Septembre 2018

Réalité immersive

Usages des réalités virtuelle et augmentée pour la Défense

Par Axel Dyèvre, Martin de Maupeou
et Maëlle Thiébaut

Les notes stratégiques

L'intelligence
de la décision

Les notes stratégiques

Notes d'étude et d'analyse

Les idées et les opinions exprimées dans ce document n'engagent que les auteurs et ne reflètent pas nécessairement la position de CEIS ou des experts rencontrés.

CEIS est une société d'études et de conseil en stratégie. Sa vocation est d'assister ses clients dans leur développement en France et à l'international et de contribuer à la protection de leurs intérêts. Pour cela, les 80 consultants de CEIS associent systématiquement vision prospective et approche opérationnelle, maîtrise des informations utiles à la décision et accompagnement dans l'action.

CEIS met en œuvre et anime le DGA Lab, le laboratoire d'innovation du ministère de la Défense www.defense.gouv.fr/dga/innovation2/dga-lab

La Direction Générale pour l'Armement a initié en 2013 un centre de réflexion sur l'innovation et un espace de démonstrations de technologies innovantes dans le domaine des systèmes d'informations, le SIA Lab (**www.sia-lab.fr**), créé et animé par CEIS sous la responsabilité du Groupe Sopra Steria, Architecte-intégrateur du programme SIA.

Forte du succès de cette initiative, la DGA a étendu en 2016 le périmètre de ce centre à l'ensemble des domaines technologiques d'intérêt pour la Défense et a lancé le DGA Lab. Espace de démonstration technologique mais aussi de réflexion collaborative sur les usages des nouvelles technologies, le DGA Lab est ouvert à l'ensemble des acteurs de l'innovation de défense, au premier rang desquels les opérationnels du ministère de la Défense.
Le DGA Lab est mis en œuvre et animé par la DGA avec le concours des sociétés CEIS et Sopra Steria.

Dans ce cadre de cette activité, les consultants de CEIS publient des Notes Stratégiques portant notamment sur les questions relatives aux impacts de la transformation numérique pour la Défense.

Travaillant étroitement avec les équipes de CEIS et le DGA Lab, le **Bureau Européen de CEIS** à Bruxelles, conseille et assiste les acteurs publics, européens ou nationaux, ainsi que les acteurs privés dans l'élaboration de leur stratégie européenne, notamment sur les problématiques de défense, sécurité, transport, énergie et affaires maritimes. CEIS - Bureau Européen participe également à des projets de recherche européens dans ces domaines. Pour mener à bien l'ensemble de ses missions, l'équipe s'appuie sur un réseau européen de contacts, d'experts et de partenaires.

Contact :
Axel Dyèvre
adyevre@ceis.eu

CEIS
Tour Montparnasse
33 avenue du Maine
75755 Paris Cedex 15
+33 1 45 55 00 20

CEIS - Bureau Européen
Boulevard Charlemagne, 42
B-1000 Bruxelles
+32 2 646 70 43

DGA Lab
40, rue d'Oradour-sur-Glâne
F-75015 Paris
+33 1 84 17 82 77

www.ceis.eu

Retrouvez toutes les Notes Stratégiques sur **www.ceis.eu** et **www.sia-lab.fr**

Sommaire

SOMMAIRE 6

SYNTHÈSE 7

RÉALITÉ IMMERSIVE DANS LES ARMÉES : DES USAGES ANCIENS MAIS ENCORE LIMITÉS .10

- DES TECHNOLOGIES D'ORIGINE MILITAIRE 11
- DES OUTILS D'ENTRAÎNEMENT TACTIQUE 13
- CONTRAINTES OPÉRATIONNELLES.....15

L'ESSOR RÉCENT DES TECHNOLOGIES IMMERSIVES.....17

- LE VIRAGE « GRAND PUBLIC » DE LA RÉALITÉ IMMERSIVE 17
- UNE CONVERGENCE ACCRUE ENTRE RÉEL ET VIRTUEL 20

DES OPPORTUNITÉS NOUVELLES POUR LES ARMÉES 23

- UNE IMMERSION AU PLUS PRÈS DU RÉEL.....23
- UN SPECTRE ÉLARGI DES USAGES 25
- AU DELÀ DE L'ENTRAÎNEMENT, VERS L'USAGE DES TECHNOLOGIES IMMERSIVES SUR LE TERRAIN 27

PUBLICATIONS RÉCENTES 30

Synthèse

Apparues dans les Armées avec les simulateurs et les dispositifs tête haute destinés aux aviateurs[1], les technologies immersives s'installent depuis maintenant quelques années dans notre quotidien. Initialement portée par la vague de la réalité virtuelle, l' « immersive computing[2] » est désormais entraîné par le développement rapide de la réalité augmentée « pour tous ». Avec le succès d'applications grand public telles que le catalogue IKEA en réalité augmentée et le jeu Pokemon GO! mêlant virtuel et augmentation, la réalité immersive est utilisée dans tous les secteurs d'activités pour des usages de plus en plus concrets.

