



Groupe de Travail Ruptures Innovations Défense

25 février 2021



Les ruptures médicales dans le domaine de la défense

*Autour du **Docteur Abdelmadjid HIHI**, Directeur scientifique - CEA TECH de CLINATEC et du **Professeur Guy VALLANCIEN**, Membre de l'office parlementaire d'évaluation des choix scientifiques et technologiques*

Depuis toujours, les expériences menées dans le domaine militaire ont contribué à des avancées majeures en termes d'innovation, lesquelles ont profité à la société toute entière. En France, l'ouverture du service de médecine des armées en 1708, sous le règne de Louis XIV a marqué un tournant. Plus tard, la création par Napoléon du service des ambulances sur les champs de bataille va profiter à la sphère civile. Rappelons que ce dernier faisait recruter des médecins capables de réaliser une amputation en moins d'une minute ! La chirurgie militaire sur les « gueules cassées » (survivants de la Première Guerre mondiale atteints de blessures graves, notamment au niveau du visage) a fait faire un bond à cette discipline lorsque les acteurs de la santé ont su travailler en bonne intelligence avec les militaires. S'agissant des procédures en cas d'urgence, l'organisation du SAMU ne s'est-elle pas inspirée des services des armées ? Rappelons que l'opération *Warp Speed* aux Etats-Unis a confié à l'US Army la mission d'acheminer et distribuer les vaccins en lieu et place des pharmacies et des structures étatiques. Nombreux sont les progrès où l'armée a montré la voie...

- **La médecine militaire a toujours été à la pointe de l'innovation. Quelle était sa singularité ?** Force est de constater que la médecine militaire a toujours eu un impact sur le reste de la société en termes d'**organisation** et de **logistique**. Louons sa capacité à organiser rapidement des circuits courts et décentralisés face à la dangerosité. Sur le plan logistique, elle inspire également la médecine civile. Sans qu'on le sache toujours, son organisation inspire d'autres activités et à ce titre, elle est étudiée dans des écoles de management. La médecine de guerre est par définition une **médecine d'urgence** qui vise à assurer la meilleure protection holistique du combattant. Le « soin dans l'heure » (*golden hour* en anglais) est une question de survie lorsque la blessure nécessite la mise en place de solutions décisives comme la transfusion sanguine. Les progrès considérables en hématologie appliquée à la traumatologie sont spectaculaires. Le transport de plasma lyophilisé - une réussite française- pour compenser les pertes sanguines en est une illustration. L'on peut aussi citer l'utilisation de plaquettes sanguines réfrigérées, approuvée récemment par la FDA américaine (Agence américaine du médicament). Les Etats-Unis où la DARPA (Defense Advanced Research Projects Agency) finance à coups de milliards de dollars les *start up* de la Silicon Valley pour augmenter le niveau de la médecine militaire. Des travaux ont permis de démontrer que les plaquettes sanguines réfrigérées peuvent être aisément transportées dans des sacs à dos militaires adaptés. Cela rend possible la transfusion d'un soldat à un autre sur le terrain d'intervention. Encore faut-il qu'une compatibilité existe entre les deux groupes sanguins. Les donneurs universels « zéro négatif » bénéficient en cas d'urgence d'une protection qui rappelle celle qui était allouée jadis aux soldats des transmissions. Toujours dans le cadre de cette protection, on peut également citer une autre activité, axée sur le long terme, qu'est la **médecine**

reconstructive avec tout ce que permet la technologie 3D. Sans oublier les avancées considérables dans le domaine de la nutrition.

