Manuel d'évaluation environnementale
Édition française 1999

Volume III
Lignes directrices pour l'évaluation environnementale de projets énergétiques et industriels

La Banque mondiale
Département de l'Environnement
Washington, D.C. États-Unis

Institut de l'Énergie et de l'Environnement
de la Francophonie (IEPF)
Québec, (Québec) Canada

Secrétariat francophone de
l'AIÉI
Montréal, (Québec) Canada

© 1991
La Banque mondiale, 1818 H Street, N.W., Washington, D.C., 20433 États-Unis

Tous droits réservés. Publié sous le titre original *Environmental Assessment Sourcebook*
Premier tirage août 1991
Cinquième tirage juin 1998

Les documents techniques sont publiés par la Banque mondiale pour diffuser dans les meilleurs délais les résultats des travaux de la Banque dans les milieux de développement. La typographie de ce volume n'a donc pas été faite selon les procédures formelles de publication, et la Banque mondiale décline toute responsabilité pour les erreurs qu'on pourrait y trouver.
Les affirmations, interprétations et conclusions présentées dans ce document n'engagent que leur(s) auteur(s) et ne peuvent être attribuées d'aucune manière à la Banque mondiale, à ses organisations affiliées, aux membres de son conseil exécutif ni aux pays qu'ils représentent. La Banque mondiale ne garantit pas l'exactitude des données présentées dans cette publication et décline toute responsabilité pouvant découler de leur emploi. Les cartes qui accompagnent un texte ont été préparées uniquement pour en faciliter la compréhension; les informations qu'elles contiennent et leur présentation n'implique aucune expression d'opinion quelle qu'elle soit de la part de la Banque mondiale, de ses organisations affiliées, de son Conseil ou des pays membres quant au statut légal d'un pays, un territoire, une ville, une région ou de l'autorité responsable, de la délimitation de ses frontières ou de son appartenance territoriale.
Le contenu de cette publication est protégé par des droits d'auteurs. Pour obtenir l'autorisation d'en reproduire des parties on doit s'adresser au Directeur du département des Publications à l'adresse indiquée ci-dessus. La Banque mondiale encourage la diffusion de ses travaux et habituellement accorde rapidement la permission de reproduire sans frais lorsqu'il s'agit de reproduction à des fins non commerciales. L'autorisation de photocopier des parties de ce document à des fins pédagogiques est accordée par le Copyright Clearance Center inc., bureau 910, 222 Rosewood Drive, Danvers, Massachusetts 01923, États-Unis.
La liste complète des publications de la Banque mondiale se trouve dans la publication annuelle *Index of Publications*, qui présente la liste alphabétique des titres (ainsi que toutes les informations requises pour commander) ainsi que des index par sujet, par auteur, par pays et région. La dernière édition est disponible gratuitement auprès de Distribution Unit, Office of the Publisher, Banque mondiale, à l'adresse ci-dessus, ou de Publications, Banque mondiale, 66, avenue d'Iéna, 75116 Paris, France.

Édition française 1999
Imprimé au Canada
Réimpression 2004
Dépôt légal

Bibliothèque nationale du Québec
Bibliothèque nationale du Canada
ISBN 2-922600-03-3 (Volume I : Politiques, procédures et questions intersectorielles)
ISBN 2-922600-04-1 (Volume II : Lignes directrices sectorielles)
ISBN 2-922600-05-X (Volume III : Lignes directrices pour l'évaluation environnementale de projets énergétiques et industriels)

Traduction préliminaire
Financement : Gouvernement de la Suède
Traduction : Monique Desthuis-Francis

Finalisation de la traduction
Financement de la planification : Institut de l'Énergie et de l'Environnement de la Francophonie (IEPF)
Financement de la finalisation et de l'édition : Banque mondiale
Révision de la traduction : Daniel Hamelin
Coordination de la validation scientifique : Michel Bouchard, Ph.D.
Coordination de l'édition : Dominique Gervais
Édition et diffusion :
Secrétariat francophone de l'Association internationale pour l'évaluation d'impacts
145, rue Saint-Pierre, bureau 108
Montréal (Québec) H2Y 2L6 Canada
Téléphone : +1 (514) 288-2663; télécopieur : +1 (514) 288-7701
iaia@aiei.org

Volume III : Lignes directrices pour l'évaluation environnementale de projets énergétiques et industriels

TABLE DES MATIÈRES

	Préface à l'édition française	v
	Remerciements de l'édition française	vii
	Avant-propos	ix
	Préface	x
	Mode d'emploi	xi
	Remerciements	xiii
Chapitre 10	**Énergie et industrie**	**1**
	Gestion des risques industriels	2
	Gestion des matières dangereuses	18
	Emplacement d'usines et mise en valeur de terrains à des fins industrielles	21
	Réseaux de transport d'électricité	27
	Oléoducs et gazoducs	34
	Exploitation en mer du gaz et du pétrole	44
	Exploitation à terre du gaz et du pétrole	58
	Projets hydroélectriques	70
	Projets de centrales thermiques	82
	Financement de l'énergie nucléaire : options pour la Banque	91
	Industrie du ciment	99
	Industrie chimique et pétrochimique	112
	Usines d'engrais	123
	Industrie alimentaire	133
	Petites et moyennes industries	144
	Industrie sidérurgique	149
	Industrie des métaux non ferreux	159
	Raffinage du pétrole	172
	Industries de la pâte à papier, du papier et de la transformation du bois d'oeuvre	184
	Exploitation minière et traitement des minéraux	196
	Bibliographie	212
	Annexe 10-1. Modèle de cadre de référence Évaluation des impacts sur l'environnement d'installations reliées à l'énergie	220
	Annexe 10-2. Modèle de cadre de référence Évaluation des impacts sur l'environnement d'installations industrielles	226
Abréviations et sigles		**233**
Lexique		**235**
Évaluation environnementale – Bibliographie complémentaire		**239**

PRÉFACE À L'ÉDITION FRANÇAISE

Les trois volumes de la première édition du «*Environmental Assessment Sourcebook* » de la Banque mondiale ont été publiés entre août et octobre 1991. Ces volumes, respectivement, les Documents techniques no 139 (volume I), 140 (volume II) et 154 (volume III), regroupent 10 chapitres et constituent près de mille pages traitant des *Politiques, procédures et questions intersectorielles* (volume I), des *Lignes directrices sectorielles* (volume II) et enfin des *Lignes directrices pour l'évaluation environnementale de projets énergétiques et industriels* (volume III). Ensemble, les trois documents constituent un **Manuel** destiné à l'usage de tous les intervenants, incluant les professionnels de l'évaluation, le pays emprunteur, les populations affectées et le personnel de la Banque.

Cinq tirages ont été faits de la première édition de 1991, mais il s'agit de réimpressions de cet ouvrage. Le dernier et cinquième tirage porte la date de juin 1998. Par ailleurs, vingt-cinq documents de mise à jour numérotés de 1 à 25 ont été publiés depuis avril 1993. Ces mises à jour sont publiées en feuillets pour être incorporés dans un cartable. Elles sont également publiées sous forme électronique sur le site Internet de la Banque mondiale (www.worldbank.org). Elles portent la mention du chapitre qu'elles complètent ou remplacent en tout ou en partie. Quelques documents de mise à jour constituent du matériel nouveau ou traitent de sujets qui n'étaient pas abordés dans l'édition originale, comme par exemple les systèmes d'information géographique ou les audits environnementaux. En particulier, quatre documents de mise à jour s'ajoutent à l'ensemble du Manuel et ont mené à la création d'un nouveau chapitre, le chapitre 11, qui n'existe que dans sa forme électronique. Il n'existe à ce jour aucun exemplaire imprimé du « Sourcebook » qui incorpore toutes les mises à jour.

Le présent document, première édition française qui porte le titre de **Manuel d'évaluation environnementale**, est à cet égard unique et constitue une première. En effet, l'édition française incorpore seize des vingt-cinq mises à jour disponibles. Les mises à jour ont été incorporées en annexes aux chapitres qu'elles concernent ou complètent. Le Manuel constitue en quelque sorte une édition différente, mise à jour jusqu'à la date d'octobre 1997, incluant les versions nouvelles des chapitres 4 et 7. Elle ne comprend pas toutefois le nouveau chapitre 11, ni les mises à jour 21 à 25 qui ont été publiées après octobre 1997.

En préface à l'édition originale en anglais, et dans tous les tirages subséquents, on demandait aux « utilisateurs » de signaler à la Banque toute matière qui devrait s'ajouter au contenu du Manuel, de même qu'on sollicitait tout commentaire de nature à améliorer le document. À cette fin, on donnait un numéro de téléphone, ainsi qu'un numéro de télécopieur. Les documents de mise à jour, tant ceux publiés en feuillets que sur le site Internet de la Banque, sont aussi accompagnés d'une notice qui demande à l'utilisateur d'adresser ses commentaires le cas échéant au personnel de la Banque.

Pour les lecteurs francophones, un appel similaire s'impose. Si vous souhaitez faire des commentaires sur le Manuel, vous êtes priés de vous adresser au Secrétariat francophone de l'AIÉI, 145 rue Saint-Pierre, bureau 108, Montréal (Québec) H2Y 2L6 Canada, téléphone : +1 (514) 288-2663, télécopieur : +1 (514) 288-7701, iaia@aiei.org. Si vos commentaires portent sur la terminologie ou le choix d'expressions de l'édition française, nous en prendrons bonne note en vue d'enrichir et compléter le glossaire des termes utilisés en évaluation environnementale. Si vos commentaires portent sur le contenu, le Secrétariat en informera la Banque. Ces commentaires et corrections pourront être incorporés dans une seconde édition du Manuel qui, nous l'espérons, pourrait éventuellement être produite simultanément en anglais et en français.

L'édition française est le fruit d'un processus qui s'est amorcé il y a plus de deux ans. Une première traduction a d'abord été produite à Washington par la Banque elle-même à l'aide de fonds spéciaux consentis par le gouvernement de la Suède. Par la suite, cette première version a été entièrement revue par

l'équipe de traduction du Secrétariat francophone de l'AIÉI à Montréal. Enfin, le texte a été entièrement revu et validé par une équipe de praticiens, de scientifiques, et d'intervenants francophones familiers avec les sujets discutés dans le Manuel. La validation avait pour but de s'assurer que l'exposé français soit impeccable au plan de la clarté, et que dans l'emploi de termes techniques ou spécialisés, comme dans les formulations et les expressions employées, il soit conforme aux règles de l'art et respecte l'usage courant parmi les spécialistes francophones.

L'ouvrage fait maintenant l'objet d'une réimpression alors que tous les exemplaires imprimés en 1999 sont épuisés. La réimpression a été faite sous la direction de M. Mai-Khoi Lam qui a assuré les corrections et les ajustements de mise en forme. Toutefois, cette version n'a pas fait l'objet d'une mise à jour et reste essentiellement la version 1999.

Nous espérons que cet ouvrage répondra à vos attentes et qu'il constituera une référence utile pour tous ceux qui se préoccupent de la protection de l'environnement et du développement durable.

Michel A. Bouchard, PhD.
Le 28 janvier 2004

REMERCIEMENTS DE L'ÉDITION FRANÇAISE

Les responsables de l'Édition française 1999 du Manuel d'évaluation environnementale tiennent à remercier pour leur généreuse collaboration tous les réviseurs dont les noms suivent et qui ont accepté de consacrer leur expertise professionnelle à la révision de la traduction. Leur contribution a permis entre autres de préciser le vocabulaire français de l'évaluation environnementale utilisé tout au long de cet ouvrage.

En terminant, nous remercions la Banque mondiale, et plus spécialement monsieur Jean-Roger Mercier, d'avoir fait confiance au Secrétariat francophone de l'AIÉI pour finaliser et éditer cette version française de leur Manuel.

Réviseurs de la version française

SOUS LA DIRECTION DE : Michel A. BOUCHARD, Université de Montréal et École Polytechnique de Montréal, Canada

Pierre AUDIFFREN, Cabinet ECTARE, France

Dieudonné BITONDO, Association camerounaise des études d'impacts environnementaux, Cameroun

Alain BOZET, Ministère de la région wallonne, Direction générale des Ressources naturelles et de l'Environnement, Belgique

Koassi D'ALMEIDA, Secrétariat francophone AIÉI / IAIA, Québec, Canada

Claude E. DELISLE, Département des génies civil, géologique et des mines (CGM), École Polytechnique, Québec, Canada

Guy DÉSIRÉ, Centre d'études techniques de l'équipement de l'Ouest, France

Jean HÉBERT, Hydro-Québec International, Québec, Canada

Peter JACOBS, Faculté de l'Aménagement, Université de Montréal, Québec, Canada

Serge LEMIEUX, Division des évaluations environnementales, Environnement Canada, Région du Québec, Québec, Canada

Alain LIARD, Domtar inc., Québec, Canada

Domitien MUGEMANA, Secrétariat francophone AIÉI / IAIA, Québec, Canada

Michel RAYMOND, Université Senghor, Égypte

Philip RAPHALS, Le Centre de recherches en énergie Hélios, Québec, Canada

Jean-Noël ROULLEAU**,** Groupe Agence française de développement, France

Abdoulaye SÈNE, Association sénégalaise pour l'évaluation environnementale, Sénégal

Pierre SENÉCAL, Hydro-Québec, Québec, Canada

Benoit TAILLON, Pigamon inc., Québec, Canada

Jean-Noël VIGNEAULT, Bureau d'audiences publiques sur l'environnement (BAPE), Québec, Canada

AVANT-PROPOS

Le présent Manuel vise à aider tous ceux et celles qui prennent part à une évaluation environnementale. Il peut s'agir des évaluateurs eux-mêmes aussi bien que des concepteurs ou des chargés de projet de la Banque mondiale, conformément à l'un des principes de l'évaluation environnementale selon lequel le moyen le plus efficace d'atteindre le développement durable est de déterminer les effets négatifs sur l'environnement et de les prendre en considération le plus tôt possible dans la phase de planification des projets. Le présent Manuel donne des conseils pratiques qui aideront à concevoir des projets durables financés par la Banque.

Les équipes chargées de mener des évaluations des impacts sur l'environnement pour les pays emprunteurs doivent connaître la politique de la Banque eu égard aux projets examinés et savoir quels sont les éléments de ces projets auxquels la Banque prête une attention particulière. Le Manuel donne de l'information détaillée à ce sujet et fournit aussi une référence commune pour les échanges de vue entre les spécialistes en évaluation environnementale, le personnel de la Banque et les pays emprunteurs.

Les concepteurs d'un projet doivent aussi connaître les conditions requises par la Banque et les conséquences de leurs choix de conception sur l'environnement. Il importe aussi qu'ils comprennent les objectifs que poursuit une équipe chargée d'une évaluation des impacts sur l'environnement. Si le Manuel donne des renseignements sur certains types de projets, il constitue aussi une référence commune pour les échanges en vues d'ordre plus général, portant, par exemple, sur la stratégie d'un pays.

Les chargés de projet doivent s'assurer que les emprunteurs se conforment aux conditions requises par la Banque en matière d'évaluation environnementale et de faire en sorte qu'une étude d'impact soit déposée, s'il y a lieu. Le présent Manuel pourra les aider dans leur rôle de conseillers en énonçant les principaux enjeux qui se posent par rapport à l'environnement (en insistant sur ceux dont les effets sont relativement plus importants), en résumant les politiques pertinentes de la Banque et en analysant un certain nombre de questions qui influent sur la réalisation d'un projet (p. ex. prêts par des intermédiaires financiers, participation du public et évaluation économique des impacts).

Des organismes de développement et des institutions financières, des équipes chargées d'évaluations des impacts sur l'environnement de projets qui ne sont pas financés par la Banque, des spécialistes en environnement, des universitaires et des ONG comptent parmi les autres groupes que le Manuel est susceptible d'intéresser.

Le Manuel met l'accent sur les projets qui peuvent avoir d'importants impacts négatifs sur l'environnement, tels que la construction de nouveaux équipements collectifs, de barrages ou de routes majeures. Les projets dont les impacts sont susceptibles d'être moins importants, comme les activités d'entretien et les travaux de rénovation, ne sont pas examinés en détail; ils mériteraient, cependant, d'être traités dans une parution complémentaire.

Les politiques, procédures et lignes directrices de la Banque mondiale, les expériences acquises et les meilleures pratiques en matière d'environnement se trouvaient disséminées à travers l'institution et ses publications – ou n'existaient qu'à l'état de simple connaissance du personnel. Le présent Manuel rassemble maintenant ces acquis en un même document. On voulait que celui-ci soit d'un emploi facile, d'où les chevauchements et les répétitions. On l'a, de plus, conçu de manière à pouvoir être facilement mis à jour, compte tenu de la rapidité des changements dans un domaine tel que celui de l'environnement. Le lecteur qui s'intéresse seulement à certaines parties de l'ouvrage trouvera la table des matières d'une grande utilité. Les observations des utilisateurs sur la manière dont le Manuel pourrait mieux servir leurs besoins sont en tout temps les bienvenues.

PRÉFACE
À LA PREMIÈRE ÉDITION

Le présent *Manuel d'évaluation environnementale*, qui a déjà été diffusé et utilisé à l'état d'ébauche pendant près d'un an, vous est maintenant offert à titre d'essai. Nous vous demandons de bien vouloir nous aider à améliorer le contenu du document en nous signalant tout sujet additionnel que vous voudriez voir abordé. Nous vous prions aussi de nous faire part de vos observations à tout moment au cours de l'utilisation du document. La façon la plus efficace est de renvoyer les pages annotées à notre bureau (pièce S-5029; télécopieur : +1 (202) 477-0565).

Le Manuel sera révisé d'après l'information nouvelle qui sera obtenue et l'expérience qui sera acquise. La version la plus à jour du document sera disponible en format électronique à tous ceux qui accèdent au courrier électronique « Tout-en-un » de la Banque. Nous comptons que la révision et l'évaluation continuelles du document en feront une source d'information vivante, utile et à jour.

Kenneth Piddington
Directeur
Département de l'environnement
Banque mondiale
1818 H Street, N. W.
Washington, D. C. 20433
États-Unis d'Amérique

MODE D'EMPLOI

Le présent Manuel a été conçu pour faciliter la mise en œuvre de la procédure d'évaluation environnementale. Il s'adresse à tous ceux et celles associés à l'évaluation environnementale de projets, principalement les agents spécialisés en la matière, mais aussi les groupes chargés de gérer de telles évaluations, les concepteurs et les chargés de projets, et les spécialistes de l'environnement en général. Le document porte essentiellement sur des prêts pour des projets de développement, mais permet aussi de répondre aux questions que soulèvent des prêts en faveur de réformes et d'aide à l'ajustement. Le Manuel est un document de références qui contient des précisions indispensables pour mener à bien l'évaluation environnementale d'un projet conformément aux conditions requises par la Directive opérationnelle de la Banque à ce sujet. L'ampleur du document s'explique par la variété des sujets abordés, mais aucun utilisateur n'aura besoin de tous les renseignements donnés. Le contenu a donc été organisé de manière à ce que chaque question soit aussi facilement accessible que possible et selon une logique qui permettra à l'utilisateur de trouver les éléments pertinents à un projet particulier de prêt. Le Manuel met surtout l'accent sur les projets davantage susceptibles d'entraîner des impacts importants sur l'environnement, tels que la construction de grands équipements collectifs, plutôt que sur des projets sans doute importants, mais qui sont potentiellement moins dommageables, tels des projets de restauration et d'entretien.

La table des matières constitue la partie la plus importante du Manuel. Elle aidera l'utilisateur qui s'intéresse à un type de projet précis (voir ci-dessous l'exemple portant sur un projet d'irrigation).

Le chapitre premier devrait être lu par toute personne chargée d'un projet financé par la Banque et qui est susceptible d'avoir des impacts importants sur l'environnement. Il résume les conditions requises par la Banque et présente un aperçu de sa procédure d'évaluation environnementale, de l'examen préliminaire d'un projet, au moment de son lancement, jusqu'à son évaluation après réalisation. Un certain nombre d'encadrés donnent divers exemples d'évaluations des impacts sur l'environnement réalisées pour des projets de développement. L'annexe 1-3 fournit un modèle de cadre de référence pour la réalisation d'une évaluation des impacts sur l'environnement, que les chargés de projet peuvent adapter à leurs besoins.

Les chapitres 2 et 3 portent sur les « enjeux ». Ils donnent des précisions et des conseils sur de nombreuses questions, dont certaines seront probablement soulevées dans chaque évaluation des impacts sur l'environnement. Alors que le chapitre 2 s'intéresse avant tout aux enjeux écologiques, le chapitre 3 traite des enjeux sociaux et culturels. On peut évidemment lire ces chapitres en entier, mais il existe deux autres possibilités de lecture. La table des matières permet à l'utilisateur de trouver, d'une part, chacun des sujets abordés et, d'autre part, ces sujets, lorsqu'il y a lieu, sont mentionnés dans les énoncés de lignes directrices pour les évaluations des impacts sur l'environnement de projets particuliers, de telle sorte qu'on puisse s'y référer au moment où l'on se prépare à entreprendre une telle étude.

Les chapitres 4, 5 et 6 portent sur des questions de méthodes : analyse économique, renforcement des capacités institutionnelles et prêts par le biais d'intermédiaires financiers. Ils ne visent à remplacer ni le savoir ni les compétences des spécialistes chargés de réaliser l'évaluation des impacts sur l'environnement. Le chapitre 4 donne une idée de ce qui peut être fait quant à l'évaluation économique des coûts et avantages pour l'environnement dans le cadre d'une évaluation des impacts sur l'environnement. Le chapitre 5 traite de la question du renforcement des capacités institutionnelles. Il met l'accent sur la nécessité de développer les capacités locales en matière d'évaluations des impacts sur l'environnement, énonce certains besoins plus généraux qu'une évaluation des impacts sur l'environnement peut faire ressortir quant à la mise en place de la capacité de gestion de l'environnement d'un pays et enfin, examine ce à quoi l'on peut raisonnablement s'attendre, par rapport à ces questions, d'un prêt ou d'un crédit unique. Le chapitre 6 aborde les enjeux spécifiquement liés aux évaluations des impacts sur l'environnement de prêts sectoriels ou consentis par le biais d'intermédiaires financiers. L'importance que revêtent ces

chapitres pour un utilisateur en particulier dépend du type de projet en question ainsi que de la nature de la gestion de l'environnement dans le pays emprunteur.

Le chapitre 7, qui traite de la participation du public et du rôle des organisations non gouvernementales lors de la réalisation d'une évaluation des impacts sur l'environnement, étudie les conditions requises à cet égard par la Directive opérationnelle de la Banque sur l'évaluation environnementale et propose des moyens pour y répondre. Comme la participation du public est une idée récente, non seulement pour certains membres du personnel de la Banque, mais aussi pour les représentants des gouvernements bénéficiaires, il est recommandé que ce chapitre soit lu tant par les personnes chargées des évaluations des impacts sur l'environnement que par les chargés de projets.

Les chapitres 8, 9 et 10 donnent des lignes directrices pour les évaluations des impacts sur l'environnement dans différents secteurs. Ils débutent par des considérations d'ordre général et par un examen de certaines questions particulièrement pertinentes (p. ex. la section intitulée « Lutte intégrée contre les parasites et emploi de produits chimiques agricoles » du chapitre 8, qui s'applique au secteur agricole, et la question de l'emplacement d'usines, abordée au chapitre 10 pour les projets du secteur énergétique et industriel). Les sujets apparaissent dans la table des matières ou sous forme de renvois d'un bout à l'autre du Manuel. Le reste de chaque chapitre porte sur des types particuliers de projets reconnus pour avoir d'importants impacts potentiels. Pour chaque type de projets, le Manuel donne une brève description (dans le seul but d'indiquer les aspects pertinents du point de vue de l'environnement), résume les impacts potentiels et indique les enjeux particuliers qu'il conviendrait de prendre en considération dans les évaluations des impacts sur l'environnement. Les solutions de remplacement possibles sont abordées, de même que les besoins en gestion et en formation et les exigences de suivi. Chaque section se termine par un tableau des impacts potentiels et des mesures d'atténuation auxquelles on peut faire appel. Des modèles de cadres de référence pour des évaluations des impacts sur l'environnement de divers types de projets sont rassemblés en une section de chaque chapitre.

Dans le cas, par exemple, d'un prêt d'irrigation visant à mettre en valeur une terre aride, il serait bon que l'utilisateur consulte au moins les sections suivantes du Manuel :

Chapitre premier :	« Le processus d'évaluation environnementale » (si celui-ci n'est pas familiarisé avec les évaluations des impacts sur l'environnement de la Banque)
Chapitre 8 :	« Irrigation et drainage » (pour les lignes directrices et le cadre de référence appropriés au projet)
Chapitre 2 :	« Régions arides et semi-arides » et « Gestion des terres et des ressources en eau » (pour un examen des enjeux écologiques)
Chapitre 7 :	« Participation du public et rôle des ONG dans les évaluations des impacts sur l'environnement » (s'il n'est pas déjà familier avec cette question dans le cadre des évaluations des impacts sur l'environnement de la Banque)

Le besoin d'autres renseignements se révélera de lui-même. Par exemple, des questions se rapportant aux peuples indigènes, aux eaux transfrontalières, à la colonisation de nouvelles terres, à la réinstallation de populations ou au renforcement des capacités institutionnelles peuvent soulever d'importantes préoccupations dans le cadre d'un projet; on peut alors consulter les sections correspondantes du Manuel.

REMERCIEMENTS

Les responsables du présent *Manuel d'évaluation environnementale* sont infiniment reconnaissants à leurs collègues et aux consultants de la Banque mondiale de leurs contributions à la première édition de cet ouvrage. Ils tiennent à exprimer leur profonde gratitude aux membres du Comité directeur de l'évaluation environnementale qui ont supervisé cette entreprise tout au long de sa réalisation. Ils remercient leurs confrères de la communauté internationale ainsi que leurs collègues au sein des gouvernements et des agences de l'environnement des observations qu'ils ont faites sur différentes parties du Manuel et d'avoir bien voulu partager l'information dont ils disposaient.

Département de l'environnement : Kenneth Piddington, directeur.
Responsables du Manuel d'évaluation environnementale: le *Manuel d'évaluation environnementale* a été élaboré et mis en forme par Robert Goodland, Thomas E. Walton III, Valerie Edmundson et Charlotte Maxey.

Commission d'organisation pour la réalisation d'une évaluation environnementale : Gloria J. Davis, présidente (ASTEN); Cynthia C. Cook (AFTEN); Colin Rees (ASTEN); Martyn J. Riddle (CENDD); J.A. Nicholas Wallis (EDIAR); Bernard Baratz, Stephen F. Lintner (EMTEN); Cesar A. Plaza (LATEN); Surinder P.S. Deol (POPTR); et James Listorti (consultant).

Chapitre premier : Le processus d'évaluation environnementale : Auteurs : Thomas E. Walton III (consultant). Réviseurs : Cynthia Cook (AFTEN); Walter J. Ochs (AGRPS); Arthur E. Bruestle, Gloria J. Davis et Colin Rees (ASTEN); Thierry Baudon, Stephen F. Lintner, Spyros Margetis et Peter W. Whitford (EMTEN); Robert Goodland (ENVDR); et Albert Printz (consultant).

Chapitre 2 : Problèmes mondiaux et intersectoriels en évaluation environnementale : Auteurs : Jan C. Post (ENVAP); Alcira I. Kreimer (ENVPR); Barbara Lausche (LEGOP); Barbara Braatz, Charlotte Maxey, Peter Little, Byron Nickerson, Richard Stoffle, Jon M. Trolldalen, James Talbot et Thomas E. Walton III (consultants). Réviseurs : Agnes Kiss, Walter J. Lusigi, Robert Tillman (AFTEN); David A. P. Butcher, Gloria J. Davis, Colin Rees et Susan S. Shen (ASTEN); Bernard Baratz, Stephen F. Lintner et Peter W. Whitford (EMTEN); Warren D. Fairchild (EMTAG); Robert Goodland (ENVDR); Alcira I. Kreimer (ENVPR); George Ledec (LATEN); Hans J. Peters (INUTD); Albert Printz et Lee Talbot (consultants).

Chapitre 3 : Questions sociales et culturelles en évaluation environnementale : Auteurs : David A. P. Butcher, Gloria J. Davis, Augusta Molnar et William Partridge (ASTEN); Mona Fikri, Jasper Ingersoll, Peter Little, Pam Stambury, Richard Stoffle et June Taboroff (consultants). Réviseurs : Michael M. Cernea, Scot E. Guggenheim (AGRPS); Poul A. Sihm (AFTAG); Cynthia C. Cook, Lee Talbot, Robert Tillman (AFTEN); Valter Angell, Arthur E. Bruestle, Colin Rees (ASTEN); Raymond J. Noronha (ENVAP); Mary B. Dyson et Michael P. Wells (ENVPR); John M. Courtney (ITFPS); Shelton F. Davis (LATEN); et Albert Printz (consultant).

Chapitre 4 : Analyse économique des projets et des politiques eu égard aux coûts et avantages pour l'environnement : Auteurs : Herman Daly, Ernst Lutz et Mohan Munasinghe (ENVPR). Réviseurs: Valter Angell (ASTEN); Jeremy J. Warford (ENVDR); John Dixon (LATEN); et Albert Printz (consultant).

Chapitre 5 : Renforcement des capacités institutionnelles : Auteurs : Gloria J. Davis (ASTEN); Stephen F. Lintner (EMTEN); Barbara Lausche (LEGOP); et Thomas E. Walton III (consultant). Réviseurs : Jean B. Aden (ASTEN); Robert Goodland (ENVDR); Albert Printz (consultant).

Chapitre 6 : L'évaluation environnementale dans le cas de prêts sectoriels ou de prêts par des intermédiaires financiers : Auteurs : Martyn J. Riddle (CENDD); Charlotte Maxey et Thomas E. Walton III (consultants). Réviseurs : Rolf Glaeser (AF1IE); Paul Murgatroyd (AS1IE); Jean B. Aden (ASTEN); Kurt M. Constant (ASTIF); Paul A. Popiel (AFTTF); Robert D. Graffam et Rudolf van der Bijl (CCMDR);

Millard F. Long (CECFP); Khosrow Zamani (CEMD2); Khalid Siraj (CODOP); Fred D. Levy Jr. (EAS); Delbert A. Fitchett (EDIAR); Josef Duster (EM1AG); Bernard Baratz (EMTEN); Mark R. Nicholson (INVD1); Samia El Baroudy (LA1TF); et Christophe Bellinger (MIGGU); Melanie Johnson et Albert Printz (consultants).

Chapitre 7 : Participation du public aux évaluations environnementales : Auteurs : Robert Goodland (ENVDR) et William Nagle (consultant). Réviseurs : Francis J. Lethem (AF2DR); Cynthia C. Cook (AFTEN); Michael M. Cernea, Scott E. Guggenheim (AGRPS); Gloria J. Davis, David A. P. Butcher, William Partridge (ASTEN); Maritta Koch-Weser, Raymond J. Noronha, June Taboroff (ENVAP); Mary Dyson (ENVPR); David M. Beckman (EXTIE); Shelton H. Davis (LATEN); Nancy Alexander (Friends Committtee on National Legislation); Albert Printz (consultant); et Diane Wood (WWF).