Grâce aux investissements des géants du numérique qui se livrent une véritable bataille dans ce domaine, les progrès technologiques se multiplient et accélèrent la convergence entre les technologies immersives que sont la réalité augmentée et la réalité virtuelle. Ils améliorent la qualité des dispositifs immersifs et les capacités des terminaux qui permettent de les utiliser. Google, Facebook et Apple placent désormais ces technologies au cœur de leurs stratégies et généralisent leur usage en proposant des interfaces d'immersion de plus en plus ergonomiques et à des prix de plus en plus accessibles au grand public.

L'essor de la réalité immersive est étroitement lié à celui de l'Intelligence artificielle (IA). En effet, ces dispositifs permettent de prolonger les capacités

1 Dispositif affichant les données de vol dans le champ de vision des aviateurs
2 Clay Bavor, vice-président RA/RV chez Google

d'analyse puis de sélection des données de l'IA, en offrant les moyens d'afficher et de visualiser l'information pertinente. Cette manière d'interagir avec les contenus numériques gagne également en simplicité, évitant le reproche parfois fait à la réalité immersive de complexifier l'environnement informationnel en affichant trop d'informations. Les récents dispositifs et les dernières applications montrent que l'affichage d'une couche d'informations virtuelles en contexte permet au contraire de réduire la charge cognitive.

Nées de l'intuition que nos sens et les données informatiques pouvaient être liés pour « plonger » l'homme dans le monde numérique, les technologies immersives intègrent désormais de mieux en mieux le monde numérique au monde physique, évitant l'écueil de la coupure avec le réel. Avec la réalité augmentée, les éléments virtuels sont désormais intégrés de manière réaliste au monde physique, en fonction duquel ils se créent, évoluent et s'affichent en temps réel.

Les expérimentations visant à proposer des « expériences immersives » se multiplient dans un grand nombre de secteurs civils, et dépassent les usages longtemps limités au domaine des jeux vidéo et à quelques applications industrielles comme les CAVE, cubes immersifs 3D utilisés notamment dans l'automobile et l'aéronautique pour visualiser des pièces complexes. Pour les Armées, ces récents progrès offrent l'opportunité de dépasser les contraintes d'autonomie, de puissance et d'ergonomie qui limitaient jusque-là l'utilisation de la réalité immersive au domaine de la simulation.

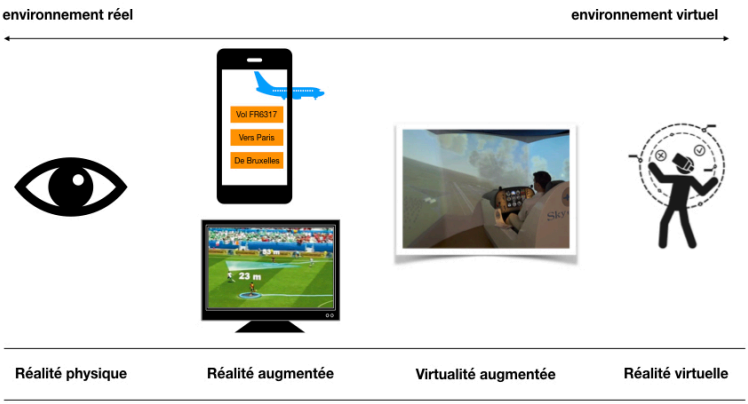
La multiplication actuelle des usages dans le secteur civil promet de faire apparaître de nouvelles applications utiles aux Armées, pour les forces déployées sur les théâtres d'opérations mais également au sein des centres de commandement. Dans un contexte où les données sont toujours plus nécessaires à la conduite des opérations mais également toujours plus nombreuses, les systèmes immersifs peuvent offrir des outils à même

d'enrichir et de simplifier la compréhension d'une situation. Ils amélioreront, à l'avenir, l'intégration informationnelle et la compréhension partagée des situations en facilitant la conceptualisation, la contextualisation, l'affichage et le partage de l'information. A l'instar du civil, l'utilisation de ces outils par les militaires, particulièrement en opérations, sera conditionnée par la capacité de ces outils à reposer sur des interfaces légères et ergonomiques et à représenter l'information de manière épurée et utile à la décision.

Les évolutions récentes et la diffusion rapide des solutions immersives dans le civil témoignent de l'efficacité des réponses apportées par des acteurs civils aux exigences de simplicité et d'ergonomie. Elles illustrent comment, dans ce domaine comme dans d'autres, les bénéfices tirés du « détour par le civil » de technologies lancées il y a longtemps par et pour la Défense peuvent désormais être « captés » puis mis en œuvre par les militaires. À l'avenir, cette capacité de captation du potentiel d'innovation du secteur civil contribuera probablement à l'utilisation accrue des technologies immersives par les Armées.