- **Une singularité** La médecine militaire est en avance car elle est une « **médecine de l'extrême** » dans des conditions extrêmes faite d'interventions rapides et risquées qui relèvent souvent d'une mission impossible. Le niveau d'exigence l'a hissée au plus haut niveau de l'excellence. Au moyen âge, les blessés étaient abandonnés sur le champ de bataille. L'Empire Byzantin qui voit naître les premiers hôpitaux à Césarée et Constantinople va se préoccuper davantage du sort de ses blessés. Avec la Renaissance et l'apparition des armes à feu, les médecins font face à de nouvelles pathologies. Ambroise Paré ligature les vaisseaux lors des amputations et abandonne la cautérisation au fer rouge ou à l'huile bouillante. Au XIXème, les découvertes de Claude Bernard, les progrès dans le traitement du choc, la naissance de l'anesthésie, de la transfusion, font naître une nouvelle science : la réanimation. Pour revenir à l'armée en cas de conflit, le vieux dilemme pour les troupes engagées dans un conflit n'est donc plus de mise. En cas de blessures graves, rien n'est négligé pour sauver la vie de son « frère combattant ». A condition de pouvoir procéder à une analyse rapide et fine de la situation pour faire le meilleur choix possible. Au-delà de l'obligation de moyens, l'armée est soumise à une **obligation de résultats**. Pour protéger ses soldats en première ligne, elle mobilise en amont toutes les ressources pour parvenir à ses fins. A la différence de ce qui se fait dans le civil où l'échec est permis, les programmes de recherche et développement dans le domaine militaire vise un seul et unique objectif : le résultat. Les recherches sur les bio technologies en matière de diagnostic vital ne doivent souffrir aucune défaillance. De même, lorsqu'il s'agit de faire en un laps de temps un solide diagnostic *in situ* avec des capteurs efficaces reliés à des bases de données en intelligence artificielle. Fruits d'intenses travaux de recherche, les moyens

militaires sont très performants dans le domaine de la traumatologie abdominale ou thoracique. N'apprend-on pas à l'École de santé des armées et au Val-de-Grace comment un militaire est désormais capable de refermer l'abdomen d'un soldat blessé et le rapatrier afin qu'il soit « réparé » de la manière la plus optimale ?

- **Le militaire augmenté : quelles réalités et quelles perspectives ?** Le « militaire augmenté », un concept venu des Etats-Unis. Il s'agit avant tout d'augmenter la capacité à proposer une efficace instrumentation pour mieux protéger et augmenter les performances extrinsèques ou intrinsèques du combattant.
- L'**Instrumentation** peut consister en l'usage de **lunettes** dites « augmentées ». Elles permettent d'augmenter la létalité en améliorant la capacité de détecter, décider et engager avant l'ennemi. Elles fournissent aux troupes plus d'informations et de données de terrain pour prendre des décisions. L'armée américaine a signé un énorme contrat avec Microsoft.
- Comment piloter dans l'obscurité lors de missions périlleuses ? Les casques des pilotes sont équipés de **capteurs de vision** de nuit. A l'Institut de Recherche Biomédicale des Armées (IRBA) basé à Brétigny sur Orge (91), des équipes de scientifiques étudient le fonctionnement de l'œil humain et œuvrent à améliorer les dispositifs techniques militaires.
- La **robotique** permet au militaire d'avoir un uniforme exo squelettique, innovation cruciale que l'on doit à des sociétés françaises très performantes. En ce qui concerne les **drones**, l'enjeu est d'arriver à une stratégie de « co-contrôle » du drone dans le cadre d'une approche dite « neuro feedback sensorielle » qui permet de capter, sur une personne, ce qu'elle voit avec des signaux électriques externes. L'humain perçoit autour de lui, mais ne retranscrit pas aussitôt assez vite. Cette approche consiste à capter le « ressenti » et le retranscrire à des

drones. Cette « robotique accompagnante » est le bon moyen d'aller vers plus d'autonomie dans l'utilisation des drones.

