

Directives environnementales, sanitaires et sécuritaires pour les télécommunications

Introduction

Les Directives environnementales, sanitaires et sécuritaires (Directives EHS)¹ sont des documents de références techniques qui présentent des exemples de bonnes pratiques internationales, de portée générale ou concernant une branche d'activité particulière. Lorsqu'un ou plusieurs États membres participent à un projet du Groupe de la Banque mondiale, les Directives EHS doivent être suivies conformément aux politiques et normes de ces pays. Les directives EHS établies pour les différentes branches d'activité sont conçues pour être utilisées conjointement avec les **Directives EHS générales**, qui présentent des principes directeurs environnementaux, sanitaires et sécuritaires applicables dans tous les domaines. Les projets complexes peuvent exiger l'application de plusieurs directives couvrant des branches d'activité différentes. La liste complète de ces directives figure à l'adresse suivante :

<http://www.ifc.org/ifcext/sustainability.nsf/Content/EnvironmentalGuidelines>

Les Directives EHS indiquent les mesures et les niveaux de performance qui sont généralement considérés réalisables dans de nouvelles installations avec les technologies existantes à un coût raisonnable.

Le champ d'application des Directives EHS doit être fonction des aléas et des risques identifiés pour chaque projet sur la base des résultats d'une évaluation environnementale qui prend en compte des éléments distinctifs du projet, comme les conditions en vigueur dans le pays dans lequel le projet est réalisé, la capacité d'assimilation de l'environnement, et d'autres facteurs propres au projet. La mise en oeuvre de recommandations techniques particulières doit être établie sur la base de l'opinion professionnelle des personnes ayant les qualifications et l'expérience nécessaires.

Si les seuils et normes stipulés dans les réglementations du pays d'accueil diffèrent de ceux indiqués dans les Directives EHS, les normes les plus rigoureuses seront être retenues pour les projets menés dans ce pays. Si des niveaux moins contraignants que ceux des Directives EHS peuvent être retenus pour des raisons particulières dans le contexte du projet, une justification détaillée pour chacune de ces alternatives doit être présentée dans le cadre de l'évaluation environnementale du site considéré. Cette justification devra montrer que les niveaux de performance proposés permettent de protéger la santé de la population humaine et l'environnement.

Champ d'application

Les Directives EHS pour les télécommunications sont applicables aux infrastructures de télécommunication telles que les lignes fixes et les infrastructures de transmission sans fil de signaux vocaux et de données, y compris les câbles terrestres et sous-marins posés sur de grandes distances (par ex., les câbles en fibre optique), ainsi que les émissions de radio et de télévision et les installations et équipements de

¹ C'est-à-dire les pratiques que l'on peut raisonnablement attendre de professionnels qualifiés et chevronnés faisant preuve de compétence professionnelle, de diligence, de prudence et de prévoyance dans le cadre de la poursuite d'activités du même type dans des circonstances identiques ou similaires partout dans le monde. Les circonstances que des professionnels qualifiés et chevronnés peuvent rencontrer lorsqu'ils évaluent toute la gamme des techniques de prévention de la pollution et de dépollution applicables dans le cadre d'un projet peuvent inclure, sans toutefois s'y limiter, divers degrés de dégradation environnementale et de capacité d'assimilation de l'environnement ainsi que différents niveaux de faisabilité financière et technique.

télécommunications et émission associés². Ce document se compose des sections ci-après :

Section 1.0 — Description et gestion des impacts propres aux activités considérées

Section 2.0 — Indicateurs de performance et suivi des résultats

Section 3.0 — Bibliographie

Annexe A — Description générale des activités

1.0 Description et gestion des impacts propres aux activités considérées

Cette section résume les questions environnementales, sanitaires et sécuritaires liées aux projets et infrastructures de télécommunication qui surviennent pendant la phase de construction et d'exploitation, et contient des recommandations quant à leur gestion. Des recommandations générales applicables aux activités de construction et de déclassement sont données dans les **Directives EHS générales**.

1.1 Environnement

Les questions environnementales soulevées par les projets de télécommunication concernent essentiellement :

- l'altération de l'habitat terrestre
- l'altération de l'habitat aquatique
- les impacts visuels
- les matières et les déchets dangereux
- les champs électriques et magnétiques
- les émissions atmosphériques
- le bruit

Altération de l'habitat terrestre

Le risque d'altération d'habitats terrestres et aquatiques se pose principalement pendant la construction d'infrastructures de

² Les installations et équipements associés comprennent les services hertziens, tels que réseaux cellulaires et liens micro-ondes ; les récepteurs des émissions par satellite ; les stations réceptrices, émettrices et relais par fil ou sans fil et les équipements connexes tels que mâts et pylônes, câbles et connecteurs, les abris et autres structures contenant les équipements, les batteries de secours et les sources auxiliaires d'alimentation électrique (générateurs).

communication, en fonction du type de composants et de la localisation des infrastructures. Les impacts sur les habitats peuvent être plus importants lors de la construction et de l'installation d'infrastructures linéaires, telles que la pose de câbles fixes sur de grandes distances, ainsi que la construction de voies d'accès à d'autres types d'infrastructures sur des terrains jusque là non touchés.

Les mesures recommandées pour prévenir et gérer les impacts sur les habitats terrestres pendant la construction des emprises consistent notamment à :

- implanter l'emprise des infrastructures fixes (p. ex, les câbles à fibre optique) et d'autres types d'infrastructures linéaires, les chemins d'accès, les lignes et les pylônes de façon à éviter les habitats essentiels, en utilisant autant que possible les emprises déjà établies pour les lignes à haute tension et les transports ;
- ne pas entreprendre les activités de construction pendant les périodes de reproduction et d'autres saisons ou moments de la journée qui sont jugées sensibles ;
- replanter les zones perturbées d'espèces autochtones ;
- gérer les activités du chantier de construction de la manière décrite dans les sections pertinentes des **Directives EHS générales**.

Collisions aviaires

La hauteur de certains pylônes d'antenne de transmission des signaux de radiodiffusion expose les oiseaux à des risques d'accidents mortels résultant, essentiellement, d'une collision³. La probabilité d'une collision aviaire augmente avec la hauteur des pylônes et dépend de la structure de ces derniers (le risque de collision est plus élevé pour les pylônes haubanés, par exemple), de l'éclairage des pylônes (qui attire certaines espèces d'oiseaux la nuit ou dans de mauvaises conditions de

³ Manville (2205) Bird Strikes and Electrocutions at Power Lines, Communication Towers, and Wind Turbines: State of the Art and State of the Science – Next Steps Toward Mitigation.

visibilité), et surtout, de leur emplacement par rapport aux couloirs de vols quotidiens ou aux corridors migratoires⁴.