Réalité immersive dans les Armées : des usages anciens mais encore limités

Le terme « technologies immersives » désigne un ensemble de technologies de l'information et de la communication (TIC) qui « brouillent les lignes entre le monde physique et le monde numérique, créant une impression d'immersion »[3]. Ces technologies regroupent la réalité augmentée (RA), la réalité virtuelle (RV) mais également la virtualité augmentée[4], la réalité mixte, le son 3D immersif ou encore les technologies d'interfaces homme-machine (IHM). Elles sont étroitement liées les unes aux autres et visent toutes à « tromper » l'ensemble des sens et le cerveau en créant un effet d'immersion, par le son, la vue ou le toucher.



3 « Extended reality – The end of Distance », Accenture (2018) https://www.accenture.com/t20180524T024325Z__w__/us-en/_acnmedia/PDF-78/Accenture-digital-health-tech-vision-2018-extended-reality-2.pdf

4 La virtualité augmentée consiste à immerger un homme dans un environnement fictif qui contient néanmoins quelques éléments tangibles du monde réel afin de le rendre plus réaliste. C'est le cas, par exemple, des simulateurs de vol militaires qui produisent un environnement artificiel enrichi d'éléments tangibles tels que la reproduction matérielle d'un cockpit d'avion

Des technologies d'origine militaire

Les technologies immersives apparaissent dans les Armées avec la notion de simulation : l'objectif est d'aider les soldats à mieux se préparer à la guerre tout en limitant les risques et les ressources mobilisées. Les simulateurs de vols puis de tirs et les nombreux jeux sérieux ou « war games », largement inspirés de l'univers des jeux vidéo, plongent les militaires dans des situations réalistes et familières dans le but de les former et de les entraîner. Les usages des technologies immersives se concentrent ici sur le niveau tactique, que ce soit pour l'entraînement à l'utilisation des équipements ou à la prise de décision sur les théâtres[5].

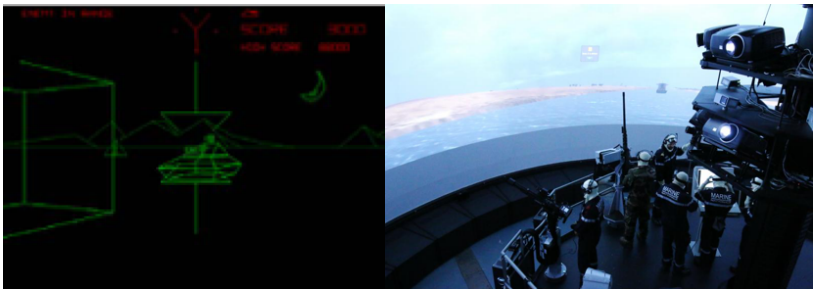
Afin de minimiser les risques et les moyens déployés lors des entraînements, la simulation assistée par ordinateur permet, dès les années 50, aux états-majors américains de simuler les manœuvres des troupes[6] (« computer assisted war games »). Puis, au cours des années 60, calcul informatique et visualisation sont couplés, donnant naissance à la RV, notamment grâce aux travaux de Douglas Engelbart, un ancien technicien radariste de la marine américaine. À la même époque, Thomas A. Furness développe le premier dispositif tête haute destiné aux pilotes de l'Air Force (« Visually Coupled Airborne Systems Simulator »). L'objectif est ici de projeter les données de pilotage directement dans le champ de vision du pilote, sur un miroir semi-transparents. Ce qui donnera naissance à la RA.

Au cours des décennies suivantes, le Pentagone dope les crédits accordés à la recherche civile en informatique. Dans les années 80, The Bradley Trainer,

5 « Etude des Seirous Gales en réalité virtuelle distribuée », Université Paul Sabatier (2007) https://www.irit.fr/publis/VORTEX/Muratet_M2R.pdf
6 « L'histoire militaire de la réalité virtuelle », Radio Canada (2016) http://ici.radio-canada.ca/emissions/la_sphere/2013-2014/chronique.asp?idChronique=419285

une simulation de char vectorielle, basée sur le célèbre jeu Battlezone, est utilisée par l'armée américaine comme support à l'entraînement[7]. À la même époque, le simulateur SIMNET de la DARPA marque les débuts de la simulation virtuelle distribuée, désormais utilisée dans la plupart des jeux vidéo : des centaines de soldats peuvent jouer ensemble des situations pour tester leurs qualités de combats collaboratifs.

