

Directives environnementales, sanitaires et sécuritaires pour le transport et la distribution de l'électricité

Introduction

Les Directives environnementales, sanitaires et sécuritaires (Directives EHS) sont des documents de références techniques qui présentent des exemples de bonnes pratiques internationales¹, 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 performances qui sont généralement considérés réalisables dans de nouvelles installations avec les technologies existantes

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.

à un coût raisonnable. L'application des Directives EHS dans des installations existantes peut nécessiter la définition d'objectifs spécifiques et l'établissement d'un calendrier adapté pour atteindre ces objectifs. 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 spécifiques au 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 œuvre de recommandations techniques particulières doit être établie sur 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 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 le transport et la distribution d'électricité contiennent des renseignements concernant le

transport de l'énergie entre une centrale de production et une sous-station qui fait partie du réseau de transport, ainsi que la distribution de l'électricité, à partir d'une sous-station, aux consommateurs des zones résidentielles, commerciales et industrielles. L'annexe A contient une description générale de cette branche d'activité.

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

La section ci-après résume les problèmes environnementaux, sanitaires et sécuritaires liés au transport et à la distribution d'électricité qui se posent pendant les phases de construction et d'exploitation d'une installation, ainsi que des recommandations.

Les **Directives EHS générales** contiennent d'autres recommandations relatives à la gestion des problèmes environnementaux durant les phases de construction et de démantèlement des réseaux de transport et de distribution d'électricité. Parmi les exemples des impacts environnementaux, sanitaires et sécuritaires du transport et de la distribution d'électricité dont traitent les Directives EHS générales figurent :

- la production de déchets par les chantiers de construction ;
- l'érosion du sol et la formation des sédiments dans les zones d'approvisionnement en matériaux, ainsi que dans le cadre des activités de préparation du site ;

- les poussières diffuses et autres émissions (dues par exemple à la circulation routière, aux activités de défrichage et au stockage de matériaux) ;
- les nuisances sonores dues aux engins / l'utilisation de matériel lourd et le bruit généré par les camions
- le risque de déversement de matières dangereuses et d'hydrocarbures suite à l'utilisation de matériel lourd et du ravitaillement en carburant.

1.1 Environnement

Pendant la phase de construction des ouvrages de transport et de distribution d'électricité, les problèmes environnementaux qui se posent plus particulièrement dans cette branche d'activité concernent notamment :

- l'altération de l'habitat terrestre
- l'altération de l'habitat aquatique
- les champs électriques et magnétiques
- les matières dangereuses.

Altération de l'habitat terrestre

L'établissement et l'entretien d'emprises des lignes de transport, plus précisément celles qui traversent les zones boisées, peuvent occasionner l'altération et la perturbation de l'habitat terrestre et, notamment, avoir des effets néfastes sur les espèces aviaires ainsi qu'accroître le risque d'incendie forestier.

Construction d'emprise²

La construction d'emprise peut transformer les habitats, selon les caractéristiques topographiques et celles de la végétation existante, ainsi que la hauteur des lignes de transport. Les

² L'emprise est aussi connu sous le nom de « servitude », « passage d'exploitation » ou « droit de passage » dans certains pays ; le terme « emprise » est celui utilisé dans les présentes Directives.

exemples d'altération de l'habitat résultant de ces activités sont, entre autres, la fragmentation de l'habitat forestier ; la perte d'habitat pour les espèces sauvages, notamment pour la nidification ; l'apparition d'espèces végétales exogènes envahissantes ; et les nuisances sonores et visuelles liées à la présence des machines, des ouvriers de construction, des pylônes et d'autre matériel associé³.

Les mesures recommandées pour prévenir et maîtriser les effets défavorables de la construction d'emprise sur les habitats terrestres consistent notamment à :

- implanter l'emprise de transport et de distribution, les chemins d'accès, les lignes, les pylônes et les sous-stations de façon à éviter les habitats critiques, en utilisant les emprises et les services d'utilité collective déjà établis pour le transport et la distribution de l'électricité, et en se servant de routes et pistes existantes comme voies d'accès, dans la mesure du possible⁴ ,
- installer les lignes de transport au-dessus de la végétation existante pour éviter de défricher les terrains ;
- ne pas entreprendre les activités de construction pendant les périodes de reproduction ou d'autres saisons et moments de la journée jugés sensibles ;
- replanter dans les zones perturbées des espèces autochtones ;
- enlever les espèces végétales envahissantes lors des travaux d'entretien régulier de la végétation (se reporter à la section ci-après sur l'entretien des emprises)

³ L'altération de l'habitat dans le cadre de la construction des ouvrages de transport et de distribution peut néanmoins présenter des avantages pour la faune, tels que la création d'un habitat protégé pour la nidification, l'élevage et l'alimentation de certaines espèces ; l'établissement de couloirs de déplacement et d'alimentation pour les ongulés et d'autres grands mammifères ; et des possibilités de nidification et de perchage pour des espèces de grands oiseaux au sommet des pylônes et des infrastructures connexes. California Energy Commission (2005).

⁴ Compte tenu du risque d'interférence électrique par induction avec les lignes de télécommunication et les lignes de chemin de fer.

- gérer les activités du chantier de construction comme décrit dans les sections pertinentes des **Directives EHS générales**.

Entretien des emprises

Il convient d'assurer un entretien régulier des emprises pour éviter que la végétation ne cause des problèmes au niveau des pylônes et des lignes électriques aériennes. Une croissance non suivie d'arbres de haute taille et de la végétation au niveau des emprises peut entraîner certains impacts tels que des pannes de courant provoquées par le contact des branches et des arbres avec les lignes de transport et les pylônes ; le déclenchement des feux de forêt et de broussailles ; la corrosion du matériel en acier ; l'interdiction d'accès aux équipements ; et la perturbation du fonctionnement des équipements essentiels de mise à la terre.

Pour assurer un entretien régulier des emprises de manière à maîtriser la végétation, il peut être nécessaire de recourir à des moyens mécaniques, notamment des appareils de tonte ou d'élagage. Ces techniques peuvent perturber les espèces sauvages et leur habitat, en plus du défrichage manuel et de l'épandage d'herbicides. Entretenir et gérer la végétation ne signifie pas éliminer toutes les plantes, mais maintenir à un coût non préjudiciable la croissance des arbres et des plantes qui risquent d'avoir un impact négatif sur les infrastructures. Un entretien excessif des emprises peut entraîner l'arrachage de quantités de plantes injustifiées et par conséquent, le remplacement continu d'une succession d'espèces ainsi qu'une plus forte probabilité que s'établissent des espèces envahissantes.

Les mesures recommandées pour prévenir et limiter les effets négatifs de l'entretien de la végétation au niveau des emprises consistent notamment à :

- mettre en place une gestion intégrée de la végétation. La démarche habituellement suivie pour gérer la végétation dans les emprises des lignes de transport consiste à enlever de façon sélectives les arbres de grande taille et à favoriser l'implantation d'herbes et d'arbustes bas. Le choix d'autres techniques doit prendre en compte les caractéristiques propres de l'environnement et du site, notamment les effets potentiels sur les espèces non-visées, menacées et en voie d'extinction⁵ ;
- éliminer les espèces végétales envahissantes, dans la mesure du possible, en cultivant des espèces végétales autochtones ;
- planifier les activités de façon à éviter les saisons de reproduction et de nidification de toutes les espèces animales sauvages gravement menacées ou en voie d'extinction ;
- se conformer aux instructions des fabricants pour les machines et équipements, aux procédures en ce qui concerne le bruit, et aux plans de prévention et d'urgence pour des déversements d'hydrocarbures ;
- éviter de défricher les zones ripariennes ;
- éviter d'utiliser les machines à proximité des cours d'eau.

Il peut arriver qu'une gestion intégrée de la végétation privilégie l'utilisation d'herbicides comme méthode de lutte contre la végétation à croissance rapide dans les emprises des installations de transport et de distribution. Dans ce cas, il

⁵ Il est possible de tondre au moyen de puissantes machines électriques/motorisées pour maîtriser la croissance du tapis végétal et empêcher l'établissement d'arbres et d'arbustes dans l'emprise. L'emploi d'herbicides associé à la tonte, peut contribuer à la lutte contre les espèces envahissantes à croissance rapide qui sont susceptibles de dépasser, à maturité, la hauteur autorisée dans les emprises. L'ébranchage et l'émondage peuvent être pratiqués en bordure des emprises pour maintenir la largeur du couloir et empêcher les branches d'arbres d'empiéter sur celui-ci. L'enlèvement à la main de la végétation, pour autant qu'elle soit une activité à forte intensité de main-d'œuvre, peut être pratiqué en bordure des structures, des cours d'eau, des clôtures et d'autres obstacles qui rendent difficile ou dangereuse l'utilisation des machines.

convient de prendre en considération les conseils ci-après sur l'épandage, l'entreposage et la manutention des herbicides.

Lorsque l'épandage des herbicides (le type le plus courant de pesticide utilisé dans cette branche d'activité) se justifie, il est important d'éviter que ces produits ne se répandent hors du site en question ou dans les milieux aquatiques (se reporter à la partie sur les pesticides dans la section « Matières dangereuses »).

Incendies de forêt

Si la végétation sous-jacente n'est pas contrôlée ou si les rémanents provenant des activités courantes d'entretien sont laissés en bordure des emprises, il peut s'accumuler assez de combustibles pour alimenter des incendies de forêt.

Les mesures recommandées pour prévenir et limiter les risques de feu de forêt consistent notamment à :

- assurer le suivi de l'état de végétation de l'emprise en fonction des risques d'incendie⁶ ;
- éviter l'accumulation de chablis et d'autres combustibles posant des risques élevés d'incendie ;
- programmer l'éclaircissage, le débroussaillage et les autres activités d'entretien de façon à éviter les saisons propices aux incendies de forêt ;
- éliminer les rémanents produits par les opérations d'entretien en les évacuant ou en procédant à un brûlage dirigé⁷. Ce brûlage doit se dérouler conformément à la réglementation pertinente en la matière et aux

⁶ À titre illustratif, British Columbia Transmission Corporation (BCTC) dispose d'un Système de gestion des risques d'incendie de forêt (WRMS) qui classe lesdits risques et propose diverses mesures d'atténuation correspondantes (voir Blackwell et al. 2004).

