'accompagne et évolue au rythme de la modernisation des programmes. Cela restera vrai en 2035, mais :

- ➔ **L'innovation conceptuelle et doctrinale deviendra plus importante** pour faire face à des configurations de menaces et des adversaires dont on perçoit mal les caractéristiques et l'organisation ;
- ➔ **L'innovation d'urgence** restera directement dépendante du rythme et des types d'engagements aéroterrestres à venir. On ne peut donc pas en juger à

<sup>14</sup> « Ensemble d'activités opérationnelles, transverses à l'organisation hiérarchique, qui, afin de garantir la performance globale d'une force, nécessite, à certains niveaux, des prises de décision et une coordination mettant en œuvre une organisation particulière », Glossaire interarmées de terminologie opérationnelle, DC-004\_GIATO (2013), Op. Cit. p. 68.

priori. A l'inverse, **en cas d'engagement, son importance croit très rapidement en termes de priorité** pour faire face à l'imprévu au détriment des autres ;

- ➔ **L'innovation d'opportunité jouera un rôle d'autant plus grand** que les **ressources technologiques** disponibles seront **abondantes en dehors du monde militaire et de la BITD**. Mais elles sont aussi moins accessibles directement aux forces.

#### **Recommandation : groupe anticipation et risques de ruptures**

##### **Missions :**

- Eclairer le commandement sur l'émergence d'une innovation de rupture dans les quatre champs précisés dans la définition du concept (formes d'affrontement, nouvelle dimension opérationnelle, modes opératoires ou d'action inédits, fulgurance du rythme opérationnel).
- Reconnaître et préciser la nature de la rupture soupçonnée ;
- Alerter les organismes compétents pour suite à donner.

##### **Taches :**

- Veille toute source dans le champ des recherches technologiques et sociétales ;
- Identifier les combinaisons technologiques, comportementales d'intérêt pouvant conférer un avantage opérationnel supérieur ou au contraire pouvant significativement le réduire. En effet, les technologies offrent des possibilités, mais dont l'intérêt direct pour les forces n'est pas toujours perceptible ;
- Suivi des évolutions des marchés mondiaux de la sécurité (sécurité et non pas sûreté-protection). Ceux-ci constituent toujours de très bons indicateurs des combinaisons de technologies, de savoir-faire accessibles ensuite au plus grand nombre en environnement de crise et d'affrontement.

##### **Points particuliers :**

- Approche interdisciplinaire : le groupe est composé d'un petit nombre d'officiers supérieurs et spécialistes militaires et civils des sciences humaines (sociologues des organisations), psychologues, urbanistes et géographes et des sciences de l'ingénieur ;
- Le groupe est positionné en soutien direct du Commandement, mais ne constitue pas lui-même un organisme institutionnalisé ;
- Le groupe est décorrélé de la préparation du programme « Scorpion ».

### **3.2.2 – Enrichir les boucles longues par l'insertion de boucles courtes**

L'innovation technologique longue prédétermine très souvent les choix futurs. Pour l'adT, on peut penser que la « Scorpionisation » de la force aura tendance à créer un « effet tunnel », comme tous les grands programmes fédérateurs d'armée. Toutefois, le programme a été prévu pour pouvoir évoluer tout au long de son développement et après sa mise en service. Il s'agit donc de faire jouer cette aptitude à fond.

**Recommandation : agilité du dialogue et concrétisation de nouvelles idées.**

Les échanges traditionnels entre bureaux et services pourraient être complétés par une approche collaborative horizontale plus systématique, encourageant la création de communautés de praticiens d'un même métier ou entre spécialistes pour favoriser l'apparition d'idées créatives. Les outils collaboratifs qui existent aujourd'hui autorisent ces pratiques à peu de frais.