Chapitre 8 : Développement agricole et rural : Auteurs : Agnes Kiss (AFTEN); Robert Goodland (ENVDR); Anil Somani, Kirk Barker, Susan Braatz, Eugene Dudley, Peter Freeman, John Glenn, Charlotte Maxey, Byron Nickerson, James Talbot, et Thomas E. Walton III (consultants). Réviseurs : Poul. A. Sihm (AFTAG); Cynthia C. Cook, Agnes Kiss, Robert Tillman (AFTEN); Guy J.M. LeMoigne (AGRDR); Shawki Barghouti, Walter J. Ochs (AGRPS); John F. Cunningham, Robert G. Grimshaw (ASTAG); Valter Angell, Roger S. Batstone, Susan Braatz, Arthur E. Bruestle, Colin Rees (ASTEN); Martyn J. Riddle (CENDD); J.A. Nicholas Wallis (EDIAR); Warren D. Fairchild, Permanand Gupta, Colin W. Holloway, Gert Van Santen (EMTAG); Bernard Baratz, Anders O. Halldin, Stephen F. Lintner, et Spyros Margetis (EMTEN); Robert J. Goodland (ENVDR); Asif Faiz (INUTD); Daniel Gross (LA1AG); William D. Beattie, Michael J. McGarry (LATAG); Dennis Child (USDA); Albert Printz, James Smyle (consultants);et David J Parrish (Virginia Polytechnic Institute et Virginia State University).

Chapitre 9 : Population, santé et nutrition; développement urbain; transports; alimentation en eau et gestion des eaux usées : Auteurs : Carl R. Bartone (INURD); Albert M. Wright (INUWS); Sandra Cointreau, Colin Franklin, Peter Freeman, James Listorti, Charlotte Maxey, Byron Nickerson, James Talbot et Thomas E. Walton III (consultants). Réviseurs : Cynthia C. Cook, Robert Tillman (AFTEN); Shirin N. Velji (AS2IN); Roger Batstone, Arthur E. Bruestle, David G. Williams (ASTEN); Jean H. Doyen (AFTIN); Shirin N. Velji (AS2IN); Martyn J. Riddle (CENDD); A. Amir Al-Khafaji (EM2IN); Mario A. Zelaya (EM3IN); Maurice W. Dickerson (EM4IN); Stephen F. Lintner, Spyros Margetis, Peter W. Whitford (EMTEN); Richard A. MacEwen (EMTIN); Carl R. Bartone, Michael A. Cohen (INURD); Asif Faiz, Jeffrey S. Gutman, Ian G. Heggie, Hans J. Peters (INUTD); Albert M. Wright (INUWS); John M. Courtney (ITFPS); Shelton H. Davis (LATEN); J. Rausche (United States Army Corps of Engineers); Perry Davies et Albert Printz (consultants).

Chapitre 10 : Énergie et industrie : Auteurs : Robert Goodland (ENVDR); Hans Adler, Sandra Cointreau, Eugene Dudley, Valerie Edmundson, Bernanda Flicstein, Ken Kosky, Tom Loomis, John Mulckhuyse, James Newman, Byron Nickerson, Anil Somani, James Talbot, et Thomas E. Walton III (consultants). Réviseurs : Robert Tillman (AFTEN); John E. Strongman, Peter van der Veen (AFTIE); Uruj Ahmad S. Kirmani, Mihir Mitra, Christopher Wardell (ASTEG); Roger J. Batstone, Colin Rees (ASTEN); Martyn J. Riddle, Jean M.H. Tixhon (CENDD); David A. Craig (EM4IE); Suman Babbar (CFSPS); Bernard Baratz, Anders O. Halldin, et Stephen F. Lintner (EMTEN); Achilles Adamantiades, Mogens H. Fog (EMTIE); Anthony A. Churchill (IENDR); John Homer (IENGU); Alvaro J. Covarrubias, Hernan G. Garcia (LATIE); et Albert Printz (consultant).

CHAPITRE 10

ÉNERGIE ET INDUSTRIE

L'énergie représente pour la Banque mondiale, depuis quelques années, le deuxième secteur par ordre d'importance pour l'octroi de prêts. Les projets de production d'électricité sont ceux qui ont bénéficié de la plupart des prêts dans ce secteur. De façon générale, les projets hydroélectriques ou de centrales thermique d'envergure ont des impacts multiples et potentiellement dommageables. Ils sont bien souvent sujets à controverse lorsqu'il s'agit de les faire accepter du public. Pour cette raison, le présent manuel donne de nombreux conseils concernant ces types de projet et ceux portant sur les réseaux de transport d'électricité.

Bien que les prêts et crédits accordés à des projets d'exploitation de pétrole, de gaz ou de charbon ne représentent qu'une portion relativement plutôt faible des prêts du secteur, ils sont néanmoins aussi largement traités dans le présent chapitre dans la mesure où ce type d'activités peut occasionner des risques importants de pollution et perturbe les écosystèmes sensibles.

Une part importante du présent chapitre est consacrée à décrire l'ensemble des impacts génériques de projets industriels sur l'environnement. S'il est vrai que les prêts accordés au secteur de l'industrie ne représentent généralement pas plus de 10 p. 100 de l'ensemble des prêts annuels, le genre d'activités industrielles abordées ci-après peut causer de graves dommages à l'environnement, quand bien même les unités d'installation sont de tailles relativement modestes.

Bien que les parties relatives aux projets recommandent que des normes de lutte contre la pollution soient, dans la plupart des cas, établies et mises en application, l'objet du présent manuel n'est pas de les prescrire. Les normes généralement de rigueur en matière d'émissions, d'effluents et des conditions du cadre du travail sont présentées dans certaines des sections à titre indicatif seulement et ne peuvent remplacer les normes adéquates que certains pays ont déjà instituées ou à défaut, les des règles de bonnes pratiques adoptées dans le sous-secteur en question.

Comme il a été, à de nombreuses reprises, établi dans le présent ouvrage, la Banque considère qu'une évaluation environnementale représente le moyen d'identifier, très tôt dans le cycle d'un projet, les problèmes qui s'avéreront coûteux à régler s'ils surgissent inopinément après coup. Quand il s'agit d'investir dans la plupart des projets énergétiques et industriels, c'est de préférence au moment de la sélection du site qu'il convient d'entamer l'analyse de l'impact sur l'environnement. Alors que les conséquences pour le milieu social et naturel seront difficiles et coûteuses à bien gérer si le site a été mal choisi, un choix judicieux peut prévenir un certain nombre de ces impacts. Pour cette raison, le présent chapitre consacre toute une section au choix de l'emplacement d'une usine.

Le chapitre 10 comporte également deux autres sections d'intérêt général. L'une se rapporte à la gestion des produits industriels dangereux que l'on trouve à la fois sur le lieu de travail (dont la Directive opérationnelle sur l'évaluation environnementale tient compte dans le cadre de l'examen de l'environnement) et dans le milieu naturel et les communautés. La seconde doit être appréhendée séparément et traite de produits qui sont matière à préoccupation pour la Banque, dans la mesure où ils sont considérés comme étant dangereux ou connus pour être potentiellement dégradants pour l'environnement, s'ils ne sont pas manipulés ou employés selon des normes appropriées.

GESTION DES RISQUES INDUSTRIELS

Enjeux généraux

1. Le secteur industriel inclut de nombreux types d'opérations : exploitation minière, moyens de transport, génération d'énergie, production de biens manufacturés, traitement de déchets qui, en raison des dangers inhérents qu'ils représentent, nécessitent une gestion rigoureuse. Mentionnons, à titre d'exemple, les activités industrielles dont l'objet est de manipuler, de stocker et de transformer des substances potentiellement nocives (telles que les produits chimiques réactifs et les déchets dangereux). Il existe également d'autres risques susceptibles d'être occasionnés par ces industries, au delà des risques associés aux matières dangereuses elles-mêmes.

2. En raison des dangers inhérents aux établissements industriels, il importe de prendre des mesures pour diminuer les risques suivants : émission ou déversement de polluants due à l'état des installations (conduites, raccordements souples, filtres, valves, récipients, pompes, compresseurs, citernes et cheminées, par exemple), dangers pour la santé et le bien-être des travailleurs ainsi que pour leur sécurité.

3. Pour les besoins du présent document, les produits et déchets dangereux se rangent sous l'une ou l'autre des catégories suivantes :

(a) **Inflammables** : substances qui, manipulées selon les normes, s'enflamment facilement et par conséquent, posent des risques d'incendie en conditions normales d'exploitation (p. ex. métaux finement divisés, liquides ayant des points d'inflammabilité d'environ 37,5 °C).

(b) **Corrosives** : substances qui requièrent des modes spécifiques de confinement en raison de leur pouvoir corrosif sur les matériaux courants (p. ex. acides, anhydrides et alcalis).

(c) **Réactives** : substances qui nécessitent un type d'entreposage et de manipulation particulier en raison de leur propension à réagir spontanément à la présence de matières ou d'émissions acides (p. ex. cyanures, alcalis concentrés), et avec force si elles se trouvent en présence de vapeur ou d'eau (p. ex. phosphine, acides concentrés et alcalis), ou à devenir instables si elles sont soumises à des chocs ou à la chaleur (p. ex. liquides inflammables sous pression, produits dont l'approvisionnement nécessite un arrêté officiel), produisant des gaz toxiques ou provoquant des explosions, des incendies ou encore une augmentation de la température.

(d) **Toxiques** : substances (telles que métaux lourds, pesticides, solvants, combustibles à base de pétrole) pouvant, si elles ne sont pas contrôlées convenablement, dégager d'importantes quantités de substances toxiques, qui, inhalées, absorbées par la peau ou encore ingérées, peuvent être cause de maladies aiguës ou chroniques et être potentiellement dangereuses si elles s'accumulent dans l'environnement ou dans la chaîne alimentaire.

(e) **Biologiques** : substances pouvant, si elles ne sont pas maîtrisées de façon appropriée, émettre des micro-organismes pathogènes qui risquent en quantités suffisantes de provoquer des infections; pollens, moisissures ou pellicules qui susciteront chez les individus prédisposés des réactions allergiques.

4. Il existe, en sus des divers types de substances toxiques mentionnées ci-dessus, des risques industriels de nature générale qui appartiennent aux catégories suivantes :

(a) **Électriques** : électrocution provoquée par des conducteurs en charge, une mauvaise manipulation des outils électriques, des lignes de tension, des fils électriques défectueux, des câbles souterrains ou lors de travaux effectués durant un orage.

(b) **Structurelles** : Risques de chute et d'entorse si les conditions de travail ne sont pas satisfaisantes : surfaces glissantes ou en pente, escaliers étroits, trous béants, présence d'obstacles et planchers instables; risques de perforation causée par des objets pointus et menaces d'ensevelissement dans des tranchées ou dans des mines, ou dus à aux pentes instables des monceaux de matériaux.

(c) **Mécaniques** : collisions d'engins mobiles, particulièrement s'ils sont manœuvrés en marche arrière, poulies défectueuses, ruptures de câbles et vêtements qui se prennent dans un engrenage.

(d) **Thermiques** : stress provoqué par la chaleur du milieu ou par des habits de travail ne permettant pas de dissiper la chaleur du corps et la moiteur de la peau; stress engendré par le froid du cadre environnant ou quand le facteur d'abaissement de la température dû au vent est important.

(e) **Acoustiques** : tension psychologique et lésions du tympan si les niveaux sonores dépassent les normes (p. ex. un niveau sonore moyen de 90 dBA sur une période de 8 heures).

(f) **Radiatifs** : brûlures ou lésions internes si les niveaux de radiations ionisantes sont excessifs.

(g) **Insuffisance d'oxygène** : Incidences sur la santé si l'air compte moins de 19,5 p. 100 d'oxygène, celui-ci étant remplacé par une autre substance gazeuse ou consumé après une réaction chimique, d'autant plus critiques qu'il s'agit d'espaces confinés ou situés en soubassement.

5. Un équipement mal conçu ou des aires de travail insatisfaisantes peuvent être responsables de stress de nature ergonomique où les ouvriers souffrent de malaise, de tension nerveuse et voient leur productivité pâtir. S'il est vrai que ce type de stress n'est pas de même nature que les risques qui viennent d'être décrits, il n'en demeure pas moins qu'ils peuvent amoindrir les réflexes d'un ouvrier devant la menace d'un danger et, par conséquent, il convient d'en tenir compte dans la préparation d'un projet. Quant au stress qui se manifeste comme une réponse à la monotonie, à la fatigue, aux tâches répétitives ou aux chocs répétés, il peut également aggraver les risques d'accidents.

Principes, procédures et lignes directrices de la Banque

6. En 1988, la Banque mondiale publiait sa Note technique 55 intitulée *Techniques d'évaluation des risques industriels*, qui contient des lignes directrices permettant d'établir l'ampleur et la portée des risques d'incidents industriels, en particulier ceux liés à l'émission ou au déversement de substances.

7. En annexe de cette même Note technique, la Banque expose des lignes directrices permettant de reconnaître, d'analyser et de maîtriser les risques industriels majeurs. Ces lignes directrices précisent qu'un risque majeur existe si des matières toxiques ou des substances extrêmement réactives, explosives ou inflammables sont relâchées dans l'environnement. Elles énumèrent aussi les types d'installations industrielles potentiellement à risque ainsi que les substances et les quantités représentant des risques majeurs. Dès qu'un projet financé par la Banque comporte un risque industriel majeur, la politique générale de celle-ci exige que soit effectuée une « Évaluation des risques majeurs ».

8. L'évaluation des risques majeurs doit être rédigée dans le cadre de l'élaboration du projet en conjonction avec l'évaluation des impacts sur l'environnement et se référer à celle-ci. Les objectifs de l'évaluation des risques majeurs prévus par les lignes directrices mentionnées ci-dessus se définissent de la manière suivante :

- préciser la nature des matières dangereuses employées dans l'usine ainsi que l'importance de cette utilisation;
- spécifier les dispositions prises pour assurer l'opération de l'usine en toute sécurité, le contrôle de tout écart important pouvant conduire à un grave incident ainsi que l'établissement de mesures d'urgence;
- déterminer la nature, les probabilités et les conséquences générales des accidents majeurs;
- faire la preuve que le promoteur a apprécié à sa juste valeur les principaux risques que représentent les activités de l'usine et a vérifié que les mesures de contrôle étaient satisfaisantes.

9. En 1984, la Banque a fait paraître un document intitulé *Lignes directrices en matière de santé et de sécurité au travail* qui passait en revue les conditions de travail dans un certain nombre de types d'installations industrielles et récapitulait les principaux risques pour la santé et la sécurité des travailleurs. Ces lignes directrices, par ailleurs, précisaient l'essentiel des mesures de contrôle et les besoins en matière de formation et de suivi. La politique générale de la Banque stipule que ses *Lignes directrices en matière de santé et de sécurité au travai*l doivent être au minimum respectées pour tout projet qu'elle finance. Ses principes préconisent qu'un « plan de santé et de sécurité » soit mis en place lors de la préparation du projet, chaque fois qu'il existe le risque de voir se produire de graves émissions ou si celui-ci peut avoir des conséquences sérieuses sur la santé et la sécurité des travailleurs. La rubrique intitulée « Lignes directrices pour la réalisation d'évaluations des impacts sur l'environnement » propose le contenu d'un tel plan.

10. C'est en 1988 que la Banque faisait paraître ses *Lignes directrices en matière d'environnement*, où sont examinés les déchets normalement générés par une grande variété d'industries. Les moyens de pouvoir récupérer et recycler les déchets, d'un côté, et de réduire le plus possible leur production, de l'autre, y sont traités. Les problèmes de santé et de sécurité du travail spécifiques au milieu industriel y sont aussi décrits. Là où des niveaux spécifiques de rejets sont fournis, c'est la politique de la Banque de s'assurer que ces niveaux tiendront lieu de normes minimales.

11. En 1989, la Banque publiait la Note technique 93 sous le titre *Traitement sans danger des déchets dangereux*. Ce texte donne des renseignements permettant de reconnaître les déchets dangereux et passe en revue les techniques de gestion de ces déchets. Il précise aussi les normes minimales de conception (concernant le traitement et l'élimination des déchets dangereux) auxquelles les projets doivent satisfaire pour être éligibles à un financement de la Banque.

12. Tous ces documents sont sujets à être régulièrement mis à jour, au fur et à mesure des progrès réalisés en matière d'évaluation et de gestion des risques. On devrait donc communiquer avec le Département de l'environnement de la Banque pour savoir si des lignes directrices plus récentes sont disponibles. Par ailleurs, si les réglementations locales diffèrent des lignes directrices émises par la Banque, ce sont les plus exigeantes qui devront être appliquées dans le cas de tout projet financé par la Banque.

Pertinence par rapport aux investissements financés par la Banque

13. La gestion des risques industriels est particulièrement pertinente dans le cas des projets relatifs à l'énergie, l'industrie, l'exploitation minière, la lutte antipollution, les transports et l'agriculture.

14. Les projets d'énergie sont susceptibles de comporter les risques suivants : produits toxiques, risques d'incendie provenant de déversements de pétrole ou de fuites de gaz, accidents mécaniques causés par les derricks, intensité sonore autour des générateurs, risques de maladies provoquées par l'inhalation de poussières de charbon et de résidus d'hydrocarbures, par les écoulements de lixiviats toxiques ou corrosifs provenant des terrils, par les produits chimiques employés pour le traitement des eaux, risques de raréfaction de l'oxygène présent dans les citernes et d'électrocution par des conducteurs en charge.

15. Les projets industriels peuvent représenter les risques suivants : accidents dus au déplacement de pièces mécaniques, malaises causés par la chaleur dont sont responsables les travaux pénibles effectués près des chaudières, dangers que représente l'excès du bruit autour des machines, poussières engendrées par les activités de broyage et de sciage, explosion de conteneurs sous pression, produits chimiques utilisés pour le traitement de l'eau et des eaux usées, risques d'explosion lors de réactions chimiques à grande vitesse et risques d'émanation de gaz toxiques due à des rejets de produits chimiques.

16. Les projets miniers comportent les risques suivants : accidents dus à l'emploi d'explosifs et d'équipement d'excavation; dangers que représentent les poussières générées par les activités de forage, de dynamitage et de concassage; raréfaction de l'oxygène; dissémination de gaz toxiques dans les galeries souterraines; affaissements.

17. Les projets de traitement de déchets oui de résidus comportent les risques suivants : ruptures des réservoirs de pression (p. ex. cuves contenant le chlore dans les stations d'épuration, conteneurs sous pression permettant l'arrivée des déchets solides dans un incinérateur), explosion ou émanation de substances toxiques gazeuses causées par le mélange de déchets incompatibles, dégagement de poussière et de vapeur contenant des micro-organismes pathogènes lors du traitement des eaux usées et des déchets solides et enfin, émissions de gaz toxiques à partir des décharges.

18. Les projets se rapportant au secteur des transports peuvent comprendre des installations couramment utilisées pour le chargement, le transport et le déchargement de matières dangereuses. Il importe que les risques de collision ou de déraillement soient examinés dans le cadre des évaluations de l'impact sur l'environnement et des risques majeurs, dans la mesure où ce genre d'accident peut se traduire par le déversement de produits toxiques, déclencher un incendie ou une explosion.

19. Les projets agricoles et de lutte contre les parasites, tels que les criquets migrateurs, posent des problèmes tout à fait spécifiques liés à la manipulation, à l'entreposage, à l'emploi et à l'évacuation des pesticides. La question de l'élimination des pesticides inutilisés dans les pays d'Afrique subsaharienne constitue un défi pour la communauté des donateurs.

20. On peut rencontrer tous les risques industriels mentionnés ci-dessus dans les projets financés par la Banque. S'il s'agit de projets d'industrie, d'énergie ou de traitement de déchets ou de résidus, les risques accrus d'accidents industriels relèvent des projets eux-mêmes. En revanche, lorsqu'il est question de projet de transports, il est plus probable que ces risques sont indirectement causés par celui-ci. La préparation méticuleuse d'un projet en toute conformité avec les lignes directrices de la Banque devrait permettre de résorber le plus possible ces risques et d'atténuer les éventuels impacts négatifs qui leur correspondent.

Lignes directrices pour la réalisation d'évaluations des impacts sur l'environnement

21. La plupart des risques industriels se manifestent sous la forme d'accidents dont sont responsables de mauvaises activités d'exploitation et d'entretien. Les évaluations des impacts sur l'environnement et l'évaluation des risques majeurs doivent mettre en lumière de tels dangers en simulant le pire des scénarios qui provoquerait de tels accidents, et prévoir des programmes de gestion et de suivi pour réduire ces risques (pour de plus amples détails, se référer au tableau 10.1 à la fin de la présente section).

22. Les deux évaluations préliminaires (évaluation de l'impact sur l'environnement et évaluation des risques majeurs) doivent être élaborées conjointement en s'inspirant des détails fournis dans le plan technique avant que la conception ne soit parachevée. De cette manière, il devient possible de tenir compte, dans les dernières phases de la conception, des risques rencontrés et ainsi, de réduire les impacts qui ressortent des dernières évaluations.

23. On réduit le plus possible les risques industriels et on les gère grâce à des mesures de surveillance technique, de contrôle administratif, de protection du personnel, à un programme de formation en matière de sécurité et de santé au travail, à des mesures de santé et de sécurité et à une surveillance médicale. Tous ces aspects sont traités au paragraphe suivant.

24. Les mesures de surveillance technique découlent des considérations suivantes lors de la conception et de l'exploitation des installations :

(a) **Choix de l'emplacement**. Toute installation structurellement fragile, susceptible de subir des ruptures de conduites, des incendies ou des explosions devra être située sur des terrains stables (risque minimal d'activités sismiques ou d'affaissement du sol).

(b) **Zones tampons**. Compte tenu de la nature des risques d'accidents (p. ex. boule de feu, émanation de gaz toxiques et déversement), il faut prévoir des zones tampons de taille appropriée autour des installations.

(c) **Tracé du plan**. Il importe, au sein même d'une installation où peuvent se présenter des risques industriels, que les unités d'exploitation soient disposées de manière à ce que des substances incompatibles ne soient pas mises en présence les unes avec les autres (des substances, par exemple, qui, en mélange, généreraient de la chaleur, déclencheraient un incendie, une explosion, formeraient une violente polymérisation ou donneraient naissance à des gaz). Il est également important que des activités incompatibles soient bien séparées (ne pas, par exemple, entreprendre des activités de soudure à proximité d'un entrepôt de substances inflammables).

(d) **Ressources de substitution**. Remplacer dans les activités de transformation les matériaux dangereux par des produits inoffensifs. Modifier la forme de la substance (en un gaz ou en un liquide, par exemple) si celle-ci s'avère être moins dangereuse (p. ex. maintenir les gaz toxiques sous forme de solvant).

(e) **Réduction maximale des ressources**. Réduire le plus possible, dans les activités de transformation, les quantités de matières dangereuses employées en les récupérant et en les recyclant. Diminuer le nombre des matières dangereuses entreposées et faire appel à des techniques de transformation plus efficaces.

(f) **Modifications des procédés de transformation et de stockage**. Il est conseillé d'entreposer les gaz dangereux sous forme liquide plutôt que sous pression, d'abaisser les températures et la pression dans les procédés de transformation et, enfin, de recourir à d'autres méthodes de

transformation (p. ex. remplacer les techniques de peinture au vaporisateur par des pinceaux ou des rouleaux).

(g) **Contrôle des poussières**. Parmi les mesures de contrôle des poussières, on peut citer la technique d'aspersion d'eau (ou d'eau additionnée d'un agent mouillant) sur les lieux où les nuages de poussière se dégagent; les techniques de ventilation, de collecte et de filtration sont également efficaces. Il conviendrait, par ailleurs, d'isoler les activités génératrices de poussière ou de les restreindre, dans la mesure du possible, particulièrement si celles-ci peuvent être responsables de maladies pulmonaires comme la silicose, l'une des maladies du travail les plus répandues de par le monde et que l'on rencontre surtout chez les mineurs, les briquetiers, les ouvriers qui travaillent dans des fabriques de verre ou qui s'occupent de décapage par le sable. L'asthme peut être une maladie professionnelle causée par de nombreuses substances chimiques et naturelles et dont font partie les isocyanates, les acides anhydriques, les pellicules, les poussières générées par les produits granuleux, le coton et la sciure de bois.

(h) **Restriction d'accès**. Dans une zone potentiellement dangereuse, limiter l'accès du personnel aux seuls employés qui sont spécialement formés aux conditions de travail spécifiques, en ayant recours à des passes, à des serrures, à des services de sécurité ou à des barrières.

(i) **Étiquetage**. Procéder au marquage de tous les appareils dangereux, des interrupteurs, des valves, des conteneurs et des unités d'exploitation. Il importe également de préciser le nom des substances nocives spécifiques et d'indiquer le type de danger (p. ex. toxique, réactif, inflammable, explosif).

(j) **Contrôle de la température**. Il se peut qu'il y ait besoin de mettre en place des mesures de contrôle de la température de l'air ambiant pour certains procédés de manière à éviter les malaises provoqués par la chaleur ou le froid. Il est possible qu'il faille isoler les activités dont les conditions thermiques sont extrêmes de façon à ce que le nombre d'employés qui y sont exposés soit restreint.

(k) **Surveillance**. Surveiller l'environnement à l'endroit de la source de danger potentiel ainsi qu'à la limite de la propriété en vue de détecter des risques potentiels, permet de déceler les premiers signes d'un accident sur le point de se produire. Il y aurait lieu, par exemple, d'assurer régulièrement le suivi de la qualité de l'air afin de détecter la présence de matières organiques volatiles, les niveaux d'oxygène, de gaz combustibles ou de composés spécifiques de l'air, grâce à un équipement portable ou fixe. Des détecteurs de fumées, de chaleur et de radiation adaptés au type d'installation, servent à signaler la présence d'un danger.

(l) **Dispositifs de coupure**. Mettre en place des mécanismes de coupure manuels et automatiques des circuits électriques ou des opérations de transformation afin que l'émission ou le déversement de matières dangereuses soit aussi limitée que possible.

(m) **Confinement secondaire**. Prévoir, si cela s'avère nécessaire, des moyens de confiner les émissions tels que : rideaux d'eau permettant de restreindre les fuites de gaz, digues et barrières flottantes, équipement d'intervention d'urgence qui recueilleront les substances déversées, bunkers ou parapets pour restreindre l'impact des explosions, structures ignifugées pour couper chemin à un incendie, matières absorbantes qui s'imbiberont ou fixeront par adsorption les substances toxiques et zones tampons.

25. On a généralement recours à des contrôles administratifs quand il n'est pas possible de réduire les niveaux acceptables par des mesures de surveillance technique. Le réaménagement des heures de travail en vue de réduire le plus possible la durée à laquelle le personnel est exposé à des risques, le transfert ou la rotation des employés dont les limites acceptables d'exposition dans le temps ont été atteintes, font partie de ces mesures.

26. Il convient de pourvoir les employés qui travaillent à proximité de zones potentiellement dangereuses d'un équipement de protection. Celui-ci dépendra de la nature des dangers encourus, de leur niveau ou de leur concentration, de la durée à laquelle ils sont exposés et de la prédisposition de chaque individu à être affecté.

27. Quand la nature du danger est connue et qu'une routine s'est établie, il est possible de déterminer le type précis et le niveau de protection à employer régulièrement (p. ex. casques de sécurité, gants résistants aux produits chimiques, masques respiratoires, chaussures, lunettes protectrices et protège-tympans). Par contre, si la nature du danger est inconnue (tel est le cas, par exemple, si plusieurs matières dangereuses se mélangent par inadvertance ou si l'on découvre, par hasard, une décharge de déchets toxiques), il se peut qu'il faille d'abord faire appel à des moyens de protection parmi les plus sûrs (p. ex. combinaisons chimiquement résistantes et imperméables aux gaz, appareils respiratoires individuels) – pour ensuite recourir à un équipement de protection moins robuste une fois que les dangers encourus ont été détectés.

28. L'équipement de protection du personnel ne doit pas être limité aux vêtements de protection tels que des gants, des casques de sécurité, des protège-tympans, etc. Il faut également ajouter, selon les circonstances, les articles suivants : couteau (servant à (se) dégager d'une combinaison protectrice), lampe de poche, détecteur personnel (p. ex. dosimètre et thermomètre), harnais et cordage, ceinture de sécurité, émetteur-détecteur radio, localisateur avec balise d'alarme (permettant de repérer une personne victime d'un accident).

29. Il est essentiel qu'une formation soit dispensée en matière de santé du travail et de sécurité, de sorte que les membres du personnel se conforment aux règles pratiques qui permettent de réduire les conséquences néfastes sur la santé et la sécurité. Les domaines de connaissances et d'expériences suivants sont considérés comme étant fondamentaux :

(a) Connaître la nature des matières dangereuses (p. ex. d'essence inflammable, corrosive, toxique, réactive), les concentrations auxquelles elles deviennent particulièrement dangereuses et qui, par conséquent, requièrent des mesures protectrices.

(b) Reconnaître les premiers signes d'un danger ainsi que les situations potentiellement dangereuses.

(c) Se familiariser avec les mesures techniques de contrôle de manière à prévenir les situations présentant un danger.

(d) Connaître les moyens et les limites des installations en cas d'urgence : systèmes de ventilation, de plomberie, mécanismes de coupure, dispositifs de confinement et procédures d'urgence telles qu'elles sont esquissées dans les plans appropriés de santé et de sécurité.

(e) Savoir se servir et maintenir en état de fonctionnement les dispositifs d'alerte ainsi que les équipements courants de protection et de contrôle.

(f) Connaître les méthodes et procédures de décontamination du personnel, de l'équipement et des installations, suite à une pollution chimique.

(g) Suivre des cours d'entretien et procéder régulièrement à des exercices simulant une alerte où sont appliquées les actions à suivre.

(h) S'habituer à et accepter la nécessité de développer un *esprit d'équipe* où les groupes de travail sont constitués de manière à ce que chaque employé exposé à un danger soit sous la tutelle d'au moins un collègue prêt et capable d'intervenir aussitôt qu'une alerte se présente.

(i) Se rendre capable de prendre les actions décisives conformes aux plans de protection de la santé et de la sécurité prévus pour répondre aux situations potentiellement dangereuses ou à des alertes effectives à des moments où les personnes chargées de la sécurité ne sont pas disponibles ou en ont été eux-mêmes les victimes.

30. La planification d'un programme de santé et de sécurité requiert une évaluation intégrale de l'installation où tous les risques potentiels ont été identifiés. Les informations suivantes doivent figurer dans le plan :

(a) Définitions de tous les risques potentiels.

(b) Conséquences de chaque risque sur la santé et la sécurité.

(c) Description des techniques de gestion courante en matière de santé et de sécurité (p. ex. surveillance médicale et inspection de la sécurité, contrôle des assignations imputées aux inspecteurs en matière d'entretien ou de réparation, archivage, équipement de protection du personnel et suivi médical).