⁷ Il faut, avant de procéder à un brûlage dirigé, prendre en compte ses effets potentiels sur la qualité de l'air et veiller à respecter les règles locales en matière de gestion de la qualité de l'air.

prescriptions relatives aux matériels de lutte contre les incendies, ainsi qu'être surveillées par un spécialiste ;

- planter et gérer des espèces résistant au feu (les feuillus par exemple) au niveau des emprises et dans les zones adjacentes ;
- aménager un maillage pare-feu/tracer des coupe-feu en ayant recours à des matières moins inflammables ou en débroussaillant des terrains pour ralentir la progression des incendies et permettre un accès aux pompiers.

Collision et électrocution des oiseaux et des chauves-souris

La hauteur des pylônes et l'électricité transportée par les lignes de transport et de distribution d'électricité exposent les oiseaux et les chauves-souris à des risques d'accidents mortels résultant d'une collision ou d'une électrocution⁸. Un grand nombre d'oiseaux peuvent entrer en collision avec les lignes si ces dernières sont situées le long des couloirs migratoires ou de déplacement quotidien des oiseaux, ou si les oiseaux se déplacent par groupe la nuit ou dans de mauvaises conditions de visibilité (brouillard dense par exemple)⁹. La collision d'oiseaux et de chauves-souris avec des lignes électriques peuvent, par ailleurs provoquer des pannes de courant et des incendies.

Les mesures de prévention et de contrôle recommandées pour limiter le plus possible le nombre des collisions et des

électrocutions d'oiseaux et de chauves-souris consistent, notamment, à ¹⁰ :

- tracer les couloirs des lignes de transport de façon à éviter les habitats critiques (par exemple les sites de nidification, les héronnières, les roqueries, les couloirs empruntés par les chauves-souris pour s'alimenter et les couloirs de migration) ;
- maintenir un espace de 1,5 m (60 pouces)¹¹ entre les éléments sous tension et les équipements de mise à la terre ou, lorsqu'il est impossible d'aménager un tel espace, recouvrir les éléments et les équipements sous tension ;
- moderniser les réseaux existants de transport ou de distribution en installant des perches surélevées, en isolant les circuits de connexion, en mettant en place des éléments répulsifs qui dissuadent les oiseaux de se poser (des « V » bien isolés par exemple), en changeant l'emplacement des conducteurs et/ou en recourant à des dispositifs de protection pour les prédateurs¹² ;
- envisager d'enterrer les lignes de transport et de distribution dans les zones sensibles (par exemple les habitats naturels critiques)
- installer des objets qui améliorent la visibilité, tels que des boules de balisage et autres dispositifs visant à éloigner les oiseaux¹³.

Altération de l'habitat aquatique

La construction des lignes de transport et de distribution d'électricité ainsi que des voies d'accès et des installations

⁸ Les lignes électriques peuvent provoquer l'électrocution des oiseaux et des chauves-souris de trois façons : lorsqu'ils touchent simultanément i) un câble sous tension et un câble neutre ; ii) deux câbles sous tension ; et iii) un câble sous tension et tout autre élément d'un poteau ou d'un pylône relié à la terre par un fil de masse. Raptor Protection Video Group (2000).

⁹ Les espèces de plus grande taille (par exemple les éperviers, les faucons, les vautours, les grues, les aigrettes et les corbeaux) sont tout particulièrement exposées au risque de contact simultané avec deux câbles ou éléments en cours de vol, en raison de la longueur de leurs ailes. Anderson (1991).

¹⁰ De plus amples renseignements peuvent être obtenus auprès d'Avian Power Line Interaction Committee (2005) et de Fish and Wildlife Service des États-Unis (2005).

¹¹ Manville (2005)

¹² California Energy Commission (2005)

¹³ Il ressort de plusieurs études que les dispositifs installés sur les lignes électriques pour détourner les oiseaux en les rendant plus visibles permettent de réduire considérablement les taux de collision. Crowder et Rhodes (1999).

connexes peut nécessiter l'aménagement de couloirs traversant des habitats aquatiques qui peuvent perturber les cours d'eau et les milieux humides, ainsi que l'enlèvement de la végétation ripariennes. En outre, les sédiments et l'érosion provenant des activités de construction et des eaux de ruissellement peuvent augmenter la turbidité des eaux de surface.

Les mesures recommandées pour prévenir et limiter les effets défavorables de la construction des lignes de transport et de distribution d'électricité sur les habitats aquatiques consistent notamment à :

- implanter les pylônes et les sous-stations du réseau de transport d'électricité de façon à éviter les habitats aquatiques critiques (cours d'eau, zones humides et zones ripariennes, par exemple), ainsi que les frayères et les habitats critiques d'hivernage des poissons ;
- maintenir les possibilités de passage pour les poissons lorsqu'il est impossible d'éviter 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 techniques approuvées ;
- limiter le plus possible le défrichage et la perturbation de la végétation riparienne ;
- gérer les activités du chantier selon les **Directives EHS générales**, dans les sections adéquates.

Altération de l'habitat marin

Le transport d'électricité à travers les océans peut nécessiter la pose de câbles sous-marins, c'est-à-dire posés sur le fond marin. Les câbles sous-marins sont aussi parfois utilisés pour amener de l'électricité à haute tension dans des îles entourées par de vastes étendues d'eau, ou d'autres lieux inaccessibles par les modes de transport habituels. Les câbles sont installés au moyen d'un bateau mouilleur de câbles et d'un véhicule

sous-marin télécommandé. L'altération de l'habitat marin pose notamment le problème de la perturbation de la végétation intertidale (zostères, par exemple), des récifs coralliens ainsi que de la faune et de la flore marines, y compris les mammifères, mais également des problèmes de sédimentation qui accroît la turbidité de l'eau et en diminue la qualité.

Les mesures recommandées pour prévenir et limiter les effets défavorables de la construction des lignes de transport et de distribution d'électricité sur les habitats marins consistent notamment à :

- poser les câbles et les points d'accès à la côte de façon à éviter les habitats marins essentiels (aires de reproduction et zosteraies, par exemple) et les récifs coralliens ;
- 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 reproduction, de mise bas et de frai.

Champs électromagnétiques

Un champ électromagnétique est un nuage invisible qui rayonne autour de tout appareil électrique branché/ 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. Plus le voltage est élevé et plus le champ qui en résulte est intense. Cette intensité du champ électrique se mesure en volt par mètre (V/m). Les champs magnétiques résultent de la circulation du courant électrique. Leur intensité est d'autant plus forte que le courant est élevé. Les champs magnétiques se

mesurent en unités de gauss (G) ou de tesla (T), 1T étant égal à 10 000 G. Les champs électriques sont protégés par les matériaux qui conduisent l'électricité, mais aussi par d'autres matériaux, comme les arbres et les matériaux de construction/ Le matériau qui conduit l'électricité ainsi que d'autres obstacles tels que les matériaux de construction et les arbres contribuent à la protection contre les champs électriques. Les champs magnétiques traversent la plupart des matériaux et il est difficile de s'en protéger. L'intensité des champs électriques et magnétiques baisse rapidement avec la distance. La fréquence du champ électromagnétique varie en général de 50 à 60 hertz (Hz) et elle est considérée comme une fréquence mégahertz, encore appelée ELF¹⁴.

En dépit des inquiétudes suscitées par le public et dans les milieux scientifiques dû aux 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, mais aussi des appareils électriques utilisés dans la vie quotidienne), aucune donnée empirique ne permet d'établir l'existence de conséquences néfastes sur la santé¹⁵. Cela étant, si les indications d'effets nocifs ne sont guère probantes, elles n'en sont pas moins suffisantes pour être quelque peu préoccupantes¹⁶.

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

¹⁴ National Institute of Environmental Health Sciences (2002)

¹⁵ 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).

¹⁶ National Institute of Environmental Health Sciences, États-Unis (2002)

internationale de protection contre les rayonnements non ionisants (ICNIRP)^{17, 18} ; les seuils moyen et maximal d'exposition doivent rester en dessous du niveau d'exposition de la population¹⁹ recommandé par la Commission ;

- implanter si possible les nouvelles installations de façon à éviter ou à minimiser l'exposition de la population ; éviter d'installer les lignes de transport ou d'autres équipements haute tension au-dessus ou dans le voisinage immédiat de résidences ou d'autres lieux très fréquentés (écoles et bureaux par exemple) ;
- Si l'on peut confirmer ou que l'on suspecte que les niveaux des champs électromagnétiques sont supérieurs aux limites d'exposition recommandées, il faut envisager d'appliquer des techniques d'ingénierie pour réduire les champs créés par les lignes, sous-stations ou transformateurs électriques. Parmi les techniques applicables figurent :
 - la pose d'écrans faits d'alliages métalliques particuliers²⁰
 - l'enfouissement des lignes de transport²¹
 - l'augmentation de la hauteur des pylônes

¹⁷ 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.

¹⁸ Une autre source d'information est Institute of Electrical and Electronics Engineers. Voir IEEE (2005).

¹⁹ 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.

²⁰ Cette mesure est efficace pour réduire l'exposition aux champs électriques, mais pas aux champs magnétiques.

²¹ Ibid.

- o la modification de la taille, de l'espacement et de la configuration des conducteurs.

Matières dangereuses

Dans cette branche d'activité, les matières dangereuses sont principalement les huiles/gaz isolants (par exemple les biphényles polychlorés [BPC] et l'hexafluorure de soufre), les carburants et les produits chimiques ou autres substances utilisées pour traiter le bois des poteaux et des matériaux de construction connexes en bois. L'emploi d'herbicides pour l'entretien de la végétation dans les emprises est analysé dans la section « Entretien des emprises » ci-dessus.

Huiles isolantes et carburants

Des huiles minérales hautement raffinées sont utilisées pour refroidir les transformateurs et servent d'isolants électriques entre les éléments sous tension. Elles sont généralement utilisées dans les sous-stations électriques et les ateliers d'entretien. L'hexafluorure de soufre peut en outre être utilisé comme isolant gazeux pour les équipements de commutation et dans les câbles, à l'intérieur de la gaine des lignes de transport et pour les transformateurs. Il peut aussi être employé à la place d'huiles isolantes. Il faut toutefois y recourir le moins possible car il s'agit d'un gaz à effet de serre dont l'impact sur le réchauffement planétaire est nettement plus fort que celui du CO₂. Lorsque ce gaz est utilisé dans le cadre d'applications nécessitant de hautes tensions (>350 kV), il faut employer des équipements ayant un faible taux de fuite (<99 %).