- Principe n° 1 : une place est laissée à l'expression libre et à la discussion dans un environnement non formel (modèles de la *task force* IED telle qu'elle est apparue en 2006 chez les Américaine en Irak entre opérationnels) ;

- Principe n° 2 : une fois l'idée concrétisée en une esquisse de projet, diffusion auprès des membres de la communauté et des opérationnels concernés (utilisateurs des futurs systèmes, écoles d'armes...) ;

- Principe n° 3 : l'intérêt étant confirmé, une proposition d'expérimentation est faite en suivant la procédure qui existe déjà avec la MIP au sein des armées (création d'une équipe d'expérimentation de courte durée pour création d'un démonstrateur, d'un projet, avec appel à des ressources extérieures si nécessaire). Eventuellement approfondissement, si l'intérêt initial est confirmé ou transmission à un autre organisme.

Tout dépend ensuite de l'environnement général dans lequel ce genre d'initiative peut prospérer.

Les règles de fonctionnement hiérarchique, les cultures organisationnelles, demeureront. C'est donc moins dans de nouvelles structures dites « innovantes » qu'il conviendrait de se concentrer que sur la formation des cadres, dès leur entrée dans les écoles, pour sensibiliser à la création d'un environnement favorable à la prise d'initiative dans les communautés ou unités dont ils assureront le commandement.

**3.2.3 – Créer un environnement propice à l'appropriation de l'innovation**

L'innovation ne trouve son aboutissement qu'une fois diffusée et acceptée chez les utilisateurs finaux. Constituer un environnement favorable à l'appropriation est un défi pour toutes les grandes organisations civiles et militaires. L'adT, comme toutes ces grandes structures, devra gérer les dimensions humaines (psychologiques, socio-catégorielles) entraînés par les transformations technologiques programmées. **Obtenir l'adhésion** restera un objectif permanent dans les deux décennies à venir. Il faudra donc mettre en place une **approche visant à favoriser les changements de comportement**.

A cet égard, des secteurs entiers de l'économie civile connaissent déjà ou vont subir de profondes mutations organisationnelles liées à la robotisation, aux changements de modèles économiques de compétitivité autorisés par les technologies de la « 4<sup>ème</sup> révolution industrielle ».

Le secteur de la construction et du bâtiment inaugure l'introduction de la robotique et expérimente la « construction additive » dans un environnement humain très dense. Les activités bancaires se dématérialisent et le *trading* est complètement automatisé, alors même que le secteur avait misé sur la formation de personnels de très haut niveau. Il existe donc des expériences qui permettent de saisir les enjeux psychologiques, culturels et organisationnels de ces transformations. L'adT devrait y prêter une attention continue pour s'inspirer des « bonnes pratiques » ou éviter de se fourvoyer dans des impasses.

**Les perspectives de la méthode « Nudge » dans l'incitation comportementale.**

Le « *Nudge* » (coup de pouce en français) est le produit de l'école économique comportementale. Ses auteurs<sup>15</sup> partent du constat que l'humain n'est pas un acteur rationnel et que ses choix comportementaux sont dictés par les émotions. Imposer des changements de comportement s'opère souvent par la contrainte et le raisonnement, avec des résultats mitigés, alors qu'il existe des moyens incitatifs d'orienter les choix des cibles individuelles ou de groupes. L'approche *Nudge* consiste, pour une question posée ou un problème précis, à identifier les « leviers » pouvant faire changer émotionnellement les comportements. Il n'existe donc pas un, mais de nombreux outils *Nudge*, qu'il faut adapter au cas d'espèce et la plupart utilisent l'expérimentation. Le *Nudge* est utilisé dans la conception des politiques publiques et dans le marketing. *The European Nudging Network* (TEN), consortium réunissant le *Center for Science, Society and Policy*, l'OCDE et HEC a créé, depuis 2014, une base de données recensant les programmes et bonnes pratiques *Nudge*.

