Technologies de l'information et de la communication (TIC)

Termes courants en matière de TIC

FAI	Abréviation de « fournisseur d'accès à Internet » : toute société qui fournit l'internet à un utilisateur ou à un organisme.
Propagation	Mode par lequel un signal radio est transmis et interagit avec l'environnement physique.
Fréquence	Mesure courante utilisée dans les radiocommunications. Elle se mesure par la proximité des longueurs d'onde d'une onde radio.
LEO	Abréviation de « Low Earth Orbit » (orbite terrestre basse) : lorsqu'un satellite est en orbite près de la surface de la Terre.
Géostationnaire	Objet en orbite autour de la Terre qui reste à un emplacement fixe unique.
NOC	Abréviation de « Network Operation Centre » (centre d'opérations du réseau) : point central par lequel transitent les communications internet, généralement pour relier des connexions distantes au reste de l'internet mondial.
Opérateur	Société fournissant des services de communication vocale mobile.
Antenne omnidirectionnelle	Antenne qui n'a pas besoin d'être spécifiquement orientée et peut envoyer/recevoir des signaux depuis n'importe quelle direction.
Antenne unidirectionnelle	Antenne qui ne peut envoyer et recevoir des signaux que dans une seule direction et doit être orientée directement vers le satellite.
Radio	Tout appareil de communication analogique utilisant des ondes radio pour émettre et recevoir des signaux.
Répéteur	Dispositif qui amplifie et étend la portée d'un signal radio.
GPS	Abréviation de « Global Positioning System » (système de positionnement mondial) : protocole permettant de déterminer des emplacements précis à la surface de la Terre à l'aide d'un réseau de satellites.
Latence	Décalage temporel entre l'émission et la réception d'un signal.

VSAT	Abréviation de « Very Small Aperture Terminal » (terminal à très petite ouverture) : protocole internet par satellite basé au sol.

Convention de Tampere

La Convention de Tampere (abréviation de « Convention de Tampere sur la mise à disposition de ressources de télécommunication pour l'atténuation des effets des catastrophes et pour les opérations de secours en cas de catastrophe ») est une convention internationale contraignante qui régit l'utilisation des communications par radio et par satellite en cas de catastrophe. Parmi ses dispositions, la Convention de Tampere impose aux États signataires d'assurer « l'installation et la mise en œuvre de ressources de télécommunication fiables et souples qui seront utilisées par les organisations de secours et d'assistance humanitaires. » Concrètement, si une situation d'urgence a été déclarée dans un pays qui a ratifié la convention, et que ce pays a accepté l'assistance des Nations Unies, alors ledit pays ne peut pas empêcher l'utilisation d'équipements de télécommunication pour soutenir l'aide humanitaire.

Il convient de noter que les obligations légales de fournir un libre accès aux télécommunications ne s'appliquent qu'aux États membres qui ont pleinement ratifié la convention. Au moment de la rédaction de ce guide, seuls 49 États membres ont pleinement ratifié la Convention de Tampere, et 31 autres ont accepté de la ratifier à l'avenir. De nombreux pays dans lesquels les organisations humanitaires opèrent actuellement n'ont pas exprimé leur engagement à signer la convention, et même les États qui l'ont ratifiée peuvent trouver des raisons spécifiques d'entraver ou de refuser l'accès aux services de télécommunication aux acteurs humanitaires. Avant d'importer des équipements de communication dans un pays, les organismes humanitaires doivent consulter les autorités locales, les courtiers en douane et les autres humanitaires sur le terrain pour comprendre les restrictions qui peuvent être en place.

Le texte intégral de la Convention de Tampere est disponible enespagnol, français, anglais et arabe.

Réseaux informatiques

Les besoins en réseau informatique d'un bureau ou d'un complexe sont très spécifiques aux budgets, à la taille, à la capacité et aux besoins opérationnels globaux de l'organisme. Les organismes devraient envisager d'engager du personnel spécialisé dans les technologies de l'information et les réseaux pour aider à la mise en place de réseaux de bureau et de sous-bureau.

Mise en place du réseau de bureau/complexe

Dans la plupart des sites sur le terrain, il y aura à l'avenir tout un mélange de plusieurs équipements de réseau de bureau. Il s'agit notamment des éléments suivants :

Connexion à un FAI externe - La connexion à un fournisseur d'accès à Internet (FAI) externe peut se faire sous la forme de l'internet par satellite, d'une ligne téléphonique ou d'un autre type de connexion dédiée à un réseau établie par le FAI.

Modem - Les modems reçoivent les signaux provenant des FAI et les traduisent en signaux exploitables par les réseaux domestiques ou de bureau. Les modems contiennent également

des informations spécifiques à l'utilisateur qui sont utilisées pour localiser, suivre et surveiller le trafic à des fins de sécurité et de facturation. Sans modem, tout équipement de réseau domestique ou de bureau serait incapable de réellement communiquer avec des réseaux extérieurs.

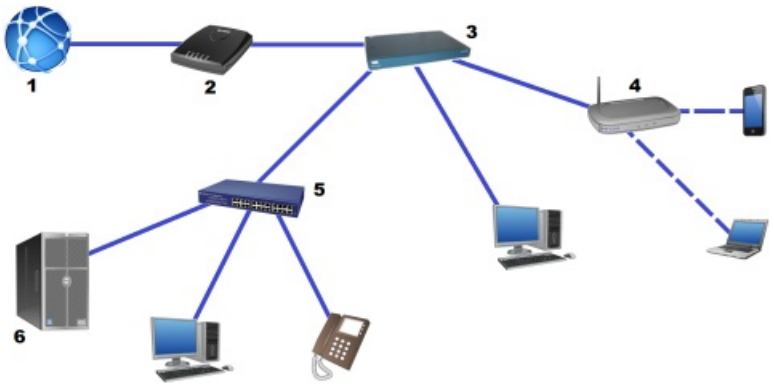
Routeur - Un routeur est un dispositif qui divise et gère le trafic internet, permettant à plusieurs appareils informatiques d'avoir leurs propres adresses IP et MAC uniques, ainsi que de communiquer avec Internet et entre eux en même temps sur un réseau. Les routeurs possèdent une variété de configurations et de fonctions. Certains peuvent surveiller et contrôler le trafic sur le réseau local, et d'autres ont une capacité Wi-Fi. Le type de routeur utilisé dépend des besoins opérationnels.

Pare-feu - Un pare-feu est un dispositif qui surveille et filtre spécifiquement le contenu internet provenant de réseaux extérieurs. Les pare-feu sont pratiques pour empêcher les logiciels malveillants, les intrusions occasionnelles dans les réseaux, ou même pour bloquer les contenus non autorisés par la politique informatique de chaque organisation. Dans les réseaux simplifiés, les pare-feu sont souvent regroupés avec les modems ou les routeurs, mais les réseaux perfectionnés peuvent disposer de pare-feu autonomes ayant des protocoles différents pour les divers utilisateurs des services.

Commutateur - Un commutateur de réseau est comme une forme avancée de routeur : il contrôle et distribue l'internet entre plusieurs appareils en réseau, mais les commutateurs sont capables de surveiller et de contrôler en détail chaque appareil. Les commutateurs sont également utilisés pour filtrer, bloquer et sécuriser les réseaux internes, à l'instar des pare-feu qui protègent contre les menaces externes.

Serveur - Les serveurs sont définis comme des ordinateurs entièrement consacrés au stockage et au partage de fichiers au sein d'un réseau. Les serveurs peuvent être aussi simples que des ordinateurs de bureau ordinaires ou aussi complexes que de grands dispositifs informatiques spécialisés présentant des exigences d'installation particulières. Ces dernières années, de nombreux organismes se sont mis à utiliser des serveurs « hors site » qui hébergent et gèrent des fichiers et des données à partir d'emplacements extérieurs aux bureaux, parfois dans un autre pays. Les serveurs hors site sont des solutions tout à fait acceptables, mais si les utilisateurs du serveur n'ont pas une connexion constante à l'internet, un serveur local peut être préférable.

1 FAI externe
2 Modem
3 Routeur/pare-feu
4 Routeur Wi-Fi
5 Commutateur de réseau
6 Serveur



Sécurité opérationnelle

Les exigences de sécurité opérationnelle de chacun des réseaux locaux doivent suivre des règles de base.

Contrôle d'accès - Seules les personnes autorisées doivent avoir accès aux réseaux et aux appareils informatiques. Tous les ordinateurs doivent être protégés par un mot de passe, et les routeurs Wi-Fi doivent également nécessiter des identifiants de connexion. Certains réseaux autorisent l'accès temporaire d'invités, mais les besoins en matière de paramètres spéciaux varient en fonction de l'environnement opérationnel.

Logiciels malveillants - Tous les appareils informatiques des réseaux doivent être équipés d'une forme de logiciel antivirus et les systèmes d'exploitation doivent être à jour en permanence. Les organismes doivent envisager d'installer des pare-feu et/ou des commutateurs possédant des paramètres gérés afin de réduire également les tentatives d'intrusion ou la transmission de logiciels malveillants.

Politique informatique - Les organismes doivent élaborer des politiques informatiques internes et les communiquer à tous les collaborateurs et utilisateurs du réseau. Les politiques informatiques doivent comprendre des réglementations sur ce qui est considéré comme un comportement acceptable, les règles d'utilisation des différents types de matériel, et établir des directives en cas de non-respect.

Connexions terrestres

Dans un monde où la technologie ne cesse de progresser, des services de téléphonie et internet disponibles et fournis localement deviennent de plus en plus accessibles. Par service fourni localement, on entend ici le service fourni par et à des parties dans les pays d'intervention, généralement par des sociétés locales qui peuvent ou non opérer dans d'autres pays.

Surveillance et intervention

La téléphonie et l'internet fournis localement peuvent s'avérer moins chers et plus rapides que toute autre solution, et l'utilisation de services locaux est encouragée lorsque ces derniers sont sûrs et disponibles. Les organismes humanitaires intervenant dans des contextes multiples doivent toujours garder à l'esprit que les fournisseurs locaux de services de communication vocale et de données exercent toujours sous l'autorisation des autorités et réglementations nationales ainsi que dans les limites définies par celles-ci.

De nombreux opérateurs téléphoniques et fournisseurs d'accès à Internet sont tenus de surveiller pour les gouvernements certains ou tous les utilisateurs de leurs services. Dans certains cas, les entreprises de télécommunications sont partiellement ou entièrement détenues par des gouvernements et peuvent être des extensions des appareils de renseignement ou de sécurité de l'État. Dans des cas extrêmes, les services téléphoniques et internet peuvent être coupés ou refusés à des personnes clés, à des organisations ou à tous les utilisateurs des services en même temps, en raison de préoccupations liées à un conflit, à des troubles politiques ou à d'autres questions de sécurité.

Les organismes humanitaires qui recourent à des services de communication vocale ou de données fournis localement doivent toujours partir du principe que leurs activités peuvent être surveillées ou contrôlées à tout moment, et chercher à mettre en place des systèmes de communication redondants au cas où les services internet ou de communication vocale seraient coupés pour une raison quelconque. Certains gouvernements restreignent fortement l'utilisation de communications extérieures ou indépendantes, telles que les communications par radio ou par satellite, limitant ainsi les options de communications redondantes qui peuvent varier d'une mission à l'autre.

Téléphones/données mobiles

Les téléphones mobiles et les données mobiles deviennent rapidement omniprésents dans le monde entier. Alors que la plupart des gens utilisent de plus en plus régulièrement les téléphones mobiles et les données mobiles, il y a quelques éléments à connaître.

Opérateurs/fournisseurs de services sans fil

Les opérateurs et les fournisseurs de services sans fil sont des sociétés qui entrent directement en contact avec les clients pour fournir des services mobiles sans fil. L'opérateur de services sans fil est souvent la même société qui paie pour l'installation d'un réseau sans fil, mais il arrive souvent que les fournisseurs louent ou prennent en crédit-bail la bande passante des tours de téléphonie mobile d'une autre société pour améliorer leur couverture.

Un opérateur de services sans fil établi dans un pays donné entretient des liens étroits avec les autorités de réglementation et travaille dans le cadre des lois et restrictions nationales relatives à la fourniture de communications sans fil. Étant donné que chaque pays peut présenter des différences subtiles en matière de réglementation ou d'utilisation des communications sans fil pour des raisons historiques ou financières, les spécificités des services fournis dans chaque pays peuvent être légèrement différentes. Chaque opérateur de services sans fil d'un pays émet sur des fréquences sensiblement différentes afin de s'assurer que ses propres signaux subissent le moins d'interférences possible. Les « instructions » spécifiques indiquant au téléphone la fréquence exacte sur laquelle il doit fonctionner proviennent de la carte SIM fournie par l'opérateur.

Opérateur de réseau mobile virtuel (MVNO)

Ces dernières années, on a assisté à une croissance de ce que l'on appelle les opérateurs de réseau mobile virtuel (MVNO). Les MVNO sont des fournisseurs de services mobiles qui ne possèdent ni ne gèrent réellement leur propre infrastructure de réseau, mais qui sont essentiellement des sociétés dont les services dépendent d'autres prestataires de services.

Le modèle des MVNO semble paradoxal : payer pour une société qui paie ensuite une autre société entraîne apparemment toujours une augmentation des coûts. Le modèle des MVNO présente toutefois des avantages distincts : les MVNO peuvent acheter des services sur plusieurs réseaux, y compris des réseaux internationaux, tout en continuant à fournir un service unique et intégré aux utilisateurs. Les MVNO peuvent également acheter de la bande passante et du temps de diffusion en gros à d'autres grands opérateurs, et vendre de plus petites portions à de multiples parties qui ne veulent ou ne peuvent pas payer les grands ensembles de services traditionnels.

Protocoles sans fil

Global System for Mobile Communications (GSM)	Protocole de communication sans fil le plus largement adopté pour les téléphones mobiles. Le GSM a été mis au point par l'Institut européen des normes de télécommunication comme méthode de traitement des normes dans plusieurs pays d'Europe, et est depuis devenu la norme par défaut pour la plupart des pays du monde. Le GSM est très facilement reconnaissable à l'utilisation de cartes SIM.

	Protocole de communication sans fil plus ancien et moins largement adopté, initialement établi avant l'invention du téléphone mobile moderne. L'AMRC représente moins de 10 pour cent des communications mobiles mondiales.
Accès multiple par répartition en code (AMRC)	Les téléphones AMRC n'utilisent pas de cartes SIM pour relier le téléphone à l'opérateur. Cependant, de nombreux téléphones AMRC disposent également d'emplacements pour carte SIM en vue d'une utilisation avec le GSM. Les téléphones AMRC doivent être programmés directement pour communiquer avec le réseau de l'opérateur mobile, et souvent les téléphones AMRC ne peuvent être utilisés que pour un seul fournisseur.

Le GSM est devenu la norme dominante au niveau mondial. Au début des services commerciaux de téléphonie mobile, les opérateurs vendaient des téléphones qui ne fonctionnaient que sur leur fréquence spécifique, ce qui permettait de réduire les coûts car les téléphones ne devaient avoir qu'un seul jeu d'antennes. Toutefois, cela avait pour effet de limiter l'utilisation du téléphone à un seul réseau et de décourager la concurrence. L'action de groupes de défense des consommateurs et l'augmentation du nombre de téléphones utilisés sur les marchés internationaux ont entraîné la vente de téléphones fonctionnant sur toutes les fréquences disponibles au moment de la fabrication. Les téléphones portables modernes peuvent fonctionner sur une grande variété de réseaux d'opérateurs, et avec l'essor des grandes marques spécifiques et des téléphones mondialement populaires, la fabrication reste aussi standardisée.

Même avec des téléphones capables de prendre en charge plusieurs fréquences, les opérateurs vendent encore parfois des téléphones verrouillés, c'est-à-dire programmés pour ne fonctionner que sur le réseau de l'opérateur en question. Cela est généralement justifié par le fait que l'opérateur a peut-être subventionné le coût du téléphone pour le consommateur et qu'il récupère ce coût à travers les frais de service mensuels. La pratique consistant à verrouiller les téléphones est de plus en plus découragée, mais elle existe encore dans de nombreux endroits.

Dans certains contextes, le recours à un seul opérateur mobile n'est pas suffisant, et les utilisateurs peuvent souhaiter en solliciter deux ou plus. De nombreux téléphones mobiles sont équipés d'emplacements pour deux cartes SIM, ou peuvent même être capables de se connecter à la fois aux réseaux AMRC et GSM.

Lors de l'acquisition de téléphones mobiles, les organismes humanitaires doivent prendre en considération les éléments suivants :

- Ce téléphone doit-il fonctionner dans un autre pays ?
- Ce téléphone doit-il être connecté à plus d'un opérateur ?
- Le téléphone devra-t-il être déverrouillé ou fonctionnera-t-il d'office avec n'importe quel réseau ?
- Ce téléphone a-t-il la capacité de fonctionner dans les zones où il est requis ?

Générations de téléphones mobiles

La technologie entourant le fonctionnement des communications mobiles est divisée en « générations », abrégées en « G ». Cette lettre est souvent associée à un chiffre pour éviter la confusion, par exemple 3G, 4G, 5G, etc.

Une « génération » ne comporte pas de technologie spécifique, mais est plutôt définie par une série de normes minimales, notamment le chiffrement des communications vocales, les débits de données et certaines spécifications relatives à la conception des téléphones. Chaque nouvelle génération de communication mobile s'accompagne de nouveaux processeurs et de nouvelles technologies d'antennes qui peuvent ne pas être compatibles avec les générations précédentes. Ainsi, à mesure que de nouvelles générations de téléphones mobiles sont introduites, les appareils mobiles les plus anciens ne fonctionneront probablement pas avec les nouveaux services.

Données mobiles

Les services internet proposés par les opérateurs mobiles sont devenus omniprésents et presque plus importants que les communications vocales ordinaires. Les mêmes limites concernant le matériel, le protocole sans fil, les générations, le verrouillage des opérateurs et la couverture générale s'appliquent toujours aux applications mobiles spécifiques aux données. Si les organismes humanitaires prévoient d'acquérir des points d'accès mobile ou des dongles, ils doivent examiner tous les domaines d'intervention de la même manière qu'ils le feraient pour un téléphone mobile.

Ligne fixe

La communication traditionnelle par ligne fixe est l'une des plus anciennes méthodes de communication électronique encore utilisées dans les contextes humanitaires. Les communications vocales par ligne fixe sont facilitées par une infrastructure physique, généralement des lignes téléphoniques transmettant des signaux par de gros fils de cuivre. Les foyers et les bureaux sont reliés au réseau téléphonique par une connexion physique, qui nécessite en général une installation professionnelle de la part de l'opérateur téléphonique. Les téléphones disposant de numéros dédiés sont appelés « lignes dédiées ».