Les combustibles liquides du pétrole pour véhicules et autres équipements peuvent également être utilisés et entreposés sur les sites de transport et de distribution. Les recommandations concernant la prévention et la maîtrise des risques associés à la prévention des déversements, aux interventions d'urgence, au

nettoyage et à la dépollution des sols contaminés sont présentées dans les **Directives EHS générales**.

Les biphényles polychlorés [BPC] étaient autrefois couramment utilisés comme fluide diélectrique d'isolation électrique, mais ne sont plus guère employés en raison des effets nocifs qu'ils peuvent avoir sur la santé et sur l'environnement. Les recommandations relatives à la gestion des BPC consistent notamment à :

- remplacer les transformateurs et autres équipements électriques existants qui contiennent des BPC, et s'assurer que l'entreposage, la décontamination et l'élimination des unités contaminées s'effectuent de façon appropriée ;
- entreposer les transformateurs et le matériel électrique déclassés qui contiennent des BPC, avant leur élimination finale, sur une plate-forme en béton dont les rebords sont suffisamment élevés pour contenir les liquides provenant de ces conteneurs en cas de déversement ou de fuite. La zone d'entreposage doit en outre être recouverte d'une toiture pour empêcher les précipitations dans cette zone. Pour éliminer ces déchets dangereux contenant des BPC²², il faut recourir à des équipements permettant de les transporter et de les évacuer sans danger ;
- procéder à une analyse des sols qui ont été en contact avec les équipements exposés à des fuites de BPC, et mettre en œuvre des mesures adéquates pour enlever et/ou assainir ces sols, comme indiqué dans la section des **Directives EHS générales** sur les sols contaminés.

²² Pour une analyse complète de l'identification et de la gestion des BPC dans cette branche d'activité, se reporter à la publication du PNUE intitulée « PCB Transformers and Capacitors: From Management to Reclassification and Disposal » (2002). Ce document est disponible à l'adresse <http://www.chem.unep.ch/pops/pdf/PCBtranscap.pdf>

Agents conservateurs du bois

La majorité des poteaux utilisés par les services d'utilité publique sont traités au moyen d'agents conservateurs et de pesticides qui les protègent contre les insectes, les bactéries et les champignons, et les empêchent de pourrir. Les agents conservateurs les plus couramment utilisés pour traiter les poteaux électriques sont des pesticides à base d'huile tels que la créosote, le pentachlorophénol et l'arséniate de cuivre chromaté. Certains pays imposent des limites à l'emploi de ces agents conservateurs en raison de leurs effets toxiques sur l'environnement. Lorsqu'ils sont installés, les poteaux peuvent causer une infiltration des agents conservateurs dans le sol et dans les eaux souterraines. Le niveau de contamination est toutefois maximal aux alentours immédiats du poteau et baisse progressivement pour retrouver un niveau normal à une distance d'environ 30 cm du poteau²³. Les plus gros risques pour l'environnement sont associés aux installations spécialisées de traitement du bois, dont les opérations peuvent avoir un fort impact environnement si elles ne sont pas gérées de manière appropriée.

Il convient de prétraiter les poteaux dans une installation adéquate pour assurer la fixation chimique et prévenir l'infiltration, ainsi que pour empêcher la formation de résidus superficiels au niveau de l'emprise²⁴. Les **Directives EHS pour l'industrie du sciage et la fabrication des produits dérivés du bois** fournissent de plus amples informations à ce sujet.

Les mesures recommandées pour prévenir et maîtriser les effets défavorables des agents conservateurs du bois lors de leur utilisation consistent notamment à :

- évaluer les coûts et les avantages de poteaux fabriqués à partir d'autres matériaux (acier, béton ou fibre de verre par exemple) ;
- envisager l'emploi d'autres agents conservateurs (azote de cuivre par exemple) ;
- éliminer de façon adéquate les poteaux utilisés. Les décharges doivent être en mesure de traiter des déchets qui peuvent donner lieu au lessivage des produits chimiques. Avant de procéder à leur élimination par incinération ou par recyclage, il faut prendre en compte les émissions atmosphériques et les résidus des agents conservateurs chimiques des produits secondaires associés à ces opérations.

Pesticides

L'utilisation des pesticides doit s'inscrire dans le cadre d'une stratégie et plan de gestion intégrée des parasites. Il est souhaitable de suivre la démarche ci-après dans le cadre de la conception et de l'exécution de stratégies de gestion des parasites, en privilégiant des options autres que l'épandage de pesticides, et en n'utilisant qu'en tout dernier recours des pesticides chimiques synthétiques.

Alternatives à l'utilisation de pesticides Lorsque cela est possible, il est recommandé, pour éviter l'utilisation de pesticides, de considérer les options suivantes :

- former les personnes responsables qui prennent les décisions relatives à l'utilisation des pesticides, sur l'identification des parasites, l'identification des mauvaises herbes et la reconnaissance sur le terrain ;
- procéder au désherbage par des moyens mécaniques et/ou thermiques ;

²³ Zagury et al. (2003)

²⁴ Lebow et Tippie (2001)

- favoriser les organismes bénéfiques comme les insectes, les oiseaux, les acariens et les agents microbiens pour lutter contre les parasites par des moyens biologiques ;
- protéger les prédateurs naturels des parasites en leur assurant un habitat propice, comme les buissons pour abriter les zones de nidification et autres végétations autochtones pouvant servir d'habitat à ces prédateurs ;
- mettre des animaux en pâture dans les zones en question et assurer la qualité le couvert végétal ;
- utiliser des moyens de contrôle tels que pièges, barrières, lumière et son pour éliminer, déplacer ou repousser les parasites.

Épandage de pesticides – Si l'utilisation de pesticides est nécessaire, les utilisateurs doivent prendre les précautions suivantes :

- former le personnel à l'utilisation de pesticides et veiller à ce qu'il reçoive les certificats requis ou des formations équivalentes le cas échéant²⁵ ;
 - suivre les instructions du fabricant sur le dosage maximal ou le traitement à appliquer, de même que les rapports publiés sur la réduction du taux d'application des pesticides sans perte d'effet et appliquer la dose minimale efficace ;
 - procéder à l'épandage des pesticides en prenant en compte des éléments comme les observations sur le terrain, les données météorologiques, le moment auquel le traitement intervient et le dosage, ainsi que tenir un registre dans lequel ces informations sont consignées ;
- éviter d'utiliser les pesticides figurant dans les catégories 1a et 1b des Lignes directrices pour la classification des pesticides par risque de l'Organisation mondiale de la santé ;
 - éviter d'utiliser les pesticides figurant dans la catégorie II des Lignes directrices pour la classification des pesticides par risque recommandées par l'Organisation mondiale de la santé si le pays dans lequel se déroule le projet n'impose pas de restrictions sur la distribution et l'utilisation des substances chimiques visées, ou s'il est probable que celles-ci seront accessibles à des personnes n'ayant pas la formation, les matériels et les installations requises pour manipuler, stocker, appliquer et éliminer ces produits de manière appropriée;
 - éviter d'utiliser les pesticides énumérés dans les annexes A et B de la Convention de Stockholm, sauf dans les conditions qui y sont définies²⁶ ;
 - utiliser uniquement des pesticides fabriqués sous licence, enregistrés, et agréés par l'autorité compétente et conformément au Code international de conduite pour la distribution et l'utilisation des pesticides de l'Organisation des Nations Unies pour l'alimentation et l'agriculture (FAO)²⁷ ;
 - utiliser uniquement des pesticides étiquetés conformément aux normes et standards internationaux, tels que les Directives révisées de la FAO pour un bon étiquetage des pesticides²⁸;
 - opter pour des technologies et méthodes d'application conçues pour réduire les accidents ou les écoulements involontaires uniquement, comme indiqué dans le plan de

²⁵ Quelques exemples de programmes de certificat sont fournis par l'Agence américaine pour la protection de l'environnement (US EPA) (2006), qui distingue deux catégories de pesticides (« non classé » et « à usage restreint »), et exige que les applicateurs de pesticides reçoivent une formation à cet effet conformément au Worker Protection Standard (40 CFR Part 170) for Agricultural Pesticides. EPA exige en outre que les pesticides à usage restreint soient appliqués par un épandeur certifié ou en sa présence.

²⁶ Convention de Stockholm sur les polluants organiques persistants (2001).

²⁷ FAO (2002c)

²⁸ FAO (2002c)

gestion intégrée contre les parasites, et ne les employer que dans des conditions bien définies ;

- entretenir et calibrer les matériels d'utilisation des pesticides conformément aux instructions des fabricants ;
- établir des zones tampons non traitées autour et le long des plans d'eau, fleuves, étangs, lacs et rigoles pour protéger les ressources hydriques.

Manutention et entreposage des pesticides Pour prévenir la contamination des sols et des ressources en eaux de surface ou souterraine par des déversements accidentels lors du transport, de la préparation et de l'entreposage des pesticides, il importe d'entreposer et de manipuler ces produits conformément aux recommandations pour la gestion de matières dangereuses figurant dans les **Guidelines EHS générales**. Il est par ailleurs recommandé de prendre des mesures qui consistent à :

- entreposer les pesticides dans leur emballage d'origine, dans un local réservé à cet effet, sec, frais, à l'épreuve du givre et bien ventilé ; ledit local, dont l'usage doit être clairement indiqué, doit pouvoir être fermé à clé et n'être accessible qu'au personnel autorisé²⁹. Aucun aliment destiné à la consommation humaine ou animale ne doit être entreposé dans ce local. Celui-ci doit aussi être équipé de dispositifs de confinement des déversements et son emplacement doit être choisi compte tenu des risques de contamination du sol et des ressources en eau ;
- confier la préparation et le transport des pesticides au personnel formé à cet effet dans des zones ventilées et bien éclairées, dans des conteneurs conçus et réservés à cet usage ;
- n'utiliser les conteneurs à aucune autre fin (par exemple pour l'eau potable). Les conteneurs contaminés doivent

être manipulés comme des déchets dangereux et traités comme tels. L'élimination des conteneurs contaminés par des pesticides doit se faire conformément aux directives de la FAO³⁰ et aux instructions des fabricants ;

- n'acheter et ne stocker que la quantité de pesticides nécessaire et gérer les stocks suivant le principe du « premier entré, premier sorti » afin de les utiliser avant qu'ils ne deviennent obsolètes³¹. Éviter d'utiliser des pesticides obsolètes en quelques circonstances que ce soit³² ; un plan de gestion comprenant des mesures de confinement, d'entreposage et de destruction finale de tous les stocks obsolètes doit être élaboré conformément aux directives de la FAO et en application des engagements nationaux pris dans le contexte des Conventions de Stockholm, de Rotterdam et de Bâle ;
- recueillir et réutiliser les eaux de rinçage des matériels après leur nettoyage (par exemple pour diluer des pesticides identiques afin d'obtenir les concentrations auxquelles ils sont utilisés) ;
- veiller à ce que les vêtements de protection utilisés pendant l'épandage soient nettoyés ou éliminés de façon écologique ;
- respecter les normes d'éloignement des puits de sources d'eau souterraine dans le cadre de l'épandage et de l'entreposage de pesticides ;
- tenir à jour des registres sur l'utilisation et de l'efficacité des pesticides.