(d) Récapitulation des lignes de conduite en cas d'urgence permettant de faire face à un incident assez sérieux (p. ex. organisation structurelle des équipes d'intervention en cas d'urgence, actions à suivre pour pénétrer et travailler dans l'endroit à risque, procédures d'évacuation, procédures de dépollution, équipement de protection exigé, numéros de téléphone d'urgence, itinéraire d'accès au service médical d'urgence le plus proche).

(e) Procédures à suivre une fois l'alerte passée.

31. En définissant les risques industriels et leurs conséquences sur la santé et la sécurité au travail, les pays industrialisés, tels que les États-Unis, mettent régulièrement à jour les normes concernant l'exposition à des matières dangereuses (c.-à-d. les valeurs limites d'exposition) d'après le progrès des connaissances. On définit, par exemple, des valeurs limites d'exposition dans le temps, qui définissent la concentration à laquelle la plupart des ouvriers peuvent être exposés durant une journée de travail de 8 heures, 40 heures par semaine, sans que cette exposition constitue un danger. Il existe, de la même façon, des limites d'exposition à court terme déterminant les concentrations ou les intensités auxquelles un travailleur peut être exposé sans danger durant une période de 15 heures. (Il existe des numéros de téléphone internationaux auprès desquels il est possible d'obtenir des renseignements concernant ces valeurs pour des produits chimiques spécifiques et leur mélange).

32. Si le danger porte sur endroit déjà pollué par un rejet majeur de matières dangereuses ou sur un endroit renfermant des déchets dangereux, le plan de protection de la santé et de la sécurité au travail doit exposer les mesures de contrôle de l'emplacement. Ces mesures établissent, à partir des distances de sécurité connues et des conditions locales (p. ex. direction du vent et topographie du terrain), différentes zones de travail ainsi que les niveaux de protection correspondants (p. ex. zone de pollution, de dépollution et de soutien).

33. Si les risques sont susceptibles de se propager au-delà des limites de l'emplacement et menacer des habitations ou du bétail, le plan devra faire appel à des mesures de notifications d'alerte et éventuellement à des procédures d'évacuation. Il conviendra de nommer, dès les premières étapes d'élaboration de ce plan, des personnes chargées de mener ou de coordonner, en conjonction avec la communauté, les actions d'urgence. Ces activités peuvent comprendre une formation et des exercices d'entraînement en vraie grandeur. La politique générale de la Banque stipule que les communautés résidant dans les environs d'une installation qui présente des risques ont le droit d'être informées des dangers encourus et de connaître les plans qui ont été mis en place pour prévenir et, autant que possible, de tels risques d'incidents.

34. Tous les employés susceptibles d'être en contact avec des matières dangereuses ou de travailler dans des conditions à risques doivent faire l'objet d'une surveillance médicale. Un examen médical de base effectué dès le recrutement d'un employé doit indiquer son état de santé initial, en déterminant les concentrations d'éléments chimiques qui sont déjà présents dans son sang et avec lesquels il pourrait être appelé à travailler. Un questionnaire portant sur ses antécédents médicaux fait aussi partie de l'examen médical de l'employé. Des visites régulières (annuelles, par exemple) indiqueront si la santé du patient a été diminuée par son travail. l est capital que l'examen médical soit accompli par une personne dont les connaissances sont suffisantes pour reconnaître les symptômes ou les signes pouvant indiquer que le patient a été surexposé à des matières dangereuses.

Tableau 10.1. Gestion des risques industriels

Impacts potentiels négatifs	Mesures d'atténuation
Impacts directs	
1. Incendies, explosions, émissions de gaz toxiques, de vapeurs, de poussières, rejets de liquides toxiques, dégagement de radiations et combinaison de ces effets.	1. • Prévoir des bunkers ou des parapets. • Installer des murs et des structures ignifugées. • Aménager des issues de secours pour le personnel. • Mettre en place un programme de formation en matière de sécurité et d'urgence. • Exécution des procédures d'urgence sur et hors site. • Prévoir des dispositifs d'alerte du public et des activités d'information destinées aux populations. • Prévoir un plan et des exercices d'évacuation. • Installer des zones tampons tout autour de l'installation.
2. Explosifs : explosion	2. • L'entreposage et la manipulation des explosifs devraient se conformer aux recommandations du fabricant. • Il conviendrait de se prémunir contre les vols et les incendies et prendre les mesures de précautions nécessaires lors des explosions. • Il importerait de se conformer aux règles suivantes en faisant en sorte que : • l'éclairage dans les entrepôts soit naturel ou autorisé, • que les lampes soient étanches à la vapeur et les interrupteurs installés à l'extérieur des bâtiments,

Tableau 10.1. Gestion des risques industriels (suite)

Impacts potentiels négatifs	Mesures d'atténuation
Impacts directs (suite)	
	• qu'on ait recours à des outils de bois ou non métalliques, • que les caisses contenant les explosifs ne soient pas empilées les unes sur les autres à plus de 1,80 m de hauteur. • qu'elles soient entreposées dans le bon sens, de manière à ce que les cartouches soient disposées à plat. • qu'elles soient retournées régulièrement pour éviter leur détérioration.
3. Substances inflammables : risques d'incendie	3. • Entreposer ces substances dans des endroits suffisamment frais afin d'éviter qu'elles ne prennent feu dans le cas où les vapeurs émanant des substances se mélangeraient à l'air. • Prévoir des systèmes de ventilation des entrepôts permettant aux vapeurs provenant des récipients de se disperser suffisamment pour éviter qu'une étincelle ne les enflamme. • Installer les aires d'entreposage loin des endroits où des incendies peuvent se déclencher (dans les lieux, par exemple, où les métaux sont coupés au chalumeau). • Tenir les substances inflammables 1à l'écart d'oxydants puissants dont la température peut s'élever spontanément (explosifs ou

Tableau 10.1. Gestion des risques industriels (suite)

Impacts potentiels négatifs	Mesures d'atténuation
Impacts directs (suite)	
	matériaux qui, au contact de l'air ou de l'humidité, s'échauffent). • Fournir des équipements de lutte contre les incendies. • Interdire de fumer ou d'utiliser des appareils de chauffage à filaments dénudés. • Équiper les entrepôts de circuits électriques avec mise à la terre, les doter de détecteurs de fumée ou d'incendie.
4. Oxydants : risques d'incendie	4. • Les entreposer loin de liquides dont le point de combustion est faible (inflammables). • Maintenir les entrepôts frais et bien ventilés. • Tenir les carburants à l'écart. • Les structures devraient être ignifugées. • Note : Un équipement normal de lutte contre les incendies est de peu d'utilité dans la mesure où l'effet de masque ou d'étouffement des extincteurs est atténué par la nature des oxydants qui produisent leur propre oxygène.
5. Substances sensibles à l'eau : éléments qui génèrent de la chaleur, des gaz inflammables ou explosifs en contact avec de l'eau, de la vapeur ou une solution à base d'eau.	5. • Entreposer ces substances dans des espaces secs et frais. • Ces substances étant pour la plupart inflammables, il est essentiel

Tableau 10.1. Gestion des risques industriels (suite)

Impacts potentiels négatifs	Mesures d'atténuation
Impact directs (suite)	
	de ne pas recourir à un système d'arrosage automatique contre l'incendie dans les entrepôts. • Il conviendrait que cet endroit soit totalement protégé de l'eau. • Le mode de chauffage peut être électrique ou à l'air chaud et sec. • L'entrepôt doit être étanche, surélevé et séparé des autres bâtiments d'entreposage. • Il faut s'attacher tout particulièrement aux aspects suivants : • formation de gaz légers sous le toit • introduction de sources d'ignition • inspection périodique • systèmes de détection automatique • systèmes d'alarme se déclenchant si la concentration de gaz inflammables atteint un niveau dangereux
6. Substances sensibles aux acides ou aux vapeurs acides : éléments qui génèrent de la chaleur, de l'hydrogène ou des gaz inflammables ou explosifs.	6. • Ne pas entreposer d'acides à proximité de telles substances (p. ex. entreposer les acides dans des abris dont les structures sont constituées de matériaux d'alliage). • Si l'on doit se servir d'un tel métal pour la construction, le peindre ou le traiter contre les acides. • Maintenir les espaces frais, ventilés et les inspecter régulièrement.

Tableau 10.1. Gestion des risques industriels (suite)

Impacts potentiels négatifs	Mesures d'atténuation
Impacts directs (suite)	
7. Stockage sous pression des liquides inflammables pouvant causer, au contact de flammes, une « détente explosive des vapeurs d'un liquide en ébullition »..	7. • Tenir à l'écart tout élément pouvant déclencher un incendie. • Entreposer les réservoirs debout et les attacher ou encore, fixés à un solide support pour éviter qu'ils ne tombent et ne se rompent, ou que la soupape ou une autre pièce ne s'abîme. • Les entrepôts où sont maintenus les réservoirs devraient restés frais, à l'abri des rayons directs du soleil et à l'écart de tuyaux chauds. • Prévoir des moyens (aspersoirs) de maintenir les réservoirs à une basse température au cas où un incendie se déclarait dans ou à proximité de l'entrepôt. • Veiller à ce que les bacs ne soient pas endommagés lors de leur manipulation. • Il importe de bien utiliser les robinets et de les maintenir en bon état. • Ne pas marteler le robinet. • Éviter les interventions de quelque sorte sur les réservoirs.
8. Substances toxiques : danger de graves accidents (blessures sérieuses et mortelles et effets pervers sur l'environnement).	8. • Réduire le stockage et l'utilisation des matériaux. • Modifier les modes de traitement et les conditions d'entreposage (p. ex. stocker et traiter les gaz toxiques dans un grand volume de matière porteuse non toxique).

Tableau 10.1. Gestion des risques industriels (suite)

Impacts potentiels négatifs	Mesures d'atténuation
Impact directs (suite)	
9. Matières corrosives : détruisent les réservoirs et se transforment en gaz toxiques au contact de substances telles que les cyanures et les arséniures.	9. • Entreposer les gaz dangereux comme des liquides réfrigérés plutôt que sous pression. • Améliorer le dispositif d'arrêt de l'exploitation et l'enceinte de confinement secondaire de façon à éviter que les gaz ne s'échappent de l'enceinte ou de l'emplacement. • prévoir un dispositif d'arrêt de l'exploitation permettant de réduire les quantités de gaz qui s'échappent : • des rideaux d'eau limitent les fuites de gaz. • des digues réduisent les écoulements. • Maintenir les entrepôts et les aires de traitement frais et bien ventilés de manière à empêcher l'accumulation des vapeurs. • Veiller à ce que les réservoirs soient toujours fermés et étiquetés. • Peindre tous les métaux se trouvant dans le voisinage et vérifier régulièrement qu'ils ne sont pas corrodés. • Maintenir à l'écart de substances susceptibles de produire à leur contact des vapeurs extrêmement toxiques. • Fournir des neutralisants accompagnés des instructions d'emploi en cas de déversement, de fuite ou d'un grave incident.

Tableau 10.1. Gestion des risques industriels (suite)

Impacts potentiels négatifs	Mesures d'atténuation
Impacts indirects	
10. • Incidence sur la santé des travailleurs exposés à des poussières fugaces, due à la manipulation de certains matériaux, aux bruits ou à d'autres raisons liées aux procédés de traitement. • Fréquence anormale des accidents en raison du niveau de compétence de la main-d'œuvre.	10. Il conviendrait de réaliser un Programme de santé et de sécurité conçu pour : • identifier, évaluer, surveiller et lutter contre les risques pour la santé • dispenser une formation en matière de sécurité
11. Problème régional de gestion des déchets solides exacerbé par un système de stockage sur site inadéquat ou par un manque d'installations d'élimination.	11. • Prévoir des aires d'élimination adéquates sur les lieux, si l'on sait déjà procéder au classement des caractéristiques dangereuses des lixiviats. • Mettre en place, par étapes, des installations adéquates d'élimination totale.
12. Perturbation des réseaux de transport, création de nuisances sonores et d'embouteillages, risques d'accidents encourus par les piétons aggravés par le va-et-vient des poids lourds transportant des matières premières.	12. • Un certain nombre de ces problèmes peuvent être atténués par le choix du site. • Il conviendrait, durant l'analyse de faisabilité du projet, de préparer des études dans le secteur des transports en vue de sélectionner les itinéraires qui permettront de réduire les impacts. • Développer une réglementation et des plans de mesures d'urgence afin de diminuer les risques d'accidents.

GESTION DES MATIÈRES DANGEREUSES

1. La position officielle de la Banque mondiale en matière de traitement et d'élimination des déchets dangereux a été énoncée par son président le 10 juillet 1988. Le transit international de déchets toxiques, en particulier des pays industrialisés vers les pays en développement, représente non seulement un danger pour les pays récepteurs, mais constitue aussi une menace tant pour la santé de la population mondiale que pour les océans de la planète.

2. Ces dangers sont aggravés par des producteurs de déchets toxiques qui considèrent plus rentable et plus facile de les exporter que de se conformer aux règlements touchant la gestion et le traitement et l'élimination de ces déchets en vigueur dans leur pays. À part les risques d'accidents encourus lors du transport de ces déchets, un risque accru lié à l'exportation de déchets toxiques des pays industriels réside dans les difficultés financières bien réelles des pays récepteurs qui n'ont généralement pas encore la capacité de gérer sans danger les déchets qu'ils produisent eux-mêmes et qui s'accumulent à l'intérieur de leurs propres frontières.

3. Ériger une usine qui générera des déchets toxiques en un lieu où il n'existe pas de moyens réels de les traiter ou de les éliminer relève, du point de vue de l'environnement, de l'irresponsabilité. À la limite, cela signifie qu'un certain nombre de sous-secteurs industriels peuvent ne pas convenir à des régions entières. Ce problème étant généralement d'ordre institutionnel, il se peut que l'emplacement d'une usine soit acceptable, sous certaines conditions, si le projet de développement est assorti d'un engagement du gouvernement à mettre en place un plan de transport, de traitement et d'élimination des déchets dangereux.

4. La Banque mondiale s'est engagée à promouvoir le développement durable – c'est-à-dire un développement qui se fonde sur la gestion rationnelle des ressources humaines et naturelles. Compte tenu du danger croissant que les expéditions internationales et non réglementées de déchets toxiques représentent pour l'environnement, et étant donné l'importance fondamentale qu'elle accorde à la protection de l'environnement des pays en développement, la Banque mondiale a la position suivante au sujet de la manipulation, du transport, du traitement et de l'élimination des déchets toxiques ou dangereux :

(a) Qu'il s'agisse des pays en développement ou des océans, ni les uns ni les autres ne devraient être menacés par le déversement, le transbordement ou l'accumulation de déchets toxiques ou dangereux générés dans un pays et transportés dans un autre.

(b) Les rejets en mer doivent être absolument et strictement interdits. Le transport international de déchets toxiques, s'il faut y recourir, ne doit être entrepris que sous certaines conditions : que les autorités centrales compétentes y consentent préalablement et en toute connaissance de cause; que l'on s'assure et qu'on puisse certifier que le mode de transport est conforme aux conventions et aux normes internationales; que la cargaison soit acheminée dans des lieux d'entreposage et d'élimination sans risque, gérée par des opérateurs responsables, expérimentés et certifiés assurant une surveillance des règles de sécurité.

5. Ces questions d'importance internationale requièrent une solide collaboration. La Banque mondiale, à l'instar d'institutions telles que l'Organisation de coopération et de développement économique (OCDE) et l'Organisation de l'unité africaine (OUA), se préoccupe de ces questions et reconnaît les efforts internationaux déployés par le Programme des Nations Unies pour l'environnement (PNUE) pour établir des arrangements bilatéraux essentiels à la mise en place de règles interdisant ou contrôlant le traitement et l'élimination des déchets toxiques ou dangereux. La Banque désire collaborer avec la communauté mondiale et les gouvernements nationaux à l'élaboration de normes et de codes de bonnes pratiques visant la gestion écologique des déchets dangereux.

6. La Banque, dans le cadre de sa politique et de ses opérations de prêts, ne financera aucun projet, quel que soit le pays emprunteur, impliquant l'élimination de déchets dangereux ou toxiques en provenance d'un autre pays, et ne commanditera pas le transport et l'évacuation de déchets dangereux ou toxiques vers un pays en développement. Tout en approuvant résolument les efforts déployés au niveau national et international pour améliorer les normes relatives à l'environnement et les codes de bonnes pratiques assurant sans danger le transport, le transbordement, l'entreposage, le traitement et l'élimination des déchets toxiques ou dangereux, la Banque ne cessera d'encourager les efforts des pays emprunteurs à construire ou à consolider leurs propres installations, dans le but de bien gérer les déchets, grâce à leur recyclage, leur récupération, leur retraitement et leur élimination sans danger.

L'amiante dans les projets financés par la Banque

7. La Banque considère l'amiante comme une matière dangereuse et préfère de plus en plus éviter d'en financer l'usage, mais reconsidérera sa position au fur et à mesure des progrès de la science. Le chargé de projet doit donc porter une attention toute particulière chaque fois qu'il est fait mention de l'amiante dans un projet.

8. Les références bibliographiques font largement état des risques majeurs que fait peser l'amiante sur la santé publique et la sécurité du travail. Les preuves scientifiques s'accumulent quant au caractère fortement cancérigène d'une exposition prolongée et au fait que les perspectives pour certains travailleurs s'améliorent lorsque l'exposition est ultérieurement réduite. Le seuil en deçà duquel l'exposition ne présente aucun risque est bas, mais n'est pas connu de façon précise.

9. La Banque n'a pas financé de façon directe l'exploitation de mines d'amiante dans le passé et préfère, vu le poids de l'opinion scientifique actuelle, ne pas financer non plus la fabrication ou l'utilisation de produits contenant de l'amiante. Cette position est liée aux risques. La Banque sera plus vraisemblablement portée à ne pas appuyer financièrement l'utilisation d'amiante sec et exposé à l'air dans des situations présentant des risques pour des personnes, comme dans les toitures d'écoles, mais sera moins catégorique lorsque le produit est humide, stable et utilisé sous terre, dans des égouts souterrains, par exemple.

10. Comme la position adoptée par la Banque ne comporte aucune exception, il revient aux promoteurs du projet et au chargé de projet de justifier une dispense au moment du Résumé Initial du Projet (RIP) ou tôt après. Les facteurs à prendre en considération avant d'accorder une telle dispense comprennent les répercussions financières des solutions de remplacement, ainsi que l'importance des risques encourus. Il incombe aux promoteurs de démontrer l'absence de solutions de remplacement, en partie parce que le fait d'accepter, par exemple, l'utilisation d'égouts en amiante-ciment à faibles risques incite à l'exploitation minière et à la fabrication d'amiante, lesquels comportent des risques plus élevés et se trouvent davantage hors de la portée des moyens de contrôle du projet.

11. Une évaluation des risques liée aux meilleures estimations de la toxicité des différents produits et des différentes émissions pourrait devenir disponible et permettre d'élaborer une politique pouvant s'appliquer aux coûts différentiels d'opportunité à différents endroits. Des mesures d'incitation pourraient avoir priorité sur les contrôles quantitatifs dans le cas des risques intermédiaires. Les chargés de projets devraient s'enquérir de la situation de telles politiques lorsqu'ils demandent des dispenses. Les conseillers des ministères chargés de l'environnement et de l'industrie, de la science et de la technologie ainsi que de la santé devraient être consultés lors des demandes de dispenses ou lorsqu'il y a besoin d'arguments additionnels.

12. La Banque n'encourage pas la démolition prématurée d'ouvrages contenant de l'amiante, en particulier s'il s'agit d'amiante sec et non aggloméré. Ses préoccupations n'ont pas seulement trait à l'amiante d'amphibole, mais aussi à l'amiante de serpentine et à l'amiante chrysotile. Il a récemment été

constaté (Anderson, 1991) que l'amiante blanc (ou amiante chrysotile) causait un cancer incurable (mésothéliome) n'apparaissant qu'après 30 ou 40 ans d'exposition. La Banque se soucie en particulier d'éviter l'exposition humaine à l'amiante de la variété d'amphibole appelé crocidolite ou amiante bleu, dont on a des preuves scientifiques qu'elle accroît les risques pour la santé des démolisseurs et du public. S'il est possible de démolir de tels ouvrages dans des conditions de risques acceptables, il est peu probable que ce soit le cas dans les pays en développement. La Banque n'encourage pas, d'autre part, le remplacement prématuré des conduites d'eau potable en amiante-ciment, car les risques liés à la consommation de l'eau acheminée par de telles conduites est faible en comparaison des risques liés à l'inhalation de particules d'amiante.

13. La Banque est ouverte à l'idée de financer (a) des produits de remplacement de l'amiante, (b) le suivi et l'évaluation des risques posés par la présence d'amiante, (c) des mesures d'atténuation des risques dans les ouvrages contenant de l'amiante, y compris les risques liés à leur entretien, (d) l'élimination sans danger des matériaux contenant de l'amiante et (e) l'éducation, la formation et les mesures de sécurité à l'égard de l'amiante.

EMPLACEMENT D'USINES ET MISE EN VALEUR DE TERRAINS À DES FINS INDUSTRIELLES

1. L'emplacement des usines, des centrales électriques, des stations d'épuration des eaux usées, des installations de traitement et d'élimination des déchets solides et d'autres installations semblables a été déterminé dans le passé d'après des facteurs économiques et techniques, tels que : la nature du terrain, l'accès aux matières premières, les sources d'énergie, l'emplacement et la taille des marchés ou des secteurs aménagés, les questions fiscales et enfin, la disponibilité des services publics et de soutien dont dépend l'exploitation réussie d'une usine. Depuis peu de temps, le choix de l'emplacement des usines prend en considération les milieux naturel et socioculturel ainsi que les réactions des communautés concernées, que celles-ci soient en faveur du projet ou non.

2. La croissance industrielle n'est plus désormais le seul facteur justifiant la construction d'une usine à un endroit particulier. Les connaissances accrues en matière de santé publique et l'expérience acquise quant à la dégradation de la qualité de l'air, de l'eau et des sols qui peut se produire, faute d'une bonne planification des zones industrielles, expliquent la raison de ces changements. Le refus des communautés d'avoir à tolérer des nuisances sonores et olfactives et des perturbations causées par la circulation routière et la présence physique de grandes installations, en est une autre raison. L'éveil du public devant les dangers que posent nombre d'activités industrielles a été mis en valeur par la presse qui a largement fait connaître des désastres semblables à ceux de Bhopal et de Tchernobyl.

3. Parallèlement, le monde industriel est plus conscient des coûts des mesures courantes de lutte antipollution, de traitement et d'élimination des déchets, des interventions en cas d'accidents et des mesures correctives. Dans les pays où des normes relatives à l'environnement sont appliquées, la lutte contre la pollution représente un aspect dont le coût est bien connu. Pour cette raison, cet élément est généralement intégré dans les décisions économiques que prennent les entreprises à la recherche d'emplacements pour de nouvelles usines. Les emplacements dont le milieu naturel est particulièrement sensible et nécessite des mesures de protection exceptionnelles représentent moins d'intérêt du point de vue économique. En revanche, une zone industrielle planifiée, disposant de moyens de traitement et d'élimination des déchets et pourvue de l'infrastructure nécessaire offre des avantages réels.

4. Il est, par conséquent, de plus en plus normal d'avoir à obtenir l'approbation préalable du gouvernement quant à l'emplacement d'usines pouvant avoir des impacts négatifs. En 1988, le gouvernement de l'Inde, par exemple, a commencé à exiger l'approbation du Conseil d'État chargé de la lutte contre la pollution (State Pollution Control Board) avant l'implantation d'une usine, plutôt qu'au moment où celle-ci se mettait à opérer. Le ministère de l'Industrie de l'Inde a également mis en place des procédures formelles pour le choix de l'emplacement d'usines très polluantes (Geethkrishan, 1989). L'Indonésie exige depuis peu une évaluation environnementale des projets d'usines. L'entreprise doit effectuer une évaluation complète des installations reconnues comme pouvant avoir des impacts importants, avant qu'un permis ne soit octroyé par le ministère de l'Industrie ou par le Conseil de coordination des investissements.

5. La tendance est d'intégrer l'évaluation de la pertinence des emplacements dans le cadre de la lutte antipollution et de la gestion de l'environnement. Essentiellement, de nombreuses agences responsables de la lutte antipollution, même celles dont le but est de promouvoir le développement industriel, ont des objectifs qui se confondent avec ceux énoncés dans la Directive opérationnelle sur l'évaluation environnementale (paragr. 4) : « intégration étroite de l'évaluation environnementale avec... d'autres aspects de l'élaboration du projet... » de manière à « accorder l'importance qui revient aux aspects de l'environnement dans le choix, l'emplacement et la conception du projet... ».

Choix d'un emplacement à des fins industrielles

Procédures générales

6. Bien qu'il existe différentes méthodes pour comparer des emplacements, sept éléments de base sont communs à chacune d'elles :

(a) Liste courte des emplacements possibles (pouvant inclure à la fois l'emplacement préféré et les autres emplacements possibles).

(b) Description de chacun des emplacements d'après sa sensibilité écologique et socioculturelle.

(c) Analyse de la capacité de chacun des emplacements à absorber les impacts d'après un même ensemble de critères relatifs à la dégradation des ressources naturelles et socioculturelles.

(d) Élimination des emplacements ayant de sérieuses limites du point de vue de l'environnement.

(e) Description, pour les emplacements restants, des mesures permettant d'éviter ou d'atténuer les impacts et de se conformer aux normes relatives à l'environnement, en tenant compte de la faisabilité technique et institutionnelle, de la fiabilité et des coûts du cycle de vie.

(f) Consultation avec les communautés concernées.

(g) Classement des solutions possibles et choix de l'emplacement.

Le choix d'un emplacement peut, selon les règlements du pays et de la nature de l'industrie, être fait dans le cadre d'une évaluation des impacts sur l'environnement ou d'une demande de permis qui nécessite une analyse plus spécifique.

7. On peut également procéder à une présélection des emplacements, soit dans le cadre de la planification et de la délimitation de zones industrielles, de manière à réduire l'éventail des emplacements possibles à des aires désignées pour les activités industrielles, soit d'après des politiques de développement visant à restreindre le développement industriel à certaines zones. Si la planification, le zonage et la détermination des emplacements industriels reposent sur des critères environnementaux, une analyse supplémentaire de l'emplacement peut s'avérer inutile ou les études requises peuvent se limiter à des problèmes particuliers, comme, par exemple, la nécessité de traiter préalablement les eaux usées de l'usine. Il reste, néanmoins, que des critères de faisabilité économique et technique sont souvent les seuls pris en considération lors de la détermination des zones affectées au développement industriel. On a donc, dans ce contexte, aucune garantie que les objectifs visés en matière d'environnement soient satisfaits. Pour cette raison, il est indispensable d'analyser l'environnement des emplacements envisagés.

8. S'il s'agit d'un projet d'agrandissement d'installations de production à leur emplacement actuel, il importe de procéder à une évaluation de ce dernier à partir des effets conjugués des activités actuelles et des activités prévues. Il se peut qu'un nouveau procédé rende l'emplacement moins favorable ou que les mesures auxquelles il faille faire appel pour contrôler l'ensemble des impacts deviennent trop onéreuses et qu'un nouvel emplacement soit préférable. Le même raisonnement vaut pour l'implantation d'une nouvelle usine dans une zone industrielle existante. Par exemple, l'augmentation des émissions atmosphériques cumulées peut faire en sorte que l'emplacement ne soit pas approprié pour cette usine.

Sous-secteurs industriels problématiques

9. Il existe des sous-secteurs industriels pour lesquels le choix d'un emplacement ne représente pas un problème particulier. En raison de leur taille modeste ou du type d'activités, certaines usines sont peu susceptibles d'avoir des effets négatifs sur leur environnement naturel ou socioculturel. Le gouvernement

de l'Indonésie a reconnu cet état de fait en mettant en place deux niveaux d'évaluation environnementale. Toutes les entreprises soumettant une demande de permis doivent réaliser .examen sommaire. Les activités considérées comme pouvant avoir des effets négatifs sur l'environnement doivent, elles, faire l'objet d'une évaluation des impacts sur l'environnement plus approfondie. Le gouvernement de l'Inde a adopté une autre approche. Le ministère de l'Industrie publie une liste de vingt sous-secteurs pour lesquels le gouvernement central doit approuver le choix de l'emplacement des usines, après analyse des questions relatives à l'environnement. Les usines métallurgiques primaires, de pâte et papier, de peinture, d'accumulateurs, les tanneries, les usines de caoutchouc synthétique, de ciment et de métaux argentés font partie de ces sous-secteurs. Les installations d'envergure sont soumises à une évaluation des impacts sur l'environnement approfondie conformément aux règlements prévus par le ministère de l'Environnement et des Forêts de l'Inde (Geethkrishnan 1989).

Critères d'emplacement

10. Un ensemble exhaustif de critères devrait servir à comparer et à sélectionner les emplacements. Il arrive parfois que ces critères existent déjà sous forme de règlements ou de lignes directrices émises par le gouvernement. Dans le cas contraire, de tels critères peuvent être établis à partir de différentes sources. Les critères d'emplacement qui apparaissent implicitement dans la planification et la délimitation des zones, peuvent être utilisés pour déterminer la pertinence d'utiliser des terrains à des fins industrielles. La législation ou la réglementation visant la protection des milieux sensibles ou des ressources établissent des restrictions et devraient être intégrées aux critères du choix d'un emplacement. Les codes de bonnes pratiques peuvent être considérés comme des critères pour certaines industries. Enfin, les principes généraux d'aménagement écologique du territoire peuvent servir.

11. En Inde, d'autre part, le ministère de l'Environnement et des Forêts a proposé des lignes directrices au sujet (a) des endroits à éviter et (b) des prescriptions en matière d'environnement pour les emplacements industriels. À titre d'exemple (Geethkrishnan, 1989) :

(a) Un site industriel devra tout au moins respecter les distances minimales suivantes :

- 25 km des milieux écologiquement sensibles ou d'importance (dont les lieux historiques et religieux, les monuments archéologiques, les sites panoramiques, les stations balnéaires, les régions côtières et les estuaires abritant d'importants lieux de reproduction de la faune, les parcs nationaux et les réserves, les lacs naturels, les milieux humides et les endroits où vivent les populations tribales);
- 0,5 km du niveau de la marée haute dans les régions côtières;
- 0,5 km de la limite naturelle ou modifiée des plaines inondables;
- 25 km de la limite de la zone prévue pour accueillir des populations importantes (au moins 3 millions de personnes).

(b) Les exemples suivants représentent des prescriptions en matière d'environnement relatives à l'utilisation de certains emplacements à des fins industrielles :

- ne pas convertir des terres boisées pour des activités industrielles;
- ne pas convertir des terres agricoles de première qualité pour des raisons industrielles;
- prévoir des espaces suffisants pour le stockage des déchets solides et pour le traitement et le recyclage appropriés des eaux usées;
- établir une ceinture verte de 0,5 km de largeur autour du périmètre de l'emplacement;
- faire en sorte que les installations projetées soient adaptées au paysage, de façon à ne pas en dégrader les attraits visuels.