The Bradley Trainer, Atari, 1980 - SIMDAV, 2017 (Source : Mer et Marine)



[7] « Video games as a training tool to prepare the next generation of cyber warriors », Software Engineering Institute (2015) https://resources.sei.cmu.edu/asset_files/Presentation/2015_017_001_442344.pdf

Des outils d'entraînement tactique

En 2015, on estimait qu'environ 350 systèmes de simulation opérationnelle étaient déployés au sein des forces françaises pour soutenir leurs missions[8] : exercices, simulateurs de vol, simulateurs de tir, outils d'évaluation décisionnelle, etc. Les outils de simulation immersive gagnent progressivement en réalisme et donc en crédibilité. Exemple récent, la Marine nationale s'est dotée, fin 2017, d'un nouveau simulateur de défense à vue (SIMDAV) qui immerge les marins dans différents exercices dont les scénarios reproduisent de manière réaliste de nombreuses situations de combat en mer[9] : un écran géant avec vision à 270° représente l'environnement du bâtiment, la plateforme est mouvante, les bruits des armes sont réalistes, l'entraînement se fait sur armes réelles, etc.

Des jeux sérieux ont également été développé afin d'améliorer les prises de décisions tactiques et d'entraîner des capacités individuelles ou collaboratives particulières. Aujourd'hui, un grand nombre de ces jeux sérieux sont numériques et peuvent s'accompagner d'un dispositif de réalité virtuelle voire augmentée. Ces systèmes cherchent à améliorer « l'immersion personnelle des acteurs dans le dispositif et [à améliorer ainsi] la profondeur de l'engagement du joueur »[10], en jouant notamment sur le réalisme sensoriel et spatial. Ces acteurs peuvent ainsi être équipés de capteurs permettant de suivre et d'adapter le comportement de l'avatar en fonction des mouvements de tête ou de pieds du joueur. C'est le cas par exemple de Virtual Battlespace 3 (VBS3), un logiciel de réalité virtuelle[11] utilisé par de nombreux

8 Rapport de la mission d'information sur la formation des militaires, 2015 - http://www.assemblee-nationale.fr/14/rap-info/i2554.asp

9 « Un nouveau simulateur pour la force d'action navale à Brest », Ministère des Armées (2017) https://www.defense.gouv.fr/marine/actu-marine/un-nouveau-simulateur-pour-la-force-d-action-navale-a-brest

10 « Serious games et gestion de crise », Revue Défense Nationale (2018) http://www.defnat.fr/pdf/Cros-Ruestchmann%20T%20991).pdf

11 Développé par la société Bohemia Interactive Simulations

pays de l'OTAN qui permet de reconstituer différents environnements et scénarios, puis d'y évoluer. VBS3 est notamment utilisé pour la phase de répétition de missions (« reherseal ») ou pour l'entraînement tactique.

Comme l'illustre ces exemple, les technologies immersives sont dès leurs débuts dans le monde militaire multi-sensorielles : elles prennent en compte un ensemble de facteurs pour plonger l'utilisateur dans un environnement réaliste, au-delà des seuls effets visuels. L'immersion est en effet un processus qui s'étend aux sens, aux capacités mentales, motrices et psychologiques. Ce que montre le tableau ci-dessous adapté de la typologie proposée par Ernest Adams[12] :

Type d'immersion	Périmètre	Capacités mobilisées
Immersion tactique	Dimension sensorielle et motrice	Sens, unité de temps et d'espace
Immersion stratégique	Attention captée par des défis logiques et intéressants	Capacités cognitives et facultés mentales
Immersion narrative	Scénario, personnages, narration	Espace, psychologie

12 « Postmodernism and the three types of immersion », Gamasutra (2004) http://designersnotebook.com/Columns/063_Postmodernism/063_postmodernism.htm

Contraintes opérationnelles

Aux côtés de leurs plus-values évidentes pour la préparation des forces, les technologies immersives et notamment la RV présentent un grand intérêt par pour un large spectre de missions de soutien et de combat. Comme le concluait un rapport de la NATO Research and Technology Organisation (RTO) dès 2000 : « *La demande pour ces technologies couvre un éventail d'applications comprenant le développement de concepts de systèmes pour infanterie débarquée, la préparation des missions pour les opérations spéciales, l'entraînement au pilotage des navires, la télérobotique et la formation à l'usage des procédures militaires* (...) »[13].

Mais le constat était alors que « *son potentiel se trouve limité par d'importants problèmes homme-machine. En particulier, les visuels montés sur casque sont à améliorer, les malaises cybernétiques limitent l'accès à ces technologies pour bon nombre de personnes et les interfaces haptiques* [science du toucher] *et ambulatoires sont à leur début* ». Un constat qui reste encore d'actualité à bien des égards.