- L'**interface cerveaux-machines** fait partie des pistes très prometteuses. L'approche dite BCI (*Brain Computer Interface*) consiste à fixer des implants sur des soldats pour qu'ils voient et entendent mieux, mais le vrai défi est d'arriver à une communication sans se parler. Le *silent speech*, qui intéresse Facebook et Elon Musk (PDG de Tesla Motors) crée les conditions d'un dialogue entre deux personnes sans qu'elles ne se parlent. On peut imaginer tout l'intérêt de cette innovation révolutionnaire lors d'une intervention délicate. Le projet BCI a pour objectif d'apporter la preuve qu'on peut piloter un **exosquelette** à partir de signaux corticaux captés à l'aide d'un implant. Le BCI part du principe qu'imaginer un mouvement ou l'exécuter provoque la même activité électrique cérébrale au niveau du cortex moteur. L'objectif du projet est de capter ces signaux électriques appelés Electro Cortico Grammes (ECG) et de les décoder afin de piloter des objets complexes, comme par exemple bouger les membres d'un exosquelette.
- L'**augmentation génétique** revient à remplacer des gènes d'intérêt dans les génomes d'une personne. Faut-il rappeler que l'armée populaire chinoise le pratique actuellement. En résumé, tous ces projets visent à améliorer les performances physiques ou cognitives du corps humain en absorbant des molécules ou grâce à l'introduction d'implants sous-cutanés ou dans le cerveau comme l'a expérimentée la DARPA américaine dès 2016. Avec sa technologie, l'implant permet ainsi au cerveau de communiquer directement avec des ordinateurs. À l'époque, l'idée n'était pas tant d'« augmenter » les capacités des soldats, mais de permettre aux blessés lors des combats de retrouver des sensations auditives ou visuelles. Toutes ces illustrations du « militaire

augmenté » conditionnent un enjeu majeur qui est celui de la souveraineté des pays sur des technologies clés. C'est la convergence des savoir-faire entre le civil et le militaire qui le permet.

- **Encore des obstacles à franchir.** Les retombées civiles des progrès dans le militaire ne vont pas de soi avec une communauté de la recherche et de l'université qui reste culturellement frileuse voire réticente à l'égard des militaires. La médecine militaire dispose d'outils que n'aura jamais la recherche civile, mais les cloisons persistent hélas entre ces deux mondes. Il y a beaucoup à faire pour qu'ingénieurs et militaires travaillent ensemble et croisent leurs compétences. Des lieux existent en France (Incubateurs, centre d'innovation) pour ce rapprochement, mais un changement de mentalités s'impose. Autre difficulté : le rapport de la classe dirigeante au monde scientifique auquel s'ajoute un vrai déficit en culture scientifique des élites politiques. Faut-il rappeler que le Conseil National au Numérique ne comprend aucun scientifique ou dirigeant de *start up*, mais plutôt des « philosophes du numérique ». A l'inverse, Joe Biden pour son conseil, n'a fait recruter quasiment que des scientifiques tant du privé que du public.

- **La question éthique**

Jusqu'où aller dans cette recherche de performance ? N'y a-t-il pas à terme un risque pour l'humanité ? Les implants laissent augurer d'un « monde où celui qui est implanté devient l'esclave de celui qui implante ». Lorsque l'on sait que des puissances travaillent dans le secret, on peut légitimement s'interroger. Ne faut-il pas initier un débat mondial pour que des règles existent à l'instar des accords internationaux comme la Convention de Genève. De quoi justifier l'organisation d'une COP (*Conference of parties*) sur l'avenir du digital. Pourquoi ne pas créer un

ordre international ? Consciente des dérives possibles, la France prend l'initiative. La Ministre des armées a créé un comité chargé d'examiner les questions éthiques soulevées par les innovations scientifiques, techniques et leurs éventuelles applications militaires. « *Oui à l'armure d'Iron Man et non à l'augmentation et à la mutation génétique de Spiderman* » a résumé la Ministre par cette formule imagée.



La crise sanitaire a redonné plus de visibilité aux scientifiques et experts en recherche. Dans le domaine de la médecine militaire, peu connue et objet de suspicion, il appartient à ses représentants, chercheurs, experts d'être plus ouverts sur la société et ne pas se cantonner au prestigieux savoir-faire pour aller vers le faire savoir.

LE CEPS REMERCIE LES PARTENAIRES DU GROUPE DE TRAVAIL

RUPTURES INNOVATIONS DEFENSE

