Version française originale de l'article paru dans le journal ASMZ Sicherheit Schweiz du mois de Septembre 2016 sous le titre Technologiefrüherkennung: Exoskelette - Wenn die Zukunft zur Realität wird

Exosquelettes: Quand le futur devient réalité

Dr. Quentin Ladetto, Maj Marco Dâmaso

Le programme de recherche en veille technologique auprès de armasuisse Science et Technologies a pour but de détecter les technologies à caractère disruptif ainsi que d'anticiper leurs impacts pour le monde militaire en général, et l'armée suisse en particulier. Plus que de se focaliser dans un premier temps sur l'identification spécifique des technologies de rupture, l'activité se concentre sur les différents domaines de recherche pouvant mener à celles-ci. Il paraît plus intéressant dans un premier temps d'identifier la bonne course, plutôt que de miser sur un vainqueur potentiel.

En harmonie avec les suivis technologies ayant un horizon temporel plus restreint, la veille technologique permet de conseiller les forces armées si une technologie est mature ou non, si il est avantageux d'adopter celle-ci (par exemple comme technologie de substitution dans un système) et quel est le bon moment pour le faire. Elle vise également à permettre des investissements uniquement dans des technologies éprouvées tout en garantissant de ne pas manquer les avancées de technologies émergentes. De cette manière, les ressources financières à disposition peuvent être investies de manière optimale dans les technologies appropriées.

La structure du programme se concentre sur 3 axes principaux :

1. Le développement d'une **méthodologie** (Illustration 1) de détection et d'analyse de technologies présentant un caractère disruptif. Le choix des sources d'information (brevets, publications scientifiques, sites Internet spécifiques, etc) ainsi que la création d'un réseau d'information est également primordial.
2. La centralisation de l'information par l'intermédiaire d'une **plate-forme technologique** permettant le traitement de grande quantité d'informations (Big Data), l'automatisation de certains processus (Deep Learning) ainsi que le calcul d'indicateurs tels que la maturité d'une technologie (Illustration 2). Cet outil permet également de faire le lien entre les technologies, l'industrie et les capacités opérationnelles de l'armée.
3. La **représentation** et **divulgation** de l'information sous formes écrites, visuelles et participatives incluant la rédaction de profils technologiques, une interface de visualisation interactive (Illustration 3) et l'organisation de séminaires (workshops) et conférences sous le label DEFTECH (Defence Future Technologies).

Dans ce contexte a eu lieu le 3 juin 2014 un séminaire sur les développements technologiques liés aux exosquelettes dans le but de mesurer la distance entre l'état réel de la recherche et sa représentation dans divers productions hollywoodiennes. Au cours de cette journée a eu lieu la première rencontre avec le Major Marco Dâmaso, responsable de la recherche et du développement au sein du Commandement des Forces Spéciales (CFS) Suisse, pour qui le concept d'utilisation d' « exosquelette » était déjà bien dans l'air.

***Illustration 1**: Représentation schématique de processus de veille technologique de l'identification des technologies jusqu'à la prise de décision sur les actions à mener vis-à-vis de cette technologie.*