Les mesures recommandées pour prévenir et réduire le plus possible les collisions aviaires consistent, notamment, à⁵:

- implanter les pylônes de façon à éviter les habitats essentiels (par exemple les sites de nidification, les héronnières, les roqueries, les couloirs empruntés par les oiseaux pour s'alimenter et les couloirs de migration)
- éviter de cumuler les impacts de différents pylônes en installant les antennes sur des pylônes existants ou d'autres structures fixes (en particulier les antennes de téléphonie cellulaire), en concevant les nouveaux pylônes sur le plan structurel et électrique pour qu'ils puissent servir à des utilisateurs supplémentaires, et en enlevant les pylônes qui ne sont plus utilisés ;
- dans la mesure du possible, limiter la hauteur des pylônes et privilégier des modèles autres que ceux qui sont haubanés (pylône en treillis ou antenne unipolaire),
- lorsque des pylônes haubanés se trouvent à proximité d'habitats aviaires essentiels ou de couloirs de migration, installer sur les haubans des objets qui en améliorent la visibilité (boules de balisage, marques pour dissuader les oiseaux ou dévier leur vol) ;
- limiter le nombre et l'intensité des éclairages des pylônes à ceux qui sont requis par la sécurité aérienne. Il est aussi possible d'utiliser des lumières blanches et/ou stroboscopiques.

Altération de l'habitat aquatique

Selon l'endroit où ils sont situés, les composants des réseaux de lignes fixes, y compris les points d'accès à la côte pour les câbles à fibre optique posés sur de grandes distances, ainsi que

⁴ Ibid.

⁵ Des informations complémentaires sont disponibles auprès de United States (US) Department of Interior, Fish and Wildlife Service, Service Guidance on the Siting, Construction, Operation and Decommissioning of Communications Towers (2000).

les voies d'accès aux pylônes et autres infrastructures fixes peuvent nécessiter l'aménagement de couloirs traversant des habitats aquatiques qui peuvent perturber les cours d'eau et les milieux humides, ainsi que les récifs de coraux et la végétation riveraine.

Les mesures recommandées pour prévenir et gérer les impacts sur les habitats aquatiques consistent, notamment, à :

- implanter les pylônes et les postes de relais de façon à éviter, dans la mesure du possible, les habitats aquatiques essentiels (cours d'eau, zones humides et zones ripariennes, par exemple), ainsi que les frayères et les habitats fragiles d'hivernage des poissons ;
- maintenir les possibilités de passage des poissons, lorsqu'il est impossible d'éviter de la traversée d'un cours d'eau par une route, en construisant des ponts en arc unique, des ponceaux à fond ouvert ou d'autres ouvrages aménagés selon des techniques approuvées ;
- limiter le plus possible le défrichage et la perturbation de la végétation riparienne ;
- gérer les activités du chantier de la manière décrite dans les sections pertinentes des **Directives EHS générales**.

Altération de l'habitat marin

Les câbles assurant les télécommunications à longue distance (par ex., les câbles en fibre optique) peuvent traverser des océans. Les câbles sont généralement installés au moyen d'un bateau mouilleur de câbles et d'un véhicule sous-marin télécommandé. Les problèmes liés à l'altération de l'habitat marin sont, notamment, la perturbation de la végétation intertidale et de la faune et de la flore marines, notamment les mammifères, ainsi que la sédimentation qui accroît la turbidité de l'eau et en diminue la qualité.

Les mesures recommandées pour prévenir et gérer les impacts sur les habitats marins consistent, notamment, à

- localiser et installer les câbles et les points d'accès à la côte de façon à éviter les habitats marins essentiels, comme les récifs coralliens et les aires de reproduction ;
- enfouir les câbles sous-marins lorsqu'ils doivent traverser des habitats intertidaux sensibles
- surveiller la trajectoire des câbles afin de déceler la présence éventuelle de mammifères marins ;
- éviter de poser les câbles sous-marins pendant les périodes de reproduction des poissons et des mammifères marins, ainsi que pendant les périodes de mise bas et de frai.

Impacts visuels

L'impact visuel des pylônes et des antennes peut varier en fonction de la sensibilité des communautés locales en ce domaine et la valeur esthétique attribuée au paysage (par ex. dans les sites pittoresques et touristiques). Les mesures recommandées pour prévenir, limiter le plus possible et gérer les impacts visuels consistent, notamment, à :

- éviter dans la mesure du possible de construire de nouveaux pylônes en installant les antennes sur des pylônes existants ou d'autres structures fixes, des bâtiments ou des pylônes électriques, par exemple ;
- recourir au camouflage des pylônes et des antennes (par ex., en installant des arbres artificiels dont le tronc masque le mât et le feuillage cache les antennes) ;
- tenir compte des perceptions esthétiques des habitants en consultant ces derniers durant le processus de décision du lieu d'implantation des pylônes.

Matières dangereuses et déchets

Les opérations de télécommunications ne nécessitent généralement pas l'utilisation de quantités importantes de matières dangereuses. Cependant, l'emploi de certains types d'équipements de commutation et de transmission peut exiger l'existence de systèmes d'alimentation électrique de secours

composé de batteries (généralement au plomb) et d'un groupe diesel. Les activités d'exploitation et d'entretien peuvent aussi donner lieu à la production de déchets électroniques (par ex., des batteries au nickel-cadmium et des cartes de circuits imprimés provenant d'ordinateurs et autres matériels électroniques, et des batteries de secours). L'utilisation de génératrices auxiliaires et de véhicules de service peut aussi se traduire par l'accumulation de pneus, d'huiles et de filtres usés. Les transformateurs peuvent aussi contenir des biphényles polychlorinés (PCB) tandis que les matériels de refroidissement peuvent contenir des réfrigérants (substances potentiellement destructrices de l'ozone éventuelles [SDO]).

Les mesures recommandées pour gérer les matériaux dangereux consistent, notamment, à :

- établir des procédures de livraison de carburant et des plans de prévention des déversements et de contrôle des livraisons et du stockage des carburants destinés aux systèmes d'alimentation électrique de secours, établissant de préférence des systèmes de confinement secondaire et de prévention d'un sur-remplissage des réservoirs de stockage de carburant ;
- établir des procédures de gestion des batteries au plomb, notamment pour leur stockage temporaire, leur transport et leur recyclage final par un établissement agréé ;
- veiller à ce que les nouveaux matériels auxiliaires ne contiennent pas de PCB ou de SDO. Les PCB provenant des anciens équipements doivent être traités comme matières dangereuses⁶ ;
- acheter des équipements électroniques répondant aux normes internationales d'élimination progressive des matériaux dangereux, et appliquer des procédures pour la

⁶ Des obligations complémentaires peuvent résulter des engagements pris par le pays d'accueil dans le cadre de la Convention de Bâle sur le contrôle des mouvements transfrontières de déchets dangereux et de leur élimination (<http://www.basel.int/>) et de la Convention de Rotterdam sur la procédure de consentement préalable en connaissance de cause applicable à certains produits chimiques et pesticides dangereux qui font l'objet d'un commerce international (<http://www.pic.int/>).

gestion des déchets produits par les équipements existants conformément aux recommandations concernant les déchets dangereux présentées dans les **Directives EHS générales**⁷.

- Envisager la mise en œuvre d'un programme de reprise obligatoire des produits de consommation tels que les téléphones cellulaires et leurs batteries.