12. Il est vrai que ces lignes directrices s'appliquent au contexte indien et ne conviennent pas nécessairement à tous les pays; elles illustrent, par contre, le genre de considérations que les gouvernements prêtent au choix d'emplacements industriels. Une liste des caractéristiques faisant obstacle au choix d'un emplacement particulier à des fins industrielles comportant des risques de pollution (selon la nature des activités industrielles envisagées), pourrait, par exemple, comprendre les éléments suivants :

(a) Aires d'alimentation de nappes phréatiques servant actuellement ou pouvant servir à l'approvisionnement en eau, ou bassin versant d'un réservoir public d'approvisionnement en eau.

(b) Eaux réceptrices incapables d'absorber les eaux usées sans diminution de leur qualité, malgré un traitement adéquat.

(c) Bassin atmosphérique sujet à des périodes où la qualité de l'air est néfaste pour la santé.

(d) Habitats d'espèces menacées ou vulnérables.

(e) Proximité d'utilisations incompatibles des terres (p. ex. centres de soins médicaux, écoles et habitations).

(f) Absence de capacités locales ou régionales en matière de traitement et d'élimination des déchets dangereux.

13. D'autres facteurs qui, en règle générale, ne suffisent pas à éliminer un emplacement, devraient malgré tout entrer en ligne de compte lors du classement des emplacements possibles, en raison des impacts auxquels ils peuvent donner lieu :

- nombre d'habitants qui seraient déplacés;
- nombre d'habitations pouvant être touchées ou d'habitants expropriés;
- distance des terres les plus proches non utilisées à des fins industrielles;
- compatibilité des eaux usées avec le système local de collecte et de traitement, s'il en existe un.

Pertinence par rapport aux évaluations des impacts sur l'environnement

14. Le choix de l'emplacement d'une installation constitue l'un des domaines où une évaluation des impacts sur l'environnement peut être très utile, à la condition d'être entreprise avant que les emplacements possibles n'aient été sélectionnés. En effet, des projets complexes de développement industriel ou d'autres formes de développement pouvant porter atteinte à l'environnement ne peuvent être menés en ne tenant compte que de critères d'emplacement. De tels projets requièrent une évaluation des impacts sur l'environnement complète. Cette évaluation devrait être entreprise bien avant que le choix de l'emplacement n'ait été décidé, de manière à ce que des solutions de remplacement soient effectivement prises en considération. La détermination des impacts potentiels liés à chaque emplacement et la comparaison des emplacements sur cette base font rapidement ressortir les problèmes d'environnement et permettent aux planificateurs et aux concepteurs du projet de tirer le plus grand avantage de tous les moyens possibles d'éviter les impacts. Quant aux impacts qui ne peuvent être évités et qu'il faut accepter comme faisant partie intégrante des coûts du développement, il reste que la possibilité de choisir un autre emplacement peut donner lieu à un projet dont les mesures d'atténuation des impacts sont plus efficaces et leurs coûts moindres. Une évaluation des impacts sur l'environnement réalisée en temps opportun permet également d'enrayer les perturbations et d'éviter les retards et les dépenses supplémentaires qu'entraîne un changement d'emplacement en raison de problèmes d'environnement ou de questions d'intérêt public qui ressortent lors de la phase finale de conception.

Enjeux spécifiques liés à l'implantation d'une usine

Capacité d'assimilation de l'environnement

15. L'emplacement d'une usine de transformation (p. ex. usine à papier) en un endroit où les eaux réceptrices sont saisonnières ou dont le débit est inférieur à la quantité d'effluents déversés est l'exemple le plus flagrant du manque de considération envers la capacité d'assimilation de l'environnement. À moins que les effluents ne soient traités (ou refroidis, s'il s'agit d'eau de refroidissement) pour être de même qualité, sinon meilleures que celle des eaux réceptrices, les écosystèmes aquatiques seront invariablement perturbés. Un tel traitement, à supposé qu'il soit techniquement réalisable, sera vraisemblablement fort coûteux. Par contre, le choix possible d'un autre emplacement proche d'eaux réceptrices pouvant accepter des effluents convenablement traités sans réel danger de dégradation, doit pouvoir représenter de moindres coûts durant la durée de vie de l'installation. Le même problème peut se rencontrer à des emplacements où l'approvisionnement en eau est limité ou dont les conditions météorologiques (inversions atmosphériques fréquentes, par exemple) nécessitent des moyens de traitement draconiens et peu courants.

16. La capacité de l'environnement de surmonter des changements qui ne résultent pas des activités courantes, ceux dus, par exemple, à un mauvais fonctionnement de l'installation, à une défaillance des dispositifs de lutte antipollution ou à des déversements accidentels, représente un autre aspect du problème. La proximité de milieux naturels sensibles ou de peuplements humains peut rendre nécessaire le recours à des mesures exceptionnelles pour enrayer ou faire face à de telles circonstances.

Aire d'influence

17. Selon le type d'usine et le milieu envisagé (air, eau, faune, flore ou communautés humaines), le secteur susceptible d'être touché par un projet peut s'étendre bien au-delà de l'emplacement et de son voisinage immédiat. Il importe d'examiner, lors du choix d'un emplacement, les effets du projet sur les quantités d'eau disponibles au point de captage ainsi que sur la qualité des eaux réceptrices bien en aval de la source ponctuelle des émissions. Les caractéristiques des ressources naturelles et de l'utilisation des terres sur de longues distances dans la direction du vent sont à prendre en considération, de même que les impacts environnementaux le long des couloirs de transport. Si le projet devait donner lieu à des développements connexes, pouvant varier selon l'emplacement choisi (p. ex. usines d'asphalte, chemins de fer, routes, installations portuaires, pipelines, habitations d'ouvriers, réinstallation de populations), il conviendrait d'examiner le bassin versant et atmosphérique avant de prendre une décision quant au choix de l'emplacement.

Capacité d'intervention en cas d'urgence

18. Implanter une usine représentant un réel danger pour les communautés avoisinantes ou les écosystèmes sensibles dans un endroit où l'on n'est pas en mesure de répondre à une situation d'urgence de manière à éviter des dégâts ou un désastre, relève tout autant de l'irresponsabilité. S'il n'est pas possible de mettre en place un plan d'urgence sur lequel on puisse raisonnablement compter (avec des mesures d'évacuation d'urgence justifiées par le type d'installation), il faudrait alors choisir un autre emplacement. L'absence d'organismes chargés de transmettre les avis d'urgence et d'intervenir en cas d'accidents rend la gestion des risques impossible. Des routes et des voies ferrées dangereuses ou des camions et des trains peu sûrs posent des risques inacceptables si on les utilise pour le transport de matières dangereuses à travers des agglomérations. L'absence de zones tampons entre les installations de stockage des matières dangereuses ou de transformation et les communautés ou les écosystèmes sensibles (p. ex. aires de reproduction des poissons) ne permet pas de prévenir à temps les populations ou de contenir les dommages.

19. Un certain nombre de ces restrictions peuvent être surmontées s'il l'on ajoute au projet un volet de contrôle des risques. La capacité de réaction des collectivités locales peut être renforcée en les dotant d'un

équipement et d'un programme de formation. Les services de transport peuvent être améliorés et l'on peut mettre en place un autre choix d'itinéraires menant à l'emplacement. Cela étant, certains aspects du problème d'intervention en cas de déversement ne peuvent être résolus que par le choix judicieux de l'emplacement. La section intitulée « Gestion des risques industriels » donne de plus amples renseignements sur cette question.

Développement induit

20. Les perspectives d'emploi occasionnent la migration d'ouvriers et l'augmentation de la population des communautés locales. Quand il s'agit, en particulier, d'un nouveau développement industriel, il se peut que la communauté ait à faire face à une mise en valeur de terrains, induite par le projet, dont elle n'est pas en mesure de maîtriser les impacts. Ces impacts vont de la surcharge de l'infrastructure municipale et des services aux conflits d'ordre culturel entre des habitants installés de longue date et les ouvriers immigrés. Il faut prendre soin de prévenir les installations spontanées en dehors de l'enceinte immédiate de l'usine. Un renforcement des capacités institutionnelles des collectivités locales et une participation des communautés à l'élaboration du projet sont certainement des moyens efficaces de réduire le plus possible ces effets négatifs. La section portant sur le « Développement induit » donne davantage de détails à ce sujet.

Participation de la communauté au choix d'un emplacement industriel

21. Bien que la participation des populations locales aux décisions du secteur privé en matière d'emplacement soit plus rare que dans le cas de projets d'investissements publics, elle est néanmoins requise si la Banque participe au financement. Les entreprises qui ont associé très tôt les populations locales aux décisions les concernant ont plutôt trouvé l'expérience bénéfique, même quand il s'agit de projets controversés. Un projet bien mené peut donner lieu à une compréhension mutuelle et créer une relation productive avec la communauté plutôt que de susciter son opposition. La Direction opérationnelle sur l'évaluation environnementale exprime les attentes de la Banque à propos de la considération donnée à l'opinion des groupes concernés lors de la conception et de la mise en œuvre d'un projet. En ce sens, il est tout à fait approprié de commencer avec le choix de l'emplacement (cf. le chapitre 7 qui donne des conseils en matière de participation de la communauté).

RÉSEAUX DE TRANSPORT D'ÉLECTRICITÉ

1. Les réseaux de transport d'électricité comprennent les lignes de transport et leur emprise, les postes de transformation et les routes d'accès ou d'entretien. Les lignes de transport se composent principalement de câbles conducteurs, de pylônes et de haubans.

2. Le voltage et la capacité des lignes de transport déterminent la dimension de ces principaux éléments. La structure des pylônes, par exemple, est directement liée au voltage et à la capacité requise de la ligne. Ceux-ci peuvent être de simples constructions de poteaux de bois dans le cas de lignes de transport à basse tension pouvant aller jusqu'à 46 kilovolts (kV). On utilise des pylônes de bois en forme de H pour des lignes de transport dont la tension varie entre 69 et 231 kV et à des constructions autoportantes en acier pour des lignes simples de 161 kV ou plus. Le courant des lignes de transport peut atteindre 1 000 kV.

3. La longueur des couloirs de transport d'électricité peut varier de plusieurs kilomètres à des centaines de kilomètres. Leur emprise peut être large de 20 à 500 mètres ou davantage, selon la taille et le nombre des lignes qu'ils contiennent. Ces lignes sont aériennes et peuvent être construites pour franchir ou traverser des milieux humides, des cours d'eau, des fleuves et des rivages de lacs, de baies, etc. L'enfouissement des lignes de transport est techniquement possible, mais fort coûteux.

Impacts potentiels sur l'environnement

4. Les lignes de transport d'électricité sont des installations linéaires qui auront des effets sur les ressources naturelles et socioculturelles. Les effets des lignes de distribution s'étendant sur de courtes distances peuvent être localisés, alors que les lignes qui s'étendent sur de longues distances peuvent avoir des répercussions à l'échelle régionale. De façon générale, les impacts sur les ressources naturelles, culturelles et sociales s'accroissent avec la longueur des lignes de transport. Puisqu'il s'agit d'installations linéaires, leur incidence se manifeste essentiellement autour ou à proximité de l'emprise. La portée et l'intensité des impacts s'accroissent à mesure que le voltage des lignes augmente et nécessite des équipements et une emprise plus importants. Par ailleurs, les effets de leur exploitation augmentent de la même façon. Les effets des champs électromagnétiques sont, par exemple, beaucoup plus importants dans le cas de lignes de 1 000 kV que dans celui de lignes de 69 kV.

5. La construction, l'exploitation et l'entretien des lignes de transport ont des effets négatifs sur l'environnement. Le défrichement de la végétation des emplacements et des emprises, la construction de routes d'accès, des pylônes et des postes de transformation sont les principales sources des impacts reliés à la phase de construction des lignes (cf. le tableau 10.2 en fin de section, où sont résumés tous les impacts potentiels). L'exploitation et l'entretien des lignes comprennent le contrôle chimique ou mécanique de la végétation dans les emprises et des activités occasionnelles d'entretien et de réparation. Ces activités, en plus de la présence des lignes, peuvent avoir des impacts sur l'environnement.

6. Les emprises de lignes de transport d'électricité, si elles sont bien gérées, peuvent, par ailleurs, être bénéfiques pour la faune. Les secteurs défrichés offrent aux mammifères et aux oiseaux de nouvelles aires d'alimentation et de nidification. L'effet de « bordure », bien connu des biologistes, montre que la diversité des habitats s'accroît en bordure de l'emprise, à la limite de la végétation existante. Les lignes électriques ainsi que les ouvrages peuvent servir de lieux de nidification et de perchoirs pour plusieurs oiseaux, en particulier pour les rapaces.

Enjeux spécifiques

Utilisation des terres

7. Les lignes de transport d'électricité ont le plus d'effets sur les ressources foncières. Il faut leur consacrer une emprise. Si le pâturage et d'autres activités agricoles ne sont généralement pas exclus à l'intérieur des emprises; d'autres utilisations sont, par contre, incompatibles. Même si les emprises ne sont généralement pas très larges, elles peuvent, toutefois, empiéter ou fragmenter les utilisations des terres qui la longent. De longues lignes de transport toucheront plus de régions et auront des impacts plus importants.

8. Des lignes de transport d'électricité peuvent désenclaver des régions et les ouvrir à l'installation de populations et à des activités telles que l'agriculture, la chasse et les loisirs. La construction de la ligne peut entraîner la fragmentation ou la disparition de la végétation et des habitats le long de l'emprise. Ces effets seront d'autant plus importants si des espaces naturels comme des milieux humides ou des milieux sauvages sont touchés, ou si des régions abritant des peuples indigènes sont nouvellement désenclavés.

Défrichement et contrôle de la végétation des emprises

9. Diverses techniques permettent de défricher la végétation d'une emprise et de contrôler l'importance et la variété des nouvelles plantes. Du point de vue de l'environnement, il est préférable de défricher, de façon sélective, en se servant de moyens mécaniques ou d'herbicides; en tous les cas, la méthode choisie devrait être examinée dans l'évaluation des impacts sur l'environnement du projet. Quant à la méthode de pulvérisation par voie aérienne, il est préférable de l'éviter dans la mesure où elle n'est pas sélective et relâche des quantités inutiles de produits chimiques appliqués de façon imprécise, qui risquent de polluer les eaux de surface, de se répercuter dans la chaîne alimentaire, de détruire des espèces non visées et d'empoisonner directement la faune et la flore.

Risques pour la santé et la sécurité

10. L'installation de lignes à faible hauteur près de lieux d'activités humaines (p. ex. routes ou bâtiments) augmentent les risques d'électrocution. En règle générale, les normes techniques de conception limitent ce risque. Les pylônes et les lignes de transport peuvent nuire à la circulation aérienne aux alentours des aéroports et constituer un danger pour les avions volant à faible altitude, en particulier les avions servant les activités de gestion agricole.

11. Les lignes de transport d'électricité créent des champs électromagnétiques. Les champs électriques et magnétiques perdent de leur intensité à mesure que l'on s'éloigne des lignes. Bien que la communauté scientifique ne s'accorde pas entièrement sur la question des effets biologiques des champs électromagnétiques, les observations suggèrent qu'il existe peut-être des risques pour la santé. Aux États-Unis, certains États ont promulgué des règlements au sujet des champs électromagnétiques des lignes de haute tension.

Développement induit

12. Selon leur emplacement, les lignes de transport peuvent susciter un développement induit sur les terres qui jouxtent l'emprise ou sur celles devenues accessibles. Dans les régions qui ne disposent pas suffisamment de ressources ou de logements, les emprises défrichées peuvent devenir des endroits de choix pour des constructions illégales qui, à leur tour, entraînent de nouveaux impacts sur l'environnement, surchargent l'infrastructure locale et les services collectifs.

Solutions de remplacement aux projets

13. L'évaluation des impacts sur l'environnement devrait comprendre une analyse de solutions raisonnables de remplacement de manière à ce que l'objectif ultime du projet, qui consiste à alimenter en électricité des endroits qui en ont besoin, puisse être atteint. L'analyse peut montrer que ces solutions sont, du point de vue écologique, socioculturel et économique, plus acceptables que ce que le projet proposait au départ. Les solutions suivantes font partie des possibilités à envisager :

- l'option de ne rien faire pour répondre à la capacité nécessaire;
- autre choix de voltage des lignes;
- lignes de distribution de courant direct (dont les emprises sont plus étroites);
- sources d'énergie électrique de remplacement;
- construction de centrales électriques plus modestes et plus proches de la demande pour remplacer le transport d'importantes quantités d'électricité;
- plans de gestion de l'énergie et de la demande, en vue de réduire la demande supplémentaire;
- amélioration des installations existantes;
- autres tracés et autres emplacements des postes de transformation;
- lignes de transport souterraines;
- autres méthodes de construction, tenant compte de leur coût et de leur fiabilité;
- autre conception des pylônes et matériaux de remplacement (p. ex. structures de poteaux de bois, structures d'acier ou d'aluminium, etc.);
- autres conceptions et techniques d'entretien des routes.

14. Il est essentiel d'examiner les solutions de remplacement à l'égard du tracé de la ligne et de l'emplacement des postes de transformation. En effet, la détermination judicieuse de l'emprise de la ligne et de l'emplacement des postes de transformation peut permettre de réduire au minimum, sinon d'éviter, de nombreux impacts négatifs que les lignes de transport d'électricité ont sur l'environnement.

Gestion et formation

15. Le choix du tracé est la plus difficile et la plus délicate décision à prendre quand il s'agit de construire et d'exploiter une ligne de transport d'électricité. Les ingénieurs travaillant au projet doivent travailler en collaboration avec les scientifiques de l'environnement pour déterminer le tracé de la ligne et élaborer des mesures d'atténuation. Un programme de formation en matière d'exploitation des lignes de transport d'électricité sans danger pour l'environnement peut se justifier si le personnel ne possède pas suffisamment les connaissances et l'expérience nécessaires. Les principaux domaines d'expertises en environnement requis pour la gestion des lignes de transport d'électricité sont ceux reliés à l'évaluation des impacts écologiques et sociaux. Il se peut, par ailleurs, qu'il y ait lieu de prévoir un programme de formation et de gestion relatif à l'environnement en ce qui concerne les techniques d'entretien des emprises, y compris l'utilisation convenable de produits chimiques et les moyens mécaniques de défrichement.

16. Le programme de formation devrait faire partie de l'évaluation des impacts sur l'environnement du projet et compter sur la participation de l'expert-conseil en environnement. Le personnel du maître d'oeuvre du projet s'occupant des questions d'environnement devrait, si possible, participer à l'évaluation des impacts sur l'environnement. Cela permettrait une meilleure compréhension des aspects du projet qui touchent à l'environnement. Il est, en effet, essentiel que le personnel connaisse la raison d'être des mesures d'atténuation et de surveillance recommandées et qu'il pourrait avoir à mettre en œuvre.

17. Les agences locales, régionales et nationales participant à l'évaluation et à l'approbation du projet peuvent également avoir besoin d'une formation pour surveiller et assurer la conformité aux règlements lors de la construction et de l'exploitation de la ligne de transport d'électricité.

Suivi

18. Les conditions s'appliquant au suivi d'un projet de lignes de transport d'électricité dépendront, d'une part, du genre de ressources de l'environnement qui sont touchées et, d'autre part, de l'importance des impacts qu'elles subissent. Une surveillance des travaux de construction peut s'avérer nécessaire afin d'éviter les impacts sur l'utilisation des terres ou sur le milieu naturel et de faire en sorte que l'on recoure à des mesures d'atténuation appropriées. Le suivi de ces impacts sera de courte durée (p. ex. quelques semaines), et progressera avec la construction de la ligne. Ce suivi peut devenir plus important quand il s'agit de traverser des plans d'eau ou des milieux humides, ou de s'approcher d'espaces sauvages ou de sites culturels. Il sera fait à partir d'une inspection des matériaux employés, des méthodes de construction et des mesures d'atténuation. Les opérations d'entretien de l'emprise doivent aussi faire l'objet d'une surveillance de manière à s'assurer qu'on emploie des méthodes appropriées de contrôle de la végétation, à surveiller l'invasion d'espèces exotiques et afin d'appuyer toute décision susceptible d'entraîner des bienfaits pour la faune.

Tableau 10.2 Réseaux de transport d'électricité

Impacts potentiels négatifs	Mesures d'atténuation
Impacts directs	
1. Dégradation de la végétation, disparition des habitats et invasion d'espèces exotiques le long de l'emprise, des routes d'accès et aux alentours des postes de transformation.	1. • Faire appel à des techniques de défrichement appropriées (p. ex. défrichement manuel plutôt que mécanique). • Maintenir une couverture naturelle du sol en deçà des lignes. • Replanter les aires perturbées. • Contrôler les emprises de manière à optimiser les bienfaits pour la faune.
2. Fragmentation ou perturbation des habitats.	2. • Déterminer le tracé de l'emprise de manière à éviter les espaces naturels, tels que les régions sauvages et les habitats sensibles. • Protéger les habitats (p. ex. végétation naturelle) en deçà des lignes. • Prendre les dispositions nécessaires pour éviter de faire obstacle aux régimes de feu naturel.
3. Facilité d'accès aux régions sauvages.	3. • Installer les emprises en évitant les espaces naturels sensibles. • Développer des plans de protection et de gestion de ces espaces. • Recourir à des routes d'entretien discontinues.
4. Ruissellement et sédimentation provoqués par le nivellement des routes d'accès, l'érection des pylônes et la construction des postes de transformation; altération des régimes hydrologiques causée par les routes d'entretien.	4. • Situer l'emprise de manière à ne pas affecter les étendues d'eau, les plaines alluviales et les milieux humides. • Installer des pièges à sédiments ou des écrans afin de maîtriser les eaux de ruissellement et les effets de sédimentation. • Réduire le plus possible le recours au remblayage. • Employer de nombreux ponceaux. • Concevoir des fosses de drainage protégeant les terres avoisinantes.

Tableau 10.2 Réseaux de transport d'électricité (suite)

Impacts potentiels négatifs	Mesures d'atténuation
Impacts directs (suite)	
5. Perte de jouissance des terres et déplacement de populations dus à l'érection des pylônes et à la construction des postes de transformation.	5. • Situer l'emprise de manière à éviter les ressources culturelles et agricoles. • Adopter des conceptions de pylônes qui réduisent les normes de largeur de l'emprise requises et qui influent le moins possible sur les utilisations des terres. • Ajuster la longueur de l'espacement des pylônes de façon à réduire leurs impacts. • Organiser les réinstallations selon les procédures de la Banque.
6. Pollution chimique due aux techniques chimiques d'entretien.	6. • Recourir à des techniques mécaniques de défrichement, aux animaux de pâture ou à des applications sélectives de produits chimiques. • Sélectionner des herbicides dont les effets indésirables sont minimes. • Ne pas recourir à la pulvérisation aérienne d'herbicides. • Maintenir une végétation naturellement basse le long de l'emprise.
7. Dangers encourus par les oiseaux en raison de la présence de la ligne et des pylônes.	7. • Choisir l'emplacement de l'emprise de manière à ne perturber ni les habitats des oiseaux ni les routes aériennes empruntées par les oiseaux. • Installer les pylônes et les lignes en réduisant au maximum les risques pour les oiseaux. • Mettre en place des bobines de déflecteur aux endroits où les oiseaux peuvent entrer en collision avec les lignes.

Tableau 10.2 Réseaux de distribution d'électricité (suite)

Impacts potentiels négatifs	Mesures d'atténuation
Impacts directs (suite)	
8. Accidents d'avion causés pat les pylônes et les lignes.	8. • Situer l'emprise de manière à éviter les couloirs aériens des aéroports. • Installer des balises en vue de réduire au maximum les risques pour les avions en basse altitude.
9. Effets provoqués par les champs électromagnétiques.	9. • Situer l'emprise en un lieu qui n'affectera pas les activités humaines.
10. Dégradation des sites culturels et esthétiques en conséquence des effets visuels des constructions.	10. • Installer l'emprise de manière à éviter les régions sensibles dont font partie les sites touristiques et panoramiques. • Ériger des écrans de verdure pour dissimuler les installations. • Sélectionner des structures et des matériaux esthétiquement appropriés. • Employer de plus faibles tensions, recourir à des systèmes en courant continu ou enterrer les câbles pour réduire ou éliminer les impacts visuels des lignes, des structures et des emprises.
Impacts indirects	
1. Développement induit lors de la construction et autour des travaux de construction.	1. • Prévoir des plans très détaillés où des réponses au problème du développement induit sont apportées. • Prévoir des installations visant à diminuer la demande. • Fournir l'assistance technique en matière d'aménagement du territoire et de contrôle aux collectivités locales.
2. Accroissement de l'accès aux régions sauvages.	2. • Situer l'emprise loin des régions sauvages. • Mettre en place un système contrôlant leur accès.

OLÉODUCS ET GAZODUCS

1. Les projets relatifs aux oléoducs et aux gazoducs comprennent la construction et la mise en activité de conduites en mer, près des côtes ou sur terre. Leur diamètre peut atteindre jusqu'à deux mètres et leur longueur s'étendre aussi bien sur plusieurs que sur des centaines de kilomètres. Les pipelines construits près des côtes ou par voie de terre sont généralement enterrés. Les conduites offshore sont bien souvent construites dans les fonds marins à une profondeur qui varie entre 350 et 450 mètres et dans certains cas, à 1 500 mètres de profondeur.

2. Les principales installations qui se rattachent aux oléoducs et aux gazoducs comportent les conduites elles-mêmes, les routes d'accès et d'entretien, la station réceptrice, la salle de commande et de transmission, le central de pompage et de compression. En raison des frictions internes et des changements d'élévation rencontrés le long de la conduite, des stations de pompage installées à des intervalles réguliers s'avèrent nécessaires lorsqu'il s'agit d'oléoducs transportant, sur de longues distances, du pétrole brut ou des produits dérivés (approximativement 70 kilomètres). Les stations de compression sont installées le long des pipelines de transmission à des intervalles qui permettent de maintenir la pression des conduites. Ces dernières peuvent acheminer le pétrole ou le gaz bruts du puits de forage aux installations de transbordement ou dans les raffineries. Le pétrole et le gaz raffinés peuvent être véhiculés dans un pipeline jusqu'à son utilisateur final, une usine pétrochimique ou une centrale, par exemple.

Impacts potentiels sur l'environnement

3. L'installation de pipelines sur la terre ferme entraîne un certain nombre d'opérations qui consistent à établir un relevé topographique, à procéder au défrichement de l'emprise, à creuser des tranchées, à monter, ployer, souder, couvrir et enduire les conduites, à les protéger des actions corrosives par un revêtement de cathode, à les déposer dans les tranchées (pipelines enterrés) pour enfin, effectuer les travaux de remblayage et de nettoyage. Le même genre de travaux est réalisé dans les milieux humides, hormis le fait qu'il faut, par ailleurs, procéder à des activités de dragage et au transport des sédiments avant l'installation des conduites.

4. La pose de pipelines au large des côtes consiste à les placer au fond de la mer en les ancrant parfois à l'aide de blocs ou d'encaissement de béton. Si la conduite n'est pas enterrée, il faut alors que des tranchées soient creusées. Le pipeline est installé au moyen d'une barge. Les travaux de tranchées sont effectués par des pelleteuses sous-marines. L'enterrement des conduites au large des côtes est, la plupart du temps, entrepris en tenant compte des courants naturels et de l'action des vagues, mais il arrive qu'il soit accompli par un procédé artificiel. Les pipelines que l'on installe près des côtes ou par voie de terre doivent être enterrés.

5. Une mise en activité judicieuse accorde une grande importance à l'entretien et à la vérification des équipements. Une inspection périodique, par voie terrestre ou aérienne, doit être effectuée sur tout le parcours de la conduite afin de détecter les fuites risquant de se produire. Les déchets que peuvent générer les équipements de récurage, d'enlèvement de la paraffine et du calcaire déposés sur les parois des oléoducs (connus sous le nom de racloirs ou de grattoirs), de séparation des matériaux pompés, de retrait de liquides et de condensats (dans les gazoducs) doivent être évacués. La durée de vie d'un pipeline dépend de son taux de corrosion et d'usure interne. Une protection anticorrosion des conduites est nécessaire pour la plupart des sols et plus particulièrement dans les régions humides et salines. La portée des conséquences qu'engendrent les fuites et les ruptures d'oléoducs ou de gazoducs se propage bien au-delà du milieu environnant.

Impacts positifs

6. Les oléoducs et les gazoducs peuvent contribuer à la qualité de l'environnement dans la mesure où ils offrent des carburants plus propres (p. ex. gaz à basse teneur en soufre comparé à un charbon à haute teneur en soufre) pour la production énergétique et industrielle. Les pipelines en mer qui n'ont pas été enfouis peuvent offrir de nouveaux habitats aux organismes marins attirés par ces nouveaux « récifs artificiels ».

Impacts négatifs

7. Les impacts négatifs des oléoducs et des gazoducs installés en mer, près des côtes ou sur terre ferme varient selon le type d'installation, tel qu'il est précisé dans les paragraphes suivants (cf. tableau 10.3, en fin de section, qui donne d'autres détails). L'importance des impacts varie selon le type et la taille du pipeline et du degré auquel les ressources naturelles et sociales sont touchées.

8. **Impacts directs : pipelines en mer**

(a) L'installation de pipelines en mer et sur les côtes risque, en raison des travaux de tranchées et des phénomènes de turbidité engendrés par la pose des conduites, d'entraîner la disparition d'organismes benthiques. L'ampleur de ces impacts dépendra de la nature et de la portée des ressources aquatiques affectées.

(b) La construction du pipeline peut conduire à la remise en suspension temporaire des sédiments de fond, ce qui, à son tour, risque d'altérer les caractéristiques des habitats aquatiques et de transformer la composition des espèces. La gravité de ces modifications dépendra du type et de l'importance des organismes affectés. L'altération, par exemple, des herbiers marins ou des récifs de corail qui abritent, nourrissent et servent à la reproduction des poissons et autres espèces est considérée comme étant plus sérieuse que le changement apporté aux habitats benthiques des profondeurs marines.

(c) Si le creusement de tranchées a lieu près des côtes ou en mer où des produits chimiques toxiques se sont accumulés dans les sédiments (p. ex. dans des ports situés à proximité d'exutoires recevant de substances chimiques toxiques comme du mercure et des polychlorés biphényls [PCB]), l'installation du pipeline risque d'entraîner la remise en suspension de ces sédiments toxiques et d'abaisser temporairement la qualité de l'eau juste au-dessus de la conduite. Les organismes aquatiques (tels que les poissons et les crustacés) peuvent souffrir d'un processus de bio-accumulation de ces éléments toxiques.

(d) Les pipelines installés en des zones où se pratique la pêche à la ligne de fond, qu'elle ait lieu près des côtes ou en mer, peuvent entraver le déplacement des chaluts et être cause à la fois de perte ou d'endommagement des équipements de pêche et de ruptures accidentelles des conduites. Le dérapage d'une ancre peut également être responsable de l'endommagement du pipeline et de déversements de pétrole.

9. **Impacts directs : pipelines sur terre ferme**

(a) L'installation de pipelines peut entraîner des phénomènes d'érosion à proximité des travaux. Dans les régions à fortes pentes, elle peut rendre les pentes instables et causer des glissements de terrain. Le ruissellement et les sédiments transportés ils peuvent altérer la qualité de l'eau des cours d'eau pendant les travaux.