Aujourd'hui encore, l'utilisation en opérations des outils immersifs reste problématique et se heurte à des obstacles opérationnels et budgétaires, principalement l'autonomie, l'ergonomie, la fragilité des dispositifs en environnements opérationnels et la limitation des performances visuelles (champs visuel réduit et résolution). En témoignent, par exemple, les difficultés rencontrées par les programmes visant à équiper les fantassins de système de vision augmentée afin de fournir des informations de localisation

13 La Capacité de la réalité virtuelle à répondre aux besoins militaires, Novembre 2000.

et de topographie, d'afficher des alertes (ordres, rapports d'IED, etc.) ou encore de faciliter l'identification et la localisation des cibles. Le programme américain Land Warrior Integrated Fighting System (1989-2007) a ainsi testé un kit incluant un HMD (Head-mounted Display) affichant des données de communication et de navigation. Une version du Land Warrior, le « Stryker Interoperable » a été utilisé en Irak, révélant ses nombreuses limites (poids, autonomie, performances) malgré son prix élevé.

Après leur apparition dans le domaine militaire, les technologies immersives sont progressivement utilisées dans le domaine civil au début des années 1990. Elles se développent dans le secteur des jeux vidéo, au contact desquels elles font d'importants progrès, mais également dans l'industrie automobile et aéronautique où les CAVE[14], salles équipées de projecteurs, reproduisent des environnements virtuels. À la même époque, de grands parcs d'attraction comme Disneyland ou le Futuroscope font connaître au grand public ces technologies en transportant le visiteur dans des voyages interplanétaires ou des mondes imaginaires grâce à des écrans géants ou des vidéo-casques. Ces usages civils ont permis, petit à petit, d'améliorer les technologies et le réalisme des expériences. Mais ce n'est que récemment que le grand public et le monde professionnel se sont véritablement emparés des technologies immersives, permettant leur essor actuel.

14 Cave automatic virtual environment

L'essor récent des technologies immersives

Le virage « grand public » de la réalité immersive

Ces dernières années, l'amélioration des technologies et l'investissement croissant d'entreprises civiles du secteur numérique comme Google, Apple ou HTC, ont bouleversé le domaine de la réalité immersive et permis de surmonter les difficultés rencontrées jusque-là. En 2016, le marché mondial des technologies immersives était de 3,9 milliards de dollars[15] et les études prédisent dans les prochaines années une très forte augmentation des revenus dans ce domaine, portée en premier lieu par la RA[16]. La multiplication récente des termes (réalité mixte, étendue, etc.) pour désigner les « expériences immersives » illustre le dynamisme d'un domaine sur lequel entendent se positionner tous les grands acteurs du numérique, mais également de l'industrie et des services.

Du point de vue des usages, les applications immersives se sont récemment multipliées et s'installent peu à peu dans le quotidien : les applications Snapchat et Messenger proposent d'ajouter un masque sur un visage détecté par caméra intérieure, le catalogue IKEA permet de projeter des meubles chez soi avant de les acheter, le jeu Pokemon GO! disponible sur

15 2,7 milliard $ pour la RV et 1,2 pour la RA

16 « Ubiquitous $90 billion AR to dominate focused $15 billion VR by 2022 », Digi-Capital (2018) https://www.digi-capital.com/news/2018/01/ubiquitous-90-billion-ar-to-dominate-focused-15-billion-vr-by-2022/#.Wyy7ZS3pPIE

smartphones fait apparaître à l'écran des personnages virtuels en filmant en direct la rue, le jardin, etc. Les smartphones et tablettes des grands acteurs du numérique tels qu'Apple et Google (Android) sont désormais les supports privilégiés de nombreuses applications de RA via leurs kits de développement d'applications dédiés ARKit 2 et ARcore. Ils permettent l'essor actuel des technologies immersives et par conséquent leur « démocratisation ».

Cet essor des supports et donc de la réalité immersive est également rendu possible par :

- La miniaturisation des composants qui fait progresser la puissance, l'autonomie et l'ergonomie des interfaces d'immersion (casques, lunettes et désormais smartphones);
- Le fait que les interfaces embarquent plus de capteurs qui prennent mieux en compte les mouvements de l'utilisateur et l'environnement extérieur afin de créer et positionner les éléments virtuels en fonction ;
- Les progrès dans la qualité graphique des contenus virtuels;
- Les outils logiciels qui simplifient le développement et la mise en œuvre des technologies.

Malgré ces progrès, les interfaces représentent actuellement le principal goulot d'étranglement des technologies immersives. Si la RA bénéficie d'une interface largement répandue grâce au téléphone portable, ce type d'interface limite ces usages à ceux possibles avec un terminal de petite taille et tenu en main. D'autres interfaces permettant plus d'autonomie de mouvement (masques, lunettes voire dans quelques années lentilles) se développent mais manquent de maturité, comme l'a démontré l'abandon rapide par Intel de son projet de lunettes de réalité augmentée Vaunt en avril 2018, ou encore celui des Google Glass en 2014. Les casques de réalité virtuelle développés récemment par Samsung, HTC ou Sony proposent des

contenus et des applications de plus en plus riches mais leur ergonomie et leur prix restent un frein important à la généralisation de leur adoption.