Les communications sans fil éclipsent rapidement l'utilisation des lignes fixes physiques, en particulier dans les contextes humanitaires où la téléphonie fixe physique n'était pas forcément disponible. Les lignes fixes sont également sensibles aux dommages matériels et peuvent être plus difficiles à réparer. De nombreux organismes peuvent souhaiter utiliser des lignes fixes parce qu'elles sont probablement moins chères et qu'elles proposent un soutien commercial spécialisé. Le choix d'une ligne téléphonique fixe dédiée est laissé à l'appréciation de chaque organisme, mais il est recommandé de toujours disposer de systèmes de communication redondants pour éviter les problèmes en cas de coupure d'un système.

Services internet

Un fournisseur d'accès à Internet (FAI) est un fournisseur de services internet sous quelque forme que ce soit, mais le terme FAI est en général étroitement associé à l'internet fourni par des sociétés basées physiquement dans le pays. Traditionnellement, les FAI fournissaient l'internet via les lignes téléphoniques, mais il existe actuellement un vaste éventail de méthodes différentes pour fournir l'internet à un emplacement fixe, notamment le téléphone, le câble, la fibre optique et même la liaison sans fil point à point. Les communications mobiles étant de plus en plus prisées, les méthodes et la nature des services internet fournis par les FAI ont commencé à se confondre avec d'autres formes de communication mobile.

L'infrastructure internet mondiale est extrêmement complexe et en constante évolution. Dans les termes les plus larges possibles, les FAI locaux servent de passerelle vers des services et des contenus en grande partie hébergés en dehors du pays d'intervention. Les concepts généraux

relatifs à la fourniture de services internet sont les suivants :

Adresse IP - Chaque appareil informatique connecté à l'internet possède ce que l'on appelle une adresse IP, abréviation de « Internet Protocol Address » : adresse de protocole internet.

Serveurs web - Les services web (tels que les sites internet et les applications) sont hébergés sur de grands « serveurs », des ordinateurs qui stockent les données et répondent aux requêtes entrantes. Les serveurs possèdent des adresses IP, tout comme les ordinateurs personnels. Les serveurs d'hébergement web peuvent se trouver ou non dans le même pays que la personne qui utilise les services hébergés sur le serveur. De nombreuses grandes sociétés ont commencé à héberger de très nombreux services sur un ou quelques sites dans le monde.

URL - Le nom d'un site internet (exemple :www.logcluster.org) est défini comme un localisateur uniforme de ressources (URL : « Uniform Resource Locator »). Les URL sont ce que la plupart des gens comprennent couramment comme des adresses de sites internet.

DNS - Des serveurs spécialisés, appelés serveurs de noms de domaine (DNS : « Domain Name Servers »), sont la clé pour traduire ce que nous appelons les URL en adresses IP uniques de serveurs distants. Les serveurs DNS peuvent être contrôlés ou non par les FAI d'un pays spécifique.

Les FAI locaux sont incités à ou dissuadés de donner la priorité à certains types de trafic, ou encore incités à ou dissuadés de les bloquer. De nombreuses lois locales interdisent certains types de contenu pour des raisons culturelles ou politiques. En outre, la faiblesse de la réglementation locale peut amener les FAI privés à favoriser certaines sociétés ou certains services par rapport à d'autres, par pure collusion ou en raison de pratiques anticoncurrentielles. Les FAI ont la possibilité de filtrer ou de bloquer des sites internet assez facilement, surtout s'ils gèrent leurs propres serveurs DNS.

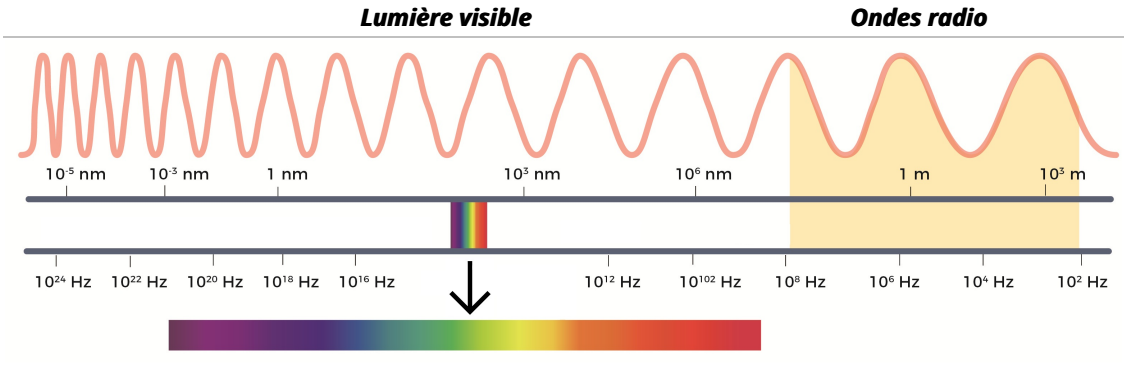
Communications sans fil

Une part importante et croissante de la technologie des communications est désormais sans fil. Plus les processus se font sans fil, plus l'infrastructure qui les entoure devient complexe. Il est de plus en plus important pour l'utilisateur moyen de comprendre les bases de la communication sans fil.

Rayonnement électromagnétique

Toutes les formes de communication sans fil reposent sur ce que l'on appelle le « rayonnement électromagnétique ». Le rayonnement électromagnétique désigne les ondes d'énergie dans le champ électromagnétique, qui transportent (on dit parfois « propagent ») l'énergie électromagnétique rayonnante dans l'espace tridimensionnel. Bien que le terme « rayonnement » ait des connotations négatives dans l'usage courant, utilisé ici il implique simplement qu'une source ponctuelle unique émet (ou « diffuse ») de l'énergie. Le rayonnement électromagnétique n'est pas forcément dangereux pour les humains, mais certaines fréquences et des quantités suffisantes peuvent l'être.

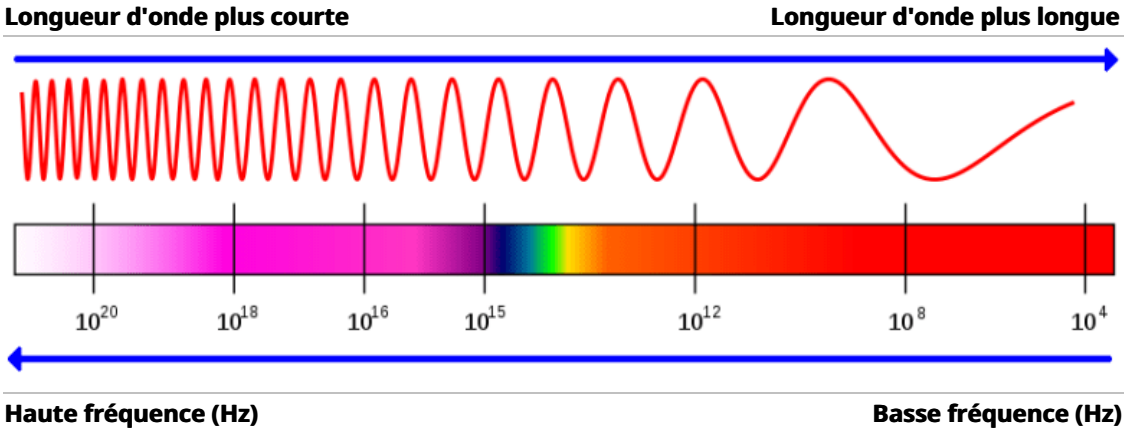
Les observateurs perçoivent le rayonnement électromagnétique sous diverses formes. Les ondes radio et les ondes lumineuses sont des formes de rayonnement électromagnétique, mais elles possèdent des longueurs d'onde différentes et se situent dans des parties différentes du spectre.



Dans le vide, tous les rayonnements électromagnétiques se déplacent à la même vitesse : la vitesse de la lumière. Lorsque les ondes électromagnétiques traversent différentes substances, leur vitesse et/ou leur capacité de transmission commencent à changer en fonction des propriétés de la matière physique et de la longueur d'onde du rayonnement électromagnétique lui-même. Par exemple, les ondes lumineuses et les ondes radio sont toutes deux capables de traverser l'atmosphère terrestre, alors que seules les ondes radio peuvent traverser les murs d'un bâtiment, car la lumière rebondit sur la structure solide. Dans toute situation où un rayonnement électromagnétique interagit avec une forme quelconque de matière, le rayonnement perd toujours au moins une partie de sa force, car les ondes électromagnétiques interagissent avec les molécules de la matière physique elle-même.

Longueur d'onde et fréquence

Dans le rayonnement électromagnétique, il existe une relation directe entre l'énergie, la longueur d'onde et la fréquence. Plus la longueur d'onde est courte, plus la période entre les pics de deux ondes est brève. Comme tous les rayonnements électromagnétiques se déplacent à la même vitesse, plus la longueur d'onde est courte, plus la fréquence relative de l'onde augmente, car la période entre les pics de deux ondes est plus brève. Plus la fréquence augmente, plus l'énergie transmise pendant la même période est importante, ce qui signifie que des longueurs d'onde plus courtes possédant des fréquences plus élevées semblent être plus énergétiques lorsqu'elles sont reçues d'un point d'observation relatif.



Taille/structure de l'antenne

Comme il existe une relation directe entre la longueur d'onde, la fréquence de l'onde et l'énergie de l'onde, il y a également une corrélation directe entre la longueur d'onde et la taille de l'antenne nécessaire pour émettre/recevoir un signal. En pratique, cela signifie que plus la fréquence d'un signal est élevée, plus l'antenne de réception doit être petite, ce qui implique

que les ondes radio situées dans la partie inférieure de la fréquence de transmission nécessitent des antennes beaucoup plus grandes. Pour les organismes humanitaires, des compromis doivent concrètement être trouvés entre l'utilité d'une certaine bande de transmission et la taille réellement possible de leur équipement de réception radio.

Propagation des ondes radio

La vitesse de propagation est définie comme la durée requise pour qu'une chose se déplace vers une autre. La vitesse de propagation des ondes radio dans le vide est la vitesse de la lumière, et cette vitesse peut être influencée par la traversée de divers milieux transparents ou semi-transparents.

En outre, lorsque différentes longueurs d'onde de rayonnement électromagnétique traversent un milieu transparent, elles sont modifiées ou interagissent avec ce milieu de manière subtile et très spécifique, en fonction de divers facteurs. Lorsqu'il s'agit d'utiliser des signaux radio ou à micro-ondes dans l'atmosphère terrestre, il existe des modes de propagation qui ont une incidence sur la communication.

Propagation sur la ligne de visée- La propagation sur la ligne de visée signifie que les signaux radio ne peuvent être reçus et émis avec succès que si aucun objet de grande taille ne bloque la trajectoire entre les points d'émission et de réception. La propagation sur la ligne de visée ne signifie pas que l'émetteur et le récepteur doivent pouvoir se voir physiquement l'un l'autre (comme un satellite en orbite autour de la Terre) ni qu'il doit y avoir un espace complètement ouvert entre deux objets (comme une radio VHF fonctionnant à l'intérieur d'une structure aux murs radiotransparents). La propagation sur la ligne de visée est importante car les collines, les grandes structures et même la courbure de la Terre limitent la portée d'un signal sur la ligne de visée. La plupart des appareils de radiocommunication VHF/UHF et à micro-ondes sont limités par ce mode de propagation.

Propagation par ondes de sol- Les ondes radio peuvent être propagées par ce que l'on appelle les ondes de sol ou « ondes de surface ». La propagation par ondes de sol implique que les ondes radio se déplacent le long de la surface de la Terre et rebondissent sur des structures solides telles que des collines ou des bâtiments. Les communications VHF et UHF peuvent quelque peu bénéficier de la propagation par ondes de sol, mais en général, seuls les signaux à plus haute fréquence en bénéficient.

Propagation ionosphérique - Les ondes radio HF se propagent dans l'atmosphère terrestre en utilisant la propagation ionosphérique ou par « saut ». La propagation ionosphérique permet aux signaux transmis sur des portions de la fréquence HF de rebondir sur l'ionosphère terrestre et d'osciller dans l'atmosphère terrestre bien au-delà de l'horizon. Avec la propagation ionosphérique, les ondes sont capables de contourner la courbure de la surface de la Terre, parfois sur de grandes distances, mais ces distances sont influencées par une série complexe de facteurs environnementaux.

En pratique, tout le spectre des ondes radio interagit avec son environnement de nombreuses manières différentes, ce qui signifie que plusieurs formes de propagation sont possibles.

- **Absorption** - Les ondes radio sont absorbées et neutralisées par de grands objets fixes comme les bâtiments.
- **Réfraction** - Lorsque les ondes radio traversent un milieu de densité variable, leur trajectoire peut être modifiée.
- **Réflexion** - Les ondes radio rebondissent sur des objets fixes ou solides, envoyant les signaux dans une nouvelle direction.
- **Diffraction** - Tendance des ondes radio à se courber vers de grands objets lorsqu'elles

passent au-dessus/autour de ceux-ci.

Les conséquences combinées de ces différents effets créent ce que l'on appelle la propagation par trajets multiples. La propagation par trajets multiples entraîne en pratique une réception apparemment aléatoire ou irrégulière des signaux. C'est pourquoi la puissance du signal peut être augmentée ou diminuée si l'on se déplace d'un ou de quelques mètres dans une direction ou une autre, ce qui peut créer des zones blanches pour la communication par radio.

Communications par satellite

L'accès aux communications par satellite et leur disponibilité n'ont cessé de croître au cours des dernières décennies, et bien que le nombre de fournisseurs et la disponibilité à grande échelle des fournisseurs de services internet et de communication vocale terrestres ou locaux aient considérablement augmenté au cours des dernières décennies, les organismes humanitaires dépendent toujours fortement des communications par satellite dans une variété de contextes.

Aspects techniques des communications par satellite

Réglementations nationales

Même si les signaux satellitaires peuvent théoriquement être reçus en tout lieu situé dans la zone de couverture du satellite, il existe toujours des réglementations nationales régissant l'utilisation des communications par satellite dans différents pays. Certains pays peuvent exiger des licences et des enregistrements spéciaux pour l'utilisation d'équipements satellitaires, tandis que d'autres pays peuvent les interdire purement et simplement. De nombreux gouvernements entretiennent des liens étroits avec les fournisseurs de télécommunications locaux, ce qui leur permet de surveiller et de contrôler le trafic de communications vocales et internet. Les appareils de communication par satellite peuvent contourner bon nombre de ces contrôles et le font effectivement. Certains États autorisent l'utilisation de quelques équipements de communication par satellite, mais exigent l'installation d'un matériel supplémentaire sur le site de l'utilisateur pour surveiller correctement les activités.

Avant d'acheter, d'importer, d'utiliser ou de vendre tout équipement de communication par satellite, les organismes humanitaires doivent rechercher et comprendre les réglementations locales. Le non-respect des réglementations peut entraîner de lourdes sanctions.

Latence

Le décalage temporel entre l'envoi d'un signal ou d'un paquet d'informations et sa réception est appelé « latence » en termes de TIC. La latence a un impact sur toutes les formes de communication électronique, mais les utilisateurs de communications par satellite sont particulièrement touchés par ce phénomène. Les distances inhérentes à la communication par satellite et les types d'infrastructures de communication en place pour prendre en charge les communications par satellite peuvent entraîner des niveaux de latence assez élevés entre les utilisateurs. Cela est particulièrement sensible lors de la communication vocale par téléphone satellitaire ou par connexion VoIP : les utilisateurs seront probablement confrontés à une certaine forme de retour différé et devront modérer leur style de communication en conséquence.

Foyer de l'antenne

Les appareils de communication par satellite peuvent utiliser des antennes dites « omnidirectionnelles » et « unidirectionnelles ».

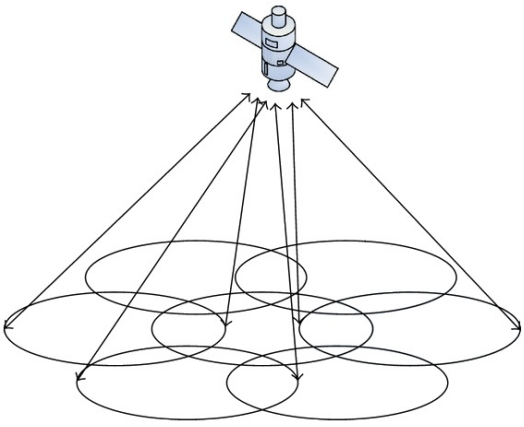
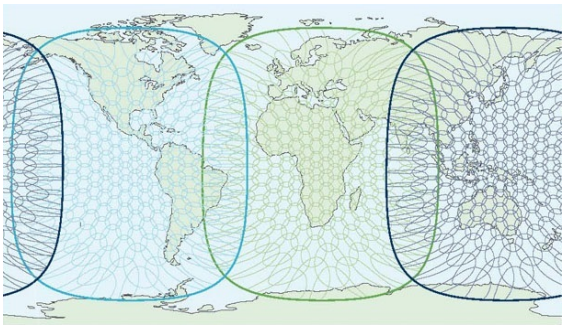
- **Antenne omnidirectionnelle** - L'antenne n'a pas besoin d'être spécifiquement orientée et peut envoyer/recevoir des signaux depuis n'importe quelle direction.
- **Antenne unidirectionnelle** - L'antenne ne peut envoyer et recevoir des signaux que dans une seule direction et doit être orientée directement vers le satellite. Les antennes unidirectionnelles ont tendance à être utilisées pour les signaux plus forts.

L'antenne utilisée par chaque appareil dépend de la nature de l'appareil et de sa relation avec le satellite.

Faisceaux ponctuels

Lors de la transmission des communications au sol, les satellites utilisent diverses antennes pour émettre et recevoir des fréquences. Afin de mieux contrôler les zones spécifiques desservies par les satellites ou de compenser les défaillances potentielles des équipements, de nombreux satellites de communication utilisent ce que l'on appelle des « faisceaux ponctuels ».

Lorsqu'une configuration de faisceau ponctuel est utilisée, le satellite divise le signal en de nombreuses zones de couverture géographique plus petites. Souvent, ces faisceaux ponctuels correspondent directement à des composants matériels physiques tels que des processeurs, des composants d'antenne individuels ou d'autres éléments autonomes. Dans la plupart des cas, si les faisceaux ponctuels spéciaux permettent aux fournisseurs de communications par satellite d'augmenter ou de réduire la bande passante disponible dans des faisceaux ponctuels spécifiques, ils limitent également le débit maximal par faisceau ponctuel. En d'autres termes, la capacité maximale de production de données de l'ensemble du satellite ne peut pas nécessairement être utilisée à un seul endroit.