³⁰ Se référer aux Directives de la FAO concernant l'élimination des déchets de pesticides et des conteneurs de pesticides.

³¹ Se référer à FAO (1996).

³² Se référer au manuel de la FAO sur le stockage des pesticides et le contrôle des stocks. Série n°3 des publications de la FAO sur l'élimination des pesticides (1996).

²⁹ FAO (2002c)

1.2 Hygiène et sécurité au travail

La plupart des problèmes d'hygiène et de sécurité au travail qui se posent pendant la construction, l'exploitation, l'entretien et le déclassement des installations de distribution d'électricité sont similaires à ceux auxquels sont confrontées les grandes installations industrielles, et la façon de les prévenir et de les maîtriser est examinée dans les **Directives EHS générales**. Les risques considérés sont, notamment, les risques corporels liés à l'utilisation du matériel lourd et des grues, les risques de chutes, l'exposition à la poussière et au bruit, la chute d'objets, le travail dans des espaces confinés, l'exposition à des matières dangereuses, et les risques électriques inhérents à l'utilisation des outils et des machines.

Les sources des risques liés à l'hygiène et à la sécurité au travail qui sont propres aux installations de transport et de distribution d'électricité sont principalement les suivantes :

- Les lignes électriques sous tension
- Le travail en hauteur
- Les champs électromagnétiques
- L'exposition aux produits chimiques

Les lignes électriques sous tension

Les ouvriers 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 de contrôle des risques associés aux lignes électriques sous tension consistent notamment à :

- autoriser uniquement les travailleurs formés et certifiés pour installer, entretenir ou la réparer du matériel électrique ;

- mettre hors tension et assurer la mise à la terre des lignes de distribution d'électricité sous tension avant d'entreprendre des travaux sur ces lignes ou à proximité ;
- 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. Les employés qualifiés ou formés pour travailler sur les réseaux de transport ou de distribution doivent être capables de³³ :
 - distinguer les éléments sous tension des autres éléments du réseau électrique
 - déterminer la tension des éléments sous tension
 - évaluer correctement les distances sécuritaires minimales à respecter pour les travaux sur les lignes sous tension
 - veiller à une bonne utilisation du matériel de sécurité et au respect des procédures 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; ou
 - l'élément sous tension est correctement séparé du travailleur et de tout autre objet conducteur ; ou
 - le travailleur est adéquatement isolé de tout autre objet conducteur, séparé de celui-ci par un isolant (travail sur les lignes sous tension)
- définir dans un plan d'hygiène et de sécurité la formation requise, les mesures de sécurité, les équipements de sécurité personnels et les autres précautions nécessaires

³³ De plus amples informations sont disponibles auprès d'Occupational Safety and Health Administration (OSHA), à l'adresse <http://www.osha.gov/SLTC/powertransmission/standards.html>

lorsqu'il faut que l'entretien et l'exploitation s'effectuent à une distance inférieure à la distance de sécurité minimale, (le tableau 2 de la section 2.2 indique les distances minimales recommandées pour les travailleurs) ;

- Les ouvriers ne participant pas directement aux activités de transport et de distribution mais travaillant à proximité des lignes ou des postes électriques doivent respecter les réglementations, normes et directives locales en ce qui concerne les distances minimales pour les activités d'excavation, d'élague,,l'emplacement des outils et des véhicules et d'autres activité ;
- La distance minimale d'intervention par une perche isolante ne peut être réduite qu'à condition que la distance restante soit supérieure à celle qui sépare l'élément sous tension d'une surface de mise à la terre.

Le travail en hauteur sur les poteaux et les structures

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 lors des chutes;
- 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 spécifiques, comme 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 ;
- s'assurer que les appareils élévateurs présentent les caractéristiques requises qu'il est bien entretenu et les opérateurs ont la formation requise ;
- 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 tout signe de vieillissement ou d'usure des fibres ;
- porter une deuxième sangle de sécurité (de réserve) pour les travailleurs qui manient des outils électriques en hauteur ;
- enlever les panneaux et autres objet d'encombrement au niveau des poteaux ou des structures avant d'entreprendre les travaux ;
- utiliser un sac à outils agréé pour faire monter ou descendre les outils ou autre matériel utilisés par les ouvriers travaillant sur les structures.

Les champs électromagnétiques

Les champs électromagnétiques sont décrits dans la section 1.1 ci-dessus. Les employés des compagnies d'électricité sont généralement plus exposés à ces champs que la population car

ils travaillent à proximité des lignes électriques^{34,35}. Il convient d'empêcher ou de minimiser l'exposition aux champs électromagnétiques dans le cadre du travail en élaborant et mettant en place un programme de sécurité, qui vise notamment à :

- déterminer les niveaux d'exposition potentiels dans le cadre du travail, notamment en évaluant sur base d'études les niveaux d'exposition dans les nouveaux projets et en utilisant des appareils de mesure individuels lors des activités professionnelles ;
- 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 générale/grand public, des zones de travail où ces risques sont élevés et, par conséquent, limiter l'accès de ces zones à risque 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)³⁶. 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 peuvent prévoir, entre autres, de limiter le temps d'exposition par une rotation du temps de travail, augmenter la distance entre la source et le travailleur dans la mesure du possible, ou utiliser de matériaux de protection.

L'exposition aux produits chimiques

Les cas d'exposition sur le lieu de travail aux produits chimiques dans cette branche d'activité sont principalement liés à la manipulation des pesticides (herbicides) servant à l'entretien des emprises, et à l'exposition aux BPC dans les transformateurs et autres éléments électriques.

Pesticides

Les effets des pesticides sur la santé et la sécurité au travail sont similaires à ceux d'autres substances dangereuses, et les mesures à prendre pour les prévenir et les limiter sont présentées dans les **Directives EHS générales**. Une exposition aux pesticides peut s'effectuer, notamment, par contact avec la peau (par exemple dans les entrepôts ou par suite d'une fuite d'un conteneur) et par inhalation durant la préparation et l'épandage. Les effets d'une telle exposition peuvent être aggravés par les conditions météorologiques ; par exemple, le vent augmente les risques de dérive, et des températures très élevées peuvent inciter l'opérateur à ne pas utiliser son

³⁴ Selon les estimations publiées dans une étude en 1994, l'exposition moyenne des électriciens (employés par des compagnies d'électricité ou d'autres branches d'activité) à Los Angeles (Californie) était de 9,6 milligauss (mG), contre 1,7 mG pour les travailleurs exerçant d'autres métiers (S. J. London et al., 1994).

³⁵ Les études approfondies de l'exposition aux champs électromagnétiques en milieu de travail aux États-Unis, au Canada, en France, en Angleterre et dans plusieurs pays d'Europe du Nord n'ont certes pas établi, de façon concluante, de lien ou de corrélation entre l'exposition professionnelle type à ces champs et des problèmes de santé, mais certaines études ont mis en évidence une association possible entre l'exposition professionnelle aux champs électromagnétiques et les cancers, tels que le cancer du cerveau (National Institute of Environmental Health Sciences des États-Unis, 2002), ce qui indique qu'il existe des éléments qui peuvent être considérés quelque peu préoccupants.

³⁶ Les directives de l'ICNIRP concernant l'exposition professionnelle figurent dans la section 2.2 des présentes Directives.

équipement de protection individuelle (EPI). Il est recommandé, dans le cas spécifique de l'emploi de pesticides, de :

- former le personnel à l'épandage de pesticides et veiller à ce qu'il reçoive les certificats nécessaires³⁷ ou, à défaut, une formation équivalente ;
- respecter les délais de sécurité après chaque traitement pour éviter que l'opérateur ne s'expose à des cultures comportant encore des résidus de pesticides lors de la reprise des activités ;
- veiller au respect des mesures d'hygiène (conformément aux directives de la FAO et au plan de gestion des ennemis des cultures) pour éviter que les familles des opérateurs ne soient exposés aux résidus de pesticides.

LES BPC

Des contacts avec les BPC et les matériels contaminés par ces substances peuvent se produire dans les ateliers d'entretien ou d'autres installations ainsi que dans le cadre des activités. Les recommandations relatives à l'exposition aux produits chimiques, notamment les BPC, sont présentées dans les **Directives EHS générales**³⁸.