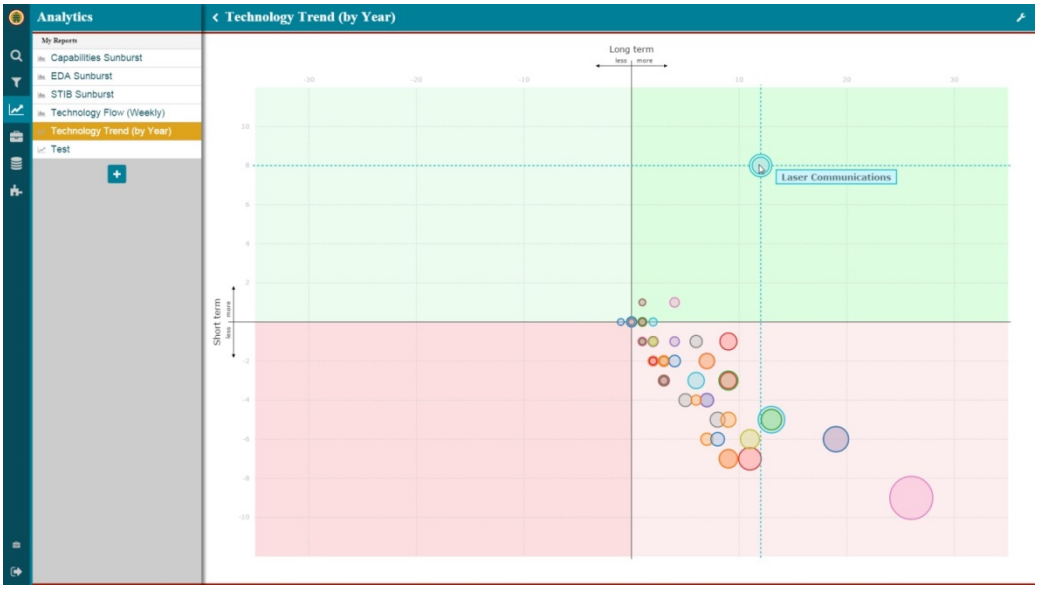

***Illustration 2** : Exemple d'indicateur généré automatiquement sur la base de documents présents dans une base de données. Celui-ci permet de mettre en évidence certaines technologies, grâce à une analyse temporelle de leur mention dans le corpus d'information considéré.*

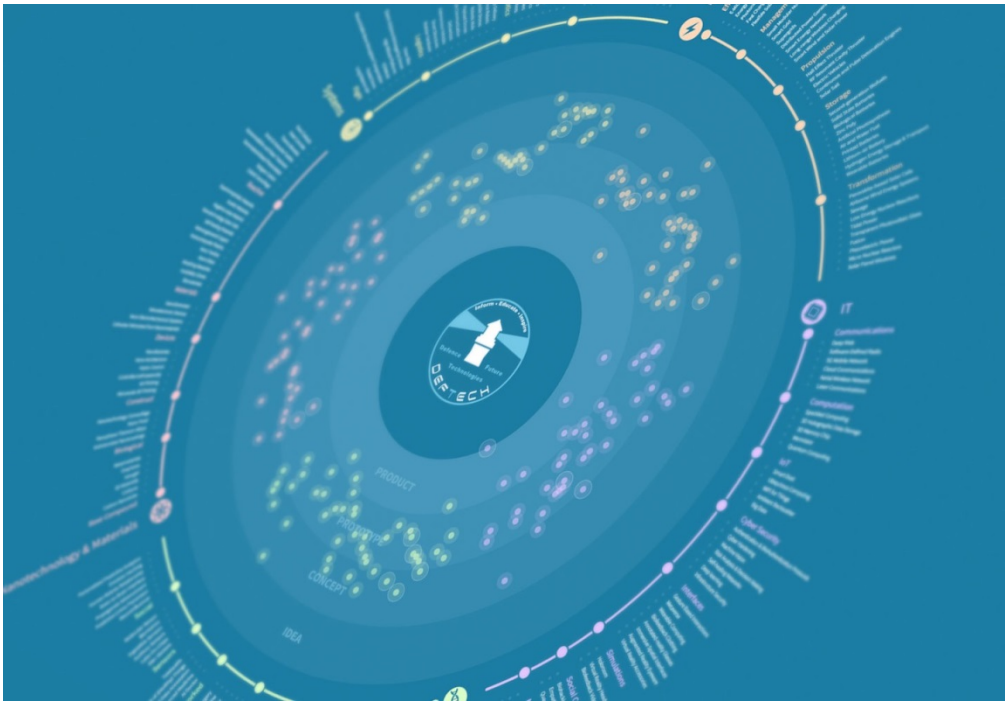

***Illustration 3** : Plate-forme coopérative de veille technologique permettant la saisie et la visualisation du degré de maturité des technologies ainsi que les liens entre celles-ci. Celle-ci est développée de façon open-source en respectant les licences Creative Common pour le contenu et GNU AGPL pour l'application en elle-même – https://technologyhorizon.org*

Quentin Ladetto (LAQ): Quelle était la situation avant ce séminaire ?