Il ne s'agit pas ici d'appliquer un processus *Nudge* à l'ensemble du système de pilotage de l'innovation de l'adT, ce qui n'aurait pas de sens, mais plutôt d'être pragmatique et d'étendre son utilisation à des objets pratiques :

- Dans une communauté, un métier, une spécialité donnée quels leviers faire jouer pour favoriser un comportement d'écoute bienveillant sur une idée ?
- Pour un produit, un service, un système nouvellement conçu, mais dont l'utilisation ne se généralise pas, comment modifier le comportement des usagers finaux ?

**Au titre de l'appropriation des idées** et nouveautés, **la visualisation** est le meilleur vecteur de sensibilisation et de diffusion. La simulation virtuelle est un outil capable de faire « vivre » une situation ou d'expérimenter une nouveauté au plus grand nombre. L'adT dispose d'un réseau de laboratoires (centres techniques et écoles d'application) qui permet aujourd'hui de faciliter ces processus « d'aguerrissement » de personnes clés qui n'ont pas initialement participé à la réalisation de l'idée. L'optimisation des RETEX intervient ici en appui pour donner de la profondeur aux simulations et rendre palpable les avantages à développer l'utilisation d'une innovation.

<sup>15</sup> Cass SUNSTEIN, Richard THALER, *Nudge : la méthode douce pour inspirer la bonne décision*, Pocket, (traduction de l'américain 2012), 480 p.

**Faire savoir est une qualité des idées et innovations réussies.** Comme il existe une presse électronique dédiée par arme et spécialité ou au sein de la BITD, rien ne s'opposerait à **l'édition d'une lettre électronique de type Terr.Inov**, spécifiquement destinée à rendre compte des innovations réalisées ; en cours de réalisation ; des appels à projets ou à idées<sup>16</sup>. Toutes ces informations existent, sont disponibles dans les différents cahiers des armes, des centres<sup>17</sup> ou des services techniques, mais ne servent en rien à caractériser et à valoriser le travail collectif de l'adT. Il y aurait pourtant un intérêt croisé des nombreuses communautés de l'adT à partager les bonnes pratiques, à éviter pièges ou impasses ; voire à engager une saine émulation sur des objets ou des domaines que le Commandement juge prioritaires.

**Une expérience pratique et illustrative :** voir les deux captures d'écran en annexe 2.

Taper « lettre » « armée de Terre » « innovation » sur *Google Chrome* et... Aucune publication ou édition estampillée adT n'apparaît concernant le thème. Il existe une présentation des activités innovation du ministère, mais celles de l'adT sont indirectement rapportées par TTU, le GICAT, l'IHEDN-Jeunes ou même la *Lettre du cadre territorial*... !!!

Taper « armée de Terre » « Innovation » sur *Google Chrome* et les deux premières occurrences qui se présentent se rapportent à des thèmes concernant la dimension aérienne de l'innovation...

## 4 – Conclusion / Synthèse.

A l'évidence, l'appel à l'innovation et à la créativité dans le domaine de la défense, souligné par la *Revue stratégique*, ne fait que renforcer une dimension déjà prise en compte dans les forces, y compris terrestres. Toutefois, la dimension technologique se complique singulièrement pour les deux décennies à venir avec l'abondance des technologies et combinaisons disponibles dans le monde civil. S'y imposent, de surcroît d'autres dimensions d'accompagnement : les menaces bien entendu, mais aussi les changements des comportements sociétaux, les impératifs éthiques, les contraintes juridiques, l'accompagnement des personnels aux mutations professionnelles indispensables...