L'essor actuel des technologies immersives coïncide également avec les progrès de l'intelligence artificielle (IA) qui, tout comme la réalité immersive, connait également un nouveau dynamisme au contact du grand public.

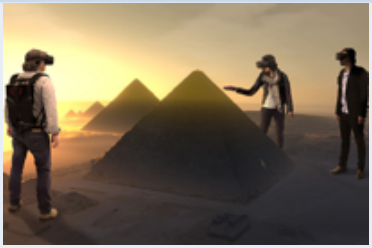
Technologies immersives et IA convergent notamment dans le domaine de la reconnaissance d'images. Cette convergence permet de traiter en temps réel une image captée par les caméras puis d'y superposer directement des éléments virtuels. Illustration récente, le dernier smartphone de Samsung, le Galaxy S9, intègre l'assistant numérique Bixby qui utilise la réalité augmentée et des technologies d'IA pour fournir des informations sur l'environnement de l'utilisateur en superposition de l'environnement réel pour certaines fonctionnalités classiques du téléphone : traduction de supports en langue inconnue, géolocalisation d'un objet ou d'un bâtiment, informations sur des aliments consommés, etc.

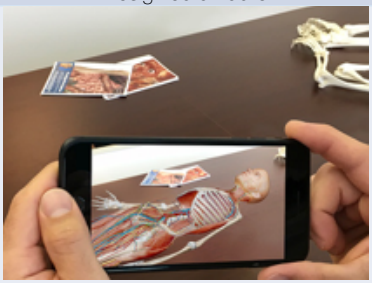
Avec l'IA, des capteurs de plus en plus précis permettent de capter, mesurer et interagir avec l'environnement physique, puis de représenter les données recueillies par les senseurs au fur et à mesure qu'elles sont collectées. Des applications grand public, telles que Magic Plan, permettent ainsi de réaliser des mesures et une cartographie instantanée de l'environnement physique.

La réalité immersive prolonge ainsi les capacités d'analyse puis de sélection des données de l'IA, en offrant les moyens d'afficher et de visualiser l'information pertinente.

Une convergence accrue entre réel et virtuel

Les technologies immersives jouent pleinement le rôle de nouvelles interfaces entre l'homme et le numérique, et ce de manière de plus en plus intuitive et transparente pour l'utilisateur. Les utilisations récentes des technologies immersives mettent en évidence leurs principales plus-values, pour les utilisateurs grand public comme pour les professionnels.

Plus-values	Illustration
Affichage contextualisé d'informations	Pare-brise augmenté
Création, représentation et projection dans des environnements virtuels	 Visite culturelle virtuelle

Interaction, projection et visualisation d'informations	Design automobile
Conceptualisation et représentation réaliste de données	 Application médicale

La frontière entre monde physique et monde réel est d'autant plus atténuée que la réalité immersive intègre progressivement d'autres sens que la vue. En particulier :

- L'**immersion sonore** sera un axe d'innovation important dans les prochaines années. Alors que les casques de RV (HTC Vive Pro, Occulus Rift) sont nombreux à proposer une expérience sonore, l'expérience RA sera enrichie par la diffusion d'informations audio contextuelles. Le casque audio intelligence Headset de la société danoise GN Store présenté en 2013 propose ainsi des visites sonores qui se déclenchent en fonction de la localisation de l'utilisateur.
- L'**interaction tactile** avec le monde virtuel constitue un nouvel enjeu des technologies immersives. Alors que le réalisme visuel a atteint une certaine maturité, de nombreuses entreprises se tournent vers les technologies haptiques. La médiatisation de vestes et gants à retour

haptiques comme la Hardlight VR suit ou le HaptX Glove démontrent le potentiel de telles technologies pour améliorer l'interaction avec le virtuel.

Ces progrès renforcent le réalisme et diminuent le niveau d'intervention humaine nécessaire pour contrôler, ajuster et interagir avec le dispositif immersif.

À terme, il est probable qu'elles mèneront à une « réalité mixte » ou « étendue » qui fusionne mondes réel et virtuel. Clay Bavor, en charge des activités RA/RV chez Google a ainsi nommé cette convergence des technologies « immersive computing »[17]. Il explique qu'au fil du temps les interfaces ont évolué pour devenir moins abstraites et permettre plus d'interactions avec les utilisateurs. Selon Bavor, à l'avenir, l'information sera disponible immédiatement dans le contexte, se confondant avec la réalité, grâce à la convergence de la RV et de la RA.