1.3 Santé et sécurité de la population

Les impacts sur la santé et la sécurité de la population liées à la construction et à la mise hors service des lignes de transport et

³⁷ L'Agence américaine de protection de l'environnement (US EPA) distingue deux catégories de pesticides (« non classé » et « à usage restreint »), et exige que les applicateurs de pesticides reçoivent une formation à cet effet conformément au Worker Protection Standard (40 CFR Part 170) for Agricultural Pesticides. EPA exige en outre que les pesticides à usage restreint soient appliqués par un épandeur certifié ou en sa présence. Pour de plus amples informations, consulter <http://www.epa.gov/pesticides/health/worker.htm>

³⁸ Pour de plus amples renseignements sur la gestion de l'exposition professionnelle aux BPC, consulter la publication du PNUE intitulée « PCB Transformers and Capacitors: From Management to Reclassification and Disposal » (2002), disponible à l'adresse <http://www.chem.unep.ch/pops/pdf/PCBtranscap.pdf>

de distribution d'électricité sont semblables à ceux observés dans la majorité des branches d'activité et sont traités dans les **Directives EHS générales**. Ces impacts concernent, entre autres, la poussière, le bruit et les vibrations générés par la circulation du charroi lors de la phase de construction, et les maladies transmissibles liées à la main-d'œuvre temporaire nécessaire aux travaux de construction. Outre les éléments généraux concernant l'hygiène et la sécurité indiqués dans les **Directives EHS générales**, l'exploitation des lignes sous tension et les sous-stations peuvent engendrer des impacts propres à cette branche d'activité, dans les domaines suivants :

- Risque d'électrocution
- Interférence électromagnétique
- Impact visuel
- Bruit et d'ozone
- Sécurité de la navigation aérienne

Électrocution

Les risques les plus directement liés aux lignes et aux installations de transport et de distribution d'électricité sont les risques d'électrocution par contact direct ou indirect — par le biais d'outils, de véhicules, d'échelles ou autres — avec un courant à haute tension. Les techniques recommandées pour prévenir ces accidents consistent notamment à :

- installer des panneaux, des obstacles (par exemple des verrous sur les portes, des grilles, ainsi que des barrières en acier autour des pylônes des lignes de transport, surtout en milieu urbain) et sensibiliser/informer le public pour empêcher d'être en contact avec du matériel potentiellement dangereux ;
- mise à la terre des éléments conducteurs (par exemple les clôtures ou d'autres structures métalliques) installés à

proximité des lignes électriques, pour éviter les décharges électriques.

- enterrer les lignes de transport ou de distribution lorsqu'elles doivent traverser des zones commerciales ou résidentielles à forte densité de population.

Interférence électromagnétique

L'effet de couronne et les courants à haute fréquence sur les réseaux électriques aériens peuvent entraîner la production de bruits radioélectriques. En général, les emprises des lignes de transport et les faisceaux de conducteurs sont conçus pour que la réception radio reste normale en bordure de ces ouvrages. Toutefois, les précipitations, qu'il s'agisse de pluie, de grésil ou de pluie givrante augmentent nettement l'effet de couronne sur les conducteurs et peuvent nuire à la réception radio dans les zones résidentielles proches des lignes de transport.

Impact visuel

Les installations de transport et de distribution d'électricité sont nécessaires pour amener l'énergie des centrales vers les zones résidentielles, mais ils peuvent constituer une nuisance visuelle pour les habitants des zones avoisinantes. Pour réduire l'impact visuel des installations de distribution d'électricité, il convient de mettre en œuvre des mesures d'atténuation qui consistent à :

- organiser des consultations publiques à grande échelle lors du choix de la localisation des lignes électriques et de leur emprise ;
- évaluer avec exactitude l'impact sur la valeur des biens fonciers dû à la proximité des lignes électriques ;
- implanter les lignes électriques et concevoir les sous-stations en tenant compte du paysage, des caractéristiques environnementales et des caractéristiques de la population locale ;
- installer les lignes de transport et de distribution haute tension dans les zones moins peuplées, dans la mesure du possible ;

Bruit et ozone

On entend souvent, à proximité des transformateurs ou des lignes électriques haute tension produisant un effet de couronne, une sorte de bourdonnement ou de ronflement. De l'ozone, gaz incolore dégageant une odeur piquante, peut également se dégager. Ni le bruit ni l'ozone produit par les lignes de distribution d'électricité ou les transformateurs ne présente de risque connu pour la santé³⁹.

Le bruit acoustique produit par les lignes de transport est plus fort lorsqu'il s'agit de lignes haute tension (400-800 kV) et plus fort encore dans le cas des lignes à ultra-haute tension (1 000 kV et plus)⁴⁰. Le bruit émis par les lignes de transport atteint son niveau maximum lors des périodes de précipitations qu'il s'agisse de pluie, neige, grésil ou grêle, ou lorsqu'il y a du brouillard. Le bruit de la pluie étouffe généralement le bruit produit par les lignes de transport, mais lorsque les précipitations ne sont pas de la pluie (neige et grésil, par exemple) et en cas de brouillard, le bruit émis par les lignes électriques aériennes peut perturber les habitants vivant à proximité.

Des mesures d'atténuation peuvent être mises en place au niveau de la conception du projet. Elles consistent à placer les emprises loin des populations, dans la mesure du possible. L'utilisation de murs antibruit ou autres appareils/équipements anti-bruit peut être envisagée.

³⁹ OMS (1998)

⁴⁰ Gerasimov (2003)

Sécurité de la navigation aérienne

La présence des pylônes pour le transport d'électricité 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 lignes de transport et des pylônes à proximité des aéroports et du réseau des trajectoires de vol connues ;
- consulter les autorités réglementaires chargées de la sécurité du trafic aérien avant d'installer les équipements électriques ;
- respecter les réglementations régionales ou nationales en matière de sécurité du trafic aérien ;
- enterrer les lignes qui doivent être installées dans des zones de trafic sensibles.

2.0 Indicateurs de performance et suivi des résultats

2.1 Environnement

Directives pour les émissions et les effluents

Les activités de transport et de distribution d'électricité ne produisent en général pas un grand nombre d'émissions atmosphériques ou d'effluents. En cas d'émissions de poussière ou de contamination potentielle des eaux de ruissellement, les opérations doivent être menées dans le respect des principes et directives énoncées dans les **Directives EHS générales** afin de répondre aux normes concernant la qualité de l'eau de surface et de l'air ambiant. Le tableau 1 indique les limites d'exposition

de la population à des champs électriques et magnétiques publiées par l'ICNIRP.

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

Fréquence	Champ électrique (V/m)	Champ magnétique (µT)
50 Hz	5000	100
60 Hz	4150	83

Source : ICNIRP (1998) : « Guide pour l'établissement de limites d'exposition aux champs électriques, magnétiques et électromagnétiques – champs alternatifs (de fréquence variable dans le temps, jusqu'à 300 GHz) ».

Suivi environnemental

Des programmes de suivi des impacts environnementaux 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 se fonder sur des indicateurs directs ou indirects des émissions, des effluents et de l'utilisation des ressources applicables au projet considéré. Les activités de suivi doivent être suffisamment fréquentes pour fournir des données représentatives sur les paramètres considérés.

Les activités de suivi 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 bien calibrés et entretenus. Les données fournies doivent être analysées et examinées à intervalles réguliers et comparées aux normes d'exploitation afin de permettre l'adoption de toute mesure corrective nécessaire. De plus amples informations sur les méthodes d'échantillonnage et

d'analyse des émissions et des effluents applicables figurent dans les Directives EHS générales.

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)⁴¹, *Pocket Guide to Chemical Hazards* publié par United States National Institute for Occupational Health and Safety (NIOSH)⁴², valeurs plafonds autorisées (PELs) publiées par Occupational Safety and Health Administration of the United States (OSHA)⁴³, les valeurs limites d'exposition professionnelle de caractère indicatif publiées par les États membres de l'Union européenne⁴⁴, ou d'autres sources similaires.

Parmi les autres indicateurs qui concernent tout particulièrement les activités de transport et de distribution d'électricité, on peut citer les distances de sécurité minimales de travail pour les employés ayant la formation requise, qui sont indiquées au tableau 2, et les limites d'exposition professionnelle aux champs électriques et magnétiques définies par l'ICNIRP et indiquées au tableau 3.

Tableau 2. Courant alternatif – Distances de travail minimales pour les employés ayant la formation requise^a

Plage de tension (phase à phase – en kV)	Distance de travail minimale et distance libre d'intervention au moyen d'une perche isolante (en mètre)
2,1 à 15	0,6
15,1 à 35	0,71
35,1 à 46	0,76
46,1 à 72,5	0,91
72,6 à 121	1,01
138 à 145	1,06
161 à 169	1,11
230 à 242	1,5
345 à 362	2,13 ^b
500 à 552	3,35 ^b
700 à 765	4,5 ^b

^a OSHA
^b NOTE : Entre 345 et 362 kV, 500 et 552 kV, et 700 et 765 kV, la distance de travail minimale et la distance minimale d'intervention au moyen d'une perche isolante peuvent être réduites, à condition que ces distances ne soient pas inférieures à la plus courte distance entre l'élément sous tension et une surface mise à la terre.

Tableau 3. Limites définies par l'ICNIRP pour l'exposition professionnelle aux champs électriques et magnétiques

Fréquence	Champ électrique (V/m)	Champ magnétique (μT)
50 Hz	10 000	500
60 Hz	8 300	415

Source : ICNIRP (1998) : «Guide pour l'établissement de limites d'exposition aux champs électriques, magnétiques et électromagnétiques – champs alternatifs (de fréquence variable dans le temps, jusqu'à 300 GHz) ».

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 sous-traitants) dans le cadre d'un projet, en particulier les accidents qui peuvent entraîner des jours de travail perdus, des

⁴¹ Consulter <http://www.acgih.org/TLV/> et <http://www.acgih.org/store/>

⁴² Consulter <http://www.cdc.gov/niosh/npg/>

⁴³ Consulter http://www.osha.gov/pls/oshaweb/owadisp.show_document?p_table=STANDARDS&p_id=9992

⁴⁴ Consulter http://europe.osha.eu.int/good_practice/risks/ds/oel/

lésions d'une gravité plus ou moins grande, ou qui peuvent être mortels. Les chiffres enregistrés pour le projet concerné peuvent être comparés à ceux des 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 Executive)⁴⁵.

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 agréés⁴⁶ 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. 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**.