Exemple : faisceaux ponctuels	**Couverture réelle des faisceaux ponctuels - Inmarsat**
	

Il est important pour les organisations humanitaires qui utilisent les communications par satellite de comprendre la couverture des faisceaux ponctuels. Souvent, à la suite d'une catastrophe ou dans des situations d'urgence compliquées, de nombreux organismes humanitaires sont installés dans les mêmes groupes de villes et complexes. Dans les situations où la plupart ou tous les acteurs tentent d'accéder au même service de communication par satellite au même moment, ils peuvent saturer la capacité de ce faisceau ponctuel spécifique. C'est pourquoi, même si une ou quelques personnes seulement utilisent la communication vocale ou de données dans un complexe, le système peut être lent, car tous les voisins peuvent faire la même chose en même temps.

Taux de contention

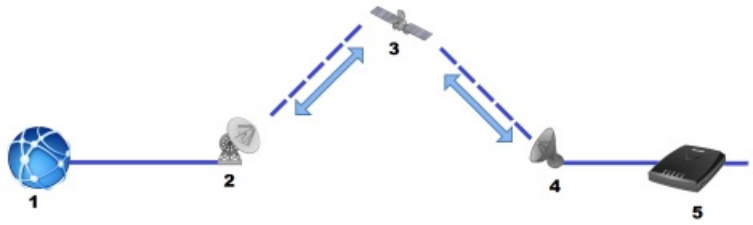
Le taux de contention, en matière de fonctionnement normal en réseau, désigne le rapport entre la capacité potentielle de la bande passante d'un réseau et son utilisation réelle. Dans le monde des communications par satellite, le taux de contention prend toutefois un tout autre sens. Le taux de contention désigne alors le nombre de stations de base individuelles qui utilisent la même connexion et le même canal au même moment. Un rapport de 8:1 indique que huit stations de base au total se connectent au satellite en même temps, et toute organisation utilisant un contrat fondé sur un rapport de 8:1 doit être prête à partager la bande passante avec sept autres organisations à tout moment.

Dans le cadre d'une intervention humanitaire, le taux de contention des utilisateurs peut rapidement poser des problèmes. Comme de nombreuses organisations se précipitent sur les lieux d'une catastrophe, souvent sans aucune autre infrastructure de communication en état de marche, le nombre d'organisations utilisant simultanément un réseau de communication par satellite peut vite augmenter, notamment pour les services internet. De nombreux fournisseurs de communications par satellite peuvent proposer des formules sur mesure qui garantissent des taux de contention plus faibles, mais ces formules ont tendance à être plus coûteuses. Lorsque vous prévoyez d'utiliser un appareil de communication par satellite, planifiez à l'avance et sachez pourquoi il devra être utilisé. Cet appareil sera-t-il utilisé pour un usage occasionnel dans des zones où la couverture téléphonique ou internet est irrégulière ? Ou cet appareil sera-t-il utilisé comme point d'accès principal pour plusieurs utilisateurs essentiels aux activités ? Si un dispositif de données est destiné à être massivement utilisé dans des situations d'urgence, il convient peut-être d'envisager une formule à faible taux de contention.

Centre d'opérations du réseau (NOC)

Dans le domaine des communications par satellite, le terme « centre d'opérations du réseau » (NOC) est communément utilisé pour désigner tout emplacement par lequel un satellite achemine le trafic terrestre. Lors de l'utilisation d'un téléphone satellitaire ou de l'internet par satellite, bien que le combiné ou la station de base puisse communiquer directement avec le satellite, le satellite lui-même doit finalement acheminer son trafic par une autre forme de connexion pour achever la communication. Très peu de satellites offrent une communication directe de point à point, alors que la grande majorité du temps, l'autre extrémité de réception, un ordinateur ou un service hébergé sur téléphone mobile, se trouve sur un réseau entièrement différent.

1 FAI externe
2 NOC
3 Satellite
4 Station de base
5 Modem satellitaire



Les NOC sont la passerelle vers le reste du monde et peuvent acheminer les communications de manière appropriée. Ils sont exploités spécialement et peuvent être détenus ou sous-traités par le fournisseur de satellites. Dans les grands réseaux de communication par satellite, une série complexe de NOC peut être utilisée pour couvrir différentes régions géographiques et des objectifs particuliers. Les NOC sont également l'un des nombreux éléments d'infrastructure nécessaires pour permettre les communications par satellite, mais ils peuvent aussi constituer un autre point de la chaîne de communication susceptible de ralentir les connexions.

Malheureusement, les utilisateurs des services n'ont pratiquement aucun contrôle sur les problèmes causés par les NOC.

Bandes de transmission

Les satellites de communication fonctionnent en utilisant diverses formes de transmission par radio et micro-ondes, qui se trouvent toutes deux sur le spectre des longueurs d'onde électromagnétiques. Pour communiquer avec les satellites depuis la Terre et vice versa , il faut des longueurs d'onde capables de pénétrer dans l'atmosphère et de faire face à un large éventail d'interférences ambiantes. En outre, les fournisseurs de communications par satellite se sont mis d'accord sur certaines normes conformes aux réglementations nationales et internationales. Lorsqu'on parle de communications par satellite, les bandes de transmission les plus courantes sont les suivantes :

L	1,0-2,0 gigahertz (GHz), gamme des ondes radio
C	4,0-8,0 gigahertz (GHz), gamme des micro-ondes
Ku	12,0-18,0 gigahertz (GHz), gamme des micro-ondes
Ka	26,5-40,0 gigahertz (GHz), gamme des micro-ondes

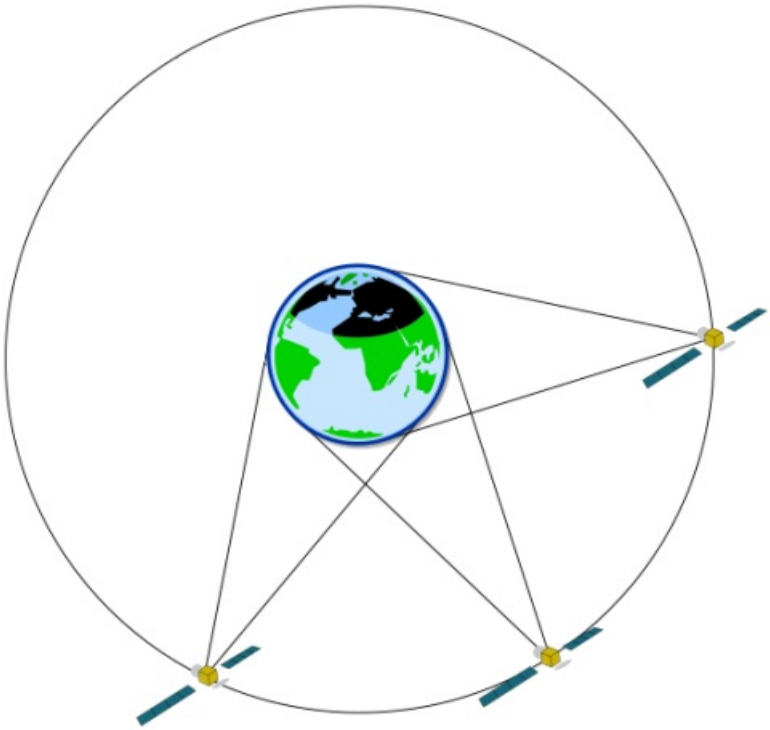
Compréhension des orbites

Par définition, les satellites se trouvent au-dessus et en dehors de l'atmosphère terrestre et se déplacent le long de trajectoires courbes qui font le tour du globe, appelées orbites. Deux objets dans le vide spatial interagissent l'un avec l'autre en fonction de leur masse respective, de leur vitesse et des distances qui les séparent. Pour maintenir une orbite constante autour de la Terre, les satellites doivent se déplacer sur leur trajectoire orbitale à des vitesses différentes en fonction de leur distance orbitale par rapport à la Terre. Un déplacement trop lent entraînerait le retour du satellite dans l'atmosphère terrestre, tandis qu'un déplacement trop rapide entraînerait la sortie de l'orbite du satellite et son libre envol dans l'espace. En plus des vitesses variables en fonction de sa distance par rapport à la Terre, plus un satellite est éloigné de la Terre, plus sa trajectoire orbitale circulaire est longue.

Les différences de vitesse et la longueur du trajet qu'un satellite doit parcourir en orbite, combinées au fait que la Terre tourne sur son axe, donnent lieu à des expériences extrêmement différentes lorsque les satellites sont vus depuis un emplacement relatif à la surface de la Terre. Si un satellite unique est en orbite près de la Terre, il peut n'être « visible » que pendant une courte période depuis un point donné de la surface de la Terre. Si un satellite unique est en orbite près de la Terre le long d'une trajectoire prédéfinie qui ne change pas (le long de l'équateur terrestre par exemple), il peut ne jamais être « visible » depuis certains angles, comme les zones proches des pôles de la Terre.

Inversement, plus un satellite unique est éloigné de la Terre, plus son angle de vue est large, ce qui signifie qu'il peut être atteint de manière plus constante depuis n'importe quel point donné de la Terre. Toutefois, la vitesse à laquelle un satellite peut tourner autour de la Terre à une plus grande distance peut rendre le satellite inaccessible pendant des périodes plus longues, voire tout à fait inaccessible selon l'emplacement de l'observateur.

Comprendre le fonctionnement des satellites est essentiel pour les organisations humanitaires qui prévoient d'utiliser les communications par satellite comme partie intégrante de leurs propres interventions.



Orbite géosynchrone/géostationnaire

Lorsque le temps nécessaire à un satellite pour parcourir une orbite complète correspond au temps nécessaire à la Terre pour effectuer une rotation complète sur son axe, et lorsque le satellite est en orbite directement au-dessus de l'équateur et dans le même sens que la rotation de la Terre, il se trouve en orbite « géosynchrone ». Le résultat pratique d'une orbite géosynchrone est que, vu de la surface de la Terre, le satellite semble rester à tout moment à l'endroit exact au-dessus de la surface de la Terre et peut donc être appelé un satellite « géostationnaire ».

Un satellite géosynchrone se trouve toujours à une altitude fixe de 35 786 km et peut atteindre environ 40 pour cent de la surface de la Terre dans la zone située immédiatement sous le satellite. À la distance la plus courte, il y a toujours un décalage d'au moins 240 millisecondes, ou 0,25 seconde, entre le moment où les données ou le message sont envoyés et celui où ils sont reçus de l'autre côté. Toutefois, en fonction de la disposition du réseau, de la vitesse du matériel physique et de l'emplacement de l'émetteur/du récepteur dans cette zone de couverture de 40 pour cent, la latence peut être plus importante.

Les satellites en orbite géosynchrone sont pratiques lorsqu'un seul ou quelques satellites sont nécessaires ou utilisés pour fournir un service continu à une vaste zone. Étant donné que les satellites ne bougent pas par rapport à l'observateur, les appareils de communication accédant à un satellite géostationnaire doivent être installés et orientés de façon permanente, et ne peuvent pas être déplacés ou réorientés facilement. Cela signifie que, bien que les récepteurs satellitaires ne soient pas mobiles, ils n'ont pas besoin d'être compacts et peuvent être aussi grands que nécessaire.

Malheureusement, le fait que des satellites géostationnaires uniques couvrent une vaste zone signifie qu'ils peuvent desservir et desservent effectivement un grand nombre de stations de base fixes, et que tous les utilisateurs dans la zone géographique de couverture dépendent d'une source unique pour transmettre et gérer leurs communications. Cela entraîne souvent une disponibilité limitée de la bande passante et peut causer des problèmes de sécurité, un

seul satellite constituant un point de défaillance unique. En outre, les satellites géostationnaires sont faciles à bloquer ou à brouiller pour les gouvernements ou les armées disposant de la technologie appropriée, car la longueur d'onde globale reste constante et peut être équilibrée.

Orbite terrestre basse

Le terme « satellite en orbite terrestre basse » (Low Earth Orbit, LEO) est un terme fourre-tout utilisé pour décrire tout satellite fonctionnant à une altitude inférieure à 2 000 km, tandis que le terme « orbite terrestre très basse » (Very Low Earth Orbit, VLEO) est réservé à tout satellite dont l'orbite est inférieure à 450 km. Il n'y a pas de trajectoire ou de distance définie pour les satellites de communication qui peuvent occuper la gamme LEO, et il existe une grande variété de fournisseurs et de configurations de satellites différents qui utilisent ce système.

Les satellites LEO orbitent relativement rapidement par rapport à la rotation de la Terre, et parcourent au minimum 11,25 orbites de la Terre en une seule journée, et même plus pour les satellites LEO plus bas disposant de distances orbitales plus courtes. Étant donné que les satellites LEO sont beaucoup plus proches de la Terre, leur champ de « vision » est beaucoup plus réduit et chaque satellite LEO ne peut couvrir qu'un petit pourcentage de la surface de la Terre à la fois. Les satellites LEO ne sont pas non plus limités par la direction de leur orbite ; ils peuvent être en orbite du nord au sud le long des pôles, le long de l'équateur terrestre ou selon des schémas diagonaux qui modifient constamment leur zone de couverture relative.

Si un appareil de communication à la surface de la Terre ne devait communiquer qu'avec un seul satellite LEO, la communication serait impossible pendant une grande partie de la journée. Pour remédier à ce problème, les fournisseurs de communications par satellite mettent en place plusieurs satellites et les font communiquer entre eux dans une constellation ou un réseau de satellites. Les satellites LEO d'un réseau communiquent soit directement, soit par l'intermédiaire de plusieurs centres d'opérations du réseau (NOC) au sol. Le nombre et la zone de couverture approximative des satellites LEO dans un réseau sont extrêmement variables, et peuvent aller d'un petit nombre pour des applications spécifiques à des réseaux potentiels de centaines de satellites servant un seul objectif.

Les satellites LEO offrent des avantages dans la mesure où le nombre accru de satellites de communication opérationnels peut augmenter considérablement la disponibilité de la bande passante exploitable. Les réseaux de satellites LEO présentent également certains avantages en matière de sécurité : si un seul satellite connaît des problèmes techniques, cela n'aura probablement pas d'incidence sur les autres satellites de la constellation. Les satellites LEO sont aussi beaucoup plus difficiles à brouiller par radar, car leur mouvement rend l'interférence des signaux plus difficile sur le plan technique.

Malheureusement, les satellites LEO entraînent également des coûts de démarrage et d'utilisation nettement plus élevés, car l'envoi et le maintien de plusieurs satellites en orbite ajoutent des coûts supplémentaires au processus. En outre, comme les satellites LEO possèdent des champs de vision plus étroits, il peut être plus compliqué de maintenir un signal constant dans certains environnements opérationnels.

Le nombre de fournisseurs de services LEO et VLEO a récemment augmenté, car le fret spatial commercial devient plus viable financièrement et le matériel pour fabriquer des satellites de communication devient plus petit et moins cher.

Terminal à très petite ouverture (VSAT)

L'internet par satellite VSAT est probablement l'une des formes de communication par satellite les plus établies et les plus largement utilisées par les organismes humanitaires. La technologie VSAT (abréviation de « Small Aperture Terminal ») a été mise au point dans les années 1960 et est devenue universellement disponible dans le commerce à partir des années 1980. Bien que son coût ait été prohibitif au début, on peut aujourd'hui trouver facilement des fournisseurs de VSAT dans la plupart des pays où les communications VSAT sont autorisées par la législation locale. Les VSAT se distinguent par leurs grandes antennes de satellite paraboliques unidirectionnelles.

Les VSAT fonctionnent exclusivement à partir de satellites géostationnaires. Au cours des dernières décennies, diverses sociétés ont lancé de nombreux satellites géostationnaires spécifiques aux VSAT, généralement positionnés au-dessus des régions du monde où elles pensent que la plupart des clients sont ou seront situés. Bien qu'il existe des pièces universelles dans l'équipement VSAT, il convient de noter que les installations VSAT ne peuvent pas passer d'un satellite à l'autre sans qu'il ne soit nécessaire d'acquérir un nouveau matériel, de repositionner l'antenne parabolique et probablement de conclure un contrat commercial avec une autre société de services. Les VSAT utilisent en grande partie le spectre des bandes C, Ku et Ka, et les fournisseurs de communications utilisent même des fréquences particulières au sein de ces bandes. Pour cette raison, les composants spécifiques à un fournisseur VSAT ne peuvent probablement pas être utilisés pour un autre fournisseur.

Les connexions VSAT sont en général facturées sur une base mensuelle, comme avec un fournisseur d'accès à Internet terrestre ordinaire. Toutefois, des dispositions spéciales peuvent être prises pour que l'utilisation ne se fasse qu'à certaines heures de la journée/semaine, ou uniquement en cas d'urgence. Le coût mensuel de l'internet fourni par VSAT varie considérablement en fonction du forfait de données, de l'utilisation, du nombre de VSAT régis par un contrat et de la situation géographique générale, mais il peut facilement atteindre plus de 1 000 dollars par mois pour une connexion de base. Les vitesses de téléchargement varient également selon le matériel et des conditions du contrat.

Les services internet fournis par les VSAT, bien que coûteux, sont encore largement l'une des connexions internet par satellite les moins chères disponibles. En outre, l'internet VSAT est généralement capable de prendre en charge simultanément plusieurs ordinateurs connectés et des appareils compatibles IP. Même si les vitesses de chargement et de téléchargement ne seront jamais égales à celles de la plupart des connexions terrestres, les VSAT sont encore largement considérés comme l'option satellite privilégiée pour les entreprises ou les maisons d'hôtes dans lesquelles plusieurs personnes travaillent et vivent.

Bien que le terme « très petite » puisse laisser penser que les VSAT sont de petite taille, il s'agit en fait actuellement de l'un des plus grands terminaux de communication par satellite utilisés dans le commerce. Les antennes de satellite paraboliques employées dans les installations VSAT peuvent être très lourdes et mesurer jusqu'à 1,5 mètre de long, voire plus, et nécessitent un ancrage solide.

Installations VSAT fixes

Dans les installations fixes, les antennes paraboliques elles-mêmes sont en général solidement fixées à un poteau métallique autonome qui est coulé dans le sol avec du béton ou ancré à un bâtiment. Les antennes paraboliques fixes installées à un endroit spécifique sont spécialement conçues pour correspondre à la fois à la fréquence de transition en GHz du satellite de connexion et à l'emplacement géographique de la station de base, et doivent être soigneusement alignées et calibrées pour fonctionner avec le FAI sélectionné. L'installation des VSAT ne doit être effectuée que par des professionnels, travaillant généralement pour le compte du FAI.

VSAT mobiles

Récemment, de nombreux intervenants en situation d'urgence ont opté pour une technologie VSAT mobile plus avancée. Bien qu'il existe d'autres technologies de terminaux terrestres mobiles, ce qui est important dans le cas des VSAT mobiles, c'est que leur technologie sous-jacente est la même que celle des VSAT ordinaires : des antennes paraboliques relativement grandes et spécialement fabriquées qui fonctionnent à partir de satellites géostationnaires. L'équipement VSAT mobile doit être spécifiquement conçu pour l'application mobile, notamment :

- Antennes paraboliques pliables ou démontables.