Compte tenu de la « cybernétisation » de l'environnement sociétal, comme fil conducteur de l'essentiel des changements 2017-2035, l'adT devra intégrer, dans son processus de numérisation des forces, plusieurs cycles d'innovations (technologique, conceptuelle et doctrinale, d'urgence, d'opportunité), fruit d'évolutions circonstanciées passées, mais non encore synchronisés. Il apparaît que **l'ensemble des facteurs de**

---

<sup>16</sup> Voir un modèle illustratif dans *CNRS Innovation* (<http://www.cnrs.fr/lettre-innovation/lettre.php>) ou la *Lettre de l'innovation et de l'intelligence économique du CCI - France* : ([http://www.cci.fr/newsletter/Innovation/Lettre\\_innovation\\_mai.html](http://www.cci.fr/newsletter/Innovation/Lettre_innovation_mai.html))

<sup>17</sup> La *lettre de la Prospective* du CDEC en offre un excellent exemple sur le plan thématique : *Les sciences cognitives et l'organisation des postes de commandement*, Lettre n° 1, Mai 2017, 20 p. *Eclairage prospectif et nouvelles technologies au profit des forces terrestres*, Lettre n° 3, 4<sup>ème</sup> semestre 2017, 21 p.

**supériorité opérationnelle dépend étroitement de l'efficacité du pilotage intégré de l'innovation.**

En conséquence, Il serait utile de formuler un **FSO « adaptabilité »** qui constituerait le socle commun de l'ensemble des autres FSO et répondant à la définition proposée suivante :

*« L'adaptabilité constitue la fonction de pilotage intégrée de l'ensemble des cycles d'innovation de la Force terrestre. Elle vise à :*

- Créer et entretenir la synergie entre le cycle d'innovation technologique long et les cycles d'innovation conceptuelle et doctrinale, d'urgence et d'opportunité plus courts ;*
- Déceler les potentielles innovations de rupture au profit des opérations de la force terrestre, ou dirigé contre elle ;*
- Favoriser un environnement d'appropriation de l'innovation ».*

Il ne s'agit pas de constituer une nouvelle structure (un commandement) chargé de l'innovation, mais plutôt d'organiser une certaine bienveillance dans la prise d'initiative, une agilité entre les différents organismes et unités qui ont à en connaître. Il existe pour cela un ensemble d'outillages pratiques développés dans le monde civil pour favoriser créativité et innovation (approche *Nudge*).

En d'autres termes, il conviendrait « d'horizontaliser » communications et collaborations, en complément de l'architecture organisationnelle actuelle et d'utiliser les capacités réelles de la simulation collaborative pour faire « vivre » virtuellement les avantages d'une idée nouvelle ou d'une innovation précise. Il faut aussi **« accompagner » les personnels et rassurer** sur l'ensemble de la période 2017-2035, car les métiers du soldat vont évoluer avec l'irruption des machines supervisées et autonomes. Il faudra donc amener à des changements nombreux de comportements. Là encore, l'ouverture sur les exemples du monde civil (secteurs du bâtiment, services bancaires...) peut donner des indications sur les « bonnes pratiques » et les pièges à éviter.

A n'en pas douter, **le pilotage intégré de l'innovation conditionnera l'efficacité réelle des facteurs de supériorité opérationnelle, dont une grande part dépend directement.**

Enfin, **faire reconnaître ce que les forces terrestres réalisent en termes d'innovation**, de valorisation de la créativité, est un impératif, dans le cadre des armées, mais aussi de la Nation. Il en va de l'image de l'Institution et pour une grande part, là aussi, de son attractivité dans un environnement sociétal qui s'annonce confus et incertain.

## Annexe 1 :

### Familles technologiques civiles dites de « ruptures » à horizon 2025 constituant le socle technologique de la décennie 2030

---

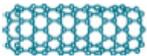
Les grands cabinets d'audit internationaux donnent des indications des domaines technologiques à forts investissements qu'ils conseillent à leurs clients pour les dix à quinze ans à venir. Les marchés et profits sont jugés prometteurs. Ces domaines fourniront les strates technologiques généralisées de la décennie 2030-2040 (tableau page suivante). L'important à retenir est moins la liste des domaines que les conditions qui font choisir ces domaines comme à « potentiels de rupture » :

- ➔ Condition I – Un changement accéléré des types de matériels dans la filière considérée accompagné par un remplacement des technologies capacitaires (abaissement des coûts d'acquisition pour des performances supérieures ou nouvelles) ;
- ➔ Condition II – Une utilisation mondialisée touchant la production et les services par une large diffusion de machines, logiciels, process ;
- ➔ Condition III – Une création massive de valeur ajoutée par gains de compétitivité, expliquant la massification initiale des investissements ;
- ➔ Condition IV – De profondes modifications des modes de vie sociaux des utilisateurs.