Aujourd'hui, dans un contexte où la RA prend, pour ainsi dire, le pas sur la RV, cette fusion avec le numérique se fait de moins en moins au prix d'une coupure avec le réel. Comme le déclarait Tim Cook en février 2017, « *unlike Virtual Reality, which closes the world out, AR allows individuals to be present in the world but hopefully allows an improvement on what's happening presently. You can get the best of the two worlds* »[18] *[au contraire de la réalité virtuelle qui vous isole, la réalité augmentée permet d'appréhender le virtuel tout en restant dans le monde physique: elle augmente le monde physique. Donc vous pouvez avoir le meilleur des deux mondes]*. Conçue initialement comme un moyen de plonger l'utilisateur dans un monde virtuel de manière réaliste, la réalité immersive brouille désormais les lignes entre réel et virtuel en intégrant le monde numérique au monde physique.

17 https://www.recode.net/2017/8/14/16144706/transcript-google-vp-virtual-reality-clay-bavor-answers-vr-ar-mr-daydream-too-embarrassed-to-ask
18 https://www.independent.co.uk/life-style/gadgets-and-tech/features/apple-tim-cook-boss-brexit-uk-theresa-may-number-10-interview-ustwo-a7574086.html.

Des opportunités nouvelles pour les Armées

Une immersion au plus près du réel

Au sein de l'US Army, le programme Synthetic Training Environment (STE) est une illustration des nombreux programmes et expérimentations militaires en cours pour tirer profit de l'essor actuel des technologies immersives. Grâce à la réalité augmentée et virtuelle, le STE entend améliorer significativement les moyens d'entraînements des troupes américaines pour aboutir à une expérience plus immersive et moins simulée[19].

À l'instar des ambitions du programme STE, les progrès récents montrent que l'entraînement dans un environnement virtuel et l'entraînement dans un environnement réel ont vocation à être liés de manière toujours plus étroite : les soldats s'entraîneront bientôt dans un environnement réel tout en visualisant et en interagissant avec des avatars virtuels aux comportements réalistes.

En effet, les technologies immersives permettront d'améliorer les conditions de la préparation opérationnelle et surtout de dépasser le « paradoxe de la

19 « Augmented reality may revolutionize Army training », United States Army Research Laboratory (2017) https://www.arl.army.mil/www/default.cfm?article=3042

simulation »[20] qui veut que le terrain réel reste le « milieu de prédilection pour la formation et l'entraînement » du militaire.

Ce tournant dans la manière de former et d'entraîner les forces est d'ailleurs d'ores et déjà amorcé. Par exemple, dans le cadre du programme SCORPION de l'Armée de terre française, la simulation est intégrée au sein même du système d'arme, notamment sur les blindés. Ceux-ci seront équipés d'un mode simulation que les combattants pourront activer sur des plateformes statiques, puis à terme dynamiques. En complément, les voies optiques et optroniques des véhicules permettront d'injecter des images 100% virtuelles ou d'incruster des acteurs virtuels sur les paysages réels, en réalité augmentée[21].

20 « Des jeux vidéo pour l'appropriation des systèmes d'information : le cas de la numérisation de l'espace de bataille », Rencontre AIM Serious Games et innovation (2014) https://hal.archives-ouvertes.fr/hal-01214221

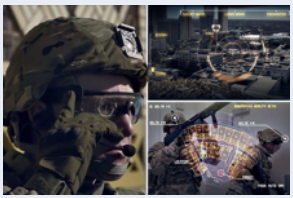
21 « La simulation opérationnelle », Terre Information Magazine n°232 (2012)

Un spectre élargi des usages

Les applications de la réalité augmentée répondent d'ores et déjà et apporteront à l'avenir des réponses nouvelles aux besoins des Armées pour la réalisations des missions de soutien et de combat, par exemple pour :

- **La maintenance des équipements complexes** : des lunettes connectées permettant l'affichage de textes, d'images ou de vidéos pour guider les opérateurs, en leur permettant de visualiser les informations nécessaires durant les opérations de maintenance, directement dans leur champ de vision.
- **L'entraînement et la formation :** l'usage de simulateurs et outils combinant réalité virtuelle et réalité augmentée pour des forces. Aux États-Unis, le Système AITT (Augmented Immersive Team Training) est un casque de réalité virtuelle et augmentée conçu pour l'entraînement des Marines. Il projette aux militaires des scénarios d'entraînement immersifs et hautement réalistes dans leur champ de vision.
- Le **commandement des opérations** : des dispositifs immersifs fourniraient au décideur au sein de l'état-major, des capacités accrues d'accès, de visualisation et d'échange des informations utiles à la prise de décision.
- **Le soutien médical** : des dispositifs connectés pourraient permettre au médecin de guider à distance, et par visioconférence, un infirmier portant secours à un blessé sur le terrain.
- **Le recrutement** : les technologies de RA couplées à la RV permettent le développement de jeux vidéo ou serious games à scénario militaire favorisant le recrutement. Les armées américaine, britannique et australienne financent depuis plusieurs années des jeux vidéo, jeux

sérieux ou jeux en ligne permettant d'améliorer le recrutement en évaluant certaines compétences.