⁴⁵ Consulter <http://www.bls.gov/iif/> and <http://www.hse.gov.uk/statistics/index.htm>

⁴⁶ 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

- Ahlbom, E Cardis et al : Review of the epidemiologic literature on EMF and health. *Environ Health Perspect* 109 :911-933, 2001.
- Alberta Human Resources and Employment. 2003. Alberta Occupational Health & Safety Code. Disponible en ligne à : <http://www3.gov.ab.ca/hre/whs/law/ohs.asp>.
- Anderson, S.H. 1991. *Managing our wildlife resources*. Prentice Hall. Englewood Cliffs, New Jersey.
- Avian Power Line Interaction Committee. 2005. Avian Protection Plan (APP) Guidelines.
- BC Hydro. 2006. BC Hydro 7 Steps to Electrical Safety. Disponible en ligne à : <http://www.bchydro.com/safety/work/work671.html>.
- Blackwell B.A., G. Shrimpton, F. Steele, D.W. Ohlson et A. Needoba. 2004. Development of a Wildfire Risk Management System for BC Transmission Corporation Rights-of-Way. Rapport technique présenté à British Columbia Transmission Corporation.
- Carlisle, S.M., et J.T. Trevors. 1987. Glyphosate in the environment. *Water, Air, and Soil Poll.* 39 :409-20.
- California Energy Commission. 2005. Assessment of Avian Mortality from Collisions and Electrocutions. Rapport préparé en juin 2005.
- Crowder, Michael R. et Olin E. Rhodes, Jr. 1999. Avian Collisions with Power Lines : A Review. Proceedings of a workshop on Avian Interactions With Utility and Communication Structures Charleston, Caroline du Sud, 2-3 décembre 1999. Publié sous la direction de Richard G. Carlton. Electric Power Research Institute.
- Danish Agricultural Advisory Service (DAAS), 2000. Reduced pesticide use without loss of effect.
- Duke Energy. 2006. Transmission Right of Way. En ligne à : <http://www.nantahalapower.com/community/row/whatis/transmission.asp>
- Feldman, Jay et Terry Shistar. 1997. Poison Poles : A Report about Their Toxic Trail and Safer Alternatives. Préparé par National Coalition Against the Misuse of Pesticides.
- FAO Organisation des Nations Unies pour l'alimentation et l'agriculture : International Code of Conduct on the Distribution and Use of Pesticides (2003). Disponible en ligne à : <http://www.fao.org/DOCREP/005/Y4544E/Y4544E00.HTM>
- FAO. 1995. Revised Guidelines on Good Labeling Practice for Pesticides. Rome : FAO. Disponible à : <http://www.fao.org/WAICENT/FAOINFO/AGRICULT/AGP/AGPP/Pesticid/fr.htm>
- FAO. 1996. Pesticide Storage and Stock Control Manual. FAO Pesticide Disposal Series N°3. Rome : FAO. Disponible à : http://www.fao.org/AG/AGP/AGPP/Pesticid/Disposal/index_en.htm http://www.fao.org/documents/show_cdr.asp?url_file=/docrep/V8966E/V8966E00.htm
- FAO. 1999. Guidelines for the Management of Small Quantities of Unwanted and Obsolete Pesticides. FAO Pesticide Disposal Series N°7. Rome : UNEP/WHO/FAO. Disponible à : http://www.fao.org/documents/show_cdr.asp?url_file=/docrep/X1531E/X1531E00.htm
- FAO. 2000. Guideline and Reference Material on Integrated Soil and Nutrient Management and Conservation for Farmer Field Schools. AGL/MISC/27/2000. Rome : FAO, Land and Plant Nutrition Management Division. Disponible à : <http://www.fao.org/organicag/frame2-e.htm> [ftp://ftp.fao.org/agl/agll/docs/misc27.pdf](http://ftp.fao.org/agl/agll/docs/misc27.pdf)
- FAO. 2001. Guidelines on Procedures for the Registration, Certification and Testing of New Pesticide Equipment. Disponible à : <http://www.fao.org/docrep/006/Y2683E/Y2683E00.HTM#1>
- FAO. 2002. International Code of Conduct on the Distribution and Use of Pesticides (version révisée de novembre 2002). Rome : FAO. Disponible à : <http://www.fao.org/WAICENT/FAOINFO/AGRICULT/AGP/AGPP/Pesticid/Code/Download/Code.doc>
- Georgia Power. 2006. Managing Transmission Rights of Way : Vegetation Management. Disponible en ligne à : <http://www.southerncompany.com/gapower/community/vegetation.asp?mnuOpc o=gpc&mnuType=sub&mnuItem=tt>
- Health Physics Society (1998) Guidelines for Limiting Exposure to Time-Varying Electric, Magnetic, and Electromagnetic Fields (Up to 300 GHz), International Commission on Non-Ionizing Radiation Protection (ICNIRP). Volume 74, Numéro 4, pp 494-521
- Gerasimov, A.S. 2003. Environmental, Technical and Safety Codes, Laws and Practices Related to Power Line Construction in Russia.
- Health Effects from Exposure to Power-Line Frequency Electric and Magnetic Fields : National Institutes of Health, Research Triangle Park, NC, 1999. Disponible en ligne à : http://www.niehs.nih.gov/emfrapid/html/EMF_DIR_RPT/Report_18f.htm
- 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
- International Agency for Research on Cancer. 2002. Static and extremely low-frequency (ELF) electric and magnetic fields. Report No. 80. Disponible en ligne à : <http://www.cie.iarc.fr/hdocs/monographs/vol80/80.html>
- International Commission on Non-Ionizing Radiation Protection (ICNIRP), Guidelines for Limiting Exposure to Time-varying Electric, Magnetic, and Electromagnetic Fields, Health Physics 74 (4) : 494-522 (1998). Disponible en ligne à : <http://www.icnirp.de/documents/emfgdl.pdf>
- Lebow, Stan T. et Michael Tippie. 2001. Guide for Minimizing the Effect of Preservative-Treated Wood on Sensitive Environments. Rapport technique préparé pour United States Department of Agriculture.

London, S.J., J.D. Bowman, E. Sobel, D.C. Thomas, D.H. Garabrant, N. Pearce, L. Bernstein, et J. M. Peters. 1994. Exposure to magnetic fields among electrical workers in relation to leukemia risk in Los Angeles County. *American Journal of Industrial Medicine* 26 :47-60.

Manville, Albert M. 2005. Tall Structures : Best Management Practices for Bird-Friendly Tall Buildings, Towers and Bridges – U.S. Fish and Wildlife Service Recommendations to Address the Problem. Préparé pour U.S. Fish and Wildlife Service.

New Zealand Ministry of Consumer Affairs. 2001. New Zealand Code of Practice for Electrical Safe Distances.

Raptor Protection Video Group. 2000. Raptors at Risk. EDM International, Inc. Fort Collins, Colorado.

Santee Cooper. 2002. Vegetation Management FAQ. En ligne à : www.santeecooper.com/environment/vegmanagement/vegetation_faqs.html

Stockholm Convention on Persistent Organic Pollutants (2001). Disponible en ligne à : <http://www.pops.int/>

Tse, Norman C. et Haboush, Alfred L. 1990. World's Tallest Towers Support 500-kV River Crossing. *Transmission & Distribution International*.

United Kingdom (U.K.) Parliament. Trade and Industry. 2001 : Tenth Report. Disponible en ligne à : <http://www.publications.parliament.uk/pa/cm200001/cmselect/cmtrdind/330/33002.htm#evidence>

U.K. Health and Safety Executive, HSE statistics. Disponible en ligne à : <http://www.hse.gov.uk/statistics/index.htm>

United Kingdom 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 (U.S.) Environmental Protection Agency. 2006. Polychlorinated Biphenyls (PCB's). Disponible en ligne à : <http://www.epa.gov/pcb/pubs/effects.html>

U.S. Department of Defense. 2004. Unified Facilities Criteria : Power Distribution Systems. Disponible en ligne à : http://www.wbdg.org/ccb/DOD/UFC/ufc_3_550_03n.pdf

U.S. Bureau of Labor Statistics. Injuries, Illnesses, and Fatalities program. Disponible en ligne à : <http://www.bls.gov/iif/>

U.S. Occupational Safety and Health Administration. 1994. The Electric Power Generation, Transmission and Distribution Standards. Disponible en ligne à : www.osha.gov.

U.S. National Institute of Environmental Health Sciences. 2002. EMF Questions and Answers. EMF Rapid. Electric and Magnetic Fields Research and Public Information and Dissemination Program. Disponible en ligne à : <http://www.niehs.nih.gov/emfrapid/booklet>

U.S. National Institute of Environmental Health Sciences. 1999. NIEHS Report on Health Effects from Exposure to Power-Line Frequency Electric and Magnetic Fields.

Western Australia Office Of Energy. 1998. Guidelines for Electricity Transmission and Distribution Work in Western Australia. Disponible en ligne à : http://www.energysafety.wa.gov.au/energysafety/media_include/code_trans_dist.pdf.

Organisation mondiale de la santé. 1998. Electromagnetic fields and public health : extremely low frequency (ELF) Fact Sheet. Disponible en ligne à : <http://www.who.int/mediacentre/factsheets/fs205/en/>.

Organisation mondiale de la santé (OMS). 2005. The WHO Recommended Classification of Pesticides by Hazard and Guidelines to Classification : 2004. Geneva : WHO. Disponible à : http://www.who.int/ipcs/publications/pesticides_hazard/en/index.html and http://www.who.int/ipcs/publications/pesticides_hazard_rev_3.pdf

Worksafe B.C. Occupational Health and Safety Regulation. 2006. Part 19 Electrical Safety. Disponible en ligne à : <http://www2.worksafebc.com/publications/OHSRegulation/Part19.asp>.

Zagury, GJ ; Samson, R ; Deschenes, L. 2003. Occurrence of metals in soil and ground water near chromated copper arsenate-treated utility poles. *J. Environ. Qual.* 32(2) :507-14.

Zielke, K., J.O. Boateng, N. Caldicott et H. Williams. 1992. Broom and Gorse in British Columbia A Forest Perspective Analysis. BC Ministry of Forests, Silviculture branch. 19 pp.

Annexe A : Description générale de la branche d'activité

Le transport d'énergie électrique est le transfert d'électricité haute tension d'un endroit à l'autre. En général, le transport d'énergie s'effectue entre une centrale de production et une sous-station située à proximité des consommateurs. Le terme « distribution d'énergie » renvoie à la livraison d'électricité, à partir d'une sous-station, aux consommateurs se trouvant dans des zones résidentielles, commerciales ou industrielles.

Étant donné les importantes quantités d'électricité en jeu, on considère généralement que les tensions supérieures à 110 kilo volts (kV) sont des **tensions de transport**. Les tensions comprises entre 110 kV et 33 kV sont en général considérées comme des **tensions de répartition**, mais sont parfois employées dans les réseaux de transport sur de longues distances à une faible charge. Une tension de moins de 33 kV est caractéristique des projets de distribution.