On peut donc considérer que toutes les filières répondant à ces quatre conditions sont susceptibles de créer des ruptures dans le domaine des modes de vie et de consommation, donc des changements sociétaux.

**Exhibit E1**

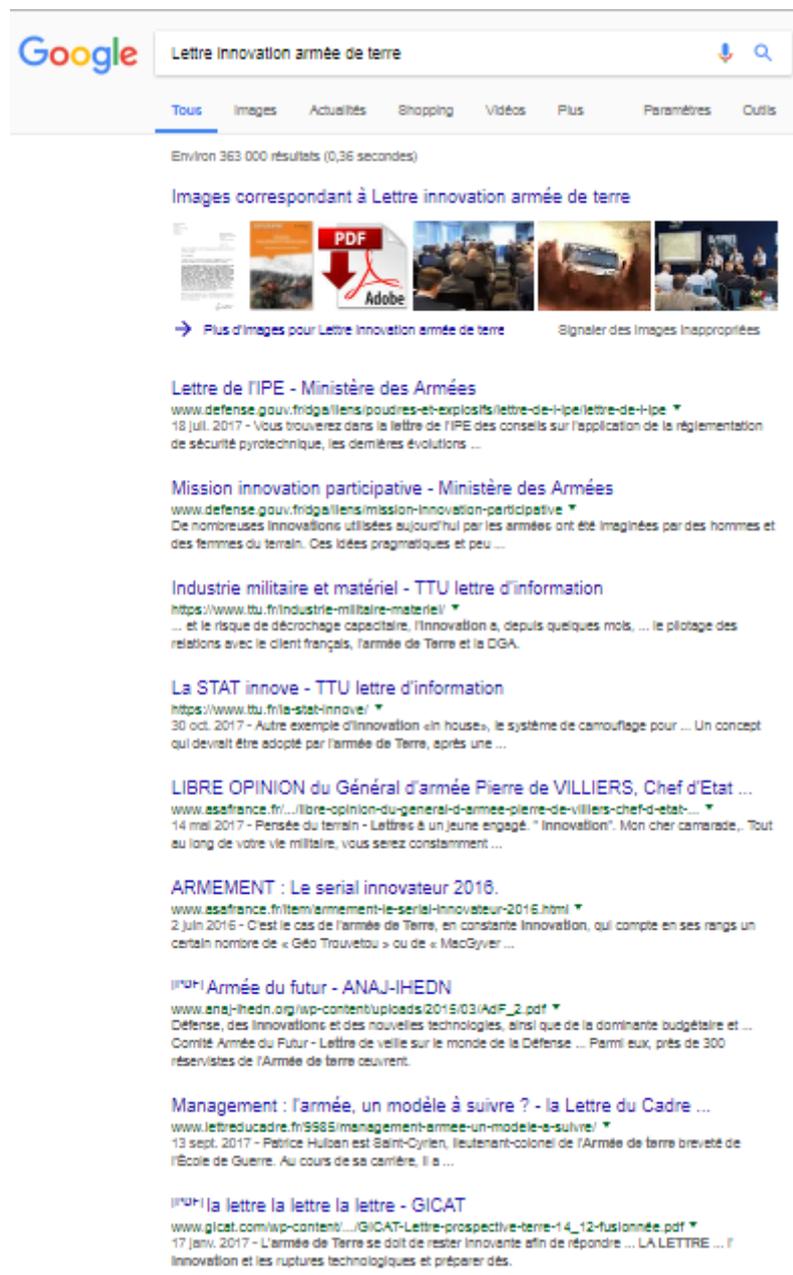
**Twelve potentially economically disruptive technologies**