- Éventuellement plusieurs BUC ou modems.
- Support d'antenne parabolique réglable.

Certains VSAT mobiles sont capables de détecter automatiquement le satellite approprié et de s'aligner, et sont appelés VSAT « à acquisition automatique ». D'autres VSAT mobiles nécessitent une configuration manuelle à chaque fois. Les VSAT mobiles ont tendance à être très chers, leur manipulation et leur installation exigent une formation spécialisée. Avant de tenter d'acheter un VSAT mobile, une organisation doit en comprendre l'utilisation finale prévue. Dans la mesure du possible, un VSAT mobile ne doit jamais être utilisé à la place d'un VSAT permanent.

Composants VSAT

Contrairement aux autres terminaux terrestres mobiles autonomes, les VSAT sont constitués de plusieurs pièces d'équipement spécialisé qui doivent être spécifiées pour l'application.

1. Antenne de satellite parabolique (également appelée « réflecteur ») - antenne parabolique constituée d'un matériau non radiotransparent qui réfléchit les informations en provenance et à destination du satellite vers le foyer de l'antenne.
2. Convertisseur élévateur de bloc (BUC) - Les unités BUC convertissent les signaux à faible énergie en signaux à haute énergie et sont utilisées pour « envoyer » le signal du VSAT.
3. Convertisseurs de blocs à faible bruit (LNB) - Les LNB convertissent les signaux à haute énergie en signaux à faible énergie et sont utilisés pour convertir les données reçues du satellite en un signal exploitable par le modem.
4. Modem - matériel propriétaire qui traduit le signal du satellite en données exploitables par un ordinateur ou un réseau informatique.

Les BUC, LNB et modems ont tous besoin d'une certaine forme d'alimentation externe, même si elle est en général relativement faible. Si une base ou un bureau doit être privé d'électricité plusieurs fois par jour ou par semaine, il faudra envisager une batterie de secours pour le VSAT si l'internet fourni par satellite est nécessaire en permanence. De plus, les unités BUC et LNB sont à l'extérieur et facilement accessibles. Bien qu'elles soient relativement peu puissantes, il

faut que les utilisateurs évitent de les toucher ou d'entrer en contact avec elles lorsqu'elles sont sous tension. Si nécessaire, l'antenne parabolique peut être signalée par un panneau d'avertissement, ou même être clôturée dans un endroit sûr.

Problèmes courants des VSAT

Bien que les VSAT soient assez bien établis et bien utilisés, ils ne sont pas exempts de problèmes et les utilisateurs peuvent réellement commettre des erreurs courantes.

Intempéries	Les bandes utilisées par les VSAT (C et Ku) peuvent être affectées par des intempéries, notamment de fortes pluies, des orages, des tempêtes de sable et même un épais brouillard. Toute particule minuscule en suspension dans l'atmosphère peut avoir et aura un impact sur les signaux radio en provenance et à destination d'un satellite.
Signaux bloqués	Les antennes de satellite paraboliques utilisées pour les VSAT doivent avoir une ligne de visée directe vers le ciel pour fonctionner correctement. Les bâtiments et les structures, les arbres, les collines, les véhicules et même les personnes peuvent bloquer les signaux s'ils sont placés devant les antennes de satellite paraboliques. Lors de l'installation d'une antenne de satellite parabolique, les utilisateurs doivent prévoir les activités qui pourraient avoir lieu autour de l'antenne ou les changements futurs qui pourraient avoir une incidence sur l'installation. Des arbres peuvent pousser et finir par bloquer un signal, et il faudra alors soit élaguer l'arbre, soit déplacer l'antenne parabolique. Il arrive que des véhicules stationnés ou des matériaux entreposés bloquent involontairement des antennes paraboliques. En outre, en raison de la nature généralement permanente des antennes paraboliques, les utilisateurs peuvent tout simplement oublier comment elles fonctionnent, et la construction d'une nouvelle structure ou l'élévation d'un mur d'enceinte peut bloquer le signal. Si les utilisateurs rencontrent des problèmes avec les signaux VSAT par beau temps, ils doivent d'abord vérifier si quelque chose bloque le signal.
Faible puissance	L'équipement VSAT nécessite toujours de l'énergie pour recevoir, émettre et interpréter les signaux provenant de l'espace. Parfois, un équipement sous-alimenté peut sembler encore fonctionner, mais ne pas être réellement capable d'être performant. Un équipement peu alimenté ou sous-alimenté peut être dû à un générateur ou à un réseau électrique mal entretenu.

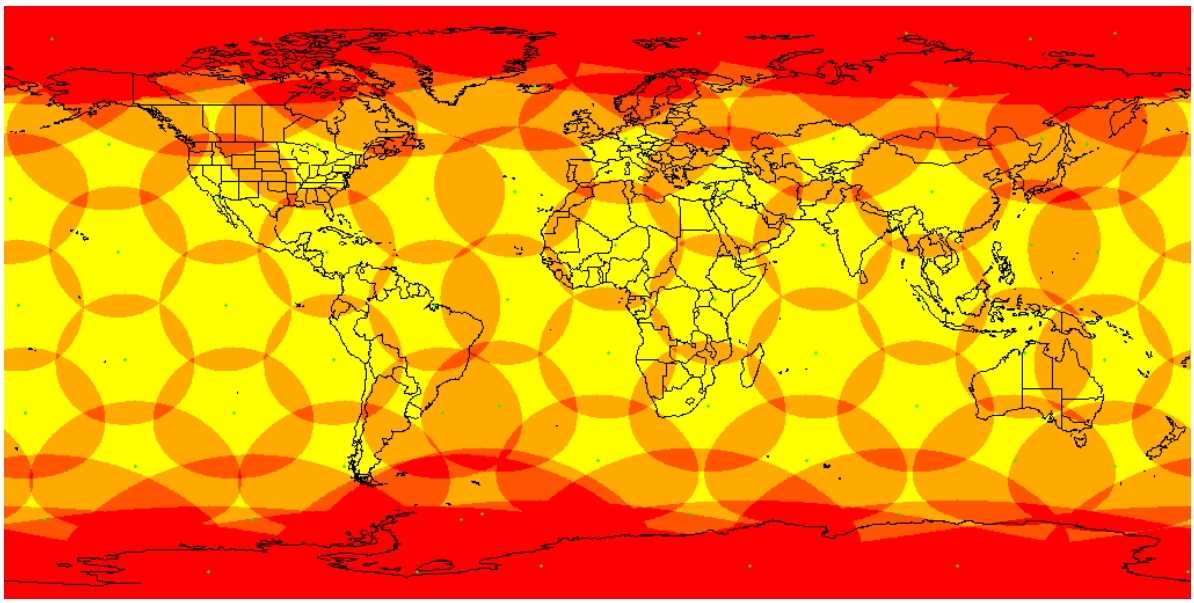
Systèmes mobiles de communication vocale et de données par satellite

Le nombre et la disponibilité des dispositifs mobiles de communication vocale et de données fonctionnant à partir de satellites de communication ont augmenté. Ces dispositifs fonctionnent généralement à partir de réseaux de satellites propriétaires qui ont leurs propres configurations, lacunes et éléments particuliers. De nombreuses sociétés qui ne proposaient au départ qu'un seul type de solutions de communication vocale ou de données se sont mises à offrir un éventail de produits pour la communication vocale et l'internet en utilisant leurs propres réseaux de satellites. C'est pourquoi il est logique de présenter ces produits par fournisseur plutôt que par type de service.

Iridium

La constellation de satellites Iridium est l'un des premiers arrivants sur le marché des services de communications mobiles par satellite, lancé en 1998 et fournissant un service continu depuis. Aujourd'hui, Iridium est largement utilisé aussi bien par les armées, les sociétés commerciales que les humanitaires.

Le réseau Iridium est composé de 66 satellites LEO en orbite autour de la Terre d'un pôle à l'autre, qui utilisent la bande L pour les liaisons montantes et descendantes.



Carte de couverture d'Iridium

À l'origine, Iridium fournissait uniquement des services de communication vocale en utilisant de grands combinés qui communiquaient avec les satellites en orbite, mais Iridium offre désormais des services de données limités pour la connexion à Internet. L'idée de base du réseau n'est pas très différente de celle des tours de téléphonie mobile modernes : il y a un « transfert » de signal entre les satellites, ce qui signifie que les utilisateurs au sol peuvent ne pas remarquer qu'un satellite passe au-dessus de l'horizon et que le téléphone se connecte à un autre satellite.

Les avantages du réseau Iridium sont que sa couverture est mondiale et qu'il fonctionne raisonnablement sur n'importe quel endroit de la surface de la Terre. Iridium est avantageux pour les organismes qui peuvent envoyer des utilisateurs vers n'importe quel ou plusieurs endroits de la planète, surtout en cas d'urgence imprévue. Sa couverture mondiale l'a rendu très attrayant pour certains secteurs, comme l'aviation et le domaine maritime. En pratique, les téléphones Iridium sont confrontés aux mêmes difficultés que tous les satellites LEO. Le fait que les satellites soient en mouvement constant signifie qu'ils se déplacent inévitablement vers des positions dont la couverture est moindre. Si un utilisateur se trouve dans un environnement urbain, une forêt, ou s'il est entouré de montagnes ou de gorges, la puissance du signal peut être intermittente.

Les appareils Iridium se connectent via des antennes unidirectionnelles et sont disponibles dans une variété de formats. Bien que les appareils Iridium fournissent des services de données, ceux-ci sont généralement limités à moins d'un mégaoctet par seconde de téléchargement. La majorité des appareils Iridium commerciaux utilisés dans le secteur humanitaire sont autonomes, ce qui signifie qu'ils n'ont besoin que d'une charge de batterie ou d'une connexion à une source d'alimentation pour fonctionner, mais il existe divers accessoires pour en élargir l'utilisation.

Exemple de téléphone à combiné Iridium

Thuraya

Le réseau Thuraya, comme Iridium, a commencé à proposer des services de communication vocale par satellite de qualité grand public et est devenu un réseau largement utilisé et fiable. Thuraya a commencé à offrir des services en 2003 et utilise actuellement deux satellites géostationnaires pour fournir des services de communication vocale et de données aux utilisateurs au sol.

En raison de la nature géosynchrone des satellites, le réseau Thuraya ne dessert qu'un nombre fixe d'emplacements géographiques sur la Terre, principalement en Europe, en Afrique, au Moyen-Orient, en Asie du Sud et centrale ainsi qu'en Océanie.

Carte de couverture. Source : Thuraya

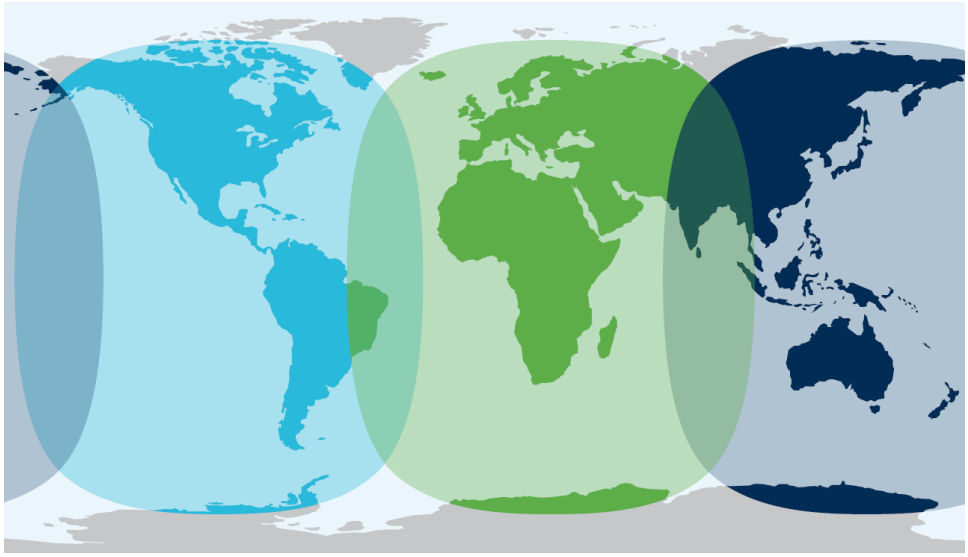
Les appareils vocaux Thuraya fonctionnent sur le spectre de la bande L et utilisent des antennes omnidirectionnelles pour se connecter. Le recours à seulement deux satellites géosynchrones permet de réduire les coûts d'exploitation, mais les limites comprennent une latence et des interférences accrues, ainsi qu'un potentiel d'interférences environnementales plus important. En outre, Thuraya ne peut malheureusement pas desservir les Amériques ni les endroits situés trop au nord ou trop au sud de l'un des hémisphères.

Thuraya propose également des services internet via des terminaux propriétaires. Les terminaux internet de Thuraya sont unidirectionnels et nécessitent une orientation physique pour se connecter à l'un des deux satellites. Il existe cependant des modèles à orientation automatique, disponibles à des coûts plus élevés et en fonction des besoins de l'utilisateur. Les terminaux terrestres de Thuraya peuvent facilement atteindre des vitesses de 400 kilo-octets par seconde.

Terminal internet mobile Thuraya IP	**Téléphone à combiné Thuraya**

Inmarsat/BGAN

Inmarsat a démarré comme une organisation sans but lucratif visant à soutenir les navires maritimes, mais a été privatisée en 1998. Inmarsat a commencé à proposer des services mondiaux de communication de données via Internet par satellite à partir de 2008 à travers le réseau mondial à large bande (BGAN). Le réseau BGAN fonctionne à partir de trois satellites géosynchrones positionnés stratégiquement pour couvrir la plupart des zones maritimes et continentales utilisées par les activités et les établissements humains.



Carte de couverture. Source : Inmarsat

Inmarsat propose une vaste gamme de terminaux BGAN conçus pour différents niveaux de débit et d'utilisation. Tous les terminaux BGAN sont unidirectionnels, fonctionnent sur la bande L et nécessitent une orientation de la part de l'utilisateur. Cependant, plusieurs modèles comprennent des modèles à orientation automatique pour une utilisation sur des véhicules en mouvement. Selon le type de terminal, les vitesses du BGAN peuvent atteindre 800 kbps, et certains terminaux BGAN peuvent même être reliés entre eux pour produire des vitesses supérieures à un mégaoctet par seconde. Comme tous les satellites Inmarsat sont géostationnaires, les mêmes limites habituelles s'appliquent.

Au début des années 2010, Inmarsat a également commencé à proposer des services de communication vocale autonomes. Les forfaits de communication vocale spécifiques fonctionnent avec des téléphones à combiné autonomes qui utilisent des antennes omnidirectionnelles partout où le service BGAN est fourni.

Terminaux BGAN	**BGAN à acquisition automatique monté sur le toit**

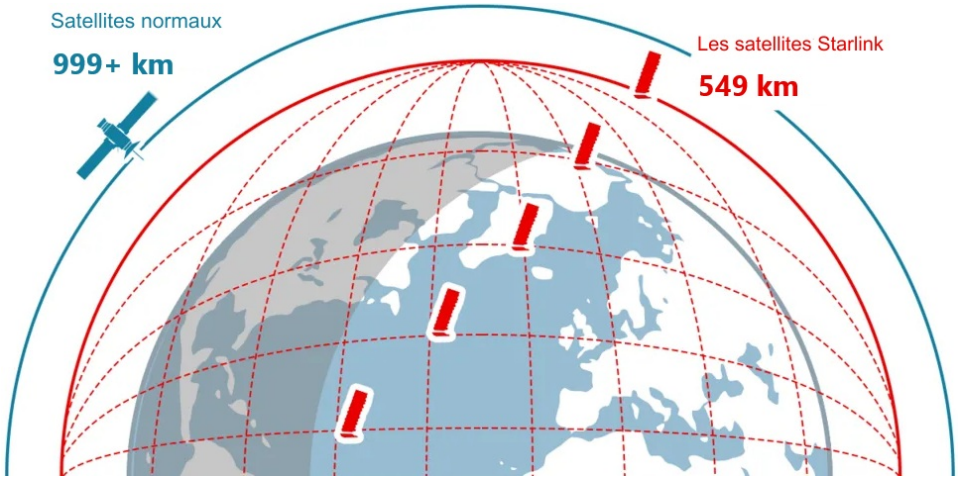
Starlink

Starlink est l'une des entreprises les plus récentes à proposer un accès Internet par satellite à haut débit . Starlink a commencé à lancer des satellites en 2018 et compte désormais plus de 6 000 satellites en orbite, et d'autres sont prévus dans un avenir proche . Les satellites Starlink

offrent une couverture pour l'ensemble de la planète, mais les réglementations locales peuvent limiter cette couverture.

La constellation de satellites Starlink adopte une approche différente de celle des précédents fournisseurs d'accès Internet par satellite. Starlink a lancé des satellites sur différentes trajectoires orbitales dans les plans orbitaux LEO et VLEO. Les satellites LEO/VLEO ont des périodes orbitales très courtes, faisant le tour de la Terre plusieurs fois par jour. Les satellites transmettent tous activement des données entre eux, formant ainsi un « réseau » virtuel autour du monde. Cela signifie que les satellites Starlink transmettent activement des données aux stations au sol (NOC) mais aussi entre eux, accélérant ainsi la transmission des données dans le monde entier.

satellites Starlink ne sont pas conçus pour durer longtemps et leurs orbites sont conçues pour se dégrader au bout de plusieurs années. Le remplacement des satellites permet à l'entreprise de remplacer les anciens modèles par du matériel amélioré et d'augmenter son offre réseau.



Source : BBC

Starlink sont conçues pour être omnidirectionnelles et ne nécessitent pas d'orientation particulière. Cependant, elles nécessitent un accès dégagé et sans entrave au ciel. Les obstacles à proximité, tels que les bâtiments ou les grands arbres, perturberont toujours le service. Au fur et à mesure que les satellites gravitent rapidement autour de la Terre, l'antenne s'enregistrera et se connectera automatiquement aux satellites qui se lèvent à l'horizon. De nouveaux modèles d'antennes sont continuellement produits.

Exemple d'antenne Starlink :

Les autres avantages de Starlink en tant que service incluent :

- Le nombre élevé de satellites crée une redondance critique, réduisant la pression sur un satellite orbital et compensant tout satellite susceptible de rencontrer des problèmes.
- Le réseau dispose d'une bande passante extrêmement élevée par rapport à la plupart des autres fournisseurs de satellite.
- Le réseau évoluera lentement, permettant d'améliorer la vitesse d'Internet et d'utiliser du matériel plus récent.