Champs électromagnétiques

Les champs électromagnétiques sont des lignes invisibles de la force qui est émise par tout appareil électrique et qui entoure celui-ci (lignes et équipement électriques par exemple). Les champs électriques sont produits par le voltage et, plus le voltage est élevé, plus le champ qui en résulte est intense. Les champs magnétiques résultent de la circulation du courant électrique et leur intensité est d'autant plus élevée que le courant est élevé. Les ondes radio et les micro-ondes émises par des antennes émettrices sont une forme d'énergie électromagnétique. La puissance des émissions d'ondes radio est en principe bien plus élevée lorsque ces émissions proviennent des stations de radio et de télévision que lorsqu'elles proviennent de stations émettrices-réceptrices de base d'un réseau de téléphonie cellulaire. Les antennes de systèmes satellites et micro-ondes émettent et reçoivent des faisceaux dirigés très concentrés à des puissances encore plus fortes.

En dépit des inquiétudes suscitées par le public et dans les milieux scientifiques par les effets néfastes que peut avoir l'exposition aux champs électromagnétiques sur la santé (en raison non seulement de la présence de lignes et sous-stations électriques haute tension ou aux émetteurs à fréquences radio, mais aussi des appareils électriques utilisés dans la vie quotidienne), aucune donnée empirique ne permet d'établir

⁷ Par exemple, l'utilisation de plomb, de mercure, de cadmium, de chrome (Cr VI), de diphényle polybromé, et d'éthers de diphényle polybromé devrait être limitée ou progressivement éliminée conformément aux Directives européennes (2003a and 2003b).

l'existence de conséquences défavorables pour la santé d'une exposition aux champs électromagnétiques normalement créés par les lignes et l'équipement de transport d'électricité⁸.

Cela étant, si les indications d'effets nocifs ne sont guère probantes, elles n'en sont pas moins suffisantes pour être quelque peu préoccupantes⁹. Les recommandations concernant la gestion des expositions aux champs électromagnétiques consistent à :

- évaluer l'exposition potentielle de la population par rapport aux niveaux de référence établis par la Commission internationale de protection contre les rayonnements non ionisants (ICNIRP)^{10,11} ; les niveaux moyen et maximal d'exposition doivent rester en dessous du niveau d'exposition de la population générale¹² recommandé par la Commission ;
- limiter l'accès du public aux sites des pylônes d'antenne (se reporter à la section de ces directives intitulée « Santé et sécurité des communautés ») ;
- suivre les bonnes pratiques d'ingénierie pour le choix du site et de l'installation des antennes directionnelles (p. ex., pour les liaisons micro-ondes) pour éviter la construction de structures ;

⁸ Commission internationale de protection contre les rayonnements non ionisants (ICNIRP) (2001) ; Centre international de recherche sur le cancer (2002) ; National Institute of Health, États-Unis (2002) ; Advisory Group to the Radiation Protection Board, du Royaume-Uni (2001), et National Institute of Environmental Health Sciences, États-Unis (1999).

⁹ National Institute of Environmental Health Sciences, États-Unis (2002)

¹⁰ L'ICNIRP est une organisation non gouvernementale officiellement agréée par l'Organisation mondiale de la santé (OMS), qui a publié le « Guide pour l'établissement de limites d'exposition aux champs électriques, magnétiques et électromagnétiques- champs variables dans le temps » à l'issue d'un examen de l'ensemble des publications scientifiques ayant obtenu l'aval des spécialistes et portant notamment sur les effets thermiques et non thermiques. Les normes sont basées sur l'évaluation des effets biologiques dont les répercussions sur la santé sont connues. La principale conclusion des examens effectués par l'OMS est que des niveaux d'exposition inférieurs aux limites recommandées dans les directives internationales de l'ICNIRP ne semblent avoir aucune incidence détectée sur la santé.

¹¹ Une autre source d'information est Institute of Electrical and Electronics Engineers. Voir IEEE (2005).

¹² Les limites d'exposition de la population générale indiquées dans le Guide de l'ICNIRP sont présentées dans la section 2.1 des présentes Directives.

- prendre en compte les perceptions du public concernant les champs électromagnétiques en tenant des réunions de consultation avec les populations locales pendant le processus d'implantation des pylônes d'antenne.

Émissions atmosphériques

Les émissions des projets de télécommunication sont principalement liées à l'exploitation des parcs de véhicules ainsi qu'à l'utilisation de générateurs de secours, de systèmes de refroidissement et d'appareils de lutte contre l'incendie. Les mesures recommandées pour réduire le plus possible ces émissions consistent, notamment, à :

- mettre en œuvre de stratégies de gestion des émissions des parcs de véhicules et des générateurs comme décrite dans les **Directives EHS générales** en évitant, si possible, d'utiliser des générateurs de secours comme sources permanentes d'alimentation en électricité ;
- remplacer les chlorofluorocarbones (CFC) utilisés dans les systèmes de refroidissement et les appareils de lutte contre l'incendie en faisant appel à des entrepreneurs dûment formés et agréés pour gérer les CFC.

Bruit

Les générateurs de secours constituent la principale source de bruit dans les installations de télécommunication. Les mesures recommandées pour gérer le bruit consistent à installer des écrans et barrières antibruit, et à implanter les équipements sources de bruit à distance des zones d'habitation et autres récepteurs sensibles au bruit, afin de respecter les normes d'émission de bruit indiqués dans les **Directives EHS générales**.

1.2 Hygiène et sécurité au travail

Les sources de risques liés à l'hygiène et à la sécurité au travail qui se posent dans le cadre des projets de télécommunication sont, principalement, les suivantes :

- l'électricité,
- les champs électromagnétiques (dans le cadre professionnel)
- les fibres optiques
- le travail en hauteur
- les chutes
- les espaces confinés
- les véhicules motorisés

Les activités de construction peuvent aussi poser des risques pour l'hygiène et la sécurité au travail, qui sont similaires à ceux rencontrés sur d'autres types de sites de construction. Ils sont examinés, ainsi que la façon de les prévenir et de les maîtriser, dans les **Directives EHS générales**.

L'excavation, la construction, et la réparation de certains éléments d'un système de télécommunication peut exposer les travailleurs à des équipements souterrains ou aériens de services d'utilité collective, notamment des lignes de transport d'électricité aériennes ou enterrées, ainsi qu'à des gazoducs ou oléoducs enterrés. L'identification et la détermination de l'emplacement de tous les équipements souterrains pertinents doivent être assurées avant le démarrage de toute activité d'excavation ou de creusement de fossés.