(b) L'installation de pipelines et la construction de routes d'entretien peuvent désorganiser le ruissellement, entraver l'écoulement des eaux, retenir une partie de celles-ci en amont du pipeline et conduire ainsi à l'asphyxie de la végétation et des arbres. Un pipeline traversant une importante région forestière peut causer de réels problèmes. Dans le cas de milieux humides, l'écoulement des eaux être perturbé.

(c) La création d'emprises risque de conduire à l'envahissement de plantes exotiques pouvant dominer la végétation naturelle, phénomène qui, s'il n'est pas maîtrisé, peut avoir de sérieuses répercussions à long terme. L'installation de pipelines peut également conduire à une fragmentation des régions naturelles (des régions sauvages, par exemple) dont les conséquences se traduiront par la disparition d'espèces animales et végétales et par un déclin de la biodiversité.

(d) L'installation d'oléoducs et de gazoducs dans des secteurs aménagés peut conduire à la perte de jouissance des terres et au déplacement de populations. Il se peut que certains types d'activités agricoles soient provisoirement touchés par les travaux de construction.

(e) Les pipelines en surface risquent de faire obstacle aux déplacements des populations et aux mouvements migratoires des animaux; la gravité de ce problème s'accentue suivant l'emplacement et la longueur du pipeline.

(f) Les travaux de construction peuvent entraîner la dégradation ou la destruction de sites archéologiques.

(g) La construction du pipeline peut causer l'interruption temporaire des réseaux de transport; cet aspect pourrait se montrer particulièrement substantiel s'il s'agit d'une région développée et que le pipeline traverse d'importantes voies de transport.

(h) Des ruptures de conduites et des fuites aussi bien que des déchets générés à la pompe et aux points de transbordement peuvent être source de pollution des sols, des eaux de surface et des eaux souterraines. La portée de cette pollution dépend de la nature et de la quantité des substances déversées ainsi que du degré auquel les ressources naturelles ont été touchées. La rupture d'oléoducs qui traversent des plans d'eau tels qu'une rivière ou des milieux humides peut avoir des effets extrêmement défavorables sur l'environnement.

(i) La rupture ou les fuites de gazoducs peuvent provoquer des explosions ou des incendies et dans les zones développées, de tels accidents représentent de réels dangers pour la santé des populations.

10. **Impacts indirects**

(a) La construction de pipelines sur la terre ferme peut entraîner un développement induit (installation de squatters, par exemple) dans l'emprise même et peser lourdement sur l'infrastructure de la région concernée.

(b) Ces pipelines peuvent donner accès à des espaces naturels jusque-là inaccessibles (des habitats naturels) et conduire à leur exploitation et à leur dégradation.

Enjeux spécifiques

Ressources naturelles

11. Les ressources marines et les estuaires subissent l'impact des oléoducs et des gazoducs installés en mer ou près des côtes. Les pipelines sur la terre ferme peuvent avoir des effets sur les ressources en eau douce. L'emplacement de l'emprise constitue un élément déterminant lorsqu'il s'agit de construire un pipeline dans un cours d'eau, un fleuve, un lac ou un estuaire, ou près de ceux-ci, dans la mesure où la qualité de l'eau peut subir de sérieuses altérations causées par les phénomènes de ruissellement et de sédimentation. De surcroît, les changements apportés au ruissellement des eaux de surface et la construction d'installations à l'intérieur des plans d'eau risquent d'altérer les fonctions d'emmagasinage des eaux de crue de ces milieux.

12. La construction de pipelines sous-marins peut avoir d'importants impacts sur les ressources côtières et marines (récifs de corail, herbiers, etc.) et entraver les activités de pêche. La rupture d'un pipeline ou le déversement accidentel de pétrole dans les terminaux peuvent dégrader considérablement la qualité de l'eau de cours d'eau, de fleuves, de lacs, d'estuaires ou d'autre plans d'eau. Il se peut que des nappes souterraines soient également polluées, selon la nature et la portée du déversement et les caractéristiques hydrogéologiques du secteur.

13. De longs pipelines peuvent désenclaver des régions naturelles difficiles d'accès, telles que des régions sauvages, et laisser le libre cours aux activités humaines (agriculture, chasse, activités de loisirs, par exemple). Ces activités, par contre, peuvent avoir des conséquences néfastes, selon la sensibilité des ressources écologiques et les caractéristiques socioculturelles des populations..

Sécurité des pipelines

14. Le transport de gaz naturel dans un gazoduc comporte un certain degré de risques pour le public en cas d'accident et des émissions de gaz qui s'ensuivrait. Un incendie ou une explosion provoqués par la rupture majeure d'un pipeline sont les deux plus grands dangers à craindre.

15. Les causes externes expliquent plus de la moitié des accidents reliés aux pipelines. La corrosion, les défauts de construction et les défaillances d'équipements figurent parmi les autres causes. Des accidents résultent aussi de l'opération irréfléchie de la machinerie (p. ex. bouteurs et pelles rétrocaveuses), de mouvements de terrain dus au tassement et au lessivage du sol, à des glissements de terrain, à des tremblements de terre, aux conditions météorologiques (vents, tempêtes, pressions thermiques) et à des actes de vandalisme. Un certain nombre de pays disposent de normes nationales de sécurité pour la construction et l'exploitation des gazoducs. Par ailleurs, la Banque mondiale a mis en place des directives concernant la construction et l'exploitation des oléoducs.

Autres aspects spécifiques

16. Selon leur emplacement, les oléoducs et les gazoducs peuvent avoir une incidence sur des biens patrimoniaux, l'utilisation et le peuplement de terres, des populations tribales, la diversité biologique, des forêts tropicales, des bassins versants et des habitats naturels. La politique générale et lignes directrices de la Banque ont été mises en place pour répondre à ces problèmes (se référer aux chapitres 2 et 3 qui traitent amplement de ces questions).

Solutions de remplacement aux projets

17. L'évaluation des impacts sur l'environnement d'un projet d'oléoduc ou de gazoduc devrait inclure une analyse des solutions raisonnables de remplacement de manière à atteindre les vrais objectifs du projet. Cette analyse peut aboutir à une conception qui soit, du point de vue aussi bien social et économique que de

l'environnement, plus satisfaisante que le projet proposé à l'origine. Il conviendrait d'examiner les solutions possibles suivantes :

- ne rien entreprendre (c.-à-d. examiner la possibilité de répondre à la demande dans les limites de la capacité disponible);
- envisager d'autres moyens de transporter les combustibles (p. ex. pétroliers);
- améliorer les installations existantes;
- concevoir d'autres tracés pour les pipelines et d'autres emplacements pour les installations;
- concevoir d'autres méthodes de construction des pipelines en tenant compte des coûts et de la fiabilité;
- élaborer une autre conception des pipelines et des matériaux (p. ex. conduites enfouies plutôt qu'en surface).

18. La réponse à la question de savoir si ces solutions de rechange sont ou non appropriées devrait dépendre de facteurs économiques et environnementaux. Les oléoducs et gazoducs étant des installations linéaires, le choix des tracés possibles représente l'un des plus importants éléments en matière de solutions. Le soin accordé à cet aspect permet d'éviter de nombreux effets néfastes pour l'environnement dont sont responsables les projets d'oléoducs et de gazoducs.

Gestion et formation

19. Comme il vient d'être dit, le choix du tracé est certainement la plus délicate décision à prendre lorsqu'il s'agit de construire et d'exploiter des oléoducs et des gazoducs. Les experts en environnement devraient, pour ce faire, collaborer avec les ingénieurs du projet et les aider à mettre en place des mesures d'atténuation.

20. Une formation relative à la gestion de l'environnement peut être requise si le niveau des connaissances et d'expérience du personnel chargé des oléoducs et des gazoducs était insuffisant. Il est important, par exemple, que les employés comprennent la raison d'être des mesures d'atténuation recommandées et du programme de contrôle qu'ils sont susceptibles de mettre en application. Les agences locales, régionales et nationales de l'environnement, dont la tâche est d'examiner et d'approuver le projet risquent, également, d'avoir besoin d'une formation où elles apprendraient à exercer un contrôle et faire en sorte que le projet satisfasse les impératifs de gestion de l'environnement.

21. Il se peut qu'un programme éducatif et de formation soit nécessaire pour les questions de sécurité comprenant des procédures d'évacuation, des plans de confinement des déversements de pétrole et des émissions de gaz. Un plan d'urgence peut être prescrit s'il existe des risques d'accidents pour les populations.

Suivi

22. Les prescriptions de suivi des oléoducs et des gazoducs sont établies à partir de la nature des ressources de l'environnement et du degré d'impact auquel elles sont assujetties. Les activités de construction donneront lieu à un suivi de manière à ce que les règles de bonnes pratiques et les prescriptions particulières soient appliquées pour éviter ou atténuer les effets pervers et de prendre aussitôt les mesures de rectification dès qu'un impact est à même de se produire. Les aires de stockage des matériaux et de réparation de l'équipement ainsi que le baraquement de chantier devraient également être prises en considération. Les pratiques de contrôle peuvent aller d'une simple inspection visuelle des techniques d'atténuation (p. ex. pièges à sédiments) à un examen plus approfondi de la qualité de l'eau lors de la construction du pipeline qui traverse ou s'approche d'une étendue d'eau. Si les travaux de construction d'une conduite risquent d'entraîner la remise en suspension de substances toxiques, on peut exiger un programme complet de suivi chimique et biologique.

23. Le suivi devrait être effectué avant, pendant et quelque temps après la mise en place ou l'enfouissement du pipeline. L'objectif du programme de suivi est déterminé par l'étendue et la durée de la pollution des eaux. La surveillance de l'exploitation des oléoducs et des gazoducs est nécessaire pour s'assurer de leur bon fonctionnement et pouvoir détecter les défauts risquant de causer des fuites ou des ruptures.

Tableau 10.3. Oléoducs et gazoducs

Impacts potentiels directs	Mesures d'atténuation
Impacts directs	
1. Remise en suspension de sédiments toxiques causée par la construction de pipelines en mer.	1. • Choisir un autre emplacement pour le pipeline. • Faire appel à des techniques de construction de rechange de manière à éviter le plus possible la remise en suspension des sédiments (déposer la conduite plutôt que de l'enfouir, par exemple). • Installer le pipeline au moment où le trafic maritime est le plus réduit.
2. Obstruction des activités de pêche provoquées par les pipelines installés près des côtes ou en mer.	2. • Établir le pipeline en un lieu éloigné des aires de pêche connues. • Baliser et indiquer sur les cartes les emplacements des conduites en mer. • Enfouir les pipelines traversant des aires de pêche délicates.
3. Disparition d'habitats et d'organismes le long des emprises en mer ou sur terre ferme, près des stations de pompage et de compression; accès facilité aux habitats naturels.	3. • Situer l'emprise de manière à éviter les régions naturelles d'importance. • Faire appel à des techniques de défrichement appropriées (p. ex. défrichement manuel plutôt que mécanique) le long des emprises établies en hauteur pour préserver la végétation naturelle qui jouxte le pipeline. • Replanter les endroits perturbés. • Recourir à des techniques de construction de rechange (cf. le paragraphe 1).
4. Érosion, ruissellement et sédimentation engendrés par les travaux de construction du pipeline, des routes et des installations.	4. • Installer l'emprise de manière à ne pas influer sur les étendues d'eau et les terrains en pente.

Tableau 10.3. Oléoducs et gazoducs (suite)

Impacts potentiels négatifs	Mesures d'atténuation
Impacts directs (suite)	
	• Mettre en place des pièges à sédiments ou des écrans pour contrôler le ruissellement et la sédimentation. • Recourir à des techniques de rechange pour l'installation des pipelines en vue de réduire le plus possible les impacts. • Procéder à la stabilisation des sols au moyen de techniques mécaniques ou chimiques de façon à réduire les risques d'érosion.
5. Altération des régimes hydrologiques.	5. • Situer l'emprise à l'écart des milieux humides et des plaines alluviales. • Éviter le plus possible le recours aux remblais. • Concevoir des réseaux de drainage sans conséquence pour les terres avoisinantes.
6. Envahissement d'espèces exotiques et fragmentation des habitats.	6. • Placer l'emprise de manière à éviter les habitats naturels d'importance et sensibles. • Protéger la couverture naturelle du sol (végétation) au-dessus du pipeline. • Prendre les précautions nécessaires en vue de ne pas faire obstacle aux régimes naturels des feux.
7. Perte de jouissance des terres due à l'emplacement des pipelines et des installations sur la terre ferme.	7. • Ne pas construire l'emprise en des lieux qui peuvent entraver les utilisations sociales et culturelles des terres (l'agriculture comprise). • Élaborer des plans de construction permettant de réduire la largeur de l'emprise. • Éviter au maximum les effets de la construction sur les terres adjacentes. • Remettre en état les sols le long de l'emprise là où des conduites ont été enfouies.

Tableau 10.3. Oléoducs et gazoducs (suite)

Impacts potentiels négatifs	Mesures d'atténuation
Impacts directs (suite)	
8. Obstacles aux déplacements des populations humaines et de la faune.	8. • Placer l'emprise en des lieux qui n'entravent pas les déplacements humains et les couloirs qu'empruntent la faune.
9. Intensification de la circulation en raison des travaux de construction.	9. • Échelonner les travaux dans le but de contrôler la circulation. • Construire des itinéraires de remplacement.
10. Pollution chimique par les déversements accidentels de déchets et d'hydrocarbures.	10. • Mettre en place des plans de prévention pour les déversements de déchets et d'hydrocarbures en même temps que des programmes de nettoyage. • Employer des techniques de confinement des déversements. • Procéder à des opérations de nettoyage et de remise en état des zones affectées.
11. Dangers causés par des fuites ou des ruptures de gazoducs.	11. • Baliser clairement les endroits très développés où sont enfouis les pipelines. • Mettre en place des plans et procédures d'évacuation d'urgence. • Exercer une surveillance des fuites. • Installer un dispositif d'alarme avertissant le public en cas d'accidents.

Tableau 10.3. Oléoducs et gazoducs (suite)

Impacts potentiels négatifs	Mesures d'atténuation
Impacts indirects	
1. Développement induit se produisant lors des travaux de construction.	1. • Formuler un plan détaillé où les activités secondaires de développement pourront s'effectuer. • Construire des installations et apporter le soutien financier aux infrastructures existantes.
2. Accroissement de l'accès aux espaces sauvages.	2. • Mettre en place des plans de protection et de gestion de ces espaces. • Construire des barrières (p. ex. palissades) interdisant l'accès aux habitats naturels sensibles.

EXPLOITATION EN MER DU GAZ ET DU PÉTROLE

1. La présente section porte en fait sur l'exploration, la reconnaissance et l'exploitation en mer des ressources en pétrole et en gaz. Les principales phases de reconnaissance les études géophysiques initiales visant à établir des points d'exploration, des essais au moyen de navires ou de plates-formes de forage temporaires, le forage systématique de reconnaissance à partir de plates-formes de production fixes et enfin, la construction des installations d'acheminement et de traitement. Les unités d'exploitation peuvent comprendre divers genres de plates-formes comportant de multiples puits de forages et d'injection, des réservoirs, des séparateurs de gaz et d'autres installations de soutien. Le gaz ou le pétrole est transporté, généralement par pipeline, parfois par barge ou par pétrolier, jusqu'aux raffineries ou aux usines de traitement du gaz implantées sur la côte.

Impacts potentiels sur l'environnement

2. L'exploration comprend généralement des relevés géophysiques effectués par avion ou par navire, d'après des lignes ou un quadrillage couvrant de vastes étendues du fond marin; des échantillonnages en profondeur, selon diverses méthodes; des relevés sismiques à l'aide d'explosifs ou d'autres moyens de provoquer des secousses; et enfin, des forages permettant de recueillir des données géologiques. Les étapes ultérieures consistent à forer dans les structures géologiques choisies, à partir de navires de forage ou de plates-formes de forage temporaires; à forer des puits pour délimiter les nappes de pétrole ou de gaz découvertes; et enfin, à mener des essais de production pour mesurer les ressources. Les premiers puits sont obturés et capuchonnés en attendant le début de la production. Un complexe de production peut comprendre une ou plusieurs plates-formes de production comportant aussi bien des puits de production que des puits d'injection, des installations de traitement primaire et de stockage, des plates-formes de forage connexes, des plates-formes submersibles et des pipelines nécessaires à la collecte et à l'acheminement du gaz et du pétrole sur le rivage.

3. Les plates-formes de production et de forage sont des installations autonomes équipées d'héliports, de locaux d'habitation pour les équipes de travail et disposant d'une source d'électricité, de réservoirs, etc. Les activités d'exploitation nécessitent des moyens de soutien basés sur le rivage, offrant des logements fixes au personnel, l'approvisionnement nécessaire, des installations d'élimination des déchets et des installations de raffinage. Les navires et plates-formes de forage sont amenés sur les lieux par voies aérienne et marine. La production initiale est généralement transportée par pétrolier ou par barge. Cette méthode peut se poursuivre s'il s'agit de petites exploitations où un pipeline s'avère être peu économique. (Se référer au tableau 10.4 « Liste de contrôle - Exploitation en mer de gaz et de pétrole » qui apporte des conseils).

4. Les déchets se composent de résidus issus du traitement des déchets des installations sanitaires et des déchets domestiques, de boues et de déblais de forage traités, d'eau de production, et d'autres déchets provenant de sources ponctuelles et non ponctuelles sur la terre ferme. Les émissions atmosphériques liées aux activités en mer proviennent des génératrices et des pompes à moteur diesel, des éruptions avec incendie ou émission de gaz sulfureux ainsi que de l'évaporation de gaz ou de pétrole déversé lors du transbordement. Les émissions dues aux activités à terre sont proviennent des raffineries de pétrole, des usines de traitement du gaz et du déchargement de navires. Le bruit généré est continuel, tant en mer qu'à terre, et se compare à celui qu'émet un grand complexe industriel (se reporter au tableau 10.5 en fin de section, qui donne des exemples des impacts sur l'environnement potentiellement négatifs des projets d'exploitation en mer de pétrole et de gaz).

5. L'éruption d'un puits accompagnée d'incendie ou de l'émission de gaz sulfureux (sulfure d'hydrogène), l'effondrement d'une plate-forme, la rupture d'une conduite et les collisions de pétroliers sont des exemples d'événements catastrophiques qui risquent de survenir.

Tableau 10.4. Liste de contrôle – Exploitation en mer de gaz et de pétrole

1. **Production**

- Exploration : taille, profondeur, étendue, structure, rapport pétrole-gaz-eau, type(s) de gaz, pression.
- Opérations : préparation du terrain, espacement des puits de forage, période de démarrage (taux de production, durée de vie de l'exploitation, déchets sanitaires), lutte contre la pollution, suivi, plans d'urgence en cas de déversement de pétrole et de sulfure d'hydrogène.
- Émissions atmosphériques : quantité d'émissions et s'il y a lieu, leur composition : éventage, combustion en torchère, équipement pour les émissions, évaporation provenant des déversements de pétrole et des fuites.
- Rejet de déchets : quantités et composition escomptées; méthode de traitement et d'évacuation (eaux usées, déchets sanitaires, boues et déblais de forage, déversements et fuites de pétrole).
- Utilisation des sols : étendue, installations portuaires, pipelines.
- Équipements : type et nombre de forages, de plates-formes et d'unités annexes, transport de l'approvisionnement et des ouvriers.
- Fournitures : boues de forage, tuyaux, produits chimiques, eau, carburant.
- Personnel : effectif et qualifications, provenance et plan de logement.

2. **Ressources de l'environnement**

- Géologie : stratigraphie, structure, schémas des fractures, aquifères (profondeur, hauteur et qualité, en particulier près des côtes), caractéristiques des fonds, risques géologiques, passé relatif aux mouvements sismiques.
- Océanographie : profondeur des eaux, température, mélange, marées et courants, sédiments de fond, matières organiques, particules, éléments nutritifs, salinité et polluants.
- Biologie : habitats côtiers (barrières côtières, milieux humides, baies, lagons, estuaires, marais, mangroves, herbiers); habitats en mer (bancs, digues, pentes, eaux profondes, récifs); substrats, biote, communautés, populations permanentes et passagères, espèces rares ou d'importance, habitats marquants.
- Climat : régime des précipitations (quantité, fréquence, type), qualité de l'air, schémas des vents et des orages (direction, vitesse, fréquence), température, zone climatique.

3. **Facteurs socio-économiques**

- Communautés voisines : emplacement, accès, population (nombre, caractéristiques démographiques et sociales); économie (taux d'emploi, répartition des revenus, base d'imposition); services (types, capacité, efficacité) et logements; importance accordée à leur capacité de (a) fournir de la main-d'œuvre, (b) d'entretenir le nouveau développement, (c) de s'intégrer et de s'adapter à la croissance (immigration d'ouvriers et de familles).
- Utilisation des terres : intensive et passagère, à plein temps et en saison, présente et projetée, particulièrement dans des aires désignées (réserves marines, récifs de corail, plages ou côtes balnéaires, parcs, réserves, régions sauvages), réalisations humaines.
- Valeurs culturelles : sites historiques, archéologiques, sites religieux indigènes ou lieux de célébration des moissons, épaves de navires.

4. **Cadre réglementaire**

- Législation, règlements, mesures, normes et prescriptions en matière d'environnement; contrôle et mise en vigueur : air, eau, déchets, bruit, remise en valeur, contrôle de l'occupation des sols, protection des ressources culturelles et historiques.
- Désignation et protection d'espaces et de ressources spécifiques : parcs, réserves, habitats naturels, communautés écologiques sensibles, espèces de la faune et de la flore menacées, communautés autochtones (en tenant compte de leurs sites religieux et des domaines de cultures, de chasse et de subsistance).
- Autorité ou volonté de prescrire des mesures d'atténuation spécifiques : aide à la communauté, développement progressif ou échelonné, séparation de la main-d'œuvre employée pour le projet, préparation de l'avant-projet et étude rétrospective, surveillance (mesures de rajustement, formation des ouvriers, transport collectif de la main-d'œuvre).

Enjeux liés aux ressources naturelles

Qualité de l'eau

6. La perturbation des fonds occasionnée par les sondages, l'installation de la plate-forme et le creusement des tranchées nécessaires à la mise en place du pipeline dispersent les sédiments dans l'eau. Les sédiments remis en suspension dans les régions côtières risquent de contenir des métaux lourds ainsi que d'autres polluants. Les eaux de production dont la salinité est généralement plus élevé que les eaux marines contiennent peu ou sont totalement dépourvues d'oxygène dissous et peuvent, par ailleurs, renfermer des métaux lourds, du soufre élémentaire, des sulfures et des composés organiques tels que des hydrocarbures. Les boues de forage et les matières d'apport sont polluées par les eaux de production, des hydrocarbures, des métaux lourds et par d'autres polluants relâchés dans l'eau. Les eaux usées provenant des installations sanitaires, tout en étant qualitativement fort variables, sont généralement moins diluées que les eaux usées municipales. Les activités courantes de production donnent lieu à des déversements d'hydrocarbures, minimes mais constants, qui résultent en la pollution, faible mais chronique, des eaux qui entourent la plate-forme. Quant aux incidents tels que les déversements accidentels aux points de transbordement ou de chargement, les ruptures de pipelines, les marées noires provoquées par les pétroliers ou les éruptions de puits, ils peuvent conduire à une pollution importante de l'eau à l'échelle locale ou régionale.

Qualité de l'air

7. Les émissions liées aux activités courantes de forage et de production se composent de gaz dégagés par les génératrices et les pompes à moteur diesel, de vapeurs se dégageant aux points de transbordement et de chargement, de gaz brûlé en torche ou éventé et de vapeurs provenant de petits déversements. Des émissions accidentelles graves peuvent être causées par des incidents catastrophiques comme des éruptions de puits accompagnées d'incendie ou de l'émission de gaz sulfureux, par la rupture de réservoirs de stockage ou de conduites de transbordement et par l'évaporation faisant suite à d'importants déversements. Les émissions liées au transport du gaz et du pétrole sont notamment dues à la consommation de combustibles par les pétroliers et les barges, à l'évaporation des produits qu'ils transportent et aux émanations de pétrole déversé (ou de gaz naturel rejeté) lors de ruptures de pipelines ou d'accidents maritimes. Les émissions des raffineries ou des usines de traitement du gaz résultent des opérations normales de combustion, d'évaporation et d'évantage, ou d'accidents tels que des déversements majeurs causés par la rupture ou l'incendie de réservoirs de stockage.

Impacts sur les fonds marins et sur les terres

8. Le sondage des fonds, le raclement par les ancres, les forages entrepris par les navires de forage, la construction des plates-formes et des installations de production, ainsi que les travaux de creusement des tranchées nécessaires à la mise en place des pipelines, peuvent perturber les fonds marins. L'accumulation de boue et de déblais de forage ainsi que de déchets solides mène à l'ensevelissement ou à la contamination des organismes benthiques. Un déversement majeur de pétrole (ou « marée noire ») peut entraîner la pollution des mers et des rivages par les résidus d'huile lourde. Les régions littorales pourront aussi être touchées par les déchets flottants. Sur le continent, des perturbations sont associées au défrichement des emprises de pipelines et des emplacements d'installations ainsi qu'aux effets secondaires de l'accroissement de la population.

Enjeux socioculturels

Utilisation des terres

9. L'exploration de pétrole et de gaz en mer ne requiert qu'une occupation temporaire et non intensive du littoral et des fonds marins. Toutefois, les espaces nécessaires aux plates-formes de production en mer, aux pipelines et aux installations d'arrivée et de traitement sont exclusivement réservés à ces fins tant que dure l'exploitation du champ. L'exploitation et les opérations de production effectuées dans des régions isolées exigeront la construction d'installations portuaires et devront prévoir des espaces urbains.

Ressources culturelles

10. Les travaux d'exploitation et de construction risquent d'abîmer ou de détruire des ressources culturelles, des endroits historiques ou des sites d'importance religieuse pour des groupes ou des populations autochtones. Les fonds marins qui recèlent des richesses archéologiques sont particulièrement vulnérables dans la mesure où elles ne sont pas immédiatement visibles.

Impacts sociaux

11. Les installations de forage et de production, les navires de transport et l'accostage des pipelines peuvent faire obstacle aux déplacements des bateaux de pêche et de plaisance dans les régions côtières. Le bruit des avions, des opérations de forage et de production près des côtes, du trafic portuaire et des usines de traitement représente un problème. L'immigration de main-d'œuvre peut surcharger les services publics et créer des conflits aussi bien économiques que sociaux ou culturels et parfois même provoquer le déplacement des populations locales donnant lieu à un phénomène d'« expansion et récession ». Les installations en mer et à terre posent des problèmes d'ordre esthétique. Si la présence d'ouvriers employés à la construction des installations est généralement provisoire, ceux-ci sont aussitôt remplacés par le personnel chargé de l'exploitation qui, dans l'ensemble, est plus réduit mais permanent. Le contrôle et les opérations de nettoiement d'un important déversement de pétrole, d'un incendie ou de l'explosion d'un puits donnent lieu à l'intervention rapide et au déploiement d'importantes équipes et de matériels qui peut causer de sérieuses perturbations des activités côtières. Quant aux effets plus permanents qu'un déversement peut avoir, ils peuvent se traduire par la pollution des plages, des bateaux et des équipements côtiers.

Enjeux spécifiques

Plans d'urgence pour les déversements de pétrole

12. Les catastrophes que représentent les marées noires provoquées par la rupture d'un puits ou d'un oléoduc ou l'accident d'un pétrolier ou d'une barge menacent les régions côtières, les mammifères marins, les oiseaux de mer et des côtes. Les plans d'urgence consistent à prévoir un équipement d'intervention, à tenir des exercices d'entraînement et à élaborer divers scénarios de déversement (qui tiennent compte des données climatiques et des marées locales). Hormis les conséquences et les bouleversements qu'une marée noire apporte aux activités du littoral, se pose la question de l'indemnisation des dommages (perte des revenus de la pêche, du tourisme et des activités de loisirs, bateaux et équipement des plages souillées, endommagement et disparition des ressources naturelles). La section qui se rapporte aux raffineries de pétrole élabore sur ces questions.

Raffineries de pétrole et usines de traitement du gaz

13. Les impacts que les raffineries de pétrole et les usines de traitement du gaz peuvent avoir sur l'environnement sont d'importance comparable. Bien que l'on ait généralement tendance à les situer sur le littoral ou près des côtes, il est, toutefois, possible de les implanter assez loin dans les terres. Les aspects dont le choix de l'emplacement doit tenir compte comprennent la proximité des installations en mer, l'accès à des moyens existants de transport, l'infrastructure et les équipements collectifs disponibles ainsi que le tracé des pipelines. Il se peut que les communautés locales se plaignent des nuisances olfactives et sonores et craignent les incendies ou les émanations de gaz.

Autres enjeux

14. Parmi les autres questions sujettes à préoccupation, il faut penser à l'élimination des déchets solides sur le continent, à la compatibilité des installations avec les plans d'aménagement du littoral, à la compétence su gouvernement, aux limitations de la technologie employée en eau profonde (pour les plates-formes) et à l'endommagement des chaluts par les déchets qui jonchent les fonds (équipement, conduites ou parties de vaisseau perdues ou abandonnées). L'emplacement et la conception de la plate-forme doivent faire l'objet d'une étude approfondie. Les aspects auxquels il faut accorder de l'importance se rapportent à la stabilité des fonds, aux activités séismiques et à la gravité des tempêtes pouvant certainement se produire pendant la durée de vie des installations. Il arrive que les plates-formes attirent les poissons et par là même développent la pêche de loisir; pour cette raison, il se peut que l'on juge souhaitable de laisser certaines plates-formes en place une fois que l'exploitation a pris fin.

Solutions de remplacement aux projets

15. Outre l'option de « ne rien faire » et de ne pas entreprendre l'ensemble des volets d'un projet ou un certain nombre d'entre eux, les autres possibilités relatives aux activités et installations nécessaires à l'exploration et à la production de pétrole ou de gaz se limitent aux mesures d'atténuation. Les tableaux 10.4 et 10.5 soulignent les mesures spécifiques pouvant s'adapter à un projet en particulier.

16. Les pipelines sont mieux acceptés que les barges ou les pétroliers pour le transport du gaz ou du pétrole (cf. « Oléoducs et gazoducs »). Si l'examen des solutions de remplacement peut porter sur l'emplacement des installations sur la terre ferme, on ne peut éviter que les installations portuaires soient implantées le long des côtes. En revanche, qu'il s'agisse des raffineries, des usines de traitement du gaz et du développement de nouvelles communautés, elles peuvent être installées à l'intérieur des terres.

Gestion et formation

17. Un cadre réglementaire adéquat dont la mise en vigueur est assurée par un personnel d'inspection compétent est indispensable à l'exploitation sans danger des gisements de pétrole et de gaz en mer, à la protection du personnel et du public en général ainsi qu'à la protection de l'environnement. L'installation, l'inspection et l'entretien de tous les équipements de sécurité nécessaires, de même que les exercices de formation et d'entraînement en cas d'urgence permettant de familiariser le personnel avec leur emploi, font partie des éléments essentiels à prendre en compte lorsque l'on envisage des opérations d'exploitation et de production. Les moyens de prévenir les explosions, de lutter contre les incendies, les détecteurs de fuites de gaz, les mesures de protection contre les émissions d'hydrogène de sulfure, les procédures ou méthodes d'évacuation de la plate-forme et les procédés capables d'intervenir lors d'un déversement font également partie des aspects importants à examiner.