Certains inconvénients de Starlink en tant que service peuvent inclure :

- Les antennes terrestres et les modems nécessitent des quantités d'énergie comparativement plus importantes pour maintenir une connexion constante.
- De nombreux gouvernements restreignent ou bloquent fortement l'accès à Starlink .
- À mesure que le réseau satellite se modernise progressivement, les antennes et équipements plus anciens risquent de ne plus fonctionner.

Consultez un fournisseur professionnel sur les besoins en matériel et en installation au sol avant de procéder à l'achat de services Internet Starlink .

Autres fournisseurs

Il existe un certain nombre d'autres fournisseurs de communications par satellite qui sont entrés sur le marché au cours des dernières années ou qui le feront dans un avenir très proche. Les progrès technologiques et les nouveaux investissements permettront d'augmenter considérablement non seulement la couverture, mais aussi les débits de données globaux, tout en maintenant les coûts à un niveau acceptable. Il est très probable qu'au cours de la prochaine décennie, le nombre de fournisseurs commerciaux auxquels les organismes humanitaires pourront recourir augmente nettement.

Orientations générales sur la gestion des appareils mobiles par satellite

Coûts d'exploitation

Les coûts d'exploitation associés aux appareils mobiles par satellite actuels peuvent être extrêmement prohibitifs pour de nombreux organismes. Les appareils physiques eux-mêmes peuvent coûter des centaines ou des milliers de dollars, tandis que les tarifs des services de communication vocale et de données peuvent être beaucoup plus élevés que ceux des fournisseurs terrestres ordinaires, en particulier pour l'internet mobile par satellite. Toute personne ou tout organisme qui envisage d'acquérir et d'utiliser un appareil de communication mobile par satellite doit étudier les forfaits dès le départ et savoir quels coûts seront encourus.

Tout membre du personnel employant des appareils par satellite doit être formé à leur utilisation correcte et aux coûts associés à chacun d'eux. Notre environnement de travail devenant de plus en plus dépendant de la connectivité, les utilisateurs occasionnels ne sont pas forcément conscients de toutes les données d'arrière-plan qu'un seul ordinateur connecté peut consommer, notamment le téléchargement de mises à jour du système, les courriers électroniques ou les programmes institutionnels de partage de fichiers. À moins que les utilisateurs ne bénéficient d'une forme de forfait illimité, toute utilisation inutile de données doit être restreinte et aucun accès non autorisé aux terminaux de satellite ne doit être possible ! Un seul terminal mobile de données par satellite peut finir par coûter des dizaines de milliers de dollars en un seul mois s'il est utilisé comme une connexion régulière, un problème aggravé si un organisme utilise plusieurs terminaux.

Dangers

Certains équipements de communication par satellite, notamment les terminaux unidirectionnels de données par satellite, peuvent émettre des quantités nocives d'ondes radio et de micro-ondes lorsqu'ils sont utilisés. Les utilisateurs doivent lire attentivement les manuels d'instructions et prêter attention à tout(e) autocollant ou étiquette de danger ou d'avertissement. Les utilisateurs ne doivent jamais se tenir à moins d'un mètre de l'avant d'un terminal terrestre unidirectionnel, et les terminaux doivent dans l'idéal être placés à une altitude plus élevée pour éviter tout risque de mauvaise gestion.

Radiotransparence

Une erreur commune à de nombreux utilisateurs consiste à essayer d'utiliser l'appareil connecté par satellite à l'intérieur, sous des structures ou généralement dans l'ombre d'objets physiques. De nombreux utilisateurs occasionnels sont habitués à employer des appareils mobiles tels que des téléphones qui fonctionnent dans la plupart des endroits, et ne comprennent peut-être pas instinctivement la nécessité de disposer d'une ligne de visée claire vers le ciel, en particulier pour les utilisateurs de téléphones par satellite. En général, les appareils connectés par satellite ne marchent pas sous des bâtiments couverts ou toute autre structure solide qui n'est pas suffisamment « radiotransparente », c'est-à-dire si les ondes radio ne peuvent pas facilement les traverser. Des matériaux tels que le béton, les sacs de sable, les barres d'armature métalliques et d'autres éléments de construction courants peuvent interférer avec les ondes radio et les bloquer complètement. Les appareils connectés par satellite peuvent fonctionner sous certains matériaux, comme les toiles de tente ou les bâches en plastique, mais les utilisateurs doivent être conscients que cela ne marche pas dans tous les cas.

Rallonges/mâts

Les fournisseurs de communications mobiles par satellite proposent une vaste gamme d'accessoires qui facilitent l'utilisation des téléphones et des terminaux de données. Il s'agit notamment des éléments suivants :

- **Câbles de rallonge** - pour monter certains appareils sur les toits ou au-dessus des arbres.
- **Antennes extérieures** - pour augmenter la puissance du signal et de la diffusion.
- **Stations d'accueil** - pour alimenter ou installer de façon permanente certains appareils comme les téléphones par satellite.
- **Options d'orientation automatique** - dispositifs capables de détecter et d'orienter automatiquement les terminaux de données lorsqu'ils sont en mouvement.

En fonction des besoins d'une intervention humanitaire, les utilisateurs doivent envisager toutes les options, le cas échéant, et s'entretenir avec les fournisseurs pour mieux comprendre ce qui peut être disponible ou réalisable.

Indicatifs d'appel

Étant donné que la téléphonie par satellite n'est jamais vraiment liée à un pays spécifique, les fournisseurs de communications par satellite ont reçu leur propre « indicatif de pays ». Pour appeler un téléphone satellitaire à partir d'un réseau extérieur, il faut composer l'indicatif complet du pays avant le numéro du téléphone satellitaire. Les indicatifs d'appel de chaque fournisseur sont les suivants :

Indicatifs d'appel de pays par satellite

Iridium/Thuraya: +882 16
Inmarsat: +8708

En outre, pour appeler depuis un téléphone satellitaire vers un réseau terrestre, il faut composer l'indicatif complet du pays pour atteindre le numéro souhaité, même si les utilisateurs se trouvent dans le même pays que le numéro appelé.

Cartes SIM et appareils

La grande majorité des solutions mobiles par satellite fonctionnent à l'aide de cartes SIM, tout comme les téléphones mobiles GSM, tandis que le matériel de communication possède des numéros de série et d'autres codes d'identification. Lorsqu'ils acquièrent de nouveaux appareils et forfaits de communication par satellite, les utilisateurs doivent enregistrer le numéro SIM et le numéro IMEI (International Mobile Equipment Identity : identité internationale d'équipement mobile) des dispositifs matériels. Les cartes SIM et les numéros IMEI doivent être suivis et, dans l'idéal, vérifiés périodiquement.

En cas d'urgence, les appareils peuvent être perdus, volés ou tout simplement oubliés. Les utilisateurs doivent veiller à ne pas égarer les cartes SIM, car la responsabilité et les coûts associés aux services sont liés à la carte et non à l'appareil lui-même. Si une carte SIM est perdue, elle peut être utilisée à mauvais escient par d'autres personnes bien renseignées, éventuellement pour des activités criminelles ou violentes. Les utilisateurs doivent être informés qu'ils doivent signaler la perte ou le vol d'un équipement de communication par satellite dès qu'ils le peuvent, et si un appareil est perdu ou ne peut être retrouvé, les services liés à la carte SIM doivent être désactivés immédiatement pour éviter toute utilisation abusive.

Revendeurs/fournisseurs

La majorité des appareils et des forfaits de communication par satellite sont commercialisés

par l'intermédiaire de revendeurs : d'autres sociétés spécialisées dans les lois et les marchés locaux. Différents revendeurs peuvent négocier avec les principaux réseaux pour offrir une variété de forfaits différents aux utilisateurs finaux. Ces forfaits sont notamment les suivants :

- **Pay as you go** - forfaits qui ne facturent qu'au fur et à mesure de leur utilisation : particulièrement pratiques pour les intervenants en situation d'urgence.
- **Mensuel** - le paiement se fait mensuellement pour tous les appareils, avec des tarifs fixes ou forfaitaires.
- **Prépayé** - forfaits comprenant des limites prédéfinies qui ne fonctionnent que jusqu'à la valeur monétaire payée à l'avance.

Il existe également divers paiements et forfaits personnalisés qui peuvent être mis à la disposition des organismes demandeurs. Par exemple, les organismes humanitaires qui possèdent un grand nombre d'appareils actifs peuvent choisir de souscrire des forfaits globaux couvrant tous les appareils actifs dans un seul ensemble. En outre, la vitesse ou la bande passante peut être réduite dans certaines parties du monde pendant les périodes de faible utilisation (la nuit) pour être allouée à d'autres zones de forte utilisation (le jour) au même moment. Tout organisme humanitaire à la recherche d'appareils de communication par satellite devrait s'adresser à plusieurs fournisseurs et obtenir plusieurs devis.

Problèmes courants des appareils mobiles par satellite

Le signal est faible ou interrompu	• L'appareil est-il utilisé à l'intérieur ou une ligne de visée directe vers le ciel est-elle dissimulée ? • Existe-t-il un autre dispositif ou une autre fréquence de transmission susceptible d'interférer avec le signal de l'appareil ?
L'appareil ne se connecte pas au satellite	• L'appareil est-il équipé d'une carte SIM ? • La carte SIM de l'appareil est-elle active ? • L'appareil est-il utilisé à l'intérieur ou à proximité de structures élevées, de collines ou d'arbres ? • Pour les antennes de satellite unidirectionnelles, sont-elles orientées dans la bonne direction ?
L'appareil est connecté mais aucun service n'est fourni	• Les services liés à la carte SIM ont-ils été activés ? • Les services liés à la carte SIM ont-ils été payés, ou la carte SIM est-elle associée à un compte postpayé ? • Les services liés à la carte SIM ont-ils été suspendus ou interrompus pour une raison quelconque ?

Communications par radio

Les communications par radio mobile constituent une longue tradition au sein de la communauté d'intervention humanitaire, et sont encore largement utilisées aujourd'hui. Les intervenants humanitaires disposent actuellement d'une grande variété d'appareils de communication mobile, mais il n'y a pas si longtemps, la communication par radio était fondamentalement le seul moyen de maintenir une communication continue avec un réseau réparti d'acteurs humanitaires.

Étant donné que les réseaux de radio sont pour l'essentiel totalement auto-entretenus par les

organismes humanitaires, ils représentent toujours en réalité la sécurité intégrée d'un réseau de communication. Les acteurs étatiques ou militaires peuvent couper ou désactiver les réseaux de communication commerciaux, mais les radios fonctionneront tant que l'organisme humanitaire maintiendra ses réseaux de radio actifs et bien entretenus.

Problèmes techniques des communications par radio

Réglementations nationales

L'utilisation de la communication par radio pour soutenir des interventions humanitaires est généralement considérée comme une pratique acceptable et légale dans la plupart des pays d'intervention, mais il existe quelques pays dans lesquels les communications par radio peuvent être interdites ou fortement limitées. Même si l'utilisation de la communication par radio est considérée comme légale, il y aura presque certainement un processus d'enregistrement national au cours duquel les propriétaires et les opérateurs de réseaux de radio devront demander et obtenir des licences en vue d'une utilisation légitime.

La raison principale pour laquelle les autorités nationales peuvent souhaiter suivre et réglementer les communications par radio est la protection de l'utilité et de la fonctionnalité des fréquences radio déjà utilisées, tout en évitant l'encombrement futur des fréquences. Dans la plupart des pays où les humanitaires interviennent, une certaine forme de communication par radio est déjà employée par les acteurs nationaux et étatiques, notamment la police, l'armée et les premiers intervenants en cas d'urgence.

Pour gérer ce processus, les autorités nationales disposent généralement d'une gamme de fréquences préattribuée que les acteurs non étatiques tels que les organisations humanitaires peuvent utiliser pour communiquer. Dans le cadre d'un processus d'enregistrement et d'octroi de licence, les autorités nationales ou locales peuvent également attribuer des fréquences spécifiques à chaque organisation demandeuse, de sorte que toute activité associée à cette fréquence peut être liée directement à l'organe titulaire de la licence. Tout organisme humanitaire qui se voit accorder une licence spécifique sera censé utiliser les fréquences fournies et obligé de le faire, et devra soit programmer ses propres radios, soit trouver un moyen de faire programmer ces radios.

Contraintes des communications par radio

Distances - Selon le type de radio, la taille de l'antenne et la source d'énergie alimentant la radio, les radios peuvent n'être capables de communiquer que jusqu'à quelques kilomètres. Dans des environnements urbains ou des endroits où la végétation est dense, en présence de collines ou de gorges, cette distance peut être encore plus faible. Les organismes ou le personnel utilisant les communications par radio doivent connaître les capacités des appareils qu'ils emploient et, dans l'idéal, le personnel chargé de l'informatique, de la sécurité et de la logistique d'une organisation humanitaire doit avoir une idée des zones géographiques qui peuvent être desservies par le type d'équipement utilisé.

Zones blanches - Même dans des zones de chevauchement des couvertures radio, il peut y avoir des zones blanches causées par des structures, des collines, des véhicules ou d'autres équipements susceptibles de bloquer les signaux radio. Lors des interventions, le personnel doit être conscient que des zones blanches sont possibles et qu'il peut être nécessaire de procéder périodiquement à un essai radio pour déterminer si la radio est toujours utilisable dans un endroit fixe spécifique.

Interférences - Les signaux radio peuvent interagir et interagiront avec d'autres équipements

électroniques. Les appareils ménagers tels que les fours à micro-ondes ou d'autres équipements utilisant des ondes radio, comme la télévision radiodiffusée traditionnelle, peuvent avoir une incidence sur le fonctionnement de la radio ou l'altérer. Les objets possédant une charge électrique importante produisent également des champs électromagnétiques susceptibles d'avoir un impact sur les radios : les lignes téléphoniques, les grandes armoires pour transformateurs et même les grands générateurs peuvent affecter un signal. Évitez d'installer ou d'utiliser des équipements radio sous ou à proximité de lignes électriques ou de tours de radio employées par d'autres sociétés ou organismes.

Éléments

Unité de radio mobile

Unités de radio mobile/« émetteurs-récepteurs » combinés - Équipement radio capable à la fois d'envoyer et de recevoir un signal. Certaines unités de radio sont complètement autonomes et livrées avec des batteries permettant d'alimenter l'appareil pendant plusieurs heures ou une journée entière, tandis que d'autres nécessitent des sources d'alimentation externes, comme celles montées sur les véhicules. En outre, les radios peuvent être définies comme mobiles (radios qui se déplacent avec des personnes ou des véhicules) ou fixes (radios reliées en permanence à une station au sol).

Radio portative **Radio montée sur véhicule**

Point à point - Lorsque des unités de radio communiquent directement sans station de base ou répéteur entre elles, elles effectuent une communication point à point. Selon le type de radio et la fréquence utilisée, la communication point à point peut être très limitée. La plupart

des radios portatives fonctionnant avec des batteries n'ont pas l'énergie nécessaire ou des antennes assez grandes pour envoyer les signaux très loin et sont limitées à des centaines de mètres de communication point à point.

Communication en réseau/relayée - Lorsque deux unités de radio communiquent en utilisant au moins un dispositif intermédiaire, tel qu'une station de base, cette communication n'est pas point à point et peut être appelée connexion en réseau ou relayée.

Antenne

Les antennes sont ce qui permet physiquement à la radio de capter les ondes radio et de conduire le signal dans l'unité. La forme, la taille et la construction générale de l'antenne, notamment la largeur, la longueur, l'orientation et les matériaux qui la constituent, sont déterminées par le type de radio. Les antennes sont essentielles au processus de communication, et les utilisateurs doivent veiller à ce qu'elles ne soient pas endommagées ou obstruées pour éviter les interruptions de communication.

Termes courants relatifs aux antennes :

- **Gain d'antenne** - Facteur par lequel la puissance d'entrée de l'antenne sera multipliée pour fournir une puissance de sortie plus élevée. Une puissance de sortie plus élevée se traduit par une distance de diffusion plus élevée et une plus grande puissance du signal.
- **Bande passante d'antenne** - Gamme de fréquences sur laquelle l'antenne fonctionne de manière satisfaisante. La différence entre le point de fréquence le plus élevé et le point de fréquence le plus bas est appelée bande passante d'antenne.
- **Rendement d'antenne** - Rapport entre la puissance rayonnée ou la puissance dissipée dans la structure de l'antenne et la puissance d'entrée de l'antenne. Un meilleur rendement d'antenne signifie qu'une plus grande quantité de puissance est rayonnée dans l'espace tridimensionnel et qu'une moindre quantité est perdue dans l'antenne.
- **Longueur d'onde d'antenne** - Si la longueur d'onde est la distance parcourue par une onde de radiofréquence pendant une période de cycle, la longueur d'onde d'antenne est la taille de l'antenne sur la base de la longueur d'onde. Plus la longueur d'onde est grande, plus l'antenne est longue.
- **Directivité d'antenne** - Capacité de l'antenne à concentrer les ondes électromagnétiques dans une direction particulière pour l'émission et la réception.

Station de base

Les stations de base radio sont également des émetteurs-récepteurs, généralement installés à un endroit fixe dans un complexe de bureaux ou résidentiel. La programmation fondamentale et le protocole pour une station de base radio ne sont pas différents de ceux des unités de radio mobile, mais les stations de base peuvent avoir des réseaux d'antennes beaucoup plus vastes et fournir une puissance plus importante à partir du secteur ou du générateur pour pousser le signal à des distances bien plus grandes que les radios mobiles. Les réseaux d'antennes des stations de base sont en général plus complexes que ceux des radios mobiles ou portatives et comportent souvent deux structures d'antennes distinctes séparées d'un mètre ou plus : une antenne pour recevoir les signaux entrants et une autre pour diffuser les signaux sortants, séparées de sorte que les communications multiples n'interfèrent pas entre elles.

Les stations de base radio peuvent également être configurées pour fonctionner comme des répéteurs, c'est-à-dire qu'elles prennent un signal provenant d'une unité de radio mobile et

l'amplifient/le rediffusent pour qu'il puisse atteindre une distance beaucoup plus grande. Parfois, des stations de base radio spéciales sont conçues pour prendre en charge plusieurs types de configurations radio à la fois, HF/VHF/UHF et autres. Ces types d'unités de base de communications multimodales sont hautement spécialisés et généralement utilisés par des organismes disposant d'experts professionnels en radio et communications.

Exemple de station de base

Répéteurs/réseaux de répéteurs

Les répéteurs radio sont des appareils qui peuvent recevoir un signal radio et le rediffuser tout en amplifiant son signal. En termes de communication vocale, cela signifie qu'une radio portative (mobile) fonctionnant à partir d'un répéteur radio est en mesure de rester en communication continue sur de plus longues distances. Si deux radios mobiles ou plus fonctionnent à partir du même répéteur radio et sont programmées sur le même canal et la même fréquence, elles seront en mesure de maintenir une communication directe tout en étant loin de la portée de communication point à point. Les exigences pour un répéteur sont semblables à celles d'une station de base, en ce sens qu'un grand réseau de plusieurs antennes externes et une source d'alimentation externe sont nécessaires pour assurer des communications continues.