	<b>Mobile Internet</b>	Increasingly inexpensive and capable mobile computing devices and Internet connectivity
	<b>Automation of knowledge work</b>	Intelligent software systems that can perform knowledge work tasks involving unstructured commands and subtle judgments
	<b>The Internet of Things</b>	Networks of low-cost sensors and actuators for data collection, monitoring, decision making, and process optimization
	<b>Cloud technology</b>	Use of computer hardware and software resources delivered over a network or the Internet, often as a service
	<b>Advanced robotics</b>	Increasingly capable robots with enhanced senses, dexterity, and intelligence used to automate tasks or augment humans
	<b>Autonomous and near-autonomous vehicles</b>	Vehicles that can navigate and operate with reduced or no human intervention
	<b>Next-generation genomics</b>	Fast, low-cost gene sequencing, advanced big data analytics, and synthetic biology ("writing" DNA)
	<b>Energy storage</b>	Devices or systems that store energy for later use, including batteries
	<b>3D printing</b>	Additive manufacturing techniques to create objects by printing layers of material based on digital models
	<b>Advanced materials</b>	Materials designed to have superior characteristics (e.g., strength, weight, conductivity) or functionality
	<b>Advanced oil and gas exploration and recovery</b>	Exploration and recovery techniques that make extraction of unconventional oil and gas economical
	<b>Renewable energy</b>	Generation of electricity from renewable sources with reduced harmful climate impact

SOURCE: McKinsey Global Institute analysis

## Annexe 2 :

### Captures d'écrans présentant les premières occurrences Google Chrome avec les mots clés « Innovation » et « armée de Terre »



The screenshot shows a Google search interface with the query "Lettre Innovation armée de terre". The search results are displayed below the search bar, including a section for "Images correspondant à Lettre innovation armée de terre" with several thumbnails, one of which is a PDF document. Below the images, there are several search results with titles and snippets of text.

Environ 363 000 résultats (0,36 secondes)

Images correspondant à Lettre innovation armée de terre

→ Plus d'images pour Lettre Innovation armée de terre Signaler des Images inappropriées

**Lettre de l'IFE - Ministère des Armées**  
www.defense.gouv.fr/dga/ilems/poudres-et-explosifs/lettre-de-l-ife/lettre-de-l-ife  
18 jul. 2017 - Vous trouverez dans la lettre de l'IFE des conseils sur l'application de la réglementation de sécurité pyrotechnique, les dernières évolutions ...

**Mission innovation participative - Ministère des Armées**  
www.defense.gouv.fr/dga/ilems/mission-innovation-participative  
De nombreuses innovations utilisées aujourd'hui par les armées ont été imaginées par des hommes et des femmes du terrain. Ces idées pragmatiques et peu ...

**Industrie militaire et matériel - TTU lettre d'information**  
https://www.ttu.fr/industrie-militaire-materiel/  
... et le risque de décrochage capacitaire. l'innovation a, depuis quelques mois, ... le pilotage des relations avec le client français, l'armée de Terre et la DGA.

**La STAT innove - TTU lettre d'information**  
https://www.ttu.fr/le-stat-innove/  
30 oct. 2017 - Autre exemple d'innovation « in house », le système de camouflage pour ... Un concept qui devrait être adopté par l'armée de Terre, après une ...