Marco Dâmaso (DAM) : Un des objectifs principaux du développement de l'équipement au sein des forces spéciales est l'augmentation de la (surface de) protection individuelle du soldat, particulièrement pour les missions offensives.

L'utilisation conséquente de gilets pare-balles (lourds) lors des conflits principaux des 15 dernières années a démontré les problèmes liés au surpoids des équipements. Les blessures musculo-squelettiques (épaules, dos, genoux) ont représenté la majorité des pertes américaines lors du conflit en Afghanistan.

Dès lors, une augmentation de la surface de protection individuelle du soldat ne peut passer que par 2 chemins : une nouvelle technologie beaucoup plus légère pour les matériaux de protection ou alors un système de support de poids (exosquelette).

Des essais techniques auprès du laboratoire fédéral d'essais des matériaux et de recherche dédié à la science appliquée des matériaux et à la technologie (EMPA) dans le cadre du projets MBAS (Modulares Bekleidungs- und Ausrüstungssystem für militärische Einsätze - système modulaire d'habillement et d'equipement) avait déjà démontré l'avantage du système (passif) de support du gilet pare-balles en transférant le poids des épaules sur les hanches.

LAQ : Comment est née cette interaction entre armasuisse W+T et les forces spéciales au sujet des exosquelettes ?

DAM : Lors de la conférence DEFTECH du 3 juin 2014 traitant des exosquelettes, j'ai approché armasuisse W+T afin de demander s'il ne voulaient pas conduire un essai pratique avec un exosquelette ayant un niveau de développement avancé.

L'exosquelette PROWLER de l'entreprise REVISION Military a été développé pour le projet TALOS (Tactical Assault Light Operator Suit) du commandement des Forces Spéciales Américaines (USSOCOM).

Armasuisse S+T a accepté de lancer un projet de recherche sur le soldat augmenté dans le cadre du programme de veille technologique. C'est ainsi qu'a débuté la collaboration.

LAQ : Comment les tests se sont-ils déroulés ?

DAM : Le test a été conduit sur une semaine avec l'appui de deux spécialistes de l'entreprise REVISION Military et avec 6 soldats du DRA 10 comme sujets d'expérience. Tous les exercices ont été conduits une fois sans et une fois avec exosquelette. Les deux marches sans exosquelettes ont été conduites 3 semaines avant la semaine test afin que la fatigue ne puisse être considérée comme partie de l'équation.

Les exercices suivants ont été conduits :

- mesure de la consommation d'oxygène (et calcul de la consommation d'énergie) en marchant et courant sur un tapis de course avec des charges de 20 respectivement 25 kilogrammes (Illustration 4);
- marche de 6 km comportant de grands dénivelés (montée de 300 m et descente de 300 m) avec un sac dorsal de 40 kilogrammes (Illustration 5);
- marche de combat de 2 km sur terrain accidenté avec équipement de combat de 20 kilogrammes (gilet pare-balles, casque, fusil d'assaut) ;
- porter un brancard, tirer un brancard, porter un camarade dans un terrain accidenté ;
- parcours d'obstacles ;
- parcours de combat urbain sans et avec tir à balles réelles (Illustration 6 et 7).
- les sujets d'expérience ont rempli un questionnaire pour chaque exercice passé.

Illustration 4 : Mesure de la consommation d'oxygène avec et sans l'exosquelette afin de déterminer la consommation énergétique dans les deux cas de figure.

Illustration 5 *: Marche avec charge permettant de s'habituer aux avantages et inconvénients de l'exosquelette directement sur le terrain*

Illustration 6 *: Marche de combat avec équipement de combat de 20 kilogrammes (gilet pare-balles, casque, fusil d'assaut).*

Illustration 7 *: Parcours de combat urbain afin de tester l'ergonomie et la réactivité de l'exosquelette dans des situations nécessitant des réactions rapides et imprévisibles.*

LAQ : Quelles sont les leçons apprises ?