18. Des appareils de contrôle de pression et des dispositifs de coupure doivent être installés sur les pipelines qu'il faut périodiquement inspecter et tester. Les conditions requises en matière d'entraînement et d'équipement de sécurité sur les lieux des installations de traitement sont généralement de mise quand il

s’agit d’une industrie chimique complexe; elles insistent sur les mesures de prévention et de lutte contre les incendies, de contrôle et de détection des gaz ainsi que sur les actions d’intervention en cas de déversement.

Suivi

19. Les exigences de suivi s’étendent aux émissions atmosphériques et aux rejets de déchets produits par les plates-formes de production et les installations de traitement et comprennent l’inspection visuelle de la surface des eaux pour détecter la présence de pétrole émis par les installations d’exploration et de production le long des pipelines, ou de débris ou de déchets (flottant autour des installations ou rejetés sur le rivage). Des activités de suivi particulières peuvent être prescrites pour déterminer les répercussions que les mesures d’atténuation ont sur certaines ressources. Les activités de suivi aux installations de traitement comprennent un examen continu de la qualité de l’air sur l’emplacement et aux alentours de celui-ci (au moyen d’un échantillonnage automatique), une vérification quotidienne des fuites et des déversements autour des réservoirs, des pipelines et des points de transbordement, des examens périodiques des eaux de surface en aval (visuellement ou à partir d’un échantillonnage des eaux), ainsi que le prélèvement et l’analyse périodiques des eaux souterraines sur l’emplacement et en aval de celui-ci (stations d’observation).

Tableau 10.5. Exploitation en mer du pétrole et du gaz

Impacts potentiels négatifs	Mesures d'atténuation
Impacts directs	
1. Perturbations des ressources culturelles, des communautés benthiques, des récifs de corail, des cordons littoraux, des milieux humides, des pipelines et des câbles (p. ex. dérive des ancres, exploration des fonds, creusement des tranchées, emplacement des navires de forage, de l'installation des plates-formes, etc.)	1. • Requérir que des inventaires des ressources soient effectués dans les zones côtières et en mer auxquelles le projet pourrait porter atteinte, avant toute perturbation. Ces études se composent, en règle générale, des éléments suivants : • inventaire des valeurs culturelles et historiques • inventaire de la faune et de la flore de la région • une mise en évidence des caractéristiques topographiques d'importance • inventaire des conduites et des câbles existants en mer • Les mesures d'atténuation élaborées à partir de la détermination des conflits qui se posent pour les ressources peuvent comprendre : • éviter ces ressources • calendrier des opérations • sauvetage et sauvegarde des valeurs culturelles et historiques
2. Dégradation des eaux côtières et du large par les rejets émis lors des activités de routine (p. ex. boues de forage, eaux sanitaires et de production, déversements).	2. • Requérir que les déblais de forage soient séparés des boues et lavés avant leur rejet. • Procéder à l'élimination des boues de forage sur le continent. • Entreprendre, avant leur déversement, le traitement des eaux de production, des déchets et eaux usées domestiques ainsi que des eaux et des solvants afin de répondre aux normes de qualité de l'eau.

Tableau 10.5. Exploitation en mer du pétrole et du gaz (suite)

Impacts potentiels négatifs	Mesures d'atténuation
Impacts directs (suite)	
	Installer des dispositifs de récupération des fuites (gouttières, cuvettes à huile) aux points de transbordement, de manière à maîtriser les déversements produits par la plate-forme.
	• Il importerait d'établir des normes de qualité de l'eau pour toutes les eaux usées rejetées.
	• Examiner les déblais de forage avant leur rejet en s'assurant qu'ils ne sont pas souillés par du pétrole résiduel.
	• Exercer un contrôle de la surface des eaux qui entourent la plate-forme ou le navire de forage pour repérer la présence de pétrole à la surface de l'eau.
3. Appauvrissement de la qualité de l'air dû aux émissions produites par les opérations de routine (p. ex. combustion, évacuation des gaz, déversements).	3. • Requérir que des dispositifs appropriés de contrôle de la pollution soient installés sur les générateurs et les pompes à moteur diesel et assurer qu'ils soient en usage.
	• Exiger des mesures de contrôle des vapeurs d'hydrocarbure pour tous les points de transbordement de pétrole et de gaz et que des opérations de nettoyage soient rapidement effectuées après un déversement de pétrole.
	• Réduire le plus possible l'évacuation des gaz durant les activités de production.
4. Dépérissement ou baisse de la reproduction des organismes benthiques, des bancs de corail et des espèces marines en général, plus ou moins ensevelis par les sédiments des fonds qui ont été remués, les boues et les déblais de forage, par exemple.	4. Interdire ou limiter les activités produites dans les fonds marins qui perturbent les récifs de corail et les communautés benthiques importantes qui se trouvent à proximité.
	•

Tableau 10.5. Exploitation en mer du pétrole et du gaz (suite)

Impacts potentiels négatifs		Mesures d'atténuation	
Impacts directs (suite)			
			• Il conviendrait de dériver les déblais de forage rejetés en vue d'éviter ces problèmes. • Il faudrait que les boues de forage produites soient transportées par barge jusqu'au rivage ou déversées loin de toute communauté faunique ou floristique d'importance sur les fonds marins.
5.	Dépérissement ou baisse de la reproduction de la faune et de la flore marines, des oiseaux de mer et aquatiques souillés par les déversements de pétrole (marées noires).	5.	• Réduire les fuites régulières de pétrole en se conformant aux normes de qualité de l'eau et de rejet et en assurant de bonnes pratiques d'entretien sur les navires et plates-formes de forage, les navettes marines, les barges, les pétroliers et aux points de transbordement. • Détecter rapidement les fuites causées par les activités d'exploitation et entreprendre les mesures d'intervention efficaces lors de déversements ou d'une marée noire. • Prévoir des centres de traitement pour soigner les oiseaux et mammifères marins souillés de mazout.
6.	Perturbation des mammifères marins par les relevés sismiques, les activités de forage et le bruit des moteurs de bateaux.	6.	Interdire l'emploi d'explosifs quand des mammifères marins vulnérables sont présents.
7.	Pollution des plages, dégradation des installations côtières et des	7.	• Établir des exigences en matière d'élimination des déchets solides,

Tableau 10.5. Exploitation en mer du pétrole et du gaz (suite)

Impacts potentiels négatifs	Mesures d'atténuation
Impacts directs (suite)	
bateaux souillés par les déversements de pétrole et par les immondices rejetées (p. ex. mazout, boules de goudron et détritus provenant des installations en mer et des bateaux).	y compris les déchets domestiques et sanitaires. Exiger que tous les matériaux et équipements mobiles qui se trouvent sur les navires et les plates-formes soient étiquetés (en particulier s'il s'agit de barils et de boîtes, etc.).
8. Entrave causé au trafic maritime par les installations en mer.	8. Ne pas installer les plates-formes sur des voies maritimes établies.
9. Déclin ou disparition des zones de pêche et des aires de loisirs.	9. Ne pas installer les plates-formes dans des zones importantes de pêche ou de loisirs balnéaires.
10. Dégradation des vues panoramiques vers la mer due à la présence de navires et de plates-formes de forage.	10. • Peindre les structures de manière à ce qu'elles se fondent dans le paysage (des eaux et du ciel). • Recourir à des structures de camouflage (cela étant, elles peuvent aggraver les risques d'accidents de la navigation en réduisant la visibilité des navires ou des plates-formes de forage). • Faire en sorte, dans la mesure du possible, que la production soit effectuée sous la surface et dans les fonds marins.
11. Encombrement et accroissement des accidents maritimes sur les côtes (dus à l'intensification du trafic maritime).	11. • Établir et faire largement connaître les voies maritimes empruntées par les navettes. • Éviter, autant que possible, les aires de loisirs et les zones de pêche très actives.

Tableau 10.5. Exploitation en mer du pétrole et du gaz (suite)

Impacts potentiels négatifs	Mesures d'atténuation
Impacts directs (suite)	
12. Perturbations dont sont victimes les populations humaines et animales en raison de l'accroissement des nuisances sonores provenant du trafic aérien et maritime ainsi que des installations d'exploitation.	12. Restreindre, le plus possible, la circulation aérienne au-dessus des zones habitées.
13. Perte de jouissance des plages occupées par les pipelines et les installations de soutien (p. ex. occupation des sols, effets des opérations de nettoyage des déversements de pétrole, emploi de dispersants, trafic, activités de nettoyage et pollution des sols).	13. Éviter les plages intensivement utilisées à des fins récréatives.
14. Accidents ou décès causés par les activités de transport et les installations d'exploitation.	14. • Assurer une formation périodique et de continuels rappels de sécurité à l'ensemble du personnel chargé de l'exploitation. • Exiger que des exercices d'entraînement périodiques soient effectués en vraie grandeur. • Faire en sorte que tous les visiteurs soient mis au courant des dangers encourus et des mesures de sécurité à prendre. • Veiller à ce que l'équipement de sécurité et de secours soit disponible et que les employés sachent s'en servir. • Installer des soupapes de sécurité et des dispositifs d'alarme sur les installations sous-marines avec les stations de suivi mises en place sur les plates-formes de production et sur terre.
15. Pollution des eaux souterraines (p. ex. puits)	15 • Requérir des pratiques de forage convenables, que tous les puits soient cuvelés et rendus étanches durant les opérations de forage.

Tableau 10.5. Exploitation du pétrole et du gaz (suite)

Impacts potentiels négatifs	Mesures d'atténuation
Impacts directs (suite)	
16. Accroissement de la demande pour les équipements collectifs et les services publics des zones côtières.	16. • Faire en sorte que les parois des puits soient rendus étanches avant la fin de l'exploitation d'un puits ou lors de son abandon. • Exiger des études de préparation au projet et des examens socio-économiques des communautés pouvant être affectées afin de déterminer les effets que l'exploitation peut avoir sur les services, l'infrastructure, les risques de désagrégation et de conflits à l'intérieur des communautés. • On peut répondre à ces problèmes de diverses façons : • subventions permettant d'aider les communautés • prêts • avances sur impôts • exploitation échelonnée du pétrole et du gaz • construction des équipements collectifs nécessaires • Il conviendrait d'établir aussitôt que possible et de maintenir pendant toute la durée du projet, des relations de collaboration et d'ouverture avec les communautés locales. • . • Il importerait d'inciter le personnel du projet à prendre part aux affaires de la communauté.
17. Rapports conflictuels avec les populations locales, à l'égard de leurs traditions et de leur mode de vie.	17. • Informer et veiller à ce que tous les employés soient conscients et sensibles aux cultures, aux traditions et aux styles de vie locaux.

Tableau 10.5. Exploitation en mer du pétrole et du gaz (suite)

Impacts potentiels négatifs	Mesures d'atténuation
Impacts directs (suite)	
	• Faire en sorte que les dirigeants des communautés soient informés des activités prévues par le projet, reçoivent l'aide nécessaire pour leur permettre de déterminer quels effets sont pour eux problématiques et s'assurer qu'ils puissent expriment leurs opinions concernant les mesures d'atténuation. • Atténuer les conflits peut vouloir dire séparer la communauté locale de la main-d'œuvre employée pour les travaux d'exploitation.

EXPLOITATION À TERRE DU GAZ ET DU PÉTROLE

1. Cette catégorie comprend la prospection, l'exploration, l'exploitation et la production à terre du gaz et du pétrole. En règle générale, des études géologiques et géophysiques sont menées sur de vastes étendues dans le but circonscrire les terrains plus favorables à l'exploration. Des examens plus approfondis sont ensuite entrepris où des zones sélectionnées sont testées et forées permettant de localiser et d'évaluer les ressources en pétrole et en gaz. Les puits de forage et les pompes espacés sur le champ pétrolifère ou gazeux, les pipelines de collecte et de transport, les réservoirs de stockage et quelques unités de transformation primaire font partie des installations de production. La Banque finance des projets pouvant aussi bien s'occuper de l'exploration de vastes étendues que du développement d'installations de production de pétrole, de gaz naturel et de produits dérivés. Les projets de production peuvent comprendre la récupération secondaire ou assistée.

Impacts potentiels sur l'environnement

2. Les routes qui pénètrent dans des régions non développées perturbent les sols, génèrent des bruits de circulation routière et donnent accès de ces régions. Les relevés sismiques sont à l'origine de perturbations et de nuisances sonores causées par les charges d'explosifs qu'on fait sauter au sol ou à faible profondeur. Les relevés géologiques ou les forages d'exploration entraînent d'importantes perturbations liées au terrain de forage; aux routes; au terrain d'aviation; au bruit des camions, du trafic aérien, des travaux de construction et des opérations; aux émissions atmosphériques dues au transport aérien et aux opérations de forage; à l'évacuation des boues de forage polluées par des additifs, des eaux de gisement et du pétrole. Les routes, les relevés sismiques et les forages d'exploration peuvent endommager les ressources culturelles et les écosystèmes sensibles, ou nuire aux communautés locales, si leur emplacement et leur conception ne sont pas appropriés. Par contre, si ces activités sont planifiées, conçues et menées de façon adéquate, selon les indications données dans le tableau 10.7, alors leurs impacts ne devraient qu'être temporaires.

3. La production de gaz ou de pétrole nécessite d'importantes activités industrielles sur les lieux pendant toute la durée de l'exploitation du champ. La construction des puits, des routes d'accès, du terrain d'aviation, des conduites de collecte et d'acheminement ainsi que des installations connexes donnera lieu à d'importantes perturbations du sol, à une circulation intense causée par les travaux de construction, à des émissions sonores et atmosphériques et à un afflux de travailleurs. Le gaz ou le pétrole extraits de petites exploitations ou la production de départ de grands gisements peuvent être acheminés jusqu'aux raffineries par camion, ce qui aggrave les problèmes de circulation ainsi que les risques d'accidents et de déversements. L'exploitation entreprise dans des régions éloignées devra nécessiter des installations pour le personnel chargé de la production et de l'entretien. Les activités d'exploitation restreignent les autres utilisations des terres présentes dans cette région. D'incessants bruits et des émissions constantes engendrés par les équipements d'exploitation, les eaux de formation traitées et les déversements de pétrole se produiront. Enfin, la combustion en torchère de gaz indésirables, les émanations de gaz sulfureux (sulfure d'hydrogène) et la mise à feu des déchets pétroliers peuvent être source de pollution atmosphérique. (Le tableau 10.7. en fin de section apporte d'autres exemples).

4. L'explosion d'un puits accompagnée de déversements incontrôlés de pétrole ou de gaz susceptibles de prendre feu (en même temps que les produits de combustion) et les incendies qui se déclenchent dans les raffineries ou dans les usines de traitement du gaz, font partie des catastrophes à craindre.

Tableau 10.6. Liste de contrôle - exploitation à terre du gaz et du pétrole

1. **Production**
   - Aire(s) de production : réserves, profondeur, zone, structure, rapports pétrole-gaz-eau, type(s) de gaz, pression.
   - Opérations : préparation du terrain, espacement des puits, période de démarrage (taux de production, transport des produits, durée du champ d'exploitation, évacuation des eaux usées) lutte contre la pollution, contrôle, actions d'intervention en cas de déversement et programmes de réaménagement.
   - Émissions atmosphériques : quantités des émissions et composition, s'il y a lieu : poussière, combustion en torchère, mise à feu des déchets, combustion, équipement pour les émissions, déversements et fuites de pétrole.
   - Rejet des eaux usées : quantité et composition escomptées; méthode de traitement et d'élimination (eaux de production et déchets sanitaires).
   - Services : équipements collectifs (type, source, tarif), routes, terrains d'aviation, chemins de fer, protection contre les incendies, sécurité.
   - Occupation des sols : étendue du champ, itinéraire des transports et tracé des équipements collectifs, pipelines, édifices et structures (sur le champ et aux stations présentes le long de la conduite).
   - Équipements : type et importance nécessaire à la préparation du terrain, au forage, production, à la séparation et à l'évacuation des eaux usées, au chargement des déchets, au pompage, à la remise en valeur, au transport des ouvriers et des fournitures.
   - Fournitures : boues de forage, conduites, produits chimiques, eau, carburants.
   - Personnel : construction, production, phases de remise en valeur, effectifs et qualifications, provenance, plans de logement.

2. **Ressources de l'environnement**
   - Géologie : stratigraphie, structure, schémas des fractures, passé séismique.
   - Eaux souterraines : distance et profondeur des aquifères, qualité et quantité, hydraulique, recharge, utilisations.
   - Eaux de surface : quantité, qualité, variations saisonnières, utilisations.
   - Sols : profil du sol (profondeur, type, caractéristiques).
   - Végétation : types, densité, espèces ou communautés rares ou d'importance, milieux humides.
   - Espèces sauvages : permanentes ou de passage, populations, espèces rares ou distinctives, habitats d'importance.
   - Topographie : modes de drainage, élévations et pentes, relief.
   - Climat : régime des précipitations (quantité, fréquence, type), qualité de l'air, régime des vents (direction, vitesse, fréquence), température, zone climatique.

2. **Facteurs socio-économiques**
   - Communautés avoisinantes : situation, accès, populations (nombre, caractéristiques démographiques et sociales); économie (taux d'emploi, répartition des revenus, assiette d'imposition); services (types, capacité, efficacité) et logements; problèmes concernant la capacité (a) de fournir la main-d'œuvre, (b) de desservir le nouveau projet, (c) d'absorber et de s'ajuster à l'accroissement de la population (immigration d'ouvriers et de familles).
   - Utilisation des terres : intensive et passagère, à plein-temps et saisonnière, présente et projetée, désignation d'aires spécifiques (parcs, réserves, refuges, habitats naturels), réalisations humaines (structures, routes, équipements collectifs).
   - Valeurs culturelles : sites historiques, archéologiques, sites religieux ou lieux de cueillette et de récolte de populations indigènes.

4. **Cadre réglementaire**
   - Législation, règlements, mesures, normes et prescriptions en matière d'environnement; contrôle et mise en vigueur : air, eau, déchets, bruit, remise en valeur, contrôle de l'occupation des sols, protection des ressources culturelles et historiques.
   - Désignation et protection d'espaces et de ressources spécifiques : parcs, réserves, régions sauvages, communautés écologiques sensibles, espèces de la faune et de la flore menacées, communautés autochtones (en tenant compte de leurs sites religieux et des domaines de cultures, de chasse et de subsistance).
   - Autorité ou volonté de prescrire des mesures d'atténuation spécifiques : aide à la communauté, développement progressif ou échelonné, séparation de la main-d'œuvre employée pour le projet, préparation de l'avant-projet et études rétrospectives, surveillance (mesures de rajustement, formation des ouvriers, transport collectif de la main-d'œuvre).

Enjeux liés aux ressources naturelles

Qualité de l'eau

5. Les eaux de surface peuvent être polluées par les boues de forage; les eaux de production; les fuites de pipelines, de fosses et de réservoirs de stockage; les eaux pluviales provenant des routes ou d'autres surfaces revêtues ou tassées, une mauvaise manipulation des eaux usées domestiques et des déchets d'entretien des équipements, de même que l'érosion de sols perturbés. L'eau nécessaire aux activités de forage et aux besoins domestiques risque d'être prélevée des sources locales diminuant, par là même, les ressources dont peuvent disposer les populations locales et les espèces sauvages. Un cuvelage mal effectué peut conduire à la pollution des aquifères. Des accidents, tels que la rupture d'une conduite ou d'un réservoir de stockage peuvent être causés par une installation défectueuse ou un entretien insuffisant, par des équipements vétustes, des actions perpétrées par un tiers (sabotage, collisions, etc.) et par des mouvements sismiques (affaissement du sol). Plus rarement, certaines conditions imprévues de forage peuvent déclencher l'explosion d'un puits et entraîner le déversement accidentel de vastes quantités de pétrole ou de gaz ainsi que des eaux de formation dans les eaux de surface.

Pollution de l'air

6. La perturbation des sols pendant les activités de construction, la circulation routière, l'érosion éolienne qui se produit sur les routes non revêtues et autres surfaces soulèvent de la poussière. La calcination des boues et des déchets provenant des puits ainsi que la combustion en torchère des gaz dégageront des émissions d'hydrocarbures. Les véhicules et équipements fonctionnant à partir d'essence ou de moteur à diesel produiront de l'oxyde de carbone (CO), de l'oxyde d'azote (No_x), etc. De petites quantités de gaz qui accompagnent l'exploitation pétrolière sont susceptibles d'être dégagées ou brûlées en torchère dont les émissions peuvent se composer, entre autres, de gaz sulfureux (H_2S), de CO_2 et de méthane. L'explosion d'un puits peut provoquer la libération accidentelle de gaz naturel, de sulfure d'hydrogène (H_2S) à grande échelle ou déclencher des incendies (accompagnés d'importantes émissions de No_x, So_x, CO et de particules solides en suspension).

Milieu terrestre

7. La construction de routes, de terrains d'aviation, de forages et d'installations de production nécessite le défrichement de la végétation et apporte généralement quelques modifications topographiques. Le défrichement des lignes sismiques dans les endroits où la végétation est dense peut s'avérer nécessaire, et il faudra, pendant toute la durée du projet, contrôler la végétation à proximité des puits, des pipelines, des réservoirs de stockage et des installations connexes de production. L'introduction d'espèces exotiques pour lutter contre l'érosion des sols, peut donner lieu à des modifications ou à la réduction de la végétation et par la même diminuer les quantités de fourrage pour le bétail, les habitats de la faune et la production de bois d'œuvre. Des régions écologiquement vulnérables, des habitats de la faune délicats et des espèces de plantes en danger risquent d'être accidentellement endommagés ou détruits. Les milieux humides peuvent être altérés par les routes d'accès et les stations de forage que l'on a drainés ou remblayés. La réduction ou la disparition d'habitats, ajoutée aux continuelles activités humaines se traduiront par le déclin de la faune et de la flore et conduire à la disparition d'espèces sensibles dans la région.

Enjeux socioculturels

8. Les opérations de prospection et d'exploration, étant de courte durée et non intensives, auront peu d'effets sur les autres activités existantes. Ces opérations peuvent, dans les régions écartées, être desservies par transport aérien et, par conséquent, ne pas avoir besoin de routes d'accès. En revanche, les activités de production entraveront les autres activités de développement de la région pendant toute la durée de

l'exploitation. La production effectuée dans les régions isolées nécessitera de nouvelles routes d'accès et l'aménagement d'une ou de plusieurs agglomérations.

9. Les travaux de construction et toutes les activités qui perturbent les terres sont susceptibles d'endommager ou de détruire accidentellement les ressources culturelles, les sites historiques ou d'importance religieuse pour les populations autochtones. La présence accrue d'êtres humains dans la région risque de donner lieu à des actes de vandalisme des sites non protégés.

10. Les activités de forage, de production et de transport ainsi que les installations de transformation représenteront, dans une certaine mesure, un obstacle pour les autres activités de développement de la région. Le bruit généré par le passage des camions et le trafic aérien, par les foreuses, les pompes et les unités de traitement sera également source de désagréments. L'immigration d'ouvriers peut surcharger les services publics, provoquer des conflits sur le plan économique, social et culturel et aller jusqu'à contraindre les populations locales à se déplacer. En outre, il existe le risque de voir se développer le phénomène d'« expansion et récession ». Le personnel chargé de la construction et des opérations d'exploitation initiale est, en règle générale, temporaire et rapidement remplacé par une équipe d'exploitation réduite mais permanente. Un déversement de pétrole sérieux, l'explosion d'un puits ou un incendie entraîneront l'intervention et le déploiement de vastes équipes de spécialistes bien équipées pour prendre les mesures d'urgence de lutte et de nettoyage, perturbant profondément, quoique temporairement, les communautés avoisinantes et les activités de la région.

Enjeux spécifiques

Régions côtières et milieux humides

11. On peut entreprendre l'exploration de milieux humides, de marais salants et de littoraux tout en évitant le plus possible que ces endroits ne soient perturbés en faisant appel à l'emploi périodique d'hélicoptères ou en construisant des voies d'accès temporaires. L'exploitation nécessitera une route d'accès, des tours de forage, des séparateurs et des réservoirs de stockage, des conduites de collecte et un pipeline. Des préoccupations particulières ont trait à la modification du régime hydrologique des milieux humides due à la construction de levées pour les routes et les pipelines, à la détérioration de la qualité de l'eau et de la végétation de ces milieux particulièrement productifs par des fuites ou des déversements de boues de forage, de pétrole, d'eaux de production et enfin, au recul de ces milieux pour faire place à des routes et à des stations de forage et de production. La construction de levées dans des eaux côtières peu profondes risque d'entraver le déplacement des poissons vers le littoral, si des ouvertures ne sont pas prévues, et d'avoir des effets sur les plages locales en raison de la modification des courants qu'elle entraîne.

Régions sensibles et espaces sauvages

12. L'exploration par voie aérienne de régions isolées permet d'éviter la construction de routes, mais nécessite de nombreux déplacements en gros hélicoptères (ou en avions-cargos, s'il existe des terrains d'atterrissage). Les bruits créés par le survol de ces engins peuvent troubler les espèces sensibles de la faune et diminuer le plaisir des visiteurs en quête d'espaces sauvages. Les activités de production nécessiteront la construction de routes et de pipelines ainsi que le raccordement à des équipements collectifs; l'accès plus facile risque d'encourager l'empiétement de ces espaces et de donner lieu à un développement induit, desquels peuvent s'ensuivre des conflits avec la population locale, la perturbation d'habitats fauniques sensibles ou la dégradation des espaces sauvages.

Solutions de remplacement aux projets

13. Outre la solution qui consiste à n'entreprendre aucune action ou à ne mettre en œuvre qu'un certain nombre des volets du projet, les solutions de remplacement eu égard aux activités et aux installations d'exploration et de production résident généralement dans le type de mesures d'atténuation requises. Un certain nombre de mesures d'accompagnement spécifiques peuvent être mises en place pour qu'elles correspondent à un projet en particulier. Ainsi, les pipelines étant un moyen de transport généralement privilégié par rapport aux camions, les solutions de remplacement devraient inclure les différents tracés possibles. Divers emplacements devraient aussi être examinés dans le cas des installations de traitement.

Gestion et formation

14. Des réglementations adéquates, leur application effective et un personnel d'inspection compétent sont nécessaires pour qu'un projet d'exploitation à terre de gaz et de pétrole ne représente pas de risques pour les employés, le public en général et pour l'environnement. L'installation, l'inspection et l'entretien de tous les équipements de sécurité requis, ainsi que l'entraînement des employés à leur manipulation au moyen de cours théoriques et d'exercices d'entraînement, sont des aspects importants sur lesquels il faut mettre l'accent lors de l'exploration, de la mise en place des installations et de la production. Il importerait de tenir compte, parmi les éléments clés à examiner, des blocs obturateurs de puits, de l'équipement de lutte contre les incendies, des détecteurs de gaz, des moyens de protection contre les sulfures d'hydrogène, des dispositifs d'évacuation des derricks et des capacités d'intervention en cas de déversement. Il est essentiel que des mécanismes de contrôle de pression et de coupure automatique soient installés sur les pipelines et qu'ils soient inspectés et testés périodiquement. La formation du personnel et les mesures de sécurité dans les installations de traitement, sont typiques de ceux qu'on trouve dans un complexe de production chimique, mais mettent davantage l'accent sur la lutte contre les incendies, la détection et le contrôle des gaz et l'intervention en cas de déversement.

Suivi

15. Le suivi porte en général sur les émissions atmosphériques et les rejets de déchets produits par les plates-formes de forage et les installations de traitement; il inclut des inspections visuelles des fosses à boue des digues de réservoirs et des terrains autour des puits, le long des pipelines, près des citernes et des points de transbordement en vue de détecter des déversements ou des fuites. Il se peut qu'il faille imposer des mesures spécifiques de surveillance qui détecteront les effets rapides sur des ressources spécifiques suivies aussitôt par les mesures d'accompagnement nécessaires. La surveillance des installations de traitement inclut le contrôle de la qualité de l'air par un échantillonnage sur l'emplacement et dans ses environs (échantillonneurs automatiques); des inspections visuelles quotidiennes visant à détecter les déversements éventuels provenant des réservoirs, des pipelines et des points de transbordement; des contrôles fréquents des eaux de surface en aval (visuellement et par des analyses d'eau); et enfin, un échantillonnage périodique des eaux souterraines sur l'emplacement et en aval (puits de surveillance).

Tableau 10.7. Exploitation à terre du gaz et du pétrole

Impacts potentiels négatifs	Mesures d'atténuation
Impacts directs	
1. Perturbation des ressources patrimoniales, des lieux historiques, de la végétation, des milieux humides, des réseaux hydrographiques et de la faune.	1. • Exiger la réalisation d'inventaires des ressources dans les secteurs pouvant être touchés par le projet, avant toute perturbation. Ces inventaires sont, en règle générale, les suivants : • inventaire des ressources culturelles et historiques • inventaire de la faune et de la flore • détermination des éléments remarquables du paysage • inventaire des conduites et des câbles en place • Les mesures d'atténuation mises de l'avant pour répondre à des conflits d'utilisation des ressources peuvent porter sur : • l'évitement de ces ressources • le calendrier des opérations • la récupération et le sauvetage des ressources culturelles et historiques • la compensation des pertes, en protégeant ou en améliorant des ressources comparables ailleurs dans la région
2. Dégradation des eaux de surface par l'érosion des sols suite à la perturbation des terrains exploités, le rejet des boues de forage et des eaux de production, les déchets produits par les ouvrages et les équipements d'entretien ainsi que par les déchets sanitaires et ménagers.	2. • Contrôler le ruissellement pluvial et restaurer le couvert végétal des surfaces perturbées aussi rapidement que possible. • Enfouir les boues et les résidus de forage. • Réinjecter les eaux de gisement qui sont extraites.

Tableau 10.7. Exploitation à terre de gaz et de pétrole (suite)

Impacts potentiels négatifs	Mesures d'atténuation
Impacts directs (suite)	
	• Faire appel à des pratiques d'entretien diligentes sur les lieux de forage et de production, de manière à éviter le plus possible les fuites et les déversements. • Procéder au traitement des déchets et des eaux usées domestiques ainsi que des eaux de nettoyage et des solvants avant leur élimination, afin de satisfaire les normes de qualité de l'eau. • Entreprendre rapidement les mesures de nettoyage après un déversement (pétrole, boues de forage, eaux de formation). • Établir des normes de qualité pour tous les rejets d'eaux usées.
3. Appauvrissement de la qualité de l'air dû aux émissions produites par les opérations de routine.	3. • Requérir que des dispositifs appropriés de contrôle de la pollution soient installés sur les générateurs et les pompes à moteur diesel et exiger des mesures de contrôle des vapeurs d'hydrocarbure pour tous les points de transbordement de pétrole et de gaz. • Exiger que les interventions de nettoyage de déversements de pétrole soient effectuées rapidement. • Réduire le plus possible les émanations de gaz durant les activités de production.
4. Dépérissement ou baisse de la reproduction des espèces sauvages due à la perturbation ou la disparition d'habitats, aux accidents de la route et à la chasse.	4. • Restreindre ou interdire les activités qui perturbent les habitats et les milieux humides d'importance.