Électricité

Les ouvriers de services de télécommunication peuvent être exposés à des risques d'accident de travail liés au contact avec les lignes électriques sous tension pendant les activités de construction, d'entretien et d'exploitation. Les mesures de prévention et d'élimination des risques associés aux lignes électriques sous tension consistent notamment à :

- autoriser uniquement les travailleurs formés et certifiés à assurer l'installation, l'entretien ou la réparation du matériel électrique ;

- mettre hors tension et mettre à la terre les lignes de distribution d'électricité sous tension avant d'entreprendre des travaux sur ces lignes ou à proximité de celles-ci ;
- veiller à ce que les travaux sur les fils sous tension soient effectués par des ouvriers formés et dans le respect strict de normes de sécurité et d'isolement précises. Les employés qualifiés ou formés pour travailler sur les réseaux de transport ou de distribution doivent être capables de¹³ :
 - distinguer les éléments sous tension des autres éléments du réseau électrique
 - déterminer la tension des éléments sous tension
 - bien apprécier les distances sécuritaires minimales à respecter pour les travaux sur des lignes sous tension
 - veiller à une bonne utilisation du matériel de sécurité et au respect des procédures établies par les travailleurs opérant à proximité des éléments sous tension d'un système électrique ou exposés à de tels éléments
- veiller à ce que les travailleurs ne s'approchent pas des éléments conducteurs ou sous tension exposés, même s'ils ont reçu la formation requise, sauf si :
 - les travailleurs sont dûment protégés par des gants ou tout autre protection isolante agréée concernant l'élément sous tension ; ou
 - l'élément sous tension est correctement isolé du travailleur et de tout autre objet conducteur ; ou
 - le travailleur est adéquatement isolé de tout autre objet conducteur et séparé de celui-ci par un isolant (travail sur les lignes sous tension)
- définir dans un plan d'hygiène et de sécurité la formation précise, les mesures de sécurité, les dispositifs de sécurité personnels et les autres précautions nécessaires lorsqu'il

faut que l'entretien et l'exploitation s'effectuent à une distance inférieure à la distance de sécurité minimale¹⁴;

Les mesures recommandées pour prévenir, limiter le plus possible et maîtriser les blessures liées à des chocs électriques consistent, notamment, à :

- veiller à ce que toutes les installations électriques soient effectuées par des personnels brevetés et supervisées par des professionnels agréés. Les qualifications pour ces travaux doivent être validées aussi bien sur la base d'un enseignement théorique que d'une formation et d'une expérience pratiques ;
- instaurer des procédures strictes pour la mise hors tension et la vérification des équipements électriques avant d'entreprendre tout travail d'entretien. S'il n'est pas possible de les mettre hors tension, les installations électriques doivent être déplacées ou isolées pour minimiser les risques ;
- avant tout travail d'excavation, identifier et marquer tous les câbles souterrains existants. Ceux-ci doivent être indiqués sur les plans et relevés ;
- mettre à la terre toutes les installations électriques et les structures en acier, telles que les mâts ou les pylônes, pour des raisons de sécurité, le courant électrique empruntant le fil de terre pour se dissiper dans la terre. Lorsque des travaux de maintenance doivent être effectués sur des matériels sous tension, il importe qu'une procédure stricte ait été établie à des fins de sécurité et que les travaux se déroulent sous une supervision constante ;
- dispenser une formation au personnel portant sur les techniques de réanimation des victimes de chocs électriques.

¹³ De plus amples informations sont disponibles auprès d'Occupational Safety and Health Administration (OSHA), 29 CFR 1910.268 (Télécommunications).

¹⁴ Des informations complémentaires sur les distances de sécurité applicables aux travaux de télécommunications sont données par OSHA, 29 CFR 1910.268.

Champs électromagnétiques

Les champs électromagnétiques sont décrits dans la section 1.1 ci-dessus. Les employés des compagnies de télécommunication sont généralement plus exposés à ces champs que la population car ils travaillent à proximité d'antennes émettrices d'ondes radio et de micro-ondes. La puissance des émissions d'ondes radio est en principe bien plus élevée lorsque ces émissions proviennent des stations de radio et de télévision que lorsqu'elles proviennent de stations émettrices-réceptrices de base d'un réseau de téléphonie cellulaire. Les antennes de systèmes satellites et micro-ondes émettent et reçoivent des faisceaux dirigés très concentrés à des puissances encore plus fortes¹⁵.

Il convient d'empêcher ou de minimiser l'exposition professionnelle aux champs électromagnétiques en élaborant et en mettant en œuvre un programme de sécurité afin d'assurer une protection contre les champs électromagnétiques, qui vise, notamment, à :

- déterminer les niveaux d'exposition potentiels dans le cadre du travail, notamment en effectuant des enquêtes sur les niveaux d'exposition dans les nouveaux projets et en utilisant des appareils de mesure individuels pendant l'activité professionnelle ;
- former les ouvriers pour qu'ils puissent déterminer les niveaux et les risques d'exposition professionnelle aux champs électromagnétiques
- instaurer et identifier des zones de sécurité afin de distinguer les aires où le niveau d'exposition aux champs électromagnétiques est acceptable pour la population des

¹⁵ Bien que des études détaillées de l'exposition aux champs électromagnétiques dans le cadre de l'activité professionnelle réalisées aux États-Unis, au Canada, en France, en Angleterre et dans plusieurs pays d'Europe du Nord n'aient pas établi de corrélation ou de lien significatif entre les niveaux habituels d'exposition aux champs électromagnétiques dans le cadre du travail et l'état de santé, certaines études ont identifié la possibilité d'un lien entre les niveaux habituels d'exposition aux champs électromagnétiques dans le cadre du travail et le cancer, notamment du cerveau (U.S. National Institute of Environmental Health Sciences 2002), indications suffisantes pour être quelque peu préoccupantes.

zones de travail où ces risques sont élevés et, ce faisant, restreindre l'accès de ces dernières aux travailleurs ayant reçu la formation nécessaire ;

- mettre en œuvre des plans d'action pour faire face aux situations dans lesquelles les niveaux d'exposition potentiels ou confirmés sont supérieurs aux niveaux d'exposition professionnelle de référence établis par des organisations internationales telles que ICNIRP et Institute of Electrical and Electronics Engineers (IEEE)¹⁶. Les appareils de mesure individuels des niveaux d'exposition doivent être programmés de façon à signaler automatiquement les degrés d'exposition qui sont inférieurs au niveau d'exposition professionnelle de référence (50 % par exemple). Les plans d'action pour faire face à l'exposition professionnelle peuvent prévoir, entre autres, la mise hors tension des matériels de transmission pendant les opérations d'entretien, la limitation du temps d'exposition assurée par des programmes de rotation du travail, l'accroissement de la distance entre la source et le travailleur dans la mesure du possible, l'utilisation de matériaux de protection ; ou l'installation d'échelles ou autres moyens d'ascension à l'intérieur des mâts ou des pylônes et à l'arrière des faisceaux émis.

Fibres optiques

Les travailleurs procédant à l'installation ou à la réparation de câbles à fibre optique courent un risque de dommage irréparable de l'œil par suite d'une exposition à un rayon laser pendant les activités de connexion et d'inspection des câbles¹⁷. Les travailleurs sont aussi exposés à des éclats de fibres minuscules ou microscopiques qui peuvent pénétrer dans les tissus par la peau ou les yeux, ou encore par ingestion ou

¹⁶ Les normes d'exposition professionnelle établies par l'ICNIRP sont indiquées à la section 2.2 des présentes Directives.

