



# Technologie émergente en bref

## Communications et applications au-delà de la portée optique

Les systèmes modernes de communication sans fil exigent normalement qu'un émetteur et un récepteur soient en « visibilité directe ». Le terme « au-delà de la portée optique » (BLOS) désigne les technologies qui étendent la portée des systèmes de communication sans fil au-delà de cette limite. Au nombre des applications ayant recours à ces technologies figurent le contrôle BLOS des véhicules aériens sans pilote (UAV) et les radars capables de voir des cibles au-delà de l'horizon.



### Sciences et technologies habilitantes

#### Communications à ondes ionosphériques

Ces systèmes de communication font « rebondir » les ondes radio sur une des couches de l'atmosphère (le plus souvent l'ionosphère) afin d'en accroître la portée. Bien qu'elle varie en fonction des conditions atmosphériques ainsi que des turbulences ionosphériques, leur portée peut atteindre des centaines, voire des milliers, de kilomètres.

#### Systèmes à entrées et sorties multiples (MIMO)

Ils utilisent une seule bande d'ondes pour transmettre plusieurs types de signaux numériques, ce qui présente une importance particulière pour les téléphones intelligents et d'autres appareils sans fil. Quoique les dispositifs qui recourent déjà aux transmissions MIMO doivent avoir une visibilité directe avec une station de base ou une antenne, des recherches récentes tentent d'élargir la portée des systèmes BLOS.

#### Météorologie spatiale

La météorologie spatiale concerne les activités solaires comme les éruptions et les éjections de masse coronale (EMC), et leurs effets sur l'ionosphère et, par extension, sur les communications BLOS. La capacité de détecter et d'estimer l'ampleur de tels phénomènes nous aidera à prédire leur impact sur les réseaux de communication BLOS et les applications connexes, comme les radars transhorizon et les UAV.

#### Traitement des signaux

Il s'agit du traitement des signaux reçus, souvent pour extraire certaines données ou informations ou les convertir d'une forme à une autre (par exemple, numérique-analogique). Les communications et les applications BLOS utilisent de plus en plus l'intelligence artificielle et les techniques d'apprentissage automatique, comme les réseaux neuronaux convolutifs, pour effectuer des tâches de traitement du signal.

#### Fréquences de l'ordre du térahertz (THz)

Ces fréquences (de 0,1 à 10 THz) deviendront sans doute la norme des futurs réseaux sans fil (6G, par exemple), car elles autorisent un débit d'environ 1 To de données, nettement plus élevé que le débit actuel des réseaux 4G ou 5G.

**« On a absolument besoin de réseaux de communication efficaces, robustes, résilients et durables, à l'échelon tant national qu'international... Les communications devront être préservées dans toutes les situations, si l'on veut garantir la sécurité intérieure, gérer efficacement les crises et rendre la nation plus résiliente. »**  
[Traduction]

La Maison-Blanche. Executive Order - Assignment of National Security and Emergency Preparedness Communications Functions. 6 juillet 2012.

## Signaux

### Universités



Les établissements universitaires chinois publient de nombreux articles de recherche sur les systèmes BLOS. Néanmoins, les travaux des organisations scientifiques des É.-U. et d'Europe sont souvent plus cités, ce qui laisse supposer un plus grand impact.

### Gouvernements



Les gouvernements nationaux soutiennent la recherche sur les systèmes BLOS directement grâce aux projets que finance l'armée (c'est le cas des É.-U.) ou indirectement par la recherche-développement (R-D) que parraine l'État (comme au Canada ou en Europe).

### Collaboration



Les principaux acteurs poursuivant des recherches sur les systèmes BLOS collaborent rarement, préférant faire appel à leurs réseaux auxiliaires. De leur côté, les organisations canadiennes ont tendance à collaborer avec des partenaires de l'étranger plutôt qu'avec d'autres institutions du pays.

### Défense



Les organisations chinoises et étatsuniennes poursuivent activement de la recherche sur les systèmes BLOS. Recherche et développement pour la défense Canada (RDDC) se classe sixième pour ce qui est du nombre de publications. Les organisations de recherche militaires s'intéressent surtout aux antennes, aux récepteurs et au rapport signal/bruit.

### Entreprises



Au nombre des principaux acteurs poursuivant de la recherche sur les systèmes BLOS, on retrouve des fabricants d'appareils sans fil mobiles tels Huawei (Chine) et Nokia (Finlande). Dans l'industrie, la recherche semble surtout se concentrer sur les réseaux 5G.

« Dans le domaine des communications, le secteur commercial a progressé plus vite que le secteur militaire. On y adopte de plus en plus les architectures ouvertes qui permettront d'inclure les protocoles de quatrième et cinquième générations aux communications tactiques, avec une couche de sécurité adéquate, se prêtant aux applications de défense. » [Traduction]

Frost & Sullivan. Global Land Tactical Communications Market, Forecast to 2028. Janvier 2020.

## Impact



### Social

Les premiers intervenants doivent impérativement avoir accès à un réseau de communication BLOS pour coordonner et mener à bien leurs opérations quand les réseaux habituels (radio ou téléphonie cellulaire) sont débordés ou inaccessibles en raison d'une crise majeure ou d'une catastrophe naturelle.



### Politique

La réglementation et les politiques nationales sur l'usage des véhicules aériens sans pilote (ou drones) au-delà de la visibilité directe de l'opérateur (BVLOS) varient d'un pays et d'une région à l'autre.



### Économie

Selon un rapport de Frost & Sullivan datant de 2020, le marché des communications militaires et tactiques (en visibilité directe et BLOS) se chiffrera à 48,3 G\$ US d'ici à 2028.



### Environnement

Rehausser le rendement énergétique des réseaux de communication BLOS intéresse les chercheurs du monde entier. Les méthodes pour y arriver comprennent la réduction ou la gestion de la quantité d'énergie consommée par les appareils et les différents composants (les antennes, par exemple).



### Défense

Grâce aux recherches émergentes sur l'imagerie BLOS, un soldat pourrait « voir » des personnes ou des objets dissimulés derrière une porte close ou derrière un coin.

« Les opérations hors visibilité directe (BVLOS) permettent d'envisager de nouvelles applications pour les drones susceptibles de tirer parti de l'étendue du territoire canadien. Les drones pourraient en effet desservir des lieux isolés, des populations peu nombreuses et de vastes espaces non contrôlés où il y a peu de trafic aérien. » [Traduction]

Transports Canada. [Faire voler son drone hors visibilité directe](#). Juin 2022.

### Contact

EDT-TEP@forces.gc.ca

### Vos commentaires, svp

Préparé conjointement par le Conseil national de recherches du Canada et Recherche et développement pour la défense Canada.

Tiré de : Soles, J. Scientometric Study on Beyond Line-of-Sight Communications and Applications. Février 2023.

Février 2023 · Also available in English

© Sa Majesté le Roi du chef du Canada, représentée par le ministre de la Défense nationale, 2023

No de cat. : D69-69/2023F-PDF  
ISBN : 978-0-660-49778-5