Les réseaux de transport et de distribution d'électricité sont souvent implantés le long des emprises des autoroutes, des routes et d'autres ouvrages pour réduire le plus possible les coûts et la perturbation des ressources écologiques, socioéconomiques et culturelles. D'autres facteurs, dont la **valeur des terres/valeur locative**, les aires panoramiques, les ressources archéologiques, les risques géotechniques, l'accessibilité, les parcs et d'autres éléments importants contribuent également au choix de l'emplacement du tracé des emprises des lignes de transport et de distribution.

Les activités de conception et de construction des ouvrages donnent généralement lieu à la construction ou la réfection des voies d'accès, à la préparation et à l'aménagement du site, à l'enlèvement de végétation s'il y a lieu, et à des travaux de terrassement et d'excavation en vue de la construction de la

fondation des structures et des installations du site. Ces activités sont courantes dans le cas des projets de développement industriel et sont fonction d'un certain nombre de facteurs dont la topographie, l'hydrologie et le plan d'aménagement souhaité du site. Les activités généralement associées à la conception et à la construction des ouvrages de transport et de distribution d'électricité sont notamment le défrichage au niveau de l'emprise des lignes de transport, la construction ou la réfection des voies d'accès, l'aménagement des aires de dépôt du matériel, la construction et/ou la modernisation des sous-stations, la préparation du site, et l'installation des éléments des lignes de transport (par exemple les pylônes et les sous-stations des lignes de transport, les voies d'accès et de service).

Les activités liées aux installations peuvent couvrir l'entretien des voies d'accès aux lignes, pylônes et sous-stations (sentiers écologiques ou voies d'accès nouvelles/améliorées par exemple) et la gestion de la végétation ; la modernisation et l'entretien des infrastructures existantes sont aussi des éléments incontournables durant tout le cycle de vie du projet.

Les installations de transport et de distribution d'électricité sont déclassées lorsqu'elles sont obsolètes, endommagées (par la corrosion par exemple) ou qu'elles doivent être remplacées parce que la demande d'énergie a augmenté. Un grand nombre d'entre elles sont remplacées par des matériaux/équipements nouveaux ou plus modernes sur le même site ou dans la même emprise. Les activités de déclasserment sont fonction de l'usage ultérieur envisagé pour le site, des facteurs de vulnérabilité écologique (prairies naturelles par exemple) et des particularités du projet (lignes électriques aériennes ou souterraines par exemple). Ces activités peuvent couvrir, notamment, la

démolition et l'enlèvement des infrastructures (par exemple les pylônes, les sous-stations, les installations aériennes et souterraines, et les voies d'accès) ainsi que la remise en état du site du projet, notamment la stabilisation du sol et la remise en végétation.

Les sections ci-après décrivent les installations et les activités associées à la construction et à l'exploitation des installations de transport et de distribution d'électricité. Les installations et activités communes aux ouvrages de transport et de distribution, notamment la gestion des emprises et les sous-stations, sont décrites ci-dessous, ainsi que les installations propres aux réseaux de transport et de distribution, comme les pylônes et les poteaux utilisés pour les services d'utilité publique. Les éléments types d'un système de transport et de distribution d'électricité sont illustrés dans la figure A-1.

Réseaux de transport d'électricité

Le transport d'énergie électrique est souvent qualifié de « réseau électrique ». De nombreuses lignes redondantes sont établies et installées pour qu'il soit possible d'acheminer l'électricité de toute centrale de production vers tout type de consommateurs finaux par différents itinéraires, selon le jeu des facteurs économiques de la trajectoire de transport et du coût de l'électricité. Les nombreuses lignes permettent par ailleurs d'acheminer le courant par un itinéraire différent pendant les opérations d'entretien et en cas de coupure dues aux intempéries ou à des accidents.

Le transport d'électricité s'effectue via un réseau de lignes aériennes et de pylônes entre une centrale et une sous-station. Lorsqu'il s'avère nécessaire de traverser une zone urbaine à forte densité de population, les réseaux de transport et de distribution peuvent aussi être enterrés dans des canalisations souterraines. Bien que l'efficacité énergétique du transport

d'électricité soit généralement plus faible pour les lignes souterraines et que l'installation et l'entretien de ces dernières soient coûteux, un réseau de transport souterrain permet de réduire les impacts sur la valeur des biens fonciers, sur le plan esthétique et sur la végétation. Les câbles sous-marins sont aussi parfois utilisés pour amener de l'électricité à haute tension dans des îles particulièrement éloignées, ou d'autres lieux inaccessibles par les modes de transport habituels. En général, les câbles sous-marins sont placés dans une gaine remplie de fluides à des fins d'isolation sur de longues distances.

Les réseaux de transport régionaux se composent de plusieurs grands réseaux de transport qui sont reliés par des sous-stations conçues pour transporter l'électricité de la façon la plus efficace possible. Les réseaux de transport peuvent couvrir des milliers de kilomètres et compter des dizaines de milliers de pylônes. L'électricité est généralement transportée sous forme de courant alternatif triphasé, plus efficace que le courant monophasé. L'électricité est normalement générée à basse tension (jusqu'à 30 kV) dans une centrale, puis sa tension est augmentée par un transformateur de centrale afin de réduire la résistance et de diminuer le pourcentage de perte d'énergie pendant le transport sur une longue distance. La tension de l'électricité transportée sur une longue distance se situe généralement entre 110 et 1 200 kV. À des tensions très élevées, comme celles qui dépassent 2 000 kV, les pertes d'énergie dues à des décharges avec **effets de couronne/effet Corona**⁴⁷ associés aux conducteurs chargés peuvent annuler les avantages de la réduction des pertes d'énergie dues à la diminution de la résistance. Sur de longues distances, l'électricité peut également être transportée sous forme de courant continu à haute tension. Dans ce cas, les économies

⁴⁷ Une décharge par effet de couronne est une décharge électrique découlant de l'ionisation de l'air autour du conducteur, qui occasionne généralement des pertes d'énergie et produit un bruit ambiant.

gagnées grâce à la réduction des pertes d'énergie et la baisse des coûts de construction peuvent couvrir le coût des stations de conversion qui doivent être installées à chaque extrémité d'une ligne de transport pour convertir le courant direct en courant alternatif en vue de son utilisation dans les réseaux de distribution.

Les lignes aériennes haute tension sont suspendues à des pylônes. Ces lignes servent généralement à transporter du courant électrique triphasé (méthode courante de transport des lignes haute tension de plus de 50 kV) et sont, de ce fait, conçus pour transporter trois (ou un multiple de trois) conducteurs. Un ou deux conducteurs de masse sont souvent ajoutés au sommet de chaque pylône pour protéger de la foudre. Les pylônes peuvent être construits en métal, en béton, en aluminium, en bois ou en plastique renforcé. Les fils conducteurs des lignes haute tension sont généralement fabriqués en aluminium simple ou renforcé par des torons en acier. Chaque pylône ou structure de soutien doit être construit pour supporter la charge que lui imposent les conducteurs. Par conséquent, les fondations des pylônes peuvent être importantes et coûteuses, en particulier dans les sites caractérisés par des sols présentant des difficultés, comme les terres humides. Des câbles de hauban peuvent être utilisés pour stabiliser les pylônes et permettre de résister à la masse des conducteurs.

Trois principaux types de pylônes sont utilisés dans un réseau de transport. Les pylônes de suspension supportent les tronçons rectilignes d'une ligne de transport. Les pylônes de dérivation sont situés à des points où une ligne de transport change de direction. Les pylônes d'arrêt sont situés à l'extrémité des lignes aériennes, à l'endroit où ces lignes sont reliées à des sous-stations ou à des câbles souterrains.

Le type le plus courant de pylône utilisé pour les lignes électriques haute tension est le pylône en treillis d'acier. Des pylônes monopodes tubulaires sont également utilisés pour soutenir les lignes de transport haute ou moyenne tension, généralement en milieu urbain. Les pylônes en acier peuvent être utilisés pour suspendre des lignes de n'importe quelle tension, mais ils sont le plus souvent utilisés pour les tensions supérieures à 50 kV. Les pylônes en treillis peuvent être assemblés au sol et érigés au moyen de câbles (ce qui nécessite une grande aire de manœuvre) ou d'une grue, voire d'un hélicoptère dans les zones inaccessibles. La hauteur des pylônes est généralement comprise entre 15 et 55 mètres environ⁴⁸.

Les pylônes en bois formé d'un seul poteau ou d'un poteau à double croisillon (cadre en H) ou ayant des formes en A ou en V sont aussi fréquemment utilisés pour suspendre les lignes de transport haute tension. La taille des arbres disponibles pour les fabriquer (environ 30 m) limite leur emploi. Les pylônes supportent généralement des lignes dont la tension, comprise entre 23 et 230 kV, est inférieure à celle des lignes soutenues par des pylônes en treillis d'acier⁴⁹. Les pylônes en aluminium sont souvent utilisés dans les régions isolées où ils peuvent être transportés et installés par hélicoptère. Il existe maintenant des pylônes en plastique renforcé, mais leur coût élevé en limite actuellement l'utilisation.

Dans les lignes souterraines, les trois fils utilisés pour transporter le courant triphasé doivent être placés dans des tubes ou des conduits individuels. Ces conduits sont recouverts de béton thermique et entourés de matériau de bourrage thermique. La mise en place des réseaux de conduits de câbles souterrains nécessite généralement des tranchées d'au moins

⁴⁸ Parlement britannique (2001)

⁴⁹ Great River Energy (2006)

1,5 mètre en profondeur et en largeur. En raison de difficultés que pose la dissipation de la chaleur, les conduits souterrains ne sont généralement pas utilisés pour les lignes de transport haute tension de plus de 350 kV⁵⁰.

Réseaux de distribution d'électricité

Avant d'être fournie au consommateur, l'électricité haute tension est abaissée et transformée en un courant de plus faible tension qui est transporté par des lignes aériennes vers des réseaux de **répartition** ou de distribution, en vue de son utilisation. La tension des lignes de distribution varie généralement de 2,5 à 25 kV. Enfin, l'électricité est transformée en basse tension au point d'utilisation résidentiel ou commercial. Cette tension varie de 100 à 600 volts, selon les normes nationales et les besoins des consommateurs. Les poteaux de distribution d'électricité (ou téléphoniques ou d'utilité publique) sont généralement en bois, mais l'acier, le béton, l'aluminium et la fibre de verre sont aussi utilisés. Les poteaux de distribution sont généralement espacés de 60 m au maximum et mesurent au moins 12 m de hauteur⁵¹. L'utilisation de poteaux de distribution en bois est limité par la taille des arbres disponibles (à peu près 30 m).