DAM : La première leçon indirecte a été qu'il faut un temps relativement long d'apprentissage pour utiliser l'exosquelette correctement, respectivement pour bénéficier de celui-ci et le « laisser travailler tout seul ».

Les leçons pratiques sont les suivantes :

- l'exosquelette PROWLER est particulièrement efficace lors d'activités avec des charges lourdes et avec des pliage de genoux de grande ampleur ;
- la charge sur les hanches et jambes est plus grande avec l'exosquelette PROWLER, particulièrement en courant ;
- l'ergonomie est très bonne et l'exosquelette PROWLER ne génère que très peu de gêne.

En conclusion, l'exosquelette PROWLER permet des marches d'infiltration avec des charges lourdes en minimisant l'effort ainsi que le risque de blessures musculo-squelettiques (épaules, dos, genoux). Il amène ainsi une plus-value pour certain engagements des forces spéciales.

LAQ : Est-ce que votre point de vue sur l'utilisation des exosquelette a-t-il changé avant et après les essais ?

DAM : Certainement. Cela a été ma première expérience avec un exosquelette et la valeur pratique pour un usage militaire restait une grande inconnue. Aujourd'hui je peux affirmer que les exosquelettes ont certainement sous une forme ou une autre leur place dans les engagements de combat.

LAQ : Quel est l'élément qui vous a le plus marqué tout au long de cette phase de test, depuis le concept jusqu'aux tests pratiques ?

DAM : La complexité ! Une fois que l'on a travaillé avec un tel système, identifié les problèmes et les limitations, on se rend compte de sa complexité. D'une part pour identifier « l'intention » de mouvement de la personne et ensuite pour soutenir de façon adéquate ledit mouvement. Le tout sans gêner d'autres mouvements spontanés. C'est une processus extrêmement complexe à mettre en œuvre.

LAQ : A quelles conclusions a mené cette coopération et quel est le futur de l'exosquelette en Suisse ?

DAM : L'exosquelette PROWER n'offre actuellement qu'un support mécanique aux genoux. Les sujets d'essai ont tous souhaité un support de la cheville/pied. Cette lacune avait déjà été reconnue par l'entreprise qui y travaille.

Les processus d'acquisition de l'Armée Suisse sont actuellement inadaptés (trop lourds et trop lents) pour intégrer des projets novateurs du type de l'exosquelette répondant à des besoins spécifiques et demandant des évolutions importantes tant logistiques que doctrinales. Il faudra voir dans quelle mesure des adaptations dans auront lieu dans un proche futur. Peut-être qu'après l'exosquelette aura un futur dans l'Armée Suisse.

LAQ : Pensez-vous que l'expérience devrait être répétée sous la même forme pour anticiper l'utilisation au sein de l'armée suisse de nouvelles technologies ?

DAM : Oui, je pense que le Commandement des Forces Spéciales (CFS) offre une plateforme adéquate afin de tester pratiquement des nouvelles technologies sans grandes contraintes administratives et dans des situations proches de celles rencontrées lors de l'engagement.

LAQ : Merci Major Dâmaso pour cet entretien et cette coopération qui, je l'espère, n'est qu'un début dans l'anticipation des technologies au service de l'Armée Suisse.

Plus d'informations :

1. http://visualization.deftech.ch
2. https//technologyhorizon.org
3. armasuisse S+T – Programme de recherche « Veille Technologique »
4. Defence Future Technologies: Emerging Technology Trends 2015, Q. Ladetto, armasuisse W+T, 2015

Dr. Quentin Ladetto,
directeur de recherche – veille technologique
armasuisse S+T,
quentin.ladetto@armasuisse.ch

Maj Marco Dâmaso,
responsable recherche & développement,
Commandement des Forces Spéciales (CFS),
marco.damaso@vtg.admin.ch