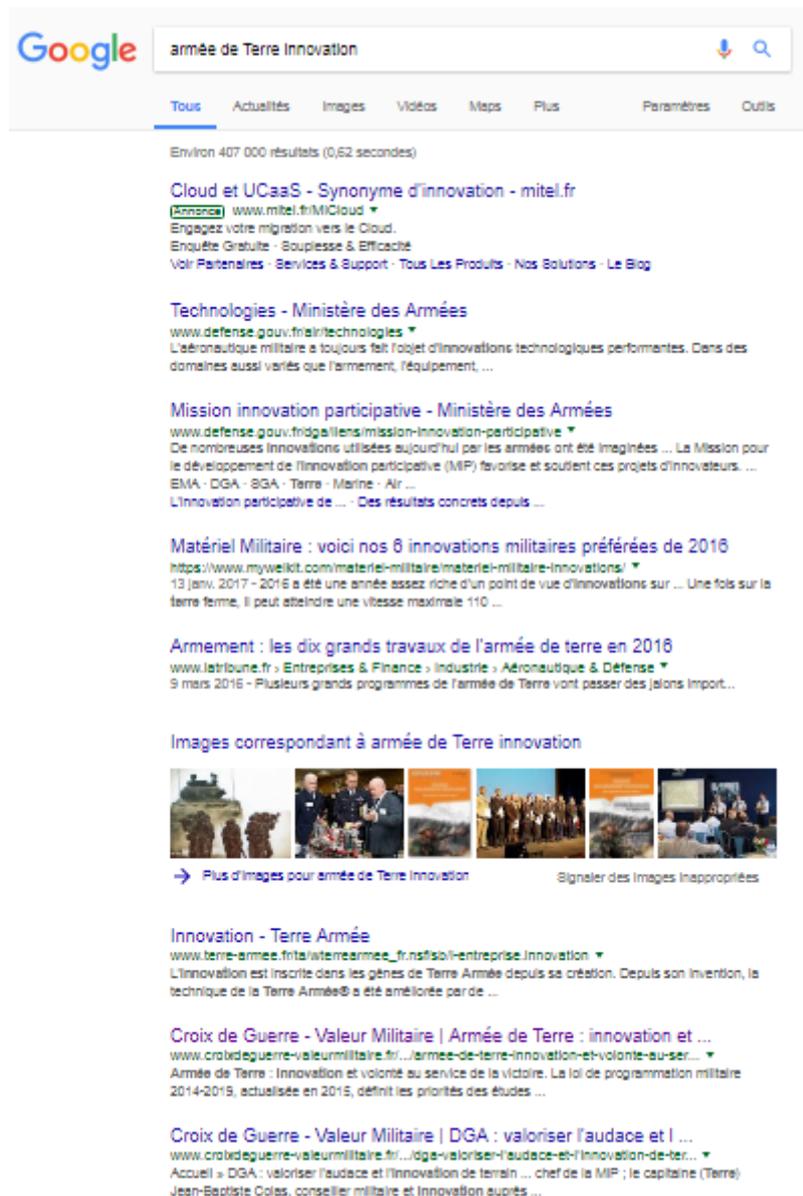
**LIBRE OPINION du Général d'armée Pierre de VILLIERS, Chef d'Etat ...**  
www.assafrance.fr/.../libre-opinion-du-general-d-armee-pierre-de-villiers-chef-d-etat-...  
14 mai 2017 - Pensée du terrain - Lettres à un jeune engagé. " Innovation". Mon cher camarade, Tout au long de votre vie militaire, vous serez constamment ...

**ARMEMENT : Le serial innovateur 2016.**  
www.assafrance.fr/item/armement-le-serial-innovateur-2016.html  
2 juin 2016 - C'est le cas de l'armée de Terre, en constante innovation, qui compte en ses rangs un certain nombre de « Géo Trouvetou » ou de « MacGyver » ...

**Armée du futur - ANAJ-IHEDN**  
www.anaj-ihedn.org/wp-content/uploads/2015/03/AdF\_2.pdf  
Défense, des innovations et des nouvelles technologies, ainsi que de la dominante budgétaire et ...  
Comité Armée du Futur - Lettre de veille sur le monde de la Défense ... Parmi eux, près de 300 réservistes de l'Armée de terre œuvrent.