Plus-values	Illustration
Affichage contextualisé d'informations	Système de tir GunnAR (Daqri)
Création, représentation et projection dans des environnements virtuels	Simulateur de parachute (US Army)
Interaction, projection et visualisation d'informations	Caisse à sable virtuelle (Airbus)
Conceptualisation et représentation réaliste de données	 Tactical Augmented Reality (US Army)

Au delà de l'entraînement, vers l'usage des technologies immersives sur le terrain

Jusqu'alors limitées aux domaines de la formation et de l'entraînement, les récents progrès des technologies immersives et leur valeur-ajoutée potentielle ouvrent de nouvelles perspectives :

- À l'échelon tactique, afin de compléter et d'enrichir la situation tactique des soldats en facilitant par exemple la reconnaissance, l'identification et le suivi des cibles, mais également de faciliter la remontée de l'information aux échelons supérieurs
- Au sein des postes de commandement, où les technologies immersives permettront de mieux filtrer, trier et organiser les informations convergeant vers les décideurs
- Entre les différents échelons pour faciliter la conceptualisation et la contextualisation des informations échangées.

Au niveau tactique, cette volonté d'optimiser l'accès et l'affichage de l'information est une préoccupation ancienne pour le monde de la Défense et ramène aux origines des technologies immersives : dans l'aviation militaire, la vision tête haute (Head-up display – HUD) permet de projeter des informations sur une vitre en surimpression de la réalité dans le champ de vision du pilote qui n'a ainsi pas besoin de baisser les yeux pour regarder ses différents cadrans. De plus, l'information est désormais affichée et calibrée en fonction du champ de vision. Les nouvelles technologie HUD peuvent désormais afficher des objets en 3D et des informations en fonction de ce qu'identifient les capteurs. Par exemple, testé en mars 2018, le GunnAR System conçu par la Société Daqri, permet à un soldat d'améliorer sa

performance au tir en affichant, directement dans le champ de vision de son casque de réalité augmentée, les consignes de tirs et les informations de localisation. En France, l'Étude technico-opérationnelle (ETO) SIMBA vise à valider les bénéfices de l'utilisation de la simulation immersive pour les combattants débarqués et la préparation de mission des unités[22].

Dans les postes de commandement, les données remontées depuis les théâtres par les différentes plateformes et capteurs sont des éléments de plus en plus prégnants de l'environnement des militaires, que ce soit pour opérer ces plateformes ou capteurs, ou encore pour planifier et conduire des opérations. Ces capacités accrues de production et d'acquisition des données rendent nécessaire l'amélioration des conditions d'accès, d'affichage et de visualisation de l'information afin d'éviter que se creuse un fossé entre les flux d'informations convergeant vers un opérateur et la capacité à les prendre en compte. Les risques encourus, et très souvent pointés du doigt, étant de complexifier et de rallonger le processus d'appréciation d'une situation et de prise de décision par le trop-plein d'informations et la surcharge cognitive.

Au sein des armées, l'adoption et l'utilisation des dispositifs immersifs, particulièrement en opérations, seront conditionnées par la capacité de ces outils à :
- masquer la complexité à l'utilisateur ;
- reposer sur des interfaces légères et ergonomiques ;
- représenter l'information de manière épurée et utile à la décision ou l'action.

La diffusion rapide de la réalité immersive dans le civil souligne l'importance de ces exigences de simplicité et d'ergonomie mais également la pertinence des réponses apportées dans ces domaines au cours des dernières années.

22 « Colonel Claude : la simulation constitue le premier élément d'appropriation de SCORPION », Ministère des Armées (2018) https://www.defense.gouv.fr/terre/actu-terre/colonel-claude-la-simulation-constitue-le-premier-element-d-appropriation-de-scorpion

Société Anonyme au capital de 150 510 €
SIREN : 414 881 821 – APE : 7022 Z
Tour Montparnasse - 33, avenue du Maine - BP 36
75 755 Paris Cedex 15
Tél. +33 1 45 55 00 20 / Fax +33 1 45 55 00 60 / **contact@ceis.eu**

Publications récentes

A télécharger sur www.sia-lab.fr ou www.ceis.eu

Blockchain : état des lieux et perspectives - Janvier 2018

Internet des Objets (IoT) - Nouvelle donne pour la Défense ? – Juin 2017

Enjeux stratégiques du Big Data pour la Défense – Juin 2017

Emploi du Cloud dans les Armées – Juin 2016

Impression 3D - Technologie de rupture au service des Armées – Juin 2016

Rattrapages technologiques et technologies de l'information – Déc.2015

Impact de la numérisation sur l'exercice du commandement – Déc. 2015

Numérisation de l'outil de Défense – Juin 2015

Rythme des opérations et nouvelles technologies – Juin 2015

Mission des Armées et systèmes d'information – Déc. 2013

Le Système d'Information des Armées (SIA) – Déc. 2013

ceis