Sous-stations électriques

Les sous-stations électriques sont des stations installées le long du réseau de transport et de distribution d'électricité, qui permettent d'élever ou abaisser la tension à l'aide de transformateurs. Les transformateurs élévateurs servent à accroître la tension tout en diminuant le courant, tandis que les transformateurs abaisseurs sont utilisés pour réduire la tension tout en augmentant le courant. Les sous-stations comprennent généralement un ou plusieurs transformateurs, ainsi que des dispositifs de commutation, de commande et de protection. Ils

peuvent être installés dans une enceinte clôturée, sous terre ou à l'intérieur d'un bâtiment.

Il existe deux grands types de sous-stations électriques. Les sous-stations de transport contiennent des commutateurs haute tension qui relient entre elles les lignes de transport haute tension ou qui permettent d'isoler certains tronçons pour entretien. Les sous-stations de distribution transfèrent l'électricité du réseau de transport au réseau de distribution. En général, au moins deux lignes de transport ou de **répartition** entrent dans une sous-station de distribution, où leur tension est ramenée à une valeur adaptée à la consommation locale. Les postes de distribution permettent aussi d'isoler les anomalies survenant dans les réseaux de transport ou de distribution. Des sous-stations de distribution complexes équipées de dispositifs de commutation haute tension ainsi que de systèmes de commutation et de secours sont souvent installés dans les grands centres urbains.

Gestion des emprises

Les ouvrages aussi bien de transport que de distribution par lignes aériennes doivent être situés dans des emprises qui permettent de protéger le réseau des risques causés par les chablis et les contacts avec des arbres et des branches, ainsi que contre d'autres dangers éventuels pouvant causer des dégâts au niveau du réseau, des coupures de courant ou des feux de forêt. Les emprises sont par ailleurs utilisées pour assurer l'accès aux réseaux de transport et de distribution, notamment pour entretien et inspection. Les lignes de distribution souterraines nécessitent également des emprises dans les zones où les travaux d'excavation sont interdits ou strictement contrôlés, où les activités de construction sont restreintes, et où il est nécessaire d'assurer un accès aux lignes en cas de besoin. Les réseaux de transport étant de plus grande envergure et transportant une électricité à plus haute

⁵⁰ American Transmission Company (2005)

⁵¹ Ministère de la Défense des États-Unis (2004)

tension que les réseaux de distribution, leurs emprises sont aussi, en général, plus étendues et nécessitent donc un plus grand effort de gestion.

La largeur des emprises⁵² des lignes de transport va de 15 à 100 m, selon la tension et la proximité d'autres emprises (la fourchette type est de 15 à 30 m)⁵³. Pour les lignes aériennes de distribution d'une tension maximale de 35 kV, il est recommandé d'aménager des couloirs de 12 à 24 m (6 à 12m de chaque côté de la ligne)⁵⁴. Les voies d'accès sont souvent construites en même temps que les emprises ou à l'intérieur de celles-ci, pour qu'il soit possible d'accéder au réseau pour l'entretien et le bon fonctionnement.

Il est nécessaire d'assurer un entretien régulier de la végétation des emprises pour éviter des problèmes au niveau des lignes aériennes et des pylônes. Une croissance non maîtrisée d'arbres de haute taille et de la végétation dans les emprises peut entraîner un certain nombre de conséquences, comme des pannes de courant provoquées par le contact des branches et des arbres avec les lignes de transport et les pylônes ; le déclenchement des feux de forêt et de broussailles ; la corrosion du matériel en acier ; le blocage de l'accès aux équipements ; et la perturbation du fonctionnement des équipements essentiels de mise à la terre.

L'entretien et le défrichage réguliers des emprises empêchent la croissance continue de la forêt naturelle ainsi que la pousse et la croissance d'arbres de grande taille. En général, aucun arbre de plus de 4,5 m de hauteur ne doit se situer dans les

emprises des réseaux aériens⁵⁵. Les restrictions concernant la végétation sont beaucoup plus limitées pour les emprises des réseaux souterrains, bien que les arbres ayant de profondes racines pivotantes qui peuvent perturber les conduits souterrains soient généralement interdits. L'entretien de la végétation des emprises peut être assurée par les mesures mentionnées ci-dessous :

La tonte au moyen de puissants appareils motorisés est utilisée pour maîtriser la croissance du tapis végétal et empêcher l'établissement d'arbres et d'arbustes dans les emprises. Les herbicides, associés à la tonte, permettent de lutter contre les espèces envahissantes à croissance rapide qui risquent de dépasser, à maturité, la hauteur autorisée dans les emprises. L'élagage et l'émondage sont pratiqués en bordure des emprises pour maintenir la largeur du couloir et empêcher que les branches d'arbres n'empiètent sur celui-ci. ~~L'ébranchage et l'émondage peuvent être pratiqués en bordure des emprises pour maintenir la largeur du couloir et empêcher les branches d'arbres d'empiéter sur celui-ci.~~ L'enlèvement à la main de la végétation est une activité lente et coûteuse mais est souvent pratiqué en bordure des installations, des cours d'eau, des clôtures et d'autres obstacles qui rendent difficile ou dangereuse l'utilisation des machines.

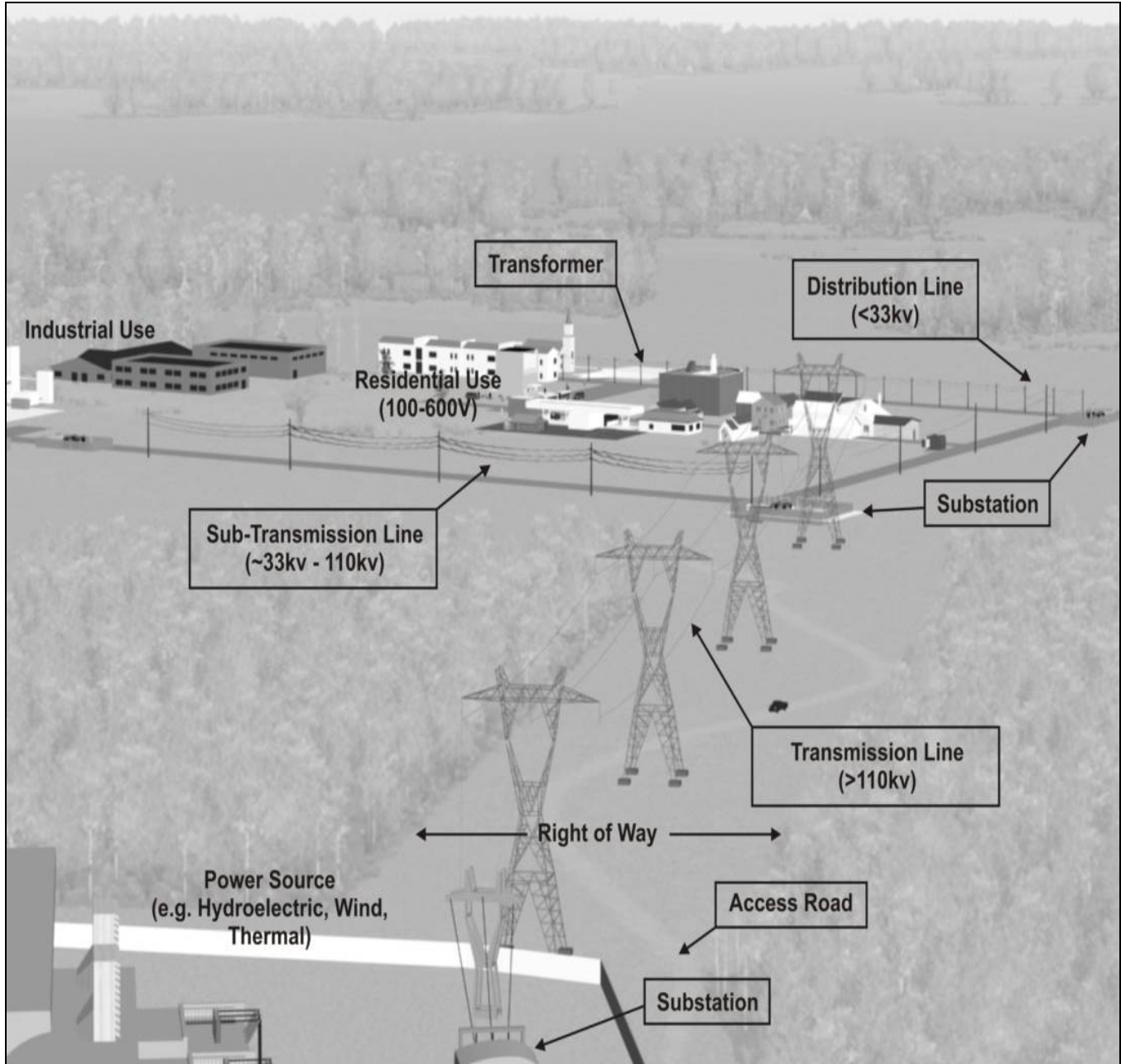
⁵² Par exemple, Duke Energy prescrit que la largeur minimale des emprises doit être de 21 m pour les de tension de 44 à 100 kV, de 46 m pour les lignes de tension de 230 kV, et de 61 m pour les lignes de tension de 525 kV (Duke Energy, 2006).

⁵³ Santee Cooper (2002)

⁵⁴ Ministère de la Défense des États-Unis (2004)

⁵⁵ Georgia Power (2006)

Figure A-1. Transport et distribution de l'électricité



Transformer	Transformateur
Distribution Line (<33kV)	Ligne de distribution (<33 kV)
Industrial Use	Usage industriel
Residential Use (100-600 kV)	Usage résidentiel (100 - 600 v)
Substation	Poste
Sub-Transmission Line (~33 kV – 110 kV)	Ligne de répartition (~33kV – 110 kV)
Transmission Line (>110 kV)	Ligne de transport (>110 kV)
Right of way	Emprise
Power Source (e.g. Hydroelectric, Wind, Thermal)	Source d'énergie (hydroélectrique, éolienne ou thermique par ex.)
Access Road	Voie d'accès
Substation	Poste