Dans certains cas, les gouvernements ou les organismes peuvent installer ce que l'on appelle un réseau de répéteurs : plusieurs répéteurs disposés sur un réseau prédéterminé qui peuvent partager en permanence des signaux vocaux et de données entre eux. Un réseau de répéteurs bien établi peut couvrir une vaste zone de terrain, mais il nécessite également une maintenance. Si un répéteur est installé dans un endroit peu sûr ou dans un endroit où l'accès à l'électricité est intermittent, il ne remplira plus sa fonction principale, et les efforts ou les coûts engagés en ce sens n'en vaudront peut-être pas la peine.

Simplex ou duplex

Les concepts de simplex et de duplex s'appliquent à toute forme de communication, mais ils sont particulièrement importants pour les communications par radio.

Simplex

La communication simplex est décrite comme une radio « unidirectionnelle » : une configuration dans laquelle la voix ou les données ne peuvent être diffusées que dans une seule direction. L'exemple de base d'un réseau simplex est le signal de diffusion d'une télévision traditionnelle ou d'une radio musicale : une source primaire diffuse un signal, et un récepteur doté du matériel approprié peut le capter.

Duplex

La communication duplex est décrite comme une radio « bidirectionnelle » : les deux extrémités de la transmission radio peuvent envoyer et recevoir un signal. Les radios utilisées par les organismes humanitaires pour la coordination et la sécurité ne seraient vraiment pertinentes que dans le cadre de la communication duplex, et la vaste majorité des équipements de communication par radio disponibles sur le marché sont construits autour de la communication duplex.

Le concept de communication duplex est toutefois une simplification excessive du fonctionnement de la plupart des radios mobiles. Une véritable configuration duplex nécessite deux autres antennes indépendantes, chacune diffusant sur une fréquence légèrement différente afin que les signaux puissent être émis et reçus simultanément. Des diffusions simultanées permettraient en effet aux utilisateurs de parler et d'entendre des commandes vocales en même temps, ce qui n'est pas très différent des téléphones modernes.

Cependant, la plupart des radios mobiles ne possèdent souvent pas la capacité d'envoyer et de recevoir un signal en même temps. Il y a de multiples raisons à cela, mais fondamentalement, des radios mobiles duplex seraient encombrantes et coûteuses, et le compromis consiste à utiliser ce que l'on appelle parfois le **semi-duplex**. En semi-duplex, une seule antenne est employée pour envoyer et recevoir un signal, et les utilisateurs recourent à la communication « push-to-talk ». Lorsque l'utilisateur d'une unité de radio mobile appuie sur le bouton de conversation, il ne peut pas entendre le signal entrant, et vice versa. Bien qu'une station de base puisse être capable de gérer et d'interpréter plusieurs signaux, ce n'est pas le cas des utilisateurs d'une unité mobile sur le terrain. Il est décisif que les utilisateurs le comprennent : s'ils appuient sans cesse sur le bouton, ils risquent de manquer des messages importants.

Sécurité opérationnelle

Il existe une variété de contraintes de sécurité se rapportant directement à l'usage de la radio dans des contextes humanitaires. Les radios sont largement disponibles et employées dans le monde entier, et les acteurs humanitaires peuvent utiliser des radios aux côtés de la police, des militaires et des acteurs armés non étatiques.

Signaux non chiffrés

La majorité des communications par radio utilisées par les acteurs humanitaires fonctionnent sur des fréquences ouvertes et ne sont pas chiffrées. Un signal non chiffré signifie que toute personne se trouvant sur la même fréquence peut écouter et entendre toutes les communications. De nombreux gouvernements peuvent exiger que les organismes humanitaires n'utilisent pas de signaux chiffrés simplement parce qu'ils souhaitent eux aussi

surveiller leurs activités. La législation nationale peut également limiter les types de données qui peuvent être transmises par radio, comme les informations. Même si une organisation utilise un signal radio entièrement chiffré, si une radio est perdue ou volée par un acteur de mauvaise foi, celui-ci peut toujours être en mesure d'écouter les communications par radio.

Certains réseaux de radio sont très perfectionnés et permettent aux utilisateurs de s'appeler directement grâce à un système de numérotation numérique semblable à celui d'un téléphone. Dans les cas où les utilisateurs peuvent se joindre directement, il est conseillé d'effectuer autant de communications directes que possible. La majorité des réseaux de radio fonctionnent toutefois selon un système de « diffusion totale », ce qui signifie que tout ce qui est dit dans une unité de radio peut être entendu dans toutes les unités situées à portée de réception et d'écoute.

Les organismes qui utilisent la radio mobile pour les communications vocales doivent toujours agir comme si quelqu'un d'autre écoutait les communications.

- Les utilisateurs doivent communiquer uniquement à l'aide des indicatifs d'appel, en se désignant ou en désignant les autres par l'indicatif d'appel attribué à chaque personne. La liste des indicatifs d'appel peut être générée en fonction de la structure organisationnelle ou du personnel de sécurité local.
- Les utilisateurs doivent éviter de parler d'argent, d'expéditions de grande valeur, de questions sensibles relatives au personnel ou de tout ce qui pourrait susciter la violence ou le vol. Si certaines questions essentielles doivent être discutées par radio, les utilisateurs doivent se servir de mots ou de phrases codés prédéfinis d'un commun accord.
- Les utilisateurs doivent établir des codes communs pour identifier les véhicules, les lieux géographiques ou les bâtiments. L'utilisation de ces codes aide à accélérer la communication ou à lever toute ambiguïté, mais rend également plus difficile pour les auditeurs de savoir exactement qui est où.
- Si, à un moment quelconque, une radio est perdue ou introuvable, il convient de le signaler immédiatement au point focal de sécurité concerné.

Essais radio

Le fait de s'appeler intentionnellement d'une radio à l'autre pour vérifier la bonne connectivité est connu sous le nom d'« essai radio ». La nécessité et la fréquence des essais radio dépendent des contraintes de sécurité de l'organisation et des contextes d'intervention. Dans tous les cas, il est recommandé de procéder à des essais réguliers pour assurer la continuité des opérations. Contrairement aux téléphones mobiles modernes, de nombreuses radios ne peuvent généralement pas déterminer la puissance du signal, et les utilisateurs peuvent ne pas savoir s'ils se trouvent à portée de communication ou non.

- **Essais de routine** - Les organisations peuvent souhaiter réaliser des essais radio de routine, notamment quotidiens, hebdomadaires ou mensuels, en fonction des besoins de sécurité du site. Les essais de routine peuvent impliquer qu'une station de base appelle séparément chaque utilisateur de la radio par son indicatif d'appel et lui demande de répondre. Les utilisateurs de la radio doivent être informés du calendrier des essais radio et leur respect du calendrier doit être consigné. L'absence de réponse d'un utilisateur de la radio peut être le signe d'une radio défectueuse ou d'un manque de compréhension du système.
- **Contrôles des déplacements** - Les organismes peuvent également souhaiter mettre en place des contrôles de routine consacrés aux déplacements des véhicules. En fonction du contexte de sécurité, les véhicules peuvent être tenus de s'enregistrer à des intervalles

prédéfinis (généralement toutes les une à deux heures) pour fournir leur statut et leur localisation. Cela permet de s'assurer que la base sait où se trouve le véhicule et que celui-ci est toujours à portée radio, afin d'éviter une éventuelle interruption de la couverture en cas d'incident.

Opérateurs radio spécialisés

Dans le cadre des mesures de sécurité de routine, de nombreux organismes humanitaires choisissent d'engager et de former des opérateurs radio à plein temps. Le profil d'un opérateur radio peut varier, mais la fonction générale consiste à se trouver physiquement à proximité d'une station de base, à acheminer des messages et à procéder à des essais radio selon les besoins. Un opérateur radio spécialisé est généralement formé à une variété de radios et d'appareils de communication, et peut être amené à faire fonctionner plusieurs stations de base de communication à la fois.

Les opérateurs radio interviennent en général dans le cadre d'interventions de grande envergure où plusieurs parties se déplacent en même temps entre différents endroits. Les opérateurs radio travaillent également en étroite collaboration avec le personnel chargé de l'informatique, de la flotte de véhicules et de la sécurité afin de suivre les déplacements, de signaler les urgences et de garantir le fonctionnement correct des communications à tout moment.

Les tâches d'un opérateur radio peuvent comprendre :

- La mise à jour d'un système de suivi manuel indiquant où se trouvent les véhicules.
- La réalisation d'essais radio quotidiens.
- L'envoi de mises à jour ou de signaux d'urgence.

Lorsqu'ils effectuent des essais radio quotidiens, les opérateurs radio doivent disposer d'une liste de tout le personnel et des indicatifs d'appel, et doivent tenir un compte quotidien des personnes susceptibles de se trouver dans la zone et de celles qui répondent aux essais radio. Lors d'essais de routine dans des véhicules en mouvement, les opérateurs radio peuvent être amenés à mettre à jour les tableaux de déplacement, voire à enregistrer les déplacements sur une carte. Les règles et exigences relatives aux essais de routine et à la surveillance des déplacements dépendent des besoins de l'organisme et du contexte de sécurité.

Exigences d'utilisation

Selon les contextes, les utilisateurs peuvent être tenus de garder une radio allumée en permanence à proximité. Pour faciliter cela, tous les utilisateurs doivent avoir accès :

- À des batteries de rechange.
- À l'équipement de charge.
- À l'équipement de transport (valises, clips).
- Aux instructions d'entretien.

Programmation de l'équipement radio

La programmation d'une radio peut comprendre la prédéfinition :

- Des fréquences de fonctionnement.
- Des canaux de communication.
- Des identifiants radio spécifiques pour les appels directs.
- De la protection par mot de passe.
- Du chiffrement ou d'autres fonctions spéciales.

Toutes les radios n'ont pas les mêmes fonctions, et même divers modèles de radio provenant du même fabricant peuvent présenter un ensemble de fonctions différent. Par exemple, toutes les unités de radio ne sont pas capables d'établir des liaisons d'appel direct ou d'offrir des niveaux de sécurité plus élevés tels que le chiffrement : ces éléments sont généralement spécifiés au moment de l'acquisition.

Au minimum, les radios utilisées par les organismes humanitaires doivent disposer de fréquences programmables et de plusieurs canaux de communication :

- La **fréquence spécifique** d'utilisation est en général définie par les autorités étatiques ou nationales, et l'emploi de fréquences non autorisées peut entraîner des sanctions. Les différents types d'équipements radio ont un spectre défini dans lequel ils peuvent fonctionner, mais à l'intérieur de cette bande, il existe de nombreuses fréquences spécifiques que plusieurs parties peuvent utiliser en même temps sans interférer les unes avec les autres.
- Les **canaux de communication** utilisés sont habituellement définis par l'organisme humanitaire. Il est très courant de définir les canaux de manière numérique (1, 2, 3, etc.), mais certains organismes peuvent souhaiter recourir à des noms spécifiques tels que « canal d'appel » et « canal d'urgence » par souci de clarté. Une radio correctement programmée indique le nom du canal prédéfini sur l'écran d'affichage, si disponible. Dans les cas où plusieurs organismes utilisent le même réseau, les noms/numéros des canaux sont généralement définis par l'institution chef de file qui contrôle le réseau.

La programmation des équipements radio peut être une tâche très compliquée. Les divers fabricants d'équipements radio disposent de différents types de matériel et de progiciels propriétaires pour permettre la programmation, et il n'existe pas de méthode unique pour programmer toutes les radios.

Lorsque les organismes planifient un réseau de communication par radio, ils doivent prendre en considération les éléments suivants :

- Qui sera responsable de la programmation des appareils ? L'organisation humanitaire en question a-t-elle la capacité de programmer elle-même les radios, ou le processus doit-il être sous-traité ?
- Quels types de fonctionnalités sont requis pour les radios de leur réseau de radio ?
- Quel est le plan pour l'entretien de l'équipement ou pour procéder à des changements à l'avenir ?

De nombreux vendeurs agréés d'équipements radio sont en mesure de programmer des radios selon les spécifications du client contre rémunération, mais le client doit connaître toutes les informations requises au préalable. Avant d'acheter des radios, les organisations humanitaires doivent se renseigner sur les lois nationales et locales afin d'éviter toute restriction, et sur la procédure de demande de licences ou de dérogations pour l'utilisation des ondes ouvertes.

Les organismes peuvent également envisager d'engager un technicien radio spécialisé, capable d'installer, de programmer et de dépanner les réseaux de radio selon les besoins. Une autre possibilité consiste à s'adresser à d'autres ONG ou organismes des Nations Unies pour déterminer qui peut avoir une capacité de réserve afin de soutenir la programmation, ou qui peut proposer des services à moindre coût.

Très haute fréquence (VHF)/ultra haute fréquence (UHF)

Les radios à très haute fréquence (VHF) et à ultra haute fréquence (UHF) sont de loin le type de

radio le plus couramment utilisé par les gouvernements, les armées, la police, les organisations maritimes, les intervenants en situation d'urgence et d'autres entités qui opèrent dans des environnements où les réseaux de communication ordinaires peuvent être irréguliers ou ne pas fonctionner correctement.

Les ondes radio VHF occupent la bande comprise entre 30 et 300 mégahertz (MHz), tandis que les ondes radio UHF occupent la gamme comprise entre 300 MHz et 3 gigahertz (GHz). Les ondes radio VHF/UHF se propagent sur une ligne de visée ; elles n'atteignent pas la courbure de la Terre et peuvent être bloquées par des collines, des montagnes et d'autres grands objets denses. La distance maximale de diffusion d'une radio VHF est d'environ 160 km, tandis que la distance maximale de diffusion d'une radio UFH est d'environ 60 km. Ces distances sont toutefois très variables et dépendent d'un certain nombre de facteurs opérationnels et environnementaux. Dans presque tous les contextes, les signaux VHF et UHF n'atteignent pas leurs distances potentielles maximales.

Distances approximatives pour la communication VHF :

Dispositifs de communication	Portée de communication approximative
De dispositif portatif à dispositif portatif	environ **5 km** selon le terrain
De véhicule à véhicule	environ **20 km** selon le terrain
De véhicule à base	environ **30 km** selon le terrain
De base à base	environ **50 km** selon le terrain

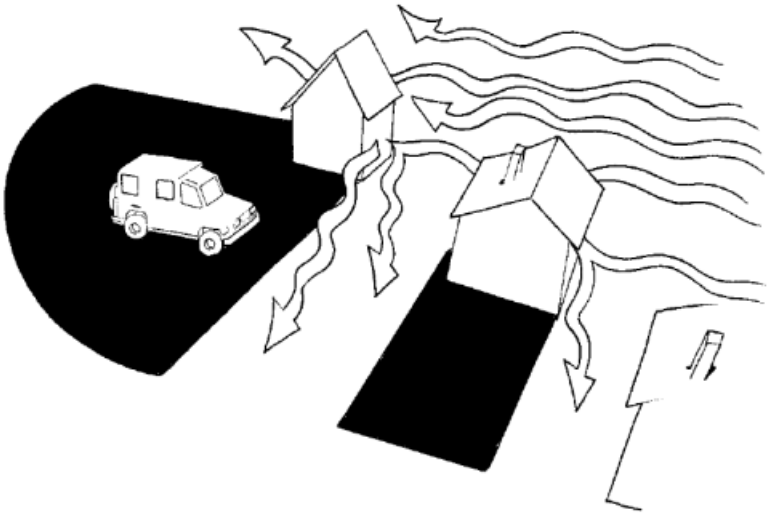
Adapté de RedR

Il existe une grande variété d'applications et de dispositifs pour la transmission radio VHF/UHF, notamment la radio FM traditionnelle et la télévision radiodiffusée, les dispositifs GPS et les téléphones mobiles. Les ondes VHF/UHF peuvent pénétrer dans les bâtiments et autres structures radiotransparentes, mais tout objet provoque une certaine forme d'interférence. Bien qu'une radio VHF/UHF puisse fonctionner dans un bâtiment, le signal sera plus faible, et plus il y a de bâtiments dans les environs, plus le signal en sera affecté. L'utilisation de communications VHF/UHF dans des environnements urbains denses, des forêts épaisses ou des vallées profondes limite encore bien davantage les portées.

Problèmes courants des communications VHF/UHF

Des problèmes courants rencontrés par les utilisateurs de VHF/UHF sont par exemple les suivants :

Zones blanches - zones dans lesquelles le signal est impossible à trouver et où la communication ne peut avoir lieu. Les zones blanches sont causées par un objet de taille/densité suffisante qui bloque le signal entrant/sortant. Si les utilisateurs de la radio se trouvent dans une zone blanche, ils devront peut-être se déplacer pour obtenir une connexion correcte, même si cela ne signifie que bouger de quelques mètres dans une direction ou une autre.



Adapté du document « Staying Alive » du CICR

Interférence électromagnétique - Les objets qui produisent suffisamment de courant électrique, tels que les lignes électriques aériennes ou les centrales électriques, peuvent également bloquer les signaux ou interférer avec ceux-ci, même si la source du rayonnement électromagnétique ne se trouve pas directement entre les deux radios qui subissent l'interférence. S'ils rencontrent des problèmes, les utilisateurs de la radio doivent essayer de s'éloigner des lignes électriques aériennes ou d'autres causes possibles pour obtenir un meilleur signal.

Adapté du document « Staying Alive » du CICR

Direction de l'antenne - Les radios VHF/UHF transmettent des signaux en utilisant la propagation sur la ligne de visée, ce qui signifie que leurs signaux fonctionnent mieux lorsqu'ils sont perpendiculaires à la surface de la Terre. Pour une expérience et un signal optimaux, le bord long de l'antenne doit être orienté vers l'horizon, tandis que l'extrémité de l'antenne doit être tournée vers le ciel.

Talkies-walkies VHF/UHF

Malgré les limites relatives de l'utilisation de la VHF/UFH pour la communication bidirectionnelle, la grande majorité des organisations d'intervention privilégient les radios VHF/UHF en raison de leur portabilité. La taille des longueurs d'onde VHF/UHF n'exige pas d'antennes immenses ou spécialisées, tandis que les besoins énergétiques relativement faibles permettent d'utiliser des « talkies-walkies » portables alimentés par des piles de longue durée. Les talkies-walkies portatifs peuvent être plutôt chers, mais ils sont encore assez bon marché pour pouvoir être achetés en gros et distribués au personnel clé en déplacement.

Exemples de talkies-walkies portatifs (mobiles)

Il existe divers fabricants d'équipements radio portatifs VHF/UHF disponibles pour les organismes humanitaires. Bien que différents appareils de divers fabricants puissent être programmés pour fonctionner sur les mêmes fréquences et interagir entre eux, il est fortement déconseillé d'acheter deux modèles différents de radio. Les radios portatives possèdent une variété de pièces amovibles et remplaçables, et le fait de disposer d'un parc standard de radios portatives simplifiera grandement la maintenance et les réparations.