Tableau 10.7. Exploitation à terre de gaz et de pétrole (suite)

Impacts potentiels négatifs	Mesures d'atténuation
	• Signaliser les points de passage d'animaux sauvages. • Interdire le port d'armes dans la région.
5. Modification de la végétation et introduction d'espèces exotiques.	5. Exiger une prompte remise en état des espaces perturbés et la restauration du couvert végétal à l'aide d'espèces locales.
6. Dégradation ou disparition de la végétation (et appauvrissement des sols) dus aux rejets ou aux déversements des eaux de production, de pétrole et de boues de forage.	6. • Requérir des dispositifs de prévention d'explosion ainsi que des mesures de contrôle et de nettoyage immédiat des déversements de pétrole et d'eaux de gisement. • Limiter la perturbation des sols et le défrichement de la végétation au minimum requis pour une exploitation sans danger.
7. Utilisations conflictuelles des terres.	7. • Consulter les utilisateurs des terres lors de la détermination de l'accès à l'emplacement, des terrains d'aviation, des lignes de transmission et, autant que faire se peut, des installations de production. • Permettre aux autres utilisations des terres de se poursuivre sur le site si celles-ci sont compatibles avec les opérations.
8. Dégradation des régions isolées due à un accès rendu plus facile et à leur plus grande exploitation.	8. • Accéder aux régions isolées par voie aérienne durant les premières phases de l'exploration. • Limiter l'utilisation des routes d'accès. • Supprimer les routes d'accès et remettre les terrains en état à la fin de l'exploitation.

Tableau 10.7. Exploitation à terre de gaz et de pétrole (suite)

Impacts potentiels négatifs	Mesures d'atténuation
Impacts directs (suite)	
	• Réduire le plus possible l'expansion de la communauté en procédant à la rotation des équipes de travail et en empêchant qu'elles ne s'installent à titre permanent.
9. Détérioration des routes, accidents et encombrements provoqués par le passage de camions sur les voies routières locales.	9. • Respecter les limites de charge des routes. • Construire des routes capables de supporter les charges et procurant une bonne visibilité. • Faire en sorte que les routes soient bien signalisées, les véhicules bien entretenus et que les conducteurs soient expérimentés et bien informés en matière de sécurité. • Requérir des moyens de transports en groupes ou fournir un réseau d'autobus.
10. • Désagréments visuels que représente la présence de puits, de réservoirs et d'installations de production. • Défrichement de l'emprise des pipelines, des équipements collectifs, des routes et des installations de traitement.	10. • Peindre les structures pour que celles-ci se fondent dans le paysage (végétation et ciel). • Éviter le contraste des couleurs. • Installer les équipements collectifs le long des couloirs. • Éviter le défrichement complet et garder une variété d'espèces végétales dans les emprises.
11. Nuisances sonores aux populations humaines et à la faune provoquées par les relevés sismiques, les activités de forage, de pompage et par les installations de traitement.	11. • Éviter les relevés sismiques, les vols en basse altitude et toute autre source brutale de bruits intensifs dans des régions qui abritent des espèces sauvages vulnérables, particulièrement durant la saison

Tableau 10.7. Exploitation à terre de gaz et de pétrole (suite)

Impacts potentiels négatifs	Mesures d'atténuation
Impacts directs (suite)	
	d'accouplement et de nidification. • Exiger des pots d'échappement silencieux sur les appareils équipés d'un moteur diesel.
12. Perte d'oiseaux et d'animaux dans les fosses à boue.	12. Réduire le plus possible l'étendue et le nombre des fosses et exiger qu'elles soient drainées, fermées ou recouvertes de filets immédiatement après usage.
13. Accidents parfois fatals.	13. • Exercices d'entraînement périodiques et continuels rappels des mesures de sécurité pour l'ensemble du personnel chargé des activités d'exploitation. • Prescrire des exercices périodiques de répétition des procédures d'urgence. • Veiller à ce que tous les visiteurs soient informés des dangers encourus et des précautions de sécurité à prendre. • Faire en sorte qu'un équipement approprié de sécurité et de secours soit disponible et que les employés aient été instruits à s'en servir. • Installer des soupapes de sûreté dans les puits d'extraction du gaz.
14. Pollution des nappes souterraines.	14. Exiger de bonnes pratiques de forage soient appliquées, que tous les aquifères soient protégés par le cuvelage des puits ou autres moyens d'étanchéification.

Tableau 10.7. Exploitation à terre de gaz et de pétrole (suite)

Impacts potentiels négatifs	Mesures d'atténuation
Impacts directs (suite)	
	• Protéger tous les aquifères avant la fin du creusement des puits ou lorsque ceux-ci sont abandonnés. • Assurer l'étanchéité de toutes les fosses où sont stockés les boues et les déchets liquides.
15. Accroissement de la demande de services publics et d'équipements collectifs des communautés locales, conflits sociaux et culturels, risque de désagrégation du tissu social (phénomène d'essor et de récession).	15. • Exiger des études de préparation au projet et des examens socio-économiques des communautés pouvant être affectées afin de déterminer les effets que l'exploitation peut avoir sur les services, l'infrastructure, les risques de démembrement des communautés et de conflits. • On peut répondre à ces problèmes de diverses façons : • subventions aux communautés • prêts • avances sur impôts • échelonnement de l'exploitation du pétrole et du gaz • construction des équipements collectifs nécessaires • Il conviendrait d'établir aussitôt que possible et de maintenir pendant toute la durée du projet, des relations de collaboration et d'ouverture avec les communautés locales. • Il importerait d'inciter le personnel du projet à prendre part aux affaires de la communauté.

Tableau 10.7. Exploitation à terre de gaz et de pétrole (suite)

Impacts potentiels négatifs	Mesures d'atténuation
Impacts directs (suite)	
16. Rapports conflictuels avec les cultures locales, les traditions et les styles de vie.	16. • Informer et veiller à ce que tous les employés soient conscients et sensibles aux cultures, aux traditions et aux styles de vie de la région. • Faire en sorte que les dirigeants des communautés soient informés des activités prévues par le projet, reçoivent l'aide nécessaire pour leur permettre de déterminer quels effets sont pour eux problématiques et assurer qu'ils expriment leurs opinions concernant les mesures d'atténuation. • Tenir les travailleurs à l'écart de la communauté locale peut constituer une mesure d'atténuation.
17. Affaissement des sols.	17. Réinjecter les eaux de formation qui sont extraites et injecter de l'eau pour remplacer les volumes de pétrole prélevés.
18. Utilisation des eaux de surface ou des eaux souterraines.	18. • Prélever l'eau des aquifères qui ne sont pas exploités. • L'eau non potable peut servir aux activités de forage, à l'arrosage des routes et à l'irrigation.

PROJETS HYDROÉLECTRIQUES

1. Les projets hydroélectriques comprennent des barrages, des réservoirs, des canaux, des vannes, des salles de machines et des postes transformateurs nécessaires à la génération d'électricité. Le barrage ainsi que le réservoir peuvent être polyvalents; si les caractéristiques des chutes pluviales du bassin versant et du débit du cours d'eau le permettent et que les modes d'utilisation des eaux et de l'électricité soient propices, les retenues hydroélectriques peuvent également fournir l'un ou les services suivants : irrigation, lutte contre les crues, alimentation en eau, aires de loisirs, activités de pêche, navigation, lutte contre la sédimentation, contre les embâcles de glace et l'érosion de lac glaciaire. Cela dit, toutes ces utilisations des eaux retenues derrière les barrages sont antagoniques et chacune risque de comporter une règle d'exploitation diurne ou annuelle différente.

2. L'opérateur d'un projet hydroélectrique optimisera les avantages énergétiques en variant le niveau du réservoir selon une règle d'exploitation proche de la trajectoire de remplissage du réservoir durant une année très sèche. À l'époque des crues et pour lutter contre les inondations, l'opérateur abaissera le niveau du réservoir de façon à retenir un volume maximum des eaux de crues disponibles lorsque la saison des pluies commence. Les bassins d'irrigation seront remplis et les eaux relâchées selon les saisons de croissance des cultures irriguées. La planification du projet et du développement de la règle d'exploitation devrait résoudre les conflits d'exploitation.

3. Les projets hydroélectriques nécessitent la construction de lignes de transmission qui distribuent l'électricité aux usagers. Cet aspect du projet est traité à la section « Réseaux de transport d'électricité ».

Impacts potentiels sur l'environnement

4. La construction et l'opération d'un barrage et d'un bassin réservoir sont à la source des impacts qu'un projet hydroélectrique fait peser sur l'environnement (cf. « Barrages et bassins de retenue »). Des projets de barrages d'envergure apportent des changements irréversibles à l'environnement d'une vaste région géographique et sont, pour cette raison, susceptibles d'avoir des impacts considérables. De tels projets n'ont cessé, ces dix dernières années, d'essuyer de nombreuses critiques. Les opposants à ces projets soutiennent que les coûts sociaux, économiques et environnementaux que d'un barrage l'emportent sur les bénéfices et, dans cette mesure, il est impossible de justifier la construction d'un grand projet. D'autres soutiennent que l'on peut, dans certains cas, éviter ou réduire, de façon acceptable, les coûts pour la communauté et l'environnement en évaluant soigneusement les problèmes à craindre et en mettant en œuvre des mesures correctives appropriées.

5. L'aire d'influence d'un barrage et de son réservoir s'étend des limites supérieures du réservoir jusqu'à l'embouchure du cours d'eau. Elle englobe le réservoir, les barrages et la vallée fluviale en aval du barrage et, le cas échéant, l'estuaire et les secteurs côtiers. S'il est vrai qu'il existe des effets sur l'environnement directs liés à la construction du barrage (p. ex. formation de poussière, phénomènes d'érosion, emprunt et problèmes d'évacuation), l'endiguement des eaux, l'inondation des terres pour former le bassin et l'altération du débit des eaux en aval représentent les plus grands impacts. Ces effets influent directement sur les sols, la végétation, la faune et les habitats naturels, sur la pêche, le climat et les populations humaines de la région (cf. le tableau 10.8 en fin de section qui donne d'autres exemples et recommande des mesures d'atténuation).

6. Parmi les effets indirects du barrage se trouvent ceux qui sont liés à la construction, à l'entretien et à l'exploitation (p. ex. routes d'accès, d'habitations pour les ouvriers et lignes de transport d'électricité) qui sont connexes au développement des activités agricoles, industrielles et municipales rendues possibles par le barrage.

7. En plus des effets directs et indirects que représente la construction du barrage sur l'environnement, il convient d'examiner également les impacts de l'environnement sur l'ouvrage lui-même. L'essentiel des facteurs du milieu qui agissent sur le fonctionnement et la durée de vie du barrage sont causés par les utilisations des terres, de l'eau et des autres ressources disponibles dans les aires du bassin versant en amont du réservoir (p. ex. agriculture, établissements humains et défrichement forestier) pouvant provoquer un envasement accru ainsi que des modifications de la qualité et de la quantité des eaux dans le réservoir et en aval du barrage. Ces problèmes sont généralement pris en considération dans les études d'ingénierie.

8. La production d'électricité que rend possible un projet hydroélectrique est un avantage indéniable qui permet de développer l'économie et d'améliorer la qualité de vie des populations desservies. Les projets hydroélectriques sont à forte intensité de main-d'œuvre et fournissent, par conséquent, des possibilités d'emplois. Les routes et autres types d'infrastructure peuvent offrir aux populations locales un accès facilité aux marchés où seront vendues leurs récoltes, aux établissements scolaires, aux centres de soins et autres services sociaux. Par ailleurs, l'hydroélectricité est une source d'énergie de substitution aux combustibles fossiles ou à l'énergie nucléaire, qui répond à la demande en énergie tout en évitant de produire des eaux réchauffées, des émissions atmosphériques, des cendres ou des déchets radioactifs. Si le réservoir est véritablement polyvalent, autrement dit, si les diverses fonctions énoncées dans l'analyse économique sont vraiment compatibles, celui-ci comportera d'autres avantages tels que le contrôle des crues et une alimentation en eau plus fiable, dont bénéficieront les usagers et les exploitants agricoles et industriels. L'intensification de l'agriculture à l'échelle locale, due à l'irrigation, permet d'atténuer la pression exercée sur les forêts intactes, sur les habitats restés vierges ou sur des terres qui ne conviennent pas à l'agriculture. En outre, les barrages, permettent l'établissement de pêcheries sur les réservoirs et offrent des possibilités d'activités agricoles sur la partie du rivage soumise aux variations du niveau du réservoir, ce qui, dans certains cas, peut largement compenser les pertes que ces secteurs ont subies à cause de la construction du barrage.

Enjeux spécifiques

Effets hydrologiques et limnologiques

9. L'endiguement d'un cours d'eau et la création d'un milieu lacustre ont de graves conséquences sur le système hydrologique et limnologique d'un bassin versant. De profonds changements apparaissent dans le régime hydrique, dans la qualité, la quantité et l'utilisation de l'eau, dans le biote aquatique ainsi que dans le processus de sédimentation. Les projets hydroélectriques, en particulier, sont de nature à créer de profonds changements dans le débit en aval, le stockage et les déversements d'eau dépendant davantage des fluctuations de la demande en énergie que des cycles hydrologiques auxquels est adapté le milieu riverain en aval.

10. La décomposition des matières organiques sur les terres inondées crée un milieu riche en éléments nutritifs. Les engrais employés en amont peuvent s'ajouter aux substances nutritives qui s'accumulent et se recyclent dans le réservoir. Ce processus favorise, non seulement, une pêcherie active sur le réservoir, mais stimule aussi la croissance de plantes aquatiques telles que les laitues et les jacinthes d'eau. Les mauvaises herbes et les algues peuvent constituer de coûteuses nuisances, si elles obstruent le déversoir du barrage et les canaux d'irrigation, nuisent aux activités de pêche et de loisirs, augmentent les coûts de traitement des eaux, entravent la navigation et aggravent sensiblement la perte d'eau due à la transpiration.

11. Si les terres inondées sont très boisées et n'ont pas été suffisamment défrichées au préalable, le processus de décomposition épuisera la quantité d'oxygène dans l'eau qui, à son tour, influera sur la vie aquatique, pouvant entraîner la mort de nombreux poissons. Les substances produites par la décomposition anaérobie comprennent des sulfures d'hydrogène, qui rongent les turbines génératrices et sont nocives pour les organismes aquatiques, ainsi que du méthane, un gaz explosif et à effet de serre.

12. L'oxygène s'appauvrit généralement, en premier lieu, dans les eaux profondes où les bactéries en décomposition consument l'oxygène qui n'est pas remplacé par le processus de photosynthèse. Quand les ouvrages de prises d'eau nécessaires à la génération d'énergie sont situés au plus bas niveau des bassins, comme cela est généralement le cas, les eaux relâchées par les turbines peuvent être pauvres en oxygène et contenir des sulfures d'hydrogène. Ces eaux risquent également d'être plus faibles en pH et plus froides que les eaux de surface. Le relâchement de telles eaux sont susceptibles de nuire aux communautés végétales et animales présentes dans le cours d'eau en aval du barrage.

13. Les particules en suspension charriées par le fleuve se déposent dans le bassin et, par là même, limitent sa capacité de stockage et sa durée de vie tout en privant les eaux en aval de ces sédiments. De nombreuses régions agricoles des plaines alluviales ont toujours reposé sur l'apport périodique d'alluvions riches en substances nutritives pour assurer une productivité durable. L'absence d'apports sédimentaires implique qu'il faille recourir aux engrais pour maintenir la productivité agricole. Les déversements quasiment dépourvus de sédiments risquent d'affouiller le lit du fleuve (pouvant être aussi bien bénéfiques que préjudiciables, selon les circonstances).

14. L'altération des niveaux des nappes phréatiques en amont et en aval du réservoir ainsi que l'intrusion d'eau saline dans les estuaires, dont les impacts sur le milieu naturel sont directs, affectant les usagers en aval, font partie des autres effets des modifications hydrologiques apportées au bassin fluvial.

Impacts sociaux

15. S'il est vrai que, bien souvent, les communautés et les industries éloignées du barrage hydroélectrique en bénéficient, les habitants de la région inondée qui, en règle générale, supportent les coûts sociaux et environnementaux les plus lourds causés par la construction du barrage, ne recevront pas nécessairement une part équitable des revenus. Le remplissage du réservoir peut impliquer le déplacement des habitants vivant sur ces terres (dans certains projets, ces populations atteignent des centaines de milliers ou plus d'un million de personnes) et avoir un énorme retentissement sur ces populations et sur celles qui vivent dans les régions de réinstallation (se reporter à la section du chapitre 3 intitulée « Déplacement de populations » qui traite de cette question). Il arrive souvent que l'accès à l'eau, à la terre et aux ressources biotiques soit restreint pour les habitants qui sont restés. Les changements apportés au débit du cours d'eau ainsi que la réduction des dépôts de limon perturbent la pêche artisanale riveraine et l'agriculture traditionnelle de décrue. Les plaines alluviales des régions tropicales occupent de vastes étendues dont profitent les êtres humains et les animaux. Quand celles-ci s'amenuisent et que l'utilisation des terres doive subir des modifications, ces populations sont contraintes de se déplacer. Par ailleurs, les maladies transmises par l'eau (le paludisme, la schistosomiase, l'onchocercose et l'encéphalite), si elles sont endémiques dans la région, risquent d'augmenter de fréquence avec la création d'un bassin de retenue et les structures de gestion de l'eau qui y sont associées.

16. L'afflux, contrôlé ou non, de groupes de population dans la région, composés d'ouvriers employés à la construction des ouvrages, du personnel chargé de la centrale électrique, d'ouvriers saisonniers attirés par des activités que stimule le barrage et de population rurale qui, grâce aux routes, aux lignes de transmission ou à l'amélioration de la navigation, ont désormais accès à la région, donnent naissance à des problèmes sociaux et environnementaux (cf. les sections du chapitre 3 consacrées au « Développement induit » et au « Peuplement de nouvelles terres »). Ils se traduisent par des problèmes de santé, une surcharge des services publics, une concurrence pour les ressources disponibles, des conflits sociaux et influent négativement sur l'environnement du bassin versant, de la retenue et du bassin fluvial en aval.

Ressources halieutiques et espèces sauvages

17. Comme il a déjà été dit, en raison de l'altération du débit, de la détérioration de la qualité de l'eau, de la régression des aires de frai et des barrières physiques qui entravent la migration des poissons, on peut s'attendre à ce que les ressources halieutiques du cours d'eau s'amenuisent. Par contre, une pêcherie établie sur le réservoir s'avère parfois plus riche que les ressources halieutiques présentes antérieurement dans le cours d'eau.

18. Dans les cours d'eau dont les estuaires sont biologiquement très riches, les poissons et les crustacés estuariens et marins souffrent des changements du débit et de la qualité de l'eau. Les transformations apportées au débit du cours d'eau modifient le taux de salinité de l'estuaire qui, à son tour, affectera la répartition des espèces et le cycle de reproduction des poissons. La diminution de la quantité d'éléments nutritifs et la dégradation de la qualité des eaux fluviales peuvent également avoir de profondes conséquences sur la productivité de l'estuaire. Ces changements peuvent avoir des effets majeurs sur les espèces marines qui s'y nourrissent ou qui y vivent temporairement, ou qui sont sensibles aux changements dans la qualité des eaux du littoral.

19. La disparition des habitats représente l'impact le plus grave que le remplissage d'un réservoir et le changement d'affectation des terres dans le bassin versant ont sur les espèces sauvages. De plus, il se peut que le réservoir et les aménagements connexes dérangent les cycles migratoires. Le braconnage aussi bien que la destruction d'espèces estimées nuisibles pour l'agriculture ont des effets plus sélectifs. Par contre, la création d'un bassin de retenue peut être propice à l'expansion de la faune aquatique dont font partie l'avifaune, les reptiles et les amphibiens.

Sismicité induite

20. Même si un lien entre la création de réservoirs et des activités sismiques ait été maintes fois établi, il reste difficile de calculer la probabilité de mouvements sismiques provoqués par un réservoir dans une région asismique. Dans les régions sismiques, la création d'un réservoir risque d'accélérer l'avènement d'un tremblement de terre et éventuellement de donner naissance à des incidents plus fréquents mais moins destructeurs. L'évaluation des impacts sur l'environnement devrait examiner ces deux phénomènes.

Gestion de bassins versants

21. Il n'est pas rare que les secteurs situés en amont d'un barrage aient à subir une pression accrue due à la réinstallation planifiée de populations provenant des régions inondées ou à l'afflux spontané de nouveaux venus dans le bassin versant. La dégradation de l'environnement de ces secteurs et de la qualité de l'eau, aussi bien que l'augmentation de la sédimentation dans le réservoir, proviennent du défrichement de forêts pour l'agriculture, de l'utilisation accrue des terres comme pâturages, de l'emploi de produits chimiques agricoles et de la coupe d'arbres pour la production de bois d'œuvre ou de bois de feu. Les changements d'utilisation des terres en aval du barrage influe, de la même façon, sur la qualité et la quantité de l'eau alimentant le cours d'eau. Pour toutes ces raisons, il est essentiel que la conception et la gestion des projets de barrages s'inscrivent dans le cadre de plans d'aménagement de bassins versants ou d'aménagement régional couvrant les terres situées tant en amont qu'en aval de l'ouvrage.

Solutions de remplacement aux projets

22. Il existe un certain nombre de solutions de rechange aux projets hydroélectriques qui peuvent, séparément ou en combinaison, influencer la taille, l'emplacement et le déroulement du projet proposé.

- Modifier la demande en énergie grâce à des mesures de conservation et d'amélioration de l'efficacité ou à des restrictions sur la croissance régionale.

- Recourir à des centrales thermiques ou à des sources d'énergie de remplacement, notamment la cogénération, par l'industrie, à partir de petites centrales hydrauliques, et le biogaz.

- Examiner les possibilités de situer le barrage sur un cours d'eau déjà endigué en diversifiant les fonctions d'un barrage déjà en place.

- Situer le barrage en un endroit où les impacts négatifs et sociaux seront aussi minimes que possible.

- Ajuster la hauteur du barrage, l'étendue des secteurs inondés et modifier la conception du barrage de manière à atténuer les impacts négatifs sur l'environnement.

Gestion et formation

23. La gestion d'un projet hydroélectrique dont le seul but est de produire de l'électricité incombe généralement à un service d'électricité public ou privé. Des bassins de retenue à usages polyvalents peuvent être administrés ou surveillés par des agences gouvernementales ayant une autorité plus étendue qui leur permet d'allouer des quantités d'eau aux utilisations concurrentes, s'il n'est pas rare de voir, dans certains pays, la compagnie d'électricité fournir et gérer les aires de loisirs destinées au public et vendre l'excédent d'eau à d'autres usagers. Il est important, quel que soit le système, que l'on prévoie une coordination de l'aménagement des sols et des utilisations de l'eau du bassin versant et de la région. Cette tâche est bien souvent accomplie par une autorité responsable du bassin fluvial ou par une autre entité régionale. La section consacrée aux « Barrages et bassins de retenue » apporte de plus amples informations en la matière.

24. L'organisme chargé de l'exploitation du barrage et du bassin de retenue devrait être responsable de la collecte des données de base, de la construction et de la gestion du barrage, de la stratégie d'ensemble de l'affectation de l'eau accompagnée de plans de gestion nécessaires à la réglementation de la retenue et de la lutte contre les vecteurs de transmission de maladies. La pratique devenue courante et le plus souvent recommandée consiste à ce que l'organisme chargé de l'exploitation établisse une unité de gestion de l'environnement à l'échelle du projet. L'organisme chargé de l'exploitation devrait aussi être consultée dans la planification de l'alimentation municipale en eau et des installations de traitement, et il faudrait l'informer et lui permettre de donner son avis à propos de demandes de permis autorisant d'importants prélèvements d'eau et le déversement d'eaux usées en amont.

25. L'agence sectorielle responsable des questions énergétiques devrait assurer, à la fois sur le plan stratégique que de la mise en œuvre, une coopération intersectorielle entre les ministères de l'agriculture, de la pêche, des forêts, de l'élevage et des pâturages, de la protection de la faune et de la flore, de la santé, du tourisme, des plans municipaux, industriels et des transports.

26. Il importerait qu'un programme de suivi de l'environnement et des questions économiques soit établi. La mise en œuvre de ce suivi pourrait être effectuée par une agence d'exécution et par l'organisation chargée de l'exploitation ou encore, si elle existe, par l'autorité responsable du bassin fluvial. Parmi les champs d'expertise nécessaires à l'élaboration de ce programme et à l'interprétation des résultats obtenus

pourraient figurer l'hydrologie, la limnologie, les domaines concernant la pêche, la foresterie ou la botanique, l'écologie de la flore et de la faune, la gestion de l'élevage et des pâturages, la sociologie rurale et la santé.

27. Il conviendrait, en vue de bénéficier le plus possible des avantages qu'offrent la formation, que le personnel du projet chargé de l'environnement soit constitué dès le début et participe à l'évaluation des impacts sur l'environnement, à la détermination des mesures d'atténuation, à l'élaboration du programme de suivi et à la supervision de la construction. De cette façon, il sera plus à même de comprendre les aspects du projet en matière d'environnement et de mener à bien la gestion du suivi et de l'environnement.

Suivi

28. Bien qu'il n'existe pas de programme standard de suivi pour un projet hydroélectrique, l'évaluation des impacts sur l'environnement devra comporter un programme conçu spécifiquement pour le projet. Le choix, parmi les aspects suivants, de ceux qui seront couverts par le programme de suivi, dépend des besoins en information de gestion :

- précipitation
- volume des eaux dans le réservoir
- volume annuel de sédiments déposés dans le réservoir
- qualité de l'eau au niveau du barrage et à divers endroits du cours d'eau, en tenant compte de :
- salinité
- pH
- température
- conductivité électrique
- turbidité
- oxygène dissous
- matières en suspension
- phosphates
- nitrates
- débit à divers endroits en aval du cours d'eau
- volume des eaux utilisées, par type d'affectation, au bassin et en aval
- génération de sulfure d'hydrogène et de méthane au droit du barrage
- échantillonnage limnologique de la microflore, de la microfaune, des herbes aquatiques et des organismes benthiques
- études d'évaluation des ressources halieutiques (espèces, taille des populations) dans le cours d'eau et dans le réservoir
- espèces sauvages (espèces, nombre, distribution)
- bétail (espèces, nombre, distribution, état)
- changements de la végétation (couverture, espèces, composition, taux de croissance, biomasse) dans la partie supérieure du bassin versant, dans la zone d'abaissement du niveau du réservoir et en aval
- impacts sur la faune, les espèces ou les communautés de plantes écologiquement distinctes
- santé publique et vecteurs de transmission de maladies
- émigration ou immigration de populations dans la région
- changements de conditions économiques et sociales des populations déplacées et de celles qui sont restées dans le bassin versant.

Tableau 10.8. Projets hydroélectriques

Impacts potentiels négatifs	Mesures d'atténuation
Impact directs	
1. Effets négatifs des ouvrages sur l'environnement : • pollution de l'air et de l'eau engendrée par la construction et l'évacuation des déchets • érosion des sols • destruction de la végétation • problèmes d'hygiène et de santé provenant des campements d'ouvriers	1. Adopter les mesures suivantes afin d'en atténuer les impacts : • lutte contre la pollution de l'air et de l'eau • soin apporté à la localisation des campements, des constructions, des zones d'emprunt, des carrières et des décharges • précautions à prendre en vue de restreindre les actions érosives • remise en valeur des terres
2. Bouleversement du cadre de vie des communautés résidant dans le secteur inondé.	2. • Réinstaller les communautés dans des régions appropriées. • Les compenser financièrement pour les ressources perdues. • Fournir une infrastructure et des services de santé adéquats ainsi que des possibilités d'emploi.
3. Perte de terres (agricoles, forestières, de pâturage et de régions humides) inondées pour la création d'un bassin de retenue.	3. • Situer le barrage aux fins d'éviter les pertes. • Réduire la taille du barrage et du bassin de retenue. • Protéger dans la région des terres d'une superficie égale aux pertes. • Rendre utilisables des terres qui ne l'étaient pas auparavant de manière à compenser les pertes.
4. Disparition des sites historiques, culturels et ayant un attrait esthétique.	4. • Situer le barrage ou réduire la taille du réservoir de manière à éviter ou à diminuer les pertes.

Tableau 10.8. Projets hydroélectriques (suite)

Impacts potentiels négatifs	Mesures d'atténuation
Impacts directs (suite)	
5. Disparition des espaces et des habitats naturels.	5. • Protéger le patrimoine culturel et, à défaut de pouvoir le faire, prévoir des opérations de sauvetage. • Situer le barrage et réduire la taille du réservoir de manière à éviter ou à diminuer les pertes. • Créer des parcs ou des réserves en compensation. • Secourir et réinstaller les animaux.
6. Prolifération de mauvaises herbes dans le réservoir et en aval de celui-ci, qui entrave le déversement des eaux du barrage, l'irrigation et la navigation, et qui met en péril les ressources halieutiques et accroît les pertes en eau causées par le processus de transpiration.	6. • Défricher préalablement la végétation ligneuse dans le secteur qui sera inondé (enlèvement des éléments nutritifs). • Prévoir des mesures de désherbage. • Faucher les mauvaises herbes et les recycler en compost, en fourrage ou en biogaz. • Régulariser les déversements du barrage et contrôler les niveaux d'eau de manière à enrayer la croissance des mauvaises herbes.
7. Détérioration de la qualité de l'eau dans le réservoir.	7. • Défricher préalablement la végétation ligneuse dans le secteur qui sera inondé. • Contrôler l'utilisation des terres, les déversements d'eaux usées et l'application d'engrais et de pesticides dans le bassin versant. • Limiter la durée de rétention des eaux dans le réservoir.

Tableau 10.8. Projets hydroélectriques (suite)

Impacts potentiels négatifs	Mesures d'atténuation
Impacts directs (suite)	
	• Prévoir des déversements à niveaux multiples pour éviter le déversement d'eau anoxique.
8. Sédimentation dans le réservoir et diminution de sa capacité de stockage.	8. • Contrôler l'utilisation des terres situées dans le bassin versant (pour éviter, en particulier, la conversion des forêts en terres agricoles). • Reboiser ou adopter des mesures de conservation des sols dans les bassins versants (effet limité). • Enlever les sédiments par voie hydraulique (curage, vannage, déclenchement de courant de densité). • Exploiter le réservoir de manière à éviter le plus possible la sédimentation (responsable de pertes énergétiques).
9. Accumulation de sédiments à l'entrée du réservoir, provoquant refoulement, crue ou engorgement en amont.	9. Enlever les sédiments par des méthodes de curage et de vannage.
10. Affouillement du lit du cours d'eau en aval du barrage.	10. Élaborer une méthode efficace de piégeage et de relâchement des sédiments (curage et vannage des sédiments) de façon à accroître la teneur en sel des eaux déversées.
11. Déclin de l'agriculture de décrue.	11. Régler les déversements du barrage de façon à reproduire, au mieux, les crues naturelles.
12. Salinisation des plaines alluviales.	12. Régulariser les débits afin d'en atténuer les conséquences.