¹⁷ Pour faciliter les opérations consistant à allonger un câble ou à monter un connecteur, un microscope est généralement fixé à l'extrémité du câble à fibre optique : ce microscope permet au travailleur d'inspecter du câble et de préparer les fines fibres de verre en vue de leur allongement ou du montage du connecteur.

inhalation. L'installation de fibres optiques peut aussi présenter un risque d'incendie en raison de la présence de matériaux inflammables dans les aires d'installation de lasers de forte puissance. Les mesures recommandées pour prévenir, limiter le plus possible et maîtriser les blessures liées à l'installation et à la maintenance des câbles de fibres optiques consistent, notamment, à :

- faire suivre aux travailleurs une formation portant sur les risques particuliers posés par les lumières laser, notamment les différentes catégories de lumières laser de haute et basse puissance, et la gestion des fibres ;
- préparer et appliquer des procédures de sécurité pour les lumières laser et de gestion des fibres optiques, qui prévoient, entre autres :
 - l'extinction, si possible, des lumières laser avant le début du travail
 - le port de lunettes de sécurité laser pendant l'installation de systèmes à fibre optique opérationnels
 - l'interdiction de regarder intentionnellement dans le laser à l'extrémité de la fibre ou de pointer celui-ci vers une autre personne
 - la limitation de l'accès à la zone de travail, la pose de panneaux d'avertissement et l'identification des zones à risque d'exposition à un rayonnement laser ; et l'installation d'un éclairage assurant une bonne luminosité pour compenser la perte de visibilité due au port de lunettes de protection
 - l'inspection de la zone de travail pour s'assurer qu'il ne reste aucun matériau inflammable avant l'installation de lumières laser à haute puissance
- assurer un programme de surveillance médicale donnant lieu à un examen initial de la vue suivi d'examen périodiques ;
- éviter toute exposition aux fibres par le port de vêtements de protection et par la séparation des aires de travail et de repas.

Travail en hauteur

Le montage de pylônes et l'installation d'antennes peut faire courir un risque corporel aux travailleurs qui utilisent des dispositifs de montage ou des plateformes surélevées, ainsi qu'à ceux qui se trouvent en dessous de ces installations parce vu le risque encouru par les objets qui peuvent tomber. Les stratégies de gestion recommandées consistent, notamment, à :

- installer des barricades pour empêcher les personnes non autorisées à accéder au site des travaux en hauteur, et éviter les situations dans lesquels des personnes travaillent en dessous d'autres travailleurs ;
- évaluer et entretenir les appareils de levage et donner une formation pertinente aux opérateurs qui les utilisent. Les plateformes surélevées doivent être entretenues et utilisées conformément aux procédures de sécurité établies qui couvrent entre autres le matériel et conformément aux mesures de prévention des chutes (comme l'installation de garde-corps) et prévoient le déplacement des appareils seulement lorsque l'appareil de levage est rétracté, la réalisation des travaux de réparation uniquement par des personnes qualifiées et l'emploi de verrous/cadenas efficaces pour éviter toute utilisation par des personnes non autorisées et non formées ;
- utiliser les échelles conformément à des procédures de sécurité préétablies concernant, notamment, la manière de les placer, d'y monter et de s'y tenir en équilibre, et l'utilisation de rallonges.

Mesures de protection contre les chutes

Les ouvriers peuvent être exposés à des risques professionnels lorsqu'ils travaillent en hauteur dans le cadre des activités de construction, d'entretien et d'exploitation. Les mesures de prévention et de maîtrise des risques inhérents au travail en hauteur consistent, notamment, à :

- vérifier l'intégrité des structures avant d'entreprendre les travaux ;
- mettre en œuvre un programme de protection contre la chute qui comprend notamment la formation aux techniques d'ascension et l'application des mesures de protection contre la chute ; l'inspection, l'entretien et le remplacement du matériel de protection contre la chute ; et le sauvetage des ouvriers dont la chute a été interrompue ;
- établir les critères d'utilisation des dispositifs de protection intégrale contre la chute (en général lorsque le travailleur intervient à plus de 2 m au-dessus de la plate-forme de travail, cette hauteur pouvant cependant être portée à 7 m, selon l'activité). Le système de protection contre la chute doit être adapté à la structure du pylône et aux mouvements nécessaires, notamment l'ascension, la descente et le déplacement d'un point à un autre ;
- installer des accessoires fixes sur des éléments du pylône pour faciliter l'utilisation des systèmes de protection contre la chute ;
- mettre en place, à l'intention des travailleurs, un bon système de dispositifs de positionnement. Les connecteurs des systèmes de positionnement doivent être compatibles avec les éléments du pylône auxquels ils sont fixés,
- utiliser des ceintures de sécurité en nylon doublé d'au moins 16 millimètres (5/8 de pouce) ou en tout autre matériau de résistance équivalente. Les ceintures de sécurité en corde doivent être remplacées avant de présenter des signes de vieillissement ou d'usure des fibres
- prévoir le port d'une deuxième courroie de sécurité (de réserve) par les travailleurs qui manient des outils électriques en hauteur.

Espaces confinés

Les types d'espaces confinés rencontrés dans les projets de télécommunication varient mais ils peuvent comprendre les

infrastructures de lignes fixes souterraines coimplantées avec d'autres infrastructures souterraines en zone urbaine. Les opérateurs d'installations de télécommunication doivent formuler et appliquer des procédures d'entrée dans des espaces confinés comme indiqué dans les **Directives EHS générales**.

Sécurité des véhicules automobiles

En raison de la dispersion géographique des éléments d'infrastructure de certains opérateurs de réseaux de télécommunication, les activités de maintenance peuvent impliquer de fréquents déplacements effectués par des véhicules motorisés. Dans ce cas, les entreprises doivent préparer et appliquer des programmes de sécurité d'utilisation des véhicules à moteur pour assurer la sécurité de leurs employés et celle des communautés dans lesquelles ils opèrent. Des recommandations concernant la sécurité des véhicules à moteur sont présentées dans les **Directives EHS générales**.

1.3 Santé et sécurité de la population

Les impacts sur la santé et la sécurité de la population pendant la phase de construction tiennent, par exemple, à la circulation des véhicules de construction et aux transports, à la poussière, au bruit et aux vibrations produits par les activités de construction. Ces risques sont semblables à ceux rencontrés dans la plupart des sites de construction et sont décrits en détail, ainsi que les mesures requises pour les prévenir et les gérer, dans les **Directives EHS générales**.

Les risques professionnels liés à la phase d'exploitation des projets de télécommunications rentrent dans les catégories suivantes :

- Risques liés aux structures et à l'accès aux sites
- Sécurité de la navigation aérienne
- Sécurité routière et utilisation de téléphones cellulaires

Problèmes de structure et d'accès au site

La population peut être exposée à des risques liés aux structures en cas de défaillance structurale de mâts et des pylônes. Ces structures peuvent aussi attirer des personnes non autorisées qui souhaitent les escalader et s'exposent ainsi à un risque. Les mesures recommandées pour gérer les problèmes de sécurité des sites consistent, notamment, à :

- concevoir et installer les structures et les éléments de pylônes conformément aux bonnes pratiques reconnues sur le plan international dans cette branche d'activité¹⁸, en tenant compte de la fréquence et de l'ampleur potentielles des risques naturels ;
- installer des barrières, prendre des mesures institutionnelles et instaurer des contrôles complémentaires, comme l'installation de panneaux interdisant d'entrer sur le site et l'emploi de gardes pour protéger les environs du site ;
- équiper les mâts et les pylônes de dispositifs anti-escalades pour empêcher toute escalade non autorisée.