Antenne de remplacement

Batterie amovible

Les utilisateurs de radios VHF/UHF doivent savoir comment allumer correctement leur radio, régler le volume et parcourir les différents canaux. Chaque fabricant de radio peut avoir des normes et des modes de fonctionnement légèrement différents, les utilisateurs doivent donc se familiariser avec le fonctionnement.

En fonction de l'environnement de sécurité, les utilisateurs peuvent également être tenus de garder leur radio allumée à tout moment et de la charger en permanence. Les utilisateurs doivent disposer de stations de base de chargement et de batteries de rechange afin que les radios puissent fonctionner même en cas de coupure de courant. Les utilisateurs doivent aussi se familiariser avec la manière de charger et de remplacer les batteries. Si une radio ne tient la charge que pendant moins de 2 ou 3 heures, demandez une batterie de rechange.

Stations de base VHF/UFH

Les installations d'antennes montées sur le toit pour les stations de base VHF/UHF sont sensiblement plus grandes que les antennes des radios portatives (mobiles), mais elles restent relativement petites par rapport aux autres types de communication sans fil. Une antenne VHF/UHF montée sur le toit doit être capable d'émettre/de recevoir sur les mêmes fréquences que les radios mobiles prévues, et être compatible avec la station de base utilisée.

Une antenne VHF/UHF montée sur le toit doit également prendre en charge la communication bidirectionnelle en duplex. Certaines antennes VHF/UHF sont préfabriquées pour traiter simultanément les deux canaux (entrant et sortant), tandis que d'autres configurations nécessitent l'installation de deux antennes distinctes relativement proches l'une de l'autre. Les antennes montées sur le toit sont raccordées aux stations de base radio par des câbles propriétaires et, sauf configuration contraire, l'antenne est alimentée par l'unité de la station de base.

Les antennes montées sur le toit doivent être installées au point le plus élevé du toit du bâtiment, sans obstacle d'aucun côté. L'antenne doit être installée verticalement, de sorte que le bord long de l'antenne pointe vers l'horizon tandis que le point étroit est orienté directement vers le haut. Pour faciliter cette opération, l'antenne est en général fixée à un poteau métallique solide qui est attaché au côté du bâtiment. Le poteau métallique peut également être utilisé pour augmenter la hauteur de l'antenne selon les besoins. Certains organismes peuvent fixer l'antenne à des tours de radio autonomes pour atteindre une hauteur suffisante. Indépendamment de ce sur quoi les antennes VHF/UHF montées sur le toit peuvent être fixées, le câble propriétaire doit toujours pouvoir atteindre la station de base, et l'antenne doit toujours être mise à la terre en cas de foudre.

Exemples d'antennes montées sur le toit

Radios VHF/UHF pour véhicules

Les installations d'émetteurs-récepteurs VHF/UHF pour véhicules sont également très courantes. Divers fabricants produisent des kits d'installation pour véhicules et des radios spécifiques pour les véhicules, qui sont montés de manière permanente sur, dans ou sous le tableau de bord des véhicules. Une radio VHF/UFH installée dans un véhicule n'augmentera pas sensiblement sa portée de communication ou sa fonctionnalité, et les mêmes limites qui s'appliquent à toutes les communications VHF/UHF s'appliquent aux radios VHF/UHF mobiles installées dans les véhicules.

L'avantage d'une radio installée dans un véhicule est cependant qu'elle est alimentée par la batterie de la voiture, ce qui entraîne des périodes de fonctionnement beaucoup plus longues, tant que la batterie du véhicule fonctionne et/ou que le véhicule est en mouvement. Un émetteur-récepteur VHF/UHF pour véhicule est câblé de façon permanente au système électrique du véhicule et nécessite des installations spéciales, car il faudra peut-être percer des trous dans le tableau de bord et tirer un câble conducteur jusqu'au moteur du véhicule, où il sera raccordé à la batterie. Les fils doivent également être reliés de manière permanente à l'antenne, et peuvent aussi nécessiter une installation spéciale. Les antennes VHF/UHF pour véhicules sont en outre moins encombrantes que les autres antennes radio et peuvent être montées avec de simples aimants.

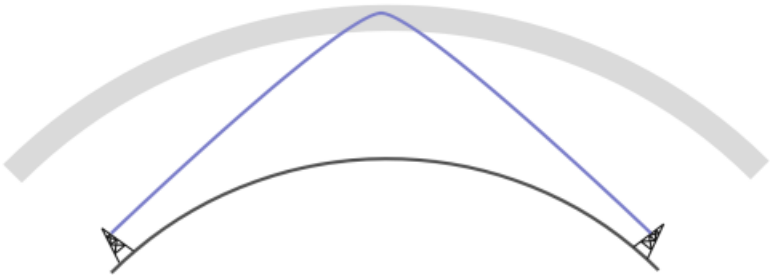
Exemple de radio UHF montée sur une voiture

Exemple d'antenne UHF pour voiture

Radio à haute fréquence (HF)

Une autre bande radio largement utilisée par les acteurs humanitaires est la gamme des hautes fréquences (HF). La HF est moins fréquemment utilisée par les organisations commerciales ou gouvernementales, mais en raison de la communication à très longue portée qu'elle permet, elle est devenue populaire pour l'aviation et l'exploration de régions éloignées.

Les ondes radio HF occupent la bande comprise entre 3 et 30 mégahertz (MHz) et font partie de ce que l'on appelle la bande des ondes courtes. La transmission HF utilise la propagation ionosphérique ou par « saut », ce qui donne à la HF la capacité d'envoyer et de recevoir sur de longues distances. Les ondes radio HF occupent un spectre qui interagit avec l'atmosphère terrestre d'une manière très spécifique. Lorsqu'elles sont diffusées à un angle vers la Terre, elles se réfractent sur l'ionosphère et reviennent vers la surface de la Terre où elles rebondissent plusieurs fois. Les ondes radio HF sont capables de diffuser des signaux au-delà de l'horizon et autour de la courbure de la surface de la Terre. Dans des conditions optimales et à l'aide de la configuration appropriée, les ondes HF peuvent même être transmises entre les continents, mais il ne faut jamais s'y fier comme mode principal de communication intercontinentale. Les ondes radio HF qui se réfractent sur l'ionosphère réduisent considérablement les zones blanches et les « ombres » radioélectriques projetées par les collines ou les montagnes. Toutefois, des bâtiments environnants denses peuvent toujours affecter l'utilisation des ondes HF.



Si la HF présente un avantage en matière de distance de communication, elle a aussi ses limites. Notamment, l'équipement nécessaire pour émettre et recevoir des signaux HF est encombrant et de grande taille, nécessite une antenne nettement plus grande et une source d'énergie plus importante. D'une manière générale, il n'existe pas de bonnes solutions pour les radios HF portatives (mobiles) utilisées par les organismes humanitaires : la HF est presque toujours limitée aux véhicules et aux bâtiments fixes.

Radios HF pour véhicules

La communication HF est devenue la communication par défaut pour les véhicules de nombreux grands organismes humanitaires. En raison du fait que les signaux HF possèdent une portée bien supérieure à celle des signaux VHF/UHF, et compte tenu de la taille de l'équipement, la HF constitue un excellent complément aux autres formes de communication et un élément vital pour la sécurité des véhicules.

Les émetteurs-récepteurs HF montés sur véhicule sont très semblables aux autres unités radio montées sur véhicule. Les radios HF sont installées sur, dans ou sous les tableaux de bord et doivent être câblées en permanence à la batterie ou au système électrique du véhicule. De plus, étant donné l'emplacement de l'antenne HF, des fils supplémentaires doivent être passés à travers le châssis ou la carrosserie du véhicule pour atteindre correctement l'émetteur-récepteur.

L'un des facteurs distinctifs d'une antenne HF est sa grande taille. La longueur d'une antenne HF installée dans une voiture, parfois appelée « fouet », peut être plusieurs fois supérieure à la hauteur du véhicule. En outre, même si l'antenne n'est pas particulièrement lourde, sa longueur exerce une pression sur sa base en cas de vent ou lorsque le véhicule démarre et s'arrête. Le fouet HF doit être solidement fixé à la carrosserie du véhicule, en général sur le pare-chocs avant ou arrière.

Exemples d'antennes de véhicule HF (Codan)

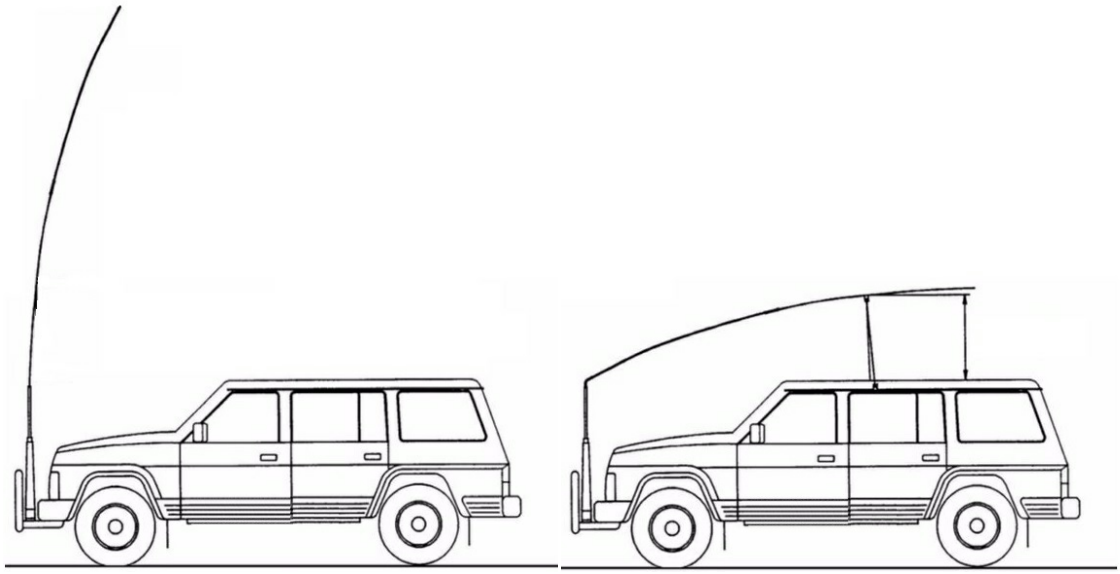
L'antenne elle-même peut poser des problèmes de sécurité. Lorsque la radio est utilisée, une quantité importante d'électricité circule vers l'antenne, ne serait-ce que pendant une courte période. Les personnes ou les animaux en contact avec l'antenne pendant son utilisation peuvent subir des blessures thermiques ou électriques. Par ailleurs, le haut fouet peut facilement s'accrocher à des arbres, des ponts ou tout(e) autre matériel ou structure suspendus à faible hauteur, ce qui peut endommager la structure, le fouet ou les deux.

Pour remédier aux problèmes de hauteur, les utilisateurs peuvent souhaiter attacher ou ancrer leur antenne HF à une galerie de toit ou à un autre point d'ancrage sur le toit du véhicule. Bien que cette solution soit parfaitement acceptable et n'ait pas d'incidence sur la fonctionnalité de la radio, les utilisateurs doivent être conscients :

- Que les fouets ancrés sont soumis à une forte tension et peuvent blesser des personnes

ou des animaux s'ils se détachent.
- Que les fouets ne peuvent être ancrés qu'à l'aide d'attaches spécialement conçues, disponibles auprès du fabricant.
- Que le fouet ne doit jamais se trouver à moins d'un mètre de la carrosserie de la voiture.

Configurations d'antennes HF pour véhicules

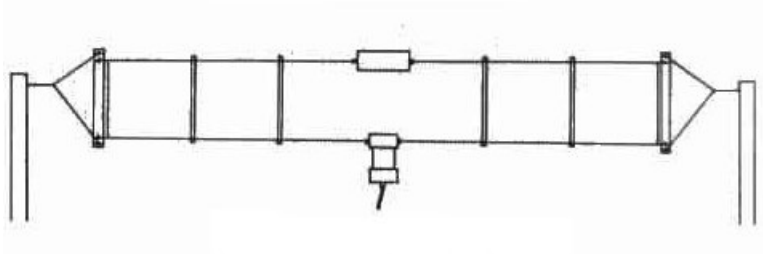


Stations de base HF

La taille et l'utilisation d'une station de base HF ne sont pas très différentes de celles des autres stations de base radio, mais les exigences spécifiques d'utilisation dépendent de l'unité spécifique et des besoins de programmation de l'organisme.

Une différence considérable avec l'utilisation d'installations HF permanentes dans les bâtiments réside toutefois dans la taille et l'orientation des antennes HF. En raison de la taille relative de l'onde radio HF, les antennes de base HF doivent être extrêmement grandes. À cet effet, les antennes HF sont en général fabriquées dans des matériaux flexibles qui peuvent être façonnés pour s'adapter aux contours ou aux besoins du terrain. Les antennes HF les plus courantes se présentent sous la forme de dipôles : deux câbles conducteurs distincts interrompus en leur milieu. Les deux câbles distincts sont suspendus librement, mais séparés par des structures rigides qui les empêchent d'entrer en contact l'un avec l'autre.

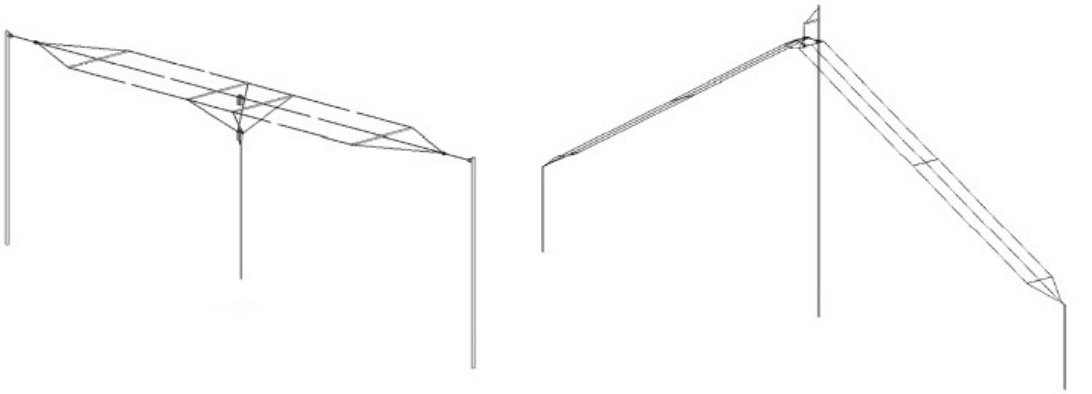
Antenne HF dipolaire



L'antenne HF dipolaire peut prendre une certaine place dans une enceinte. L'antenne peut mesurer jusqu'à 40-50 mètres de long d'un isolateur à l'autre, et peut même être plus longue si l'on tient compte des attaches et des ancrages. Les antennes HF doivent également être montées assez haut au-dessus du sol. La règle générale veut que les antennes radio soient montées au moins à la moitié de la hauteur de leur longueur d'onde correspondante. Pour les installations radio HF, il est recommandé d'installer les antennes à au moins 12-15 mètres au-dessus du sol.

Compte tenu de l'espace au sol nécessaire à cet effet, il existe plusieurs configurations que les utilisateurs peuvent adopter :

Configuration horizontale **Configuration en V inversé**



Configuration horizontale - L'antenne dipolaire est suspendue de manière tendue à ses deux extrémités à des hauteurs égales. Le câble de raccordement à la station de base est suspendu librement, bien que l'idéal soit de le fixer à quelque chose près du niveau du sol ou de l'ancrer à un poteau solide pour éviter tout déplacement dû au vent ainsi que pour alléger l'installation. La configuration horizontale est considérée comme la meilleure solution qui transportera le signal le plus loin.

Configuration en V inversé - Pour économiser l'espace au sol, les organismes peuvent opter pour la configuration en V inversé, dans laquelle les côtés de l'antenne dipolaire sont inclinés comme une tente. Composants importants d'une configuration en V inversé :

- L'angle formé par l'intérieur du V ne doit jamais être inférieur à 90 degrés. Plus il est proche du plat, mieux c'est.
- Le milieu doit être suspendu à un matériau solide et non conducteur à l'aide d'un ancrage approprié.
- Les ancrages situés aux points bas de la pente doivent encore être surélevés par rapport au sol et reliés à des « stubs ». Dans l'idéal, le mât principal devrait être plus élevé que la hauteur minimale pour s'adapter à la hauteur des points inférieurs.

Toute forme de configuration d'antenne et de mât doit être dûment sécurisée. Chaque type d'antenne est assorti d'un certain indice de vent, et les utilisateurs doivent comprendre quelles conditions météorologiques annuelles peuvent influencer la sélection de l'antenne.

En outre, les antennes HF peuvent consommer et produire de grandes quantités d'électricité. Les antennes HF dipolaires consomment en moyenne 250 à 350 watts lorsqu'elles sont utilisées, et peuvent présenter un pic de consommation allant jusqu'à 1 000 watts. Les antennes dipolaires ne sont en grande partie que du métal exposé, et tout ce qui se situe dans

le périmètre du raccordement entre ces deux fils représente un risque sérieux. Les branches d'arbres ou les déchets peuvent prendre feu, tandis que les fils peuvent blesser grièvement ou même tuer des humains ou des animaux. En aucun cas des humains ou des animaux ne doivent pouvoir saisir ou heurter les fils d'une radio HF, et si un fil de radio est tombé, les personnes se trouvant à proximité doivent recevoir l'ordre de rester en retrait jusqu'à ce que le courant soit coupé.

Utilisation de radios pour la communication vocale

Les avantages et les limites de l'utilisation de la communication par radio peuvent globalement varier d'une organisation à l'autre, mais il est fortement conseillé à chaque organisation d'établir et de développer sa propre politique d'utilisation correcte de la radio, ainsi qu'un plan disciplinaire en cas de mauvaise utilisation de l'équipement radio.

Canaux

Lors de l'utilisation d'un quelconque réseau, il existe parfois des canaux d'appel distincts utilisés pour établir la communication avec d'autres utilisateurs de la radio, qui spécifient ensuite un autre canal dédié. Dès qu'une telle communication est établie, les deux stations de radio doivent passer sur le canal de conversation déterminé afin de laisser le canal d'appel aux autres stations pour établir le contact. Les canaux d'appel sont surtout utilisés dans les réseaux où le volume de trafic partagé est élevé ou dans les réseaux hébergés par des tiers, comme les réseaux de répéteurs des Nations Unies que plusieurs organismes humanitaires peuvent utiliser.