Tableau 10.8. Projets hydroélectriques (suite)

Impacts potentiels négatifs	Mesures d'atténuation
Impacts directs (suite)	
13. Intrusion d'eau salée dans l'estuaire ou l'embouchure.	13. Assurer un débit minimum pour éviter les remontées.
14. Perturbation des pêcheries fluviales en raison des changements de débit du cours d'eau, des obstacles à la migration des poissons et de la dégradation de la qualité de l'eau et de ses caractéristiques limnologiques.	14. • Assurer un débit minimum pour les pêcheries. • Prévoir des passes ou d'autres moyens de passage des poissons. • Protéger les frayères. • Développer l'aquaculture et établir des pêcheries sur le réservoir pour compenser les pertes.
15. Dommages causés aux filets de pêche par la végétation submergée dans le réservoir.	15. Défricher de façon sélective la végétation avant submersion.
16. Augmentation des maladies reliées à l'eau.	16. • Concevoir et opérer le barrage de manière à contrôler les habitats des vecteurs de maladies. • Contrôler les vecteurs de maladies. • Prophylaxie et traitement des maladies.
17. Demandes conflictuelles d'utilisation des ressources en eau.	17. • Planifier et gérer le barrage d'après les programmes de développement régionaux. • Répartir équitablement les ressources en eau entre grands et petits utilisateurs et entre les divers secteurs de la vallée.

Tableau 10.8. Projets hydroélectriques (suite)

Impacts potentiels négatifs	Mesures d'atténuation
Impacts directs (suite)	
18. Perturbation sociale et diminution de la qualité de vie des communautés déplacées.	18. • Maintenir la qualité de vie des populations en veillant à ce que les ressources disponibles soient au moins égales à celles auxquelles elles avaient accès. • Leur fournir des services sociaux et sanitaires.
19. Dégradation de l'environnement causée par une pression accrue exercée sur les terres.	19. • Choisir un site de réinstallation des populations en évitant de dépasser la capacité de charge des terres. • Accroître la productivité ou améliorer la gestion des terres (agricoles, pastorales et forestières) pour accommoder l'augmentation des populations.
20. Perturbation ou destruction des tribus ou des groupes autochtones.	20. Éviter l'acculturation et, au besoin, réinstaller les populations dans une région où elles pourront préserver leur mode de vie et leurs traditions.
21. Augmentation de l'humidité de l'air et accroissement de la fréquence du brouillard; création de conditions propices à la prolifération d'insectes, vecteurs de maladies (moustiques et mouches tsé-tsé).	21. Contrôler les vecteurs de transmission de maladies.
Impacts indirects	
22. Migration spontanée de populations dans la région rendue accessible par les routes et les lignes de transmission.	22. Limiter l'accès de la région, développer des activités rurales et fournir des services de santé en vue d'atténuer le plus possible les impacts.

Tableau 10.8. Projets hydroélectriques (suite)

Impacts potentiels négatifs	Mesures d'atténuation
Impacts indirects (suite)	
23. Problèmes d'environnement créés par le développement induit (agriculture irriguée, industries, croissance urbaine)	23. Concevoir un plan intégré d'aménagement du bassin versant en vue d'éviter l'utilisation abusive, la mauvaise utilisation ou les conflits d'utilisation de l'eau et des terres.
Impacts externes	
24. Mauvaise gestion des terres dans le bassin versant en amont du réservoir, provoquant l'ensablement du réservoir et l'altération de la qualité de l'eau.	24. Porter les efforts sur l'aménagement territoire, en particulier, dans le bassin versant en amont du barrage.

PROJETS DE CENTRALES THERMIQUES

1. Les projets de centrales thermiques qu'appuient la Banque mondiale comprennent des centrales alimentées au gaz, au pétrole ou au charbon, des centrales à combustibles mixtes, à turbines à gaz ou alimentées au diesel. (La Banque a également participé à des projets d'exploitation de l'énergie géothermique et est susceptible de financer des projets reliés à l'énergie solaire et aux carburants de remplacement, mais ceux-ci sont rares à l'heure actuelle et ne sont pas traités dans la présente section.) Les principaux volets d'un projet de centrale thermique comprennent la centrale elle-même (dont les turbines et le générateur) et les installations connexes, telles que le système de refroidissement, l'équipement de lavage des gaz de cheminée, les aires de stockage et de manipulation du carburant, le système de distribution du carburant, les aires d'entreposage des déchets solides, les colonies ouvrières, des sous-stations de conversion et des lignes de transmission. Les types d'installations et l'envergure des projets de centrales thermiques ainsi que leur emplacement détermineront à la fois les types et l'importance de ces installations connexes.

Impacts potentiels sur l'environnement

2. Des effets néfastes peuvent aussi bien se produire durant la construction de centrales thermiques que lors de leur exploitation. Les impacts causés par les travaux de construction sont avant tout dus aux activités suivantes de préparation des terrains : défrichement, excavation, déblaiement, assèchement, dragage ou endiguement des cours d'eau ou d'autres plans d'eau, établissement du chantier, exploitation des bancs d'emprunt et remblayage. Le nombre d'ouvriers employés à la construction de centrales électriques risque d'avoir de sérieux impacts socioculturels sur les communautés locales.

3. Les centrales thermiques représentent d'importantes sources d'émissions atmosphériques pouvant altérer la qualité de l'air à l'échelle locale et régionale. La combustion de carburants dans les centrales thermiques émet du dioxyde de soufre (SO_2), des oxydes d'azote (NO_x), de l'oxyde de carbone (CO), du dioxyde de carbone (CO_2) et des particules (pouvant contenir des métaux en trace). Les quantités de chacune de ces substances dépendent du type et de la taille de l'installation, du type et de la qualité du carburant utilisé ainsi que de la façon dont celui-ci est brûlé. La dispersion de ces émissions et leur concentration au niveau du sol sont déterminées par une interaction complexe des caractéristiques physiques des cheminées, des propriétés physico-chimiques des émissions, des conditions météorologiques de l'emplacement ou à proximité de celui-ci au moment où les émissions retombent sur les terres environnantes, des conditions topographiques du terrain sur lequel se trouve la centrale et des espaces avoisinants ainsi que de la nature des récepteurs (p. ex. populations, cultures et végétation naturelle).

4. Les rejets d'eau polluée provenant des centrales thermiques se composent le plus souvent d'eau de refroidissement relativement propre qui peut être recyclée ou déversée dans des étendues d'eau avec un minimum d'effets sur la qualité chimique de l'eau. Par contre, il importe d'examiner, lors de l'évaluation de projets de centrales pour lesquelles on envisage un système de refroidissement sans recirculation, les effets de la chaleur résiduelle sur la température de l'eau; la moindre augmentation de température risque de porter gravement atteinte à la faune et à la flore aquatiques. Si d'autres effluents émis par des centrales thermiques sont en quantités plus faibles, ils risquent toutefois d'altérer gravement la qualité de l'eau. Les effluents liquides des centrales thermiques alimentées au charbon se composent, par exemple, de rejets provenant de la vidange des systèmes de refroidissement et des chaudières, d'eaux de lavage de déminéralisateurs par contre-courant, d'eaux usées provenant des régénérateurs à résine, d'eaux usées transportant des cendres, du ruissellement provenant des tas de charbon, des tas de cendres et du terrain en général et diverses eaux usées et rejets dus à des déversements accidentels. Des métaux en trace, des acides et autres produits chimiques de composition variée se trouvent également dans ces effluents. Les

déversements de pétrole ont un impact négatif sur la qualité de l'eau près des centrales alimentées à ce combustible.

5. Dans la mesure où il est possible d'éviter un bon nombre d'impacts ou de les atténuer avec plus de succès et à un moindre coût en choisissant attentivement l'emplacement de la centrale, il conviendrait de lire le passage « Emplacement d'usines et mise en valeur de terrains à des fins industrielles » en parallèle avec la présente section. (Se référer au tableau 10.9 qui donne un résumé des impacts potentiels sur l'environnement durant la construction et l'exploitation d'une centrale thermique.)

Enjeux spécifiques

Conséquences globales et effets transfrontaliers

6. Les émissions provenant de centrales thermiques peuvent être les précurseurs de précipitations acides, en particulier si le carburant employé est du charbon dont la teneur en soufre est très élevée. Les précipitations acides accélèrent la détérioration des bâtiments et des monuments, altèrent profondément les écosystèmes aquatiques de certains lacs et endommagent la végétation des écosystèmes forestiers. Par ailleurs, les centrales thermiques alimentées aux combustibles fossiles génèrent également du CO_2 et des NO_x, gaz dont l'accroissement dans l'atmosphère serait responsable du réchauffement planétaire. Il est par contre impossible, à l'heure actuelle, d'établir avec précision la contribution des émissions d'une centrale thermique particulière à ces problèmes à la fois régionaux et mondiaux.

Eau de refroidissement et chaleur résiduelle

7. Nombre de centrales électriques qui ont recours à la vapeur sont également équipées d'un système de refroidissement à passage unique. Si les importantes quantités d'eau que requièrent de grandes centrales sont prélevées de plans d'eau naturels, tels des rivières, des fleuves ou des baies, leur système de refroidissement, en emportant des organismes aquatiques et en entravant leur déplacement, risque de provoquer leur mort et de réduire considérablement les populations de poissons et de crustacées, dont certaines sont largement commercialisées.

8. Les rejets d'eau réchauffée peuvent élever la température de l'eau réceptrice et ainsi modifier profondément la faune et la flore aquatique, tout en favorisant le développement d'organismes adaptés à des températures plus élevées. Ces nouvelles communautés sont ensuite vulnérables aux effets inverses, en particulier l'abaissement de la température de l'eau après la fermeture de la centrale à la suite d'une défaillance ou d'un manque d'entretien régulier.

9. L'utilisation de tours de refroidissement par évaporation réduit le volume d'eau prélevé à la seule quantité requise pour compenser l'évaporation. Bien que ces tours évitent les chocs thermiques dus aux rejets dans l'eau, leurs eaux de vidange doivent être évacuées. Il existe une autre solution sous les climats froids : on peut réduire la température des rejets d'eau en tirant parti de la chaleur résiduelle sous forme d'eau chaude ou de vapeur pour chauffer, par exemple, les édifices ou les bassins d'aquaculture.

10. Il n'existe pas de système de refroidissement qui n'entraîne de perte en eau et qui diminue ainsi les quantités disponibles pour la consommation humaine, l'irrigation, la navigation et tout autre usage dans les régions subissant des pénuries d'eau.

Impacts sur les communautés

11. L'un des impacts les plus importants des centrales électriques concerne l'arrivée massive de travailleurs lors sa construction. Une centrale d'envergure peut exiger des milliers d'ouvriers pendant les années que durera la construction, et des centaines travailleurs pour son fonctionnement. Si la communauté d'accueil est petite, cela peut donner lieu à des risques importants de tension. Une situation de « ville champignon » ou de développement induit peut également se produire, avec d'importants impacts négatifs sur l'infrastructure locale : écoles, police, moyens de protection contre les incendies, centres médicaux, etc. Par ailleurs, l'afflux de travailleurs transformera les caractéristiques démographiques locales et perturbera les valeurs sociales et culturelles des communautés de la région ainsi que les modes de vie des habitants. Le déplacement des populations locales occasionné par les besoins en terres de la centrale et des installations connexes constitue un autre impact. Des problèmes importants de circulation peuvent apparaître dans la région, engendrés par la construction et l'exploitation de la centrale. Enfin, les grandes centrales peuvent enlaidir le paysage et créer des nuisances sonores.

Solutions de remplacement aux projets

12. L'évaluation des impacts sur l'environnement devrait inclure une analyse des solutions raisonnables de remplacement, de manière à ce que les objectifs réels du projet de centrale thermique soient réalisés. L'analyse peut montrer que ces solutions sont, du point de vue écologique, socioculturel et économique, plus acceptables que ce que le projet proposait au départ. En plus de l'option de ne pas aller de l'avant avec le projet (c.-à-d. examiner les conséquences qu'il y aurait à ne rien faire pour satisfaire la demande), des solutions de remplacement devraient être prises en considération dans les domaines suivants :

- combustibles de remplacement;
- gestion de l'offre et de la demande en énergie;
- emplacement;
- rejets thermiques;
- approvisionnement ou prise d'eau;
- gestion des déchets de la centrale et installations sanitaires;
- évacuation des déchets solides;
- équipement d'ingénierie et de lutte antipollution;
- contrôles de gestion;
- structure sociale, y compris l'infrastructure et l'emploi.

13. Bien que l'évaluation de ces solutions de remplacement doive faire partie intégrante du processus de conception du projet, il reste qu'il est préférable de choisir des mesures de contrôle de l'environnement efficaces en termes de coût. Il importe que le bien-fondé de ces solutions repose sur des critères environnementaux et économiques.

Gestion et formation

14. Étant donné l'importance des impacts qu'un projet de centrale thermique fait peser sur l'environnement durant les travaux de construction et lors de son exploitation, il est nécessaire qu'une équipe de spécialistes de l'environnement (scientifiques et ingénieurs) fassent partie du personnel chargé de la conception et de la gestion de l'installation. Cette équipe devrait travailler avec les ingénieurs de la centrale durant toutes les phases du projet ayant des répercussions sur le milieu. Un programme de formation en matière de gestion de l'environnement dans le cadre d'un projet de centrale thermique peut être indiqué selon les connaissances et l'expérience du personnel de l'environnement.

Il est essentiel de maîtriser un certain nombre de disciplines de l'environnement se rapportant à la gestion de projets de centrales thermiques, dont les suivantes :

- surveillance, modélisation et lutte contre la pollution de l'air;
- surveillance, modélisation et lutte contre la pollution de l'eau;
- gestion des déchets solides et hygiène industrielle;
- gestion des substances toxiques et des déchets dangereux;
- réduction du bruit;
- protection des ressources naturelles et aménagement du territoire;
- évaluation des impacts socio-économiques.

15. Une formation en matière d'environnement peut s'avérer nécessaire à l'égard des concepts généraux et des méthodes de l'évaluation des impacts, la théorie et les méthodes de suivi, la collecte et l'analyse des données ainsi que les moyens de lutte antipollution. Ces cours de formation devraient être effectués pendant la phase de l'évaluation environnementale du projet avec le concours d'un consultant spécialisé en environnement. L'équipe chargée des questions de l'environnement devrait, dans la mesure du possible, prendre part à l'étude d'évaluation environnementale de manière à assurer qu'elle est bien comprise. Il importe, en particulier, que le personnel comprenne la raison d'être des mesures d'atténuation recommandées et de suivi qu'ils sont susceptibles de mettre en œuvre. Un programme de formation devrait également être dispensé au personnel technique et de maîtrise qui seront en liaison avec les ingénieurs et les gestionnaires de la centrale.

16. Une formation du personnel en matière de pratiques standard d'exploitation et d'entretien sera requise ainsi qu'une administration chargée de leur mise en application. Par ailleurs, les règlements relatifs à la santé et à la sécurité seront également indispensables pour diminuer les risques pour la santé et la sécurité du personnel ainsi que les impacts sur l'environnement une fois la centrale mise en opération.

17. Le pays emprunteur ne dispose bien souvent pas de règlements limitant les émissions ou de normes de qualité de l'air pouvant exercer un poids sur de futurs projets thermoélectriques. Les critères de la Banque mondiale peuvent servir de normes en remplacement des normes nationales de qualité de l'air. Ces principes et critères admis (études qui établissent, par exemple, des effets connus), devraient servir à déterminer les limites qui ne mettent pas en péril la santé des humains et l'environnement.

18. Des agences de l'environnement à l'échelle locale, régionale et nationale prenant part à l'examen et à l'approbation du projet ainsi qu'à sa supervision peuvent également avoir besoin d'un programme de formation qui leur permettront d'assurer le suivi et le respect des règlements en vigueur, lors de la construction du projet et de sa mise en opération.

Suivi

19. Un programme de suivi cherche à établir que les impacts prévus d'un projet s'inscrivent dans des limites acceptables aussi bien du point de vue des ouvrages d'ingénierie que de l'environnement. Son but est, par ailleurs, d'apporter rapidement des indications signalant des conditions du milieu inacceptables. Il importerait que les activités de contrôle soient entreprises avant la mise en œuvre du projet thermoélectrique de façon à déterminer les conditions de base du milieu. Le suivi des travaux de construction de la centrale et de sa mise en opération établira le degré et l'importance des impacts qui se produiront durant les diverses étapes du projet. En règle générale, une année de suivi des activités de pré-construction suffit à identifier les ressources de l'environnement pouvant être touchées par le projet. Quant à la durée nécessaire au suivi de la construction et de la mise en opération, celle-ci dépendra du type de ressources concernées et de la durée de l'impact prévu. S'il a, par exemple, été prévu d'installer un système continu de rejets des eaux de refroidissement, il se peut qu'il faille alors exercer un contrôle hebdomadaire ou journalier de la qualité de l'eau en vue d'assurer la durée de vie de l'installation. Des programmes

spécifiques de suivi seront requis suivant le type du projet thermoélectrique et des ressources considérées comme pouvant être affectées.

20. Un contrôle continu de l'atmosphère détectant les polluants primaires émis par la centrale sera requis. Les appareils de contrôle devraient servir à mesurer les concentrations d'émissions dans l'atmosphère et au niveau du sol dans les zones réceptrices préalablement définies (p. ex. secteurs résidentiels ou agricoles). Il convient également de déterminer les conditions météorologiques du site aux fins d'établir des modèles atmosphériques. Si les données météorologiques ne sont pas disponibles, il faudra alors exercer une surveillance météorologique.

21. Le contrôle du milieu dans lequel travaille le personnel chargé du fonctionnement de la centrale permet d'assurer leur protection en surveillant les quantités de poussières, les émissions sonores et les niveaux de gaz toxiques présents.

22. Le type et la nature des rejets d'eaux usées détermineront la nécessité d'exercer une surveillance de la qualité des eaux de surface. Il y aurait lieu de mesurer les polluants escomptés ainsi que les paramètres de qualité de l'eau importants pour le maintien de la santé et du bien-être des populations. Le contrôle tout du moins saisonnier de la qualité hydrique peut s'avérer nécessaire. Une surveillance des nappes phréatiques peut être requise si l'on s'attend à ce qu'elles soient polluées. Ce suivi devrait être effectué en amont au lieu de rejet et en aval, à partir du lieu d'émission où les eaux réceptrices sont utilisées par le public ou considérées d'importance écologique (p. ex. cours d'eau, puits servant à l'alimentation en eau potable ou à l'irrigation). Un contrôle géophysique peut être requis pour déterminer les conditions géologiques à l'emplacement de la centrale. Si l'on propose de se servir des eaux souterraines en tant qu'eau de refroidissement, un essai de pompage peut s'avérer nécessaire pour déterminer les quantités et la qualité de celles-ci.

23. Il y aurait lieu d'entreprendre un suivi biologique si d'importantes ressources biologiques sont présentes à proximité du projet et perçues comme pouvant pâtir des effluents de refroidissement déversés dans un estuaire. Il conviendrait, en pareil cas, de prélever des échantillons des espèces représentatives des organismes aquatiques. Les zones réceptrices d'importance en matière de la qualité de l'air (p. ex. espèces de cultures sensibles) ainsi que les régions sous le vent des cheminées sont susceptibles de requérir un contrôle si on s'attend à voir apparaître des effets pervers. La prise d'échantillons sera saisonnière. Quant au suivi du milieu social, il peut se justifier pour assurer que les impacts sur l'infrastructure ne dépassent pas les limites acceptables.

24. Le programme de suivi devrait être conçu de manière à fournir, d'une part, des données scientifiques qui déterminent l'état des ressources de l'environnement touchées par le projet thermoélectrique et d'autre part, des indications permettant de prédire ses effets sur le long terme et des informations eu égard aux prises de décisions concernant des mesures possibles d'atténuation si les impacts prévus ou réels sont perçus comme étant inacceptables.

Tableau 10.9. Projets de centrales thermiques

Impacts potentiels négatifs	Mesures d'atténuation
Impacts directs	
1. Effets des émissions atmosphériques sur la santé humaine, l'agriculture, les espèces sauvages locales et la végétation.	1. • Situer l'installation à l'écart des aires atmosphériques sensibles. • Concevoir des cheminées de hauteur plus élevées en vue de réduire les concentrations au niveau du sol. • Recourir à des carburants plus propres (p. ex. charbon à faible teneur en soufre) • Installer un équipement de lutte contre la pollution atmosphérique.
2. Accroissement du bruit et des vibrations.	2. • Faire appel à des équipements répondant à des normes plus sévères. • Faire en sorte de choisir les moments où les bruits et vibrations auront le moins d'occurrence possible. • Installer des écrans antibruit.
3. Altération de la qualité des eaux superficielles et souterraines.	3. • Traiter les rejets sur place au moyen de méthodes chimiques ou mécaniques (séparateurs huile-eau). • Endiguer la pollution des nappes en ayant recours à des matériaux d'étanchéité. • Avoir recours à des puits à injection profonds en dessous des zones d'eau potable. • Installer des matériaux d'étanchéité dans les bassins et les aires d'évacuation des déchets solides. • Diluer les effluents aux sources ponctuelles.
4. Effets toxiques causés par les rejets chimiques et les déversements accidentels.	4. • Concevoir des plans de prévention contre les déversements. • Élaborer des systèmes de confinement et de piégeage et traiter chimiquement les rejets sur place.
5. Organismes aquatiques souffrant de chocs thermiques.	5. • Faire appel à des moyens de dissipation de la chaleur (p. ex. cycle fermé de refroidissement).

Tableau 10.9. Projets de centrales thermiques (suite)

Impacts potentiels négatifs	Mesures d'atténuation
Impacts directs (suite)	
	• Atténuer les conditions thermiques en rejetant les eaux dans de vastes plans d'eau. • Installer des diffuseurs mécaniques. • Refroidir les eaux dans des bassins avant de les déverser. • Étudier les possibilités permettant d'utiliser la chaleur résiduelle.
6. Organismes aquatiques emportés et compromis.	6. • Sélectionner des zones de prélèvements où les effets ne seront pas considérables. • Installer des écrans permettant d'éviter la déportation ou l'entrave des organismes.
7. Altération des quantités des eaux de surface et souterraines.	7. Développer un plan de recyclage des eaux.
8. Modification du débit des eaux de surface et des rejets.	8. Construire des systèmes de drainage et des bassins de confinement sur site.
9. Enlèvement de la végétation et disparition des habitats.	9. • Sélectionner un autre site ou un plan d'ensemble différent de manière à éviter la disparition de ressources écologiques. • Restaurer ou créer une végétation et des habitats similaires.
10. Activités de dragage et de remblaiement de milieux humides.	10. • Sélectionner un autre site ou un plan d'ensemble différent afin d'éviter la disparition des milieux humides. • Restaurer ou créer des milieux semblables.
11. Dangers que représentent les cheminées, les pylônes et les lignes de distribution pour les oiseaux.	11. • Placer les cheminées et les pylônes loin des voies d'envol. • Installer des déflecteurs, des lumières et autres dispositifs visibles.
12. Déplacement de populations humaines.	12. • Choisir un autre site ou un plan d'ensemble différent en vue

Tableau 10.9. Projets de centrales thermiques (suite)

Impacts potentiels négatifs		Mesures d'atténuation	
Impacts directs (suite)			
			d'éviter le déplacement de populations. • Faire participer les membres concernés à la planification et au programme de réinstallation. • Établir des développements et installer des infrastructures qui soient socialement et culturellement acceptables (se référer à la section « Déplacement de populations »).
13.	Perturbation de la circulation.	13.	• Mettre en place des plans de circulation qui intègrent un échelonnement de la mise en service des portions empruntées par les ouvriers. • Améliorer les routes et les intersections.
14.	Altération de structures historiques et archéologiques d'importance ou de sites (p. ex. églises, temples, mosquées, cimetières).	14.	• Sélectionner un autre site ou un plan d'ensemble différent. • Mettre en place et réaliser des sondages destinés à découvrir, remettre en état, déplacer ou restaurer de telles structures (cf. la section « Patrimoine culturel » pour de plus amples détails). • Installer des clôtures afin de protéger les structures ou les terres.
15.	Dégradation de la qualité esthétique des sites historiques, archéologiques et culturels ainsi que des paysages.	15.	• Sélectionner un autre emplacement ou élaborer un plan d'ensemble différent. • Construire des zones tampons visuels (p. ex. plantation d'arbres).
16.	Employés exposés à la poussière provenant des cendres et du charbon.	16.	• Fournir des collecteurs de poussière. • Maintenir les niveaux de poussière ≤ 10mg/m^3. • Surveiller que les contenus de poussière soient dépourvus de silice. • Fournir des masques de protection si les niveaux de poussière sont excessifs.
17.	Employés exposés à des gaz toxiques s'échappant des chaudières.	17.	• Entretenir les chaudières de manière adéquate.

Tableau 10.9. Projets de centrales thermiques (suite)

Impacts potentiels négatifs	Mesures d'atténuation
Impacts directs (suite)	
	• Exercer un contrôle des concentrations en assurant que les niveaux ne dépassent pas : SO_2 5ppm CO 50ppm NO_2 5ppm
18. Employés exposés à des bruits excessifs.	18. Maintenir les niveaux sonores en deçà de 90 dBA sinon fournir des protège-tympans.
Impacts indirects	
1. Développement secondaire induit et accroissement de la demande en infrastructure.	1. • Prévoir un plan d'infrastructure et une aide financière pour répondre à l'accroissement de la demande. • Construire des facilités de manière à alléger la demande.
2. Changements des caractéristiques démographiques, perturbation des valeurs et des modes culturels et sociaux.	2. • Mettre en place des programmes éducatifs permettant de sensibiliser les travailleurs aux valeurs et aux caractéristiques culturelles névralgiques. • Offrir des programmes de réajustement psychologique et du comportement et fournir des services qui s'y rapportent.

FINANCEMENT DE L'ÉNERGIE NUCLÉAIRE : OPTIONS POUR LA BANQUE

1. La première partie de la présente section examine la façon dont la Banque mondiale traite le financement de la production d'énergie nucléaire. S'il est vrai qu'il n'existe pas de « Politique d'énergie nucléaire » sur laquelle s'appuyer, cette première partie s'inspire de l'expérience acquise à ce jour par la Banque et sur les prises de position les plus avisées dont on dispose. Il n'est pas question ici d'établir une politique pour la Banque mais bien plutôt de résumer les options que les chargés de projet aimeraient éventuellement examiner si les décisions en matière d'énergie nucléaire s'avéraient difficiles à prendre. La deuxième partie expose la situation actuelle par rapport à ce type d'énergie. La troisième partie passe en revue les principaux problèmes économiques, financiers, politiques et environnementaux. Quant à la dernière partie, elle examine les principales options qui se présentent.

2. La Banque n'a jamais directement financé l'acquisition d'un réacteur nucléaire. Jusqu'au début des années 70, le nombre de fournisseurs de centrales nucléaires était restreint et des crédits étaient disponibles de manière bilatérale. La Banque se considérant comme une organisation financière de dernier recours, il n'était pas nécessaire pour elle de financer de tels projets. Par surcroît, et étant donné le nombre limité de fournisseurs, la passation des marchés sur la base d'un appel d'offres international était impossible.

3. Les préoccupations à l'égard des coûts et de la sécurité de ces réacteurs n'ont cessé de croître, de par le monde, durant cette période. Cette technologie ne s'exportait pas très bien et il n'était pas rare de voir les coûts estimés au départ doubler ou tripler, sans compter les importants retards de mise en service. La production de la centrale se traduisait également par un rendement largement en deçà de sa capacité. L'utilisation sans danger de cette technologie devait exiger des normes rigoureuses de construction, d'entretien et d'opération – domaines dans lesquels les pays en développement rencontrent de sérieux problèmes. S'il est vrai que certains pays en développement (la Corée, Taïwan, la Hongrie, etc.) ont bien réussi du point de vue des délais de construction, des coûts d'investissement et de fonctionnement, d'autres, pour des raisons techniques, financières et institutionnelles, ont obtenu des résultats médiocres. Les caractéristiques particulières des déchets nucléaires créent, en outre, des problèmes qui demeurent non résolus dans nombre de pays.

4. Si l'on pense aux capacités que cette technologie représente en matière de production nationale d'armes nucléaires, on comprend l'intérêt porté par les gouvernements militaires à cette technologie. Nombre de programmes étaient étroitement liés aux forces armées et l'information permettant d'évaluer l'état de la technologie n'étaient pas disponibles. Cette situation a donné lieu à des préoccupations en matière de sécurité tant dans les pays limitrophes et dans la communauté internationale, qui a protesté de plus en plus vivement. Cette opposition s'est renforcée quand un certain nombre de pays ont décidé de ne pas se conformer au Traité sur la non-prolifération des armes nucléaires qui représentait une tentative de la communauté mondiale de distinguer les réalisations militaires des utilisations civiles.

5. Certains pays n'invoquaient pas d'arguments militaires en faveur de l'énergie nucléaire, mais mettaient l'accent sur les liens entre cette option énergétique et l'industrie nationale, avec l'intention de se spécialiser dans un domaine perçu comme étant une technologie de pointe. Tout en admettant que cette option pourrait ne pas être, à ce moment-là, le moyen le plus rentable de produire de l'électricité, ces pays présumaient qu'elle serait éventuellement concurrentielle. Ainsi, l'acquisition rapide de capacités de production d'énergie nucléaire était considérée comme une question d'intérêt national.

Développements récents

6. Il y aurait lieu de réexaminer la position de la Banque à l'encontre du financement de l'énergie nucléaire à la lumière des développements majeurs de ces dix dernières années. D'abord, l'industrie nucléaire s'est accrue et il existe, à l'heure actuelle, 430 réacteurs nucléaires produisant de l'électricité dans 26 pays. Le nombre de fournisseurs est maintenant beaucoup plus grand et l'on dispose d'un vaste champ de connaissances et d'expériences en matière de construction, de conception et d'exploitation de ces centrales (plus de 4 000 réacteurs-années). La plupart des pays en développement produisent une modeste part de leur électricité à partir de réacteurs nucléaires. Seize pour cent de la production mondiale d'électricité est d'origine nucléaire, presque autant que l'énergie hydraulique (18 p. 100).

7. En second lieu, les pays comptant des fabricants et capables d'exporter des réacteurs nucléaires sont dans l'ensemble peu nombreux (les États-Unis, l'ancienne URSS, la France, le Canada, l'Allemagne, le Japon et quelques autres pays produisant des pièces et des assemblages). Mise à part l'aide financière consacrée à la recherche et au développement, il est moins sûr que les gouvernements d'aujourd'hui soient désireux de subventionner l'exportation de la technologie nucléaire. Pour cette raison, il se peut qu'on demande à la Banque de constituer une enveloppe financière destinée à un projet de centrale nucléaire. La demande peut prendre la forme de contrats de « construction-exploitation-transfert » ou de « construction-propriété-exploitation-transfert » dont la Banque fait la promotion pour d'autres projets d'énergie.

8. En troisième lieu, la hausse des