**Management : l'armée, un modèle à suivre ? - la Lettre du Cadre ...**  
www.lettreducadre.fr/9985/management-armee-un-modele-a-suivre/  
13 sept. 2017 - Patrice Hulon est Saint-Cyrien, lieutenant-colonel de l'Armée de terre breveté de l'École de Guerre. Au cours de sa carrière, il a ...

**la lettre la lettre la lettre - GICAT**  
www.gicat.com/wp-content/.../GICAT-Lettre-prospective-terre-14\_12-fusionnée.pdf  
17 janv. 2017 - L'armée de Terre se doit de rester innovante afin de répondre ... LA LETTRE ... l'innovation et les ruptures technologiques et préparer dès.



The image shows a Google search results page for the query "armée de Terre Innovation". The search bar at the top contains the text "armée de Terre Innovation" and shows a search count of "Environ 407 000 résultats (0,62 secondes)". Below the search bar are navigation tabs for "Tous", "Actualités", "Images", "Vidéos", "Maps", "Plus", "Paramètres", and "Outils".

The search results include several entries:

- Cloud et UCaaS - Synonyme d'innovation - mitel.fr**  
www.mitel.fr/miCloud  
Engagez votre migration vers le Cloud.  
Enquête Gratuite - Souplesse & Efficacité  
Voir Partenaires - Services & Support - Tous Les Produits - Nos Solutions - Le Blog
- Technologies - Ministère des Armées**  
www.defense.gouv.fr/air/technologies  
L'aéronautique militaire a toujours fait l'objet d'innovations technologiques performantes. Dans des domaines aussi variés que l'armement, l'équipement, ...
- Mission innovation participative - Ministère des Armées**  
www.defense.gouv.fr/dga/liens/mission-innovation-participative  
De nombreuses innovations utilisées aujourd'hui par les armées ont été imaginées ... La Mission pour le développement de l'innovation participative (MIP) favorise et soutient ces projets d'innovateurs. ...  
EMA - DGA - SGA - Terre - Marine - Air ...  
L'innovation participative de ... - Des résultats concrets depuis ...
- Matériel Militaire : voici nos 6 innovations militaires préférées de 2016**  
https://www.mywellit.com/materiel-militaire/materiel-militaire-innovations/  
13 janv. 2017 - 2016 a été une année assez riche d'un point de vue d'innovations sur ... Une fois sur la terre ferme, il peut atteindre une vitesse maximale 110 ...
- Armement : les dix grands travaux de l'armée de terre en 2016**  
www.letribune.fr > Entreprises & Finance > Industrie > Aéronautique & Défense  
9 mars 2016 - Plusieurs grands programmes de l'armée de Terre vont passer des jalons Import...

Below the text results, there is a section titled "Images correspondant à armée de Terre innovation" which displays a grid of six small images. Below the images are two links: "→ Plus d'images pour armée de Terre Innovation" and "Signaler des Images Inappropriées".

Further down, there are more text-based search results:

- Innovation - Terre Armée**  
www.terre-armee.fr/air/terre-armee\_fr.nsf/sib/entreprise-innovation  
L'innovation est inscrite dans les gènes de Terre Armée depuis sa création. Depuis son invention, la technique de la Terre Armée® a été améliorée par de ...
- Croix de Guerre - Valeur Militaire | Armée de Terre : innovation et ...**  
www.croixdeguerre-valeurmilitaire.fr/.../armee-de-terre-innovation-et-volonte-au-ser-...  
Armée de Terre : Innovation et volonté au service de la victoire. La loi de programmation militaire 2014-2019, actualisée en 2015, définit les priorités des études ...
- Croix de Guerre - Valeur Militaire | DGA : valoriser l'audace et l ...**  
www.croixdeguerre-valeurmilitaire.fr/.../dga-valoriser-l'audace-et-l-innovation-de-ter-...  
Accueil > DGA : valoriser l'audace et l'innovation de terrain ... chef de la MIP ; le capitaine (Terre) Jean-Baptiste Colas, conseiller militaire et Innovation auprès ...