Sécurité de la navigation aérienne

La présence de pylônes d'antennes à proximité d'un aéroport ou de trajectoires de vol connues peut avoir une incidence sur la sécurité de la navigation aérienne, directement parce qu'elle peut provoquer des collisions ou indirectement en créant des interférences radar. Les impacts liés à des collisions d'avions peuvent être atténués par des mesures qui consistent à :

- éviter d'installer des pylônes à proximité des aéroports et dans l'enveloppe des trajectoires de vol connues ;
- consulter les autorités réglementaires chargées de la sécurité du trafic aérien avant d'installer les équipements, conformément aux réglementations en matière de sécurité du trafic aérien.

¹⁸ Par exemple, Structural Standards for Steel Antenna Towers and Antenna Supporting Structures (ANSI/TIA 222-G-2005), Telecommunications Industry Association (<http://www.tiaonline.org/index.cfm>)

Sécurité routière et utilisation de téléphones cellulaires

Les sociétés de télécommunication qui fournissent des services de téléphone cellulaire ne peuvent guère ou pas influencer leurs clients pour qu'ils utilisent leurs appareils de manière prudente. Elles devraient toutefois, dans la mesure du possible, encourager une utilisation prudente des téléphones cellulaires, notamment en menant des campagnes d'information à leurs clients, lorsqu'ils s'abonnent à leurs services, ou avec les factures envoyées par courrier, ou encore par des campagnes publicitaires de grande diffusion.

2.0 Indicateurs de performance et suivi des résultats

2.1 Environnement

Directives pour les émissions et les effluents

Les activités de télécommunications ne génèrent en général pas un volume important d'émissions atmosphériques ou d'effluents. En revanche, les opérations doivent être menées dans le respect des principes et directives énoncées plus haut ainsi que dans les **Directives EHS générales**, notamment en ce qui concerne les émissions ou les effluents générés durant les travaux de construction ou par les installations administratives et d'entretien. Le tableau 1 indique les limites d'exposition de la population générale à des champs électriques et magnétiques publiées par la Commission internationale de protection contre les rayonnements non ionisants (ICNIRP).

Les directives concernant les émissions produites par les opérations de combustion associées aux activités de cogénération de centrales ayant une puissance installée ne dépassant pas 50 MW figurent dans les **Directives EHS générales** ; les émissions des centrales électriques de plus grande taille sont présentées dans les **Directives EHS pour l'électricité thermique**. Des informations sur les conditions

ambiantes basées sur la charge totale des émissions sont présentées dans les Directives EHS générales.

Tableau 1. Directives de l'ICNIRP pour l'exposition de la population générale à des champs électriques et magnétiques.

Fréquence	Champ électrique (v/m)	Champ magnétique (μT)
3 – 150 kHz	87	6,25
10 – 400 MHz	28	0,092
2 – 300 GHz	61	0,20

Suivi environnemental

Des programmes de suivi des impacts environnementaux dans cette branche d'activité doivent être mis en place de manière à couvrir toutes les activités susceptibles d'avoir des impacts environnementaux significatifs dans des conditions normales ou anormales d'exploitation. Les activités de suivi des impacts environnementaux doivent être basées sur des indicateurs directs ou indirects d'émissions, d'effluents, et d'utilisation des ressources applicables au projet considéré. Les activités de suivi doivent être suffisamment fréquentes pour fournir des données représentatives sur les paramètres considérés. Elles doivent être menées par des personnes ayant reçu la formation nécessaire à cet effet, suivant des procédures de suivi et de tenue des statistiques et utilisant des instruments correctement calibrés et entretenus. Les données fournies par les activités de suivi doivent être analysées et examinées à intervalles réguliers et comparées aux normes d'exploitation afin de permettre l'adoption de toute mesure corrective nécessaire.

2.2 Hygiène et sécurité au travail

Directives sur l'hygiène et la sécurité au travail

Les résultats obtenus dans le domaine de l'hygiène et de la sécurité au travail doivent être évalués par rapport aux valeurs

limites d'exposition professionnelle publiées à l'échelle internationale, comme les directives sur les valeurs limites d'exposition (TLV®) et les indices d'exposition à des agents biologiques (BEIs®) publiés par American Conference of Governmental Industrial Hygienists (ACGIH)¹⁹, *Pocket Guide to Chemical Hazards* publié par United States National Institute for Occupational Health and Safety (NIOSH)²⁰, les valeurs plafonds autorisées (PELs) publiées par Occupational Safety and Health Administration of the United States (OSHA)²¹, les valeurs limites d'exposition professionnelle de caractère indicatif publiées par les États membres de l'Union européenne²², ou d'autres sources similaires

Parmi les autres indicateurs qui concernent tout particulièrement les activités de télécommunication, on peut citer les limites d'exposition professionnelle aux champs électriques et magnétiques définies par l'ICNIRP et indiquées au tableau 2.

Tableau 2. Directives ICNIRP pour l'exposition professionnelle aux champs électriques et magnétiques

Fréquence	Champ électrique (v/m)	Champ magnétique (μT)
0.82 – 65 kHz	610	30,7
10 – 400 MHz	61	0,2
2 – 300 GHz	137	0,45

Fréquence des accidents mortels et non mortels

Il faut s'efforcer de ramener à zéro le nombre d'accidents du travail dont peuvent être victimes les travailleurs (employés et

¹⁹ Consulter <http://www.acgih.org/TLV/> et <http://www.acgih.org/store/>

²⁰ Consulter <http://www.cdc.gov/niosh/npg/>

²¹ Consulter

http://www.osha.gov/pls/oshaweb/owadisp.show_document?p_table=STANDAR DS&p_id=9992

²² Consulter http://europe.osha.eu.int/good_practice/risks/ds/oel/

sous-traitants) dans le cadre d'un projet, en particulier les accidents qui peuvent entraîner des jours de travail perdus, des lésions d'une gravité plus ou moins grande, ou qui peuvent être mortels. Les chiffres enregistrés pour le projet doivent être comparés à ceux d'installations de pays développés opérant dans la même branche d'activité, présentés dans des publications statistiques (par exemple US Bureau of Labor Statistics et UK Health and Safety Executive²³).

Suivi de l'hygiène et de la sécurité au travail

Il est nécessaire d'assurer le suivi des risques professionnels liés aux conditions de travail spécifiques au projet considéré. Ces activités doivent être conçues et poursuivies par des experts agréés²⁴ dans le contexte d'un programme de suivi de l'hygiène et de la sécurité au travail. Les installations doivent par ailleurs tenir un registre des accidents du travail, des maladies, des événements dangereux et autres incidents. Les installations doivent par ailleurs tenir un registre des accidents du travail, des maladies, des événements dangereux et autres incidents. De plus amples informations sur les programmes de suivi de l'hygiène et de la sécurité au travail sont données dans les **Directives EHS générales**.