Étiquette

En général, il y a des règles à respecter lors de la communication vocale par radio bidirectionnelle. Celles-ci peuvent comprendre les éléments suivants :

Utilisation de mots de procédure

Les mots de procédure (« Pro-Words ») sont un ensemble prédéfini de phrases courtes possédant des significations précises qui ont été élaborées pour aider les utilisateurs et les opérateurs du réseau à maintenir la brièveté de leurs transmissions ainsi qu'à éviter la confusion et les malentendus. Il est important de comprendre ces mots et leur signification afin de pouvoir comprendre ce qui se dit sur le réseau de radio et d'être en mesure d'envoyer des messages courts et précis. Voici quelques mots de procédure couramment utilisés et leur signification :

Phrase en mots de procédure	Signification
Affirmatif	Oui/correct

Phrase en mots de procédure	Signification
Urgent, urgent, urgent !	Interruption d'une transmission en cours pour un message urgent
Correct	Vous avez raison, ou ce que vous avez transmis est correct
Négatif	Non/incorrect
Réitérez	Votre dernier message n'a pas été compris
Rectification	Votre dernière transmission était incorrecte
À vous !	C'est la fin de ma transmission pour vous et j'attends une réponse. Transmettez !
Terminé !	Ma transmission pour vous est terminée et aucune réponse n'est requise **N'utilisez pas « À VOUS ! » et « TERMINÉ ! » ensemble !**
Transférez à	Transmettez le message suivant aux destinataires définis
Reçu !	J'ai reçu votre dernière transmission de manière satisfaisante
Répétez !	Répétez le dernier message. **Ne dites pas « recommencer » à la radio ! « Recommencer » est couramment utilisé par les militaires pour demander aux soldats de continuer à tirer avec une arme.**
Attendez !	Ne transmettez pas avant d'être contacté. J'ai besoin de temps supplémentaire.

Utilisez l'alphabet phonétique de l'OTAN :

L'alphabet phonétique de l'OTAN est fréquemment utilisé pour lever l'ambiguïté des communications par radio. Les commandes vocales par radio peuvent être difficiles à comprendre ou la puissance du signal peut être faible. Pour contourner ce problème, les

utilisateurs de la radio se servent souvent de l'alphabet phonétique de l'OTAN lorsqu'ils épellent des mots ou emploient des codes à une seule lettre. Par exemple, un véhicule ambulance mobile peut avoir l'indicatif d'appel « Ambulance mobile 1 » ou « AM1 » en abrégé. Lorsque cet indicatif est prononcé à l'aide de l'alphabet phonétique, il se dit « Alpha Mike 1 ».

Lettre	Phonétique	Lettre	Phonétique
A	Alfa	**N**	November
B	Bravo	**O**	Oscar
C	Charlie	**P**	Papa
D	Delta	**Q**	Quebec
E	Echo	**R**	Romeo
F	Foxtrot	**S**	Sierra
G	Golf	**T**	Tango
H	Hotel	**U**	Uniform
I	India	**V**	Victor
J	Juliet	**W**	Whiskey
K	Kilo	**X**	X-Ray
L	Lima	**W**	Yankee
M	Mike	**Z**	Zulu

Soyez bref - Les messages envoyés par radio doivent être brefs et précis. Si des conversations plus longues ne peuvent être évitées, elles doivent être divisées en segments. De longues conversations peuvent également empêcher d'autres utilisateurs d'accéder au réseau.

Utilisez les radios uniquement pour les activités officielles- Les communications doivent être limitées aux activités officielles. Aucune affaire personnelle ne doit faire l'objet de discussions sur les ondes radio, y compris les conversations personnelles.

Passage d'appels - Avant de passer un appel, vérifiez toujours que le canal radio prévu n'est pas utilisé en écoutant pendant quelques instants. Si nécessaire, augmentez la sortie audio.

La procédure générale pour passer un appel est la suivante : un utilisateur de la radio portant l'indicatif d'appel BF3 appelle un autre utilisateur :

Exemple :

(BF3 appelant) - « BF31, BF31 (de) BF3 »

(BF31 répondant) - « BF3 parlez. »

(BF3 répondant) - « Veuillez me donner le statut de l'expédition 12345, à vous. »

(BF31 répondant) - « 12345 est déjà emballé et expédié, à vous. »

(BF3 répondant) - « Merci, rien d'autre, BF3 terminé. »

(BF31 répondant) - « BF31 terminé. »

Adapté de International Medical Corps

Si, pour une raison urgente, une conversation en cours doit être interrompue, la procédure est

la suivante :

Exemple :	**(Conversation en cours) - (Discussion)... à vous** **(BF1 interrompant) - Urgent, urgent ! BF3, BF3 (de) BF1** **(BF3 répondant) - BF1 Passez sur le canal 3, à vous** **(BF1 répondant) - Passage sur le canal 3, BF1 terminé** **(Conversation en cours) - (Discussion)... À vous !**

Adapté de International Medical Corps

Qualité de l'appel - Pour déterminer la qualité de la connexion audio, ou si la transmission est déjà difficile, les utilisateurs doivent demander « Comment me recevez-vous ? ». Pour préciser la puissance et la clarté de la communication par radio, les utilisateurs peuvent déclarer « La réception est forte et claire », mais ils peuvent aussi déclarer « Je vous reçois "X" sur 5 », où « X » est un chiffre compris entre un et cinq. Cinq correspond à une transmission forte et claire et zéro signifie une absence totale de communication/signal.

Problèmes courants de la communication par radio

La radio ne s'allume pas.	• La batterie est-elle chargée ? • La radio est-elle raccordée à une source d'alimentation ? • La source d'alimentation est-elle sous-alimentée ou faible ?
Les transmissions ne sont pas reçues ou personne ne répond.	• La transmission est-elle envoyée sur la fréquence prévue ? • La radio se trouve-t-elle dans une zone blanche ? • La radio se trouve-t-elle dans la portée de transmission attendue ? • L'antenne est-elle correctement raccordée ? • Les autres radios sont-elles éventuellement éteintes ?
Le signal est faible ou interrompu	• Existe-t-il des facteurs atmosphériques ou environnementaux susceptibles d'interférer avec le signal ? • La radio est-elle utilisée à l'intérieur ou à proximité de bâtiments élevés ou d'arbres ? • La radio est-elle utilisée à proximité de lignes électriques ou d'autres équipements radio ?

Systèmes et dispositifs GPS

Les dispositifs et services basés sur le système de positionnement mondial (GPS) sont assez courants dans les technologies modernes telles que les ordinateurs et les téléphones portables, et de nombreux utilisateurs actuels interagissent quotidiennement avec des systèmes bénéficiant du GPS. Le concept sous-jacent au GPS était autrefois considéré comme relativement sophistiqué et était utilisé principalement par les gouvernements.

Les dispositifs basés sur le GPS fonctionnent en communiquant avec un réseau lâche de satellites de navigation, appelé système mondial de navigation par satellite (GNSS), qui tournent en permanence autour de la Terre à différentes altitudes et vitesses orbitales. Les satellites GNSS émettent en continu un faible signal radio détectable par les dispositifs au sol. Un dispositif basé sur le GPS nécessite une ligne de visée simultanée vers au moins trois satellites GNSS pour trianguler sa position sur la Terre. Les satellites de navigation ont été lancés pour la première fois dans les années 1970 par le gouvernement des États-Unis pour un usage militaire uniquement, mais au milieu des années 1990, le GPS est devenu largement disponible pour un usage commercial. Aujourd'hui, la constellation GNSS est composée de dizaines de satellites provenant de différents pays.

Utilisation des coordonnées GPS

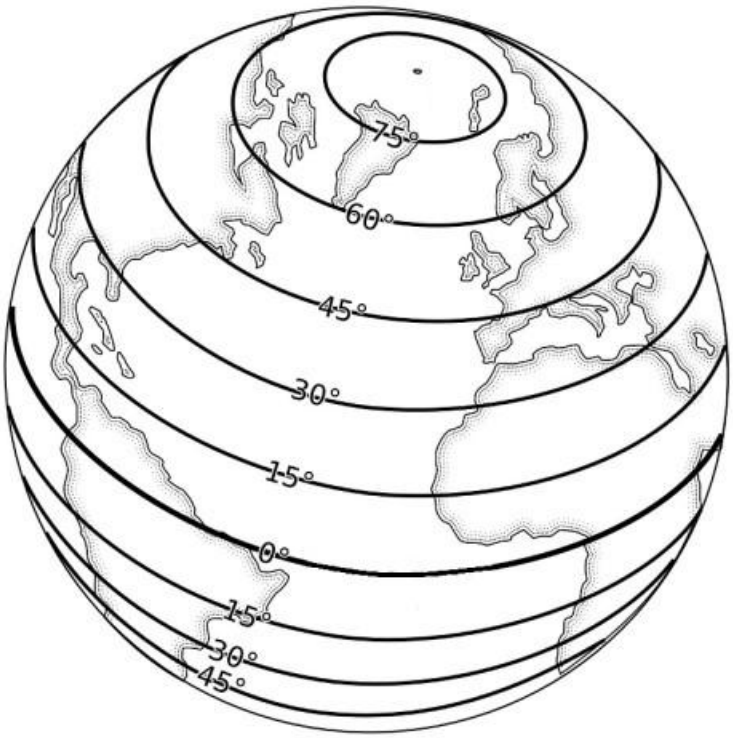
Les dispositifs basés sur le GPS communiquent dans un système de coordonnées, généralement connu sous le nom de « coordonnées GPS ». Les coordonnées GPS définissent un emplacement exact sur la surface de la Terre dans un système de quadrillage prédéfini. Plusieurs systèmes de quadrillage sont utilisés, mais la grande majorité des systèmes de communication sont fondés sur la latitude et la longitude :

Lignes de latitude - Les lignes de latitude sont des lignes horizontales qui s'étendent d'est en ouest sur le globe. La principale ligne de latitude, et la plus longue, s'appelle l'équateur.

L'équateur représente 0° de latitude, tandis que les pôles nord et sud représentent tous deux 90°. L'espace entre l'équateur et les pôles est uniformément réparti entre 0° et 90°.

Les lignes de latitude sont réparties entre 0-90° nord (N) et 0-90° sud (S), par exemple :

32° N

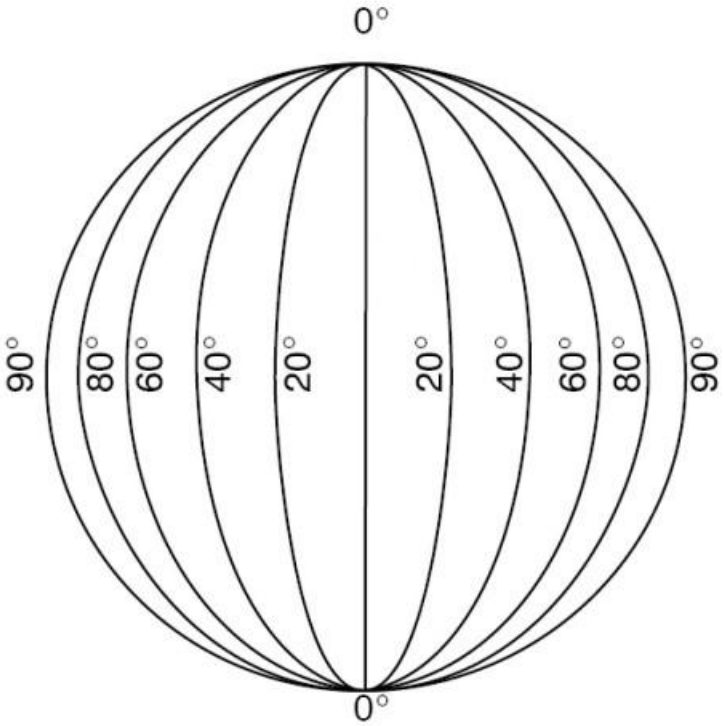


Lignes de longitude - Les lignes de longitude sont des lignes verticales qui s'étendent du pôle nord au pôle sud. La principale ligne de longitude est appelée le méridien d'origine.

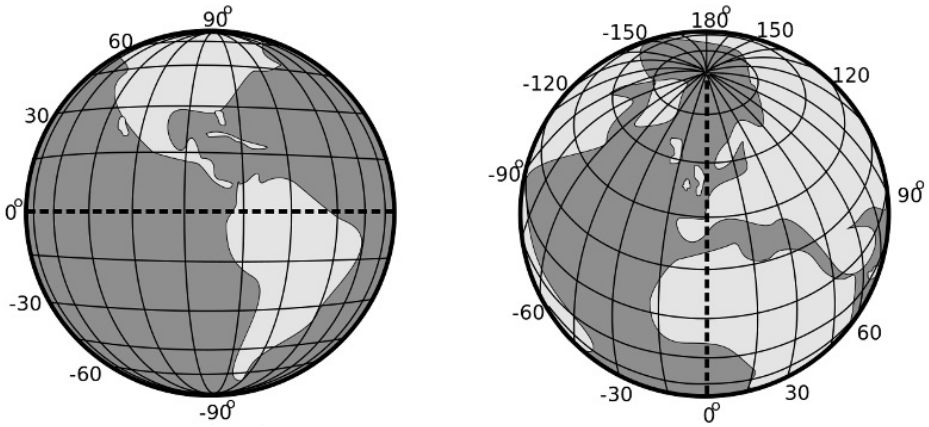
Le méridien d'origine représente 0° de longitude, tandis que les lignes verticales à l'est et à l'ouest augmentent progressivement jusqu'à 180°, soit 360° au total.

Les lignes de longitude sont réparties entre 0-180° est (E) et 0-180° ouest (O), par exemple :

163° O



La structure quadrillée résultant de la combinaison de la longitude et de la latitude ressemble à ceci :



Pour décrire plus précisément les coordonnées GPS, les lignes de longitude et de latitude sont décomposées en incréments de plus en plus petits. Les coordonnées GPS incrémentales détaillées peuvent fournir des emplacements précis n'importe où sur la surface de la Terre, jusqu'à moins d'un mètre carré.

Dans toutes les coordonnées GPS, l'orientation nord/sud est toujours exprimée en premier, suivie de l'orientation est/ouest. Malheureusement, il existe de multiples méthodes d'expression de ces coordonnées, qui ne sont pas interchangeables. Les différents formats de coordonnées GPS sont les suivants :

Type de quadrillage de coordonnées GPS	Explication	Exemple de présentation des coordonnées GPS
Degrés, minutes et secondes (DMS)	La méthode historique la plus courante pour exprimer les coordonnées GPS était celle des degrés, minutes d'arc et secondes d'arc. Alors que le nombre de degrés correspond à la ligne de latitude et de longitude, les minutes et les secondes sont exprimées en unités de 1 à 60, un degré comprenant soixante minutes d'arc. Les coordonnées traditionnelles nécessitent également la mention de N, E, O ou S pour indiquer leur relation avec l'équateur ou le méridien d'origine, car les nombres seuls peuvent représenter des lieux différents.	**41° 49' 17,3" N,** **12° 24' 27,0" E**
Degrés décimaux (DD)	Les degrés décimaux deviennent rapidement la méthode la plus courante d'expression des coordonnées GPS, car ils sont les plus faciles à lire et à comprendre pour les systèmes informatiques. Un degré décimal est exprimé par un degré entier (valeur de latitude ou de longitude) suivi d'une virgule et de six chiffres au maximum après la virgule. Les chiffres après la virgule sont essentiellement des fractions de degré entier, sur la base d'unités allant de 1 à 10. Les degrés décimaux à l'ouest du méridien d'origine ou au sud de l'équateur sont exprimés par des nombres négatifs. À titre d'exemple, un point au large des côtes du Pérou (dans les hémisphères sud et ouest) serait exprimé de la façon suivante : **-9,791500, -81,199971**	**41,821468,** **12,407512**
Degrés et minutes décimales (DMD)	Système hybride entre les minutes/secondes d'arc habituelles et les degrés décimaux, où les minutes et secondes d'arc habituelles sont exprimées au format décimal.	**41 49,2881 N,** **12 24,4507 E**

Lors de la génération et de l'utilisation de coordonnées GPS, il est important de comprendre les différences entre les divers formats ! Étant donné que les minutes et les secondes d'arc utilisent un système de base 60 alors que les degrés décimaux utilisent une base 10, le même endroit correspondra à deux nombres différents. Si quelqu'un enregistre des coordonnées GPS à partir d'un dispositif qui indique les minutes/secondes d'arc, les utilisateurs doivent penser à convertir les coordonnées en degrés décimaux s'ils prévoient d'employer des outils qui

requièrent des degrés décimaux, et vice versa.

Dispositifs GPS

Il existe un certain nombre de dispositifs GPS disponibles sur le marché pour les organisations humanitaires, qui ont tous leurs propres exigences et instructions d'utilisation. Il est important que les utilisateurs comprennent quelle est l'utilisation prévue du dispositif GPS lorsqu'ils font leur choix.

Hors ligne/autonome - De nombreux dispositifs GPS sont conçus dans le seul but d'effectuer des relevés GPS. Ces dispositifs possèdent généralement une interface simple et sont alimentés par des piles jetables ou rechargeables. Les unités GPS hors ligne sont fréquemment utilisées dans les domaines maritime, aérien et militaire, mais aussi pour l'orientation en milieu sauvage, les industries extractives ou toute application éloignée d'une connexion mobile ou internet. Les dispositifs GPS hors ligne ne sont en général que des récepteurs passifs des signaux GPS émis par les satellites GNSS, et fournissent un ensemble euclidien de coordonnées lorsqu'ils sont utilisés. Certains dispositifs GPS possèdent des fonctions de cartographie ou donnent la possibilité de laisser des points de repère. La nécessité de ces fonctionnalités supplémentaires dépend de l'utilisation et de l'organisme.

En ligne/sur téléphone - La plupart des téléphones intelligents modernes sont dotés d'une fonction GPS ainsi que d'applications de cartographie et de suivi. Bien que la plupart des utilisateurs connaissent bien les applications GPS sur téléphone, il y a quelques éléments importants à prendre en considération :

- De nombreux téléphones triangulent également leur position sur la base de tours de téléphonie mobile et ne reçoivent pas nécessairement un relevé GPS concret d'un satellite GNSS.
- Les téléphones peuvent être fragiles, moins résistants à l'eau/à la poussière, et avoir une autonomie plus courte que les dispositifs GPS spécialisés.
- Sans connexion permanente à l'internet, certaines applications GPS ne fonctionneront pas.

Avant de s'appuyer sur un téléphone intelligent comme principal dispositif GPS, les utilisateurs doivent tenir compte des points suivants :

- Pendant combien de temps le dispositif devra-t-il fonctionner ?
- Le dispositif résistera-t-il aux conditions environnementales requises pour le fonctionnement ?
- Ce téléphone intelligent fonctionnera-t-il vraiment sans connexion cellulaire ?

Outil de conversion de coordonnées GPS