²³ Consulter: <http://www.bls.gov/iif/> and <http://www.hse.gov.uk/statistics/index.htm>

²⁴ Les professionnels agréés peuvent être des hygiénistes industriels diplômés, des hygiénistes du travail diplômés, des professionnels de la sécurité brevetés ou tout titulaire de qualifications équivalentes.

3.0 Bibliographie et sources d'information supplémentaires

Agence internationale pour la recherche sur le cancer, Organisation mondiale de la santé (OMS). 2002. IARC Monographs on the Evaluation of Carcinogenic Risks to Humans. Volume 80. Non-Ionizing Radiation, Part 1: Static and Extremely Low-Frequency (ELF) Electric and Magnetic Fields. Summary of Data Reported and Evaluation. Lyon, France: IARC. Disponible à <http://monographs.iarc.fr/ENG/Monographs/vol80/volume80.pdf>

Clark, J.R. 2000. Service Guidance on the Siting, Construction, Operation, and Decommissioning of Communication Towers. Note de Clark (Directeur, US Department of Interior Fish and Wildlife Service, Washington) aux directeurs régionaux (US Fish and Wildlife Service). Disponible à <http://www.fws.gov/migratorybirds/issues/towers/comtow.html>

ICNIRP - Commission internationale de protection contre les rayonnements non ionisants (Radiation Protection). 2003. Exposure to Static and Low Frequency Electromagnetic Fields, Biological Effects and Health Consequences (0-100 kHz). Review of the Scientific Evidence and Health Consequences. Bernhardt, J.H., Matthes, R., McKinlay, A., Vecchia, P., Veyret, B. (directeurs de publication). ICNIRP.

ICNIRP. 1996. Health Issues Related to the Use of Hand-Held Radiotelephones and Base Transmitters, Health Physics, Vol. 70, No.4, pp 587-593.

ICNIRP. 1998. Guidelines for Limiting Exposure to Time-Varying Electric, Magnetic, and Electromagnetic Fields (up to 300 GHz), Health Physics Vol. 74, No 4, pp 494-522. Disponible à <http://www.icnirp.de/documents/emfgdl.pdf>

ICNIRP. 2001. Review of the Epidemiologic Literature on EMF and Health. Environmental Perspectives 109 (Supp 6): 911-934. Disponible à <http://www.icnirp.de/documents/EPReview1.pdf>

Institute of Electronics and Electrical Engineers. 2005. Standard C95.1-2005: IEEE Standard for Safety Levels with Respect to Human Exposure to Radio Frequency Electromagnetic Fields, 3kHz to 300GHz. Piscataway, NJ: IEEE.

London, S.J., et al. 1994. Exposure to Magnetic Fields Among Electrical Workers in Relation to Leukemia Risk in Los Angeles County. American Journal of Industrial Medicine. 1994:26.p.47-60.

Manville, A.M., II. 2005. Bird Strikes and Electrocutions at Power Lines, Communication Towers, and Wind Turbines: State of the Art and State of the Science – Next Steps Toward Mitigation. Bird Conservation Implementation in the Americas: Proceedings 3rd International Partners in Flight Conference 2002. C.J. Ralph and T.D. Rich, eds. United States Department of Agriculture (USDA) Forest Service, GTR-PSW-191. Albany, CA: USDA. Disponible à http://www.fs.fed.us/psw/publications/documents/psw_qtr191/Asilomar/pdfs/1051-1064.pdf

National Committee for Research Ethics in Science and Technology (NENT). 1995. The Holmenkollen Guidelines for Sustainable Industrial Fish Farming. <http://www.hse.gov.uk/statistics/index.htm>

NIEHS. 1999. Health Effects from Exposure to Power-Line Frequency Electric and Magnetic Fields. NIM Publication No. 99-4493. Research Triangle Park, NC: NIEHS.

OMS. 2000. Fact sheet No 193. Electromagnetic Fields and Public Health: Mobile Telephones and their Base Stations. Genève : OMS. Disponible à <http://www.who.int/mediacentre/factsheets/fs193/en/>

OMS. 2002. Statement WHO/01, 23 January 2002, Clarification of mooted relationship between mobile telephone base stations and cancer. Genève :

OMS. Disponible à <http://www.who.int/mediacentre/news/statements/statementemf/en/index.html>

OMS. 2004. Workshop on Electrical Hypersensitivity. Workshop Summary, Working Group Meeting Report, Rapporteur's Report. Prague, République tchèque, Octobre 25-27.

OMS. 2005. Fact sheet No 296. Electromagnetic Fields and Public Health: Electromagnetic Hypersensitivity. Genève : OMS. Disponible à <http://www.who.int/mediacentre/factsheets/fs296/en/>

OMS. 2006. International EMF Project. Model Legislation for Electromagnetic Fields Protection. Genève : OMS. Disponible à http://www.who.int/peh-emf/standards/EMF_model_legislation%5b1%5d.pdf

OMS. What are electromagnetic fields? Genève : OMS. Disponible à <http://www.who.int/peh-emf/about/WhatisEMF/en/>

Parlement européen et Conseil de l'Union européenne. Directive 2004/40/EC of the European parliament and Of the Council on the minimum health and safety requirements regarding the exposure of workers to the risks arising from physical agents (electromagnetic fields). 18th individual Directive within the meaning of Article 16(1) of Directive 89/391/ECC. Disponible à http://europa.eu.int/eur-lex/pri/en/oj/dat/2004/l_184/l_18420040524en00010009.pdf

UE (Union européenne). 2003a. Directive 2002/95/EC of the European Parliament and of the Council of 27 January 2003 on the restriction of the use of certain hazardous substances in electrical and electronic equipment. Disponible à http://ec.europa.eu/environment/waste/weee_index.htm

UE. 2003b. Directive 2002/96/EC of the European Parliament and of the Council of 27 January 2003 on waste electrical and electronic equipment (WEEE) - Joint declaration of the European Parliament, the Council and the Commission relating to Article 9. Disponible à http://ec.europa.eu/environment/waste/weee_index.htm

UK National Radiological Protection Board (NRPB) (now the Radiation Protection Division of the Health Protection Agency). Advisory Group on Non-Ionising Radiation (AGNIR). 2001. ELF Electromagnetic Fields and the Risk of Cancer: Report of an Advisory Group on Non-Ionising Radiation. Didcot, UK: NRPD.

United States Department of Labor, Bureau of Labor Statistics (US BLS). 2004. Census of Fatal Occupational Injuries (CFOI), Annual data from CFOI, Industry by event or exposure, 2004. Washington : US BLS.

US BLS. 2004. Workplace injuries and illnesses in 2004, Incidence rate and number of nonfatal occupational injuries by selected industries in 2004. Washington : US BLS.

US Department of Labor Occupational Safety and Health Administration (OSHA). Regulations (Standards – 29CFR) 1910.268 - Telecommunications. Washington : OSHA. Disponible à http://www.osha.gov/pls/oshaweb/owadisp.show_document?p_table=STANDARDS&p_id=9867

US National Institute of Environmental Health Sciences (NIEHS) and National Institutes of Health (NIH). 2002. EMF Questions and Answers. Electric and Magnetic Fields Associated with Use of Electric Power. Disponible à <http://www.niehs.nih.gov/emfrapid/booklet/emf2002.pdf>

Annexe A — Description générale de la branche d'activité

Systèmes de télécommunication

Le terme télécommunication s'applique généralement aux technologies permettant une communication bidirectionnelle entre des parties éloignées l'une de l'autre. Il recouvre aussi les technologies de communication unidirectionnelle telle que les émissions de télévision et de radio.

Systèmes filaires

Les systèmes de télécommunication peuvent être filaires ou sans fil. Les installations filaires se composent en général d'une station de base et d'interrupteurs connectés à un réseau de câbles. Ces derniers peuvent être aériens ou enterrés dans des tranchées ; ils peuvent être en cuivre mais aussi, depuis quelques années, en fibre optique, ce qui permet d'accroître la vitesse de transmission et la capacité du système. Les systèmes filaires peuvent être utilisés pour les services de téléphonie fixe ou pour les télécommunications à large bande et l'internet. Ils sont souvent des réseaux fédérateurs pour les systèmes sans fil afin d'assurer une haute capacité et une sécurité complémentaire du trafic de communication entre les principaux commutateurs du système.

Systèmes sans fil

Les systèmes sans fil, ou systèmes cellulaires, sont généralement conçus de la même manière que les systèmes filaires. La transmission des signaux de télécommunication est toutefois gérée par un système de fréquence radio. Un réseau type de télécommunication cellulaire comporte un certain nombre de stations de base. Chaque station de base est conçue pour desservir une zone géographique couverte par le réseau et peut être considérée comme une cellule de l'ensemble du réseau de télécommunication. La taille de cette cellule dépend du type de système de télécommunication et de l'équipement installé. Par exemple, le Global System for Mobile communications (GSM) transmet à plus basse fréquence (900-

1 500 mégahertz (MHz)) que le système 3G qui transmet sur une fréquence de l'ordre de 1500-2000 MHz. Une fréquence basse, comme celle du système GSM, permet en général aux antennes du système de télécommunication d'avoir une couverture plus large et, de ce fait, de fonctionner avec un nombre plus limité de stations de base qu'un système à plus haute fréquence. En revanche, parce qu'ils ont une haute fréquence et des longueurs d'ondes plus courtes, les réseaux plus denses ont une plus grande capacité de transmission de données, ce qui est l'un des avantages du nouveau système 3G.

Pour assurer la meilleure couverture possible et les meilleures conditions de transmission par liaison micro-ondes, les antennes sont en général installées sur des toits, des pylônes ou structures élevées similaires. Les hauteurs des antennes vont de 15 à 90 mètres suivant la topographie du terrain et les besoins de couverture du signal radio dans la région considérée. Pour assurer la meilleure couverture possible, ces antennes émettent des faisceaux radiofréquence très étroits dans le plan vertical mais très large dans le plan horizontal. L'orientation verticale et la couverture au sol est établie par l'inclinaison des antennes de quelques degrés vers l'avant. Les champs de radiofréquence diminuent rapidement au fur et à mesure que l'on s'éloigne des antennes.

La transmission du signal, pour transmettre des données vocales et autres, d'un système de télécommunication cellulaire peut être décomposée en deux parties. La première concerne la communication entre stations de base. Le système de transmission filaire en cuivre ou câble optique est remplacé par des antennes qui relaient les micro-ondes. Chaque station de base est reliée à la suivante par une liaison micro-ondes pour constituer un réseau de liaisons micro-ondes permettant à

toutes les stations de base de communiquer avec les autres et les principaux commutateurs.

La transmission du signal à l'utilisateur final du système, c'est-à-dire la personne qui utilise le système pour effectuer un appel téléphonique, est gérée par des antennes radiofréquences. Les antennes communiquent avec le téléphone portable grâce à l'énergie radiofréquence ; le matériel de télécommunication installé dans la station de base transfère l'appel aux commutateurs du réseau afin de l'acheminer vers le destinataire. Pour localiser le destinataire d'un appel cellulaire, le système de télécommunication suit le déplacement des portables du système pour en déterminer la situation géographique. Lorsqu'un portable passe d'une cellule (une station de base) à une autre, le système enregistre le transfert et identifie le portable comme relevant d'une nouvelle cellule. Le système peut ainsi gérer les appels entrants et les rediriger vers la bonne station de base, et ensuite vers le destinataire de l'appel.

Les installations de télécommunication cellulaire sont généralement placées sur le toit de bâtiments existants ou sur des sites vierges. Sur les toits, les antennes sont le plus souvent montées sur de petits mâts ou des tripodes. Le local technique se trouve normalement dans le bâtiment, de préférence au grenier ou au sous-sol. L'alimentation en électricité est habituellement assurée par le propriétaire du bâtiment. Il s'agit là du type d'installations le plus fréquent en zone urbaine.

Dans les zones rurales, les sites vierges sont plus courants. Les antennes sont montées sur des mâts ou des pylônes plutôt que sur le toit de bâtiments. Ces structures sont, dans la plupart des cas, des pylônes en acier galvanisé, ou des mâts d'acier à haubans. Le local technique est alors un abri préfabriqué posé sur des fondations en béton. La superficie occupée par une

installation en site vierge est d'environ 200 mètres carrés. Il faut aussi souvent construire une route pour y accéder.

Les antennes radiofréquence et les antennes relais qui assurent des liaisons micro-ondes sont connectées au matériel de télécommunication par des câbles d'alimentation. Ces derniers peuvent être installés dans des conduits sur les toits ou fixés aux structures d'acier d'un mât ou d'un pylône implanté dans un site vierge.

Les systèmes par satellite constituent un autre moyen de communication sans fil. Ils peuvent fonctionner sans aucune installation fixe et permettent à l'utilisateur d'envoyer et de recevoir des informations où qu'il se trouve. Les unités mobiles peuvent être installées dans des véhicules ou conçues comme des sacs à dos. Les stations satellitaires fixes peuvent avoir plusieurs fonctions, comme la radiodiffusion avec liaisons terre-satellite et satellite-terre et la distribution de télévision analogique / numérique.

La technologie utilisée pour les communications par satellite est essentiellement identique à celle utilisée pour les liaisons micro-ondes employées pour les télécommunications cellulaires. La puissance de sortie est plus élevée, puisqu'elle peut atteindre 600 Watts (W). La fréquence l'est aussi (environ 14 Gigahertz (GHz)). Les risques associés aux systèmes par satellite sont identiques à ceux notés pour tous les systèmes de télécommunication sans fil.

Systemes de radiodiffusion

Les systèmes de télévision et de radio sont généralement conçus comme les systèmes de télécommunications cellulaires, à quelques exceptions importantes près. Les communications sont unidirectionnelles et les antennes radiofréquences qui transmettent les émissions radio ou télédiffusées transmettent sur une fréquence plus basse et, par conséquent, avec une plus grande longueur d'onde. En outre, la puissance d'émission est

nettement plus forte que celle d'un système cellulaire de sorte que le signal peut atteindre tous les récepteurs des zones de population. Grâce à la forte puissance de sortie et la grande longueur d'onde, le système fonctionne avec un nombre plus réduit de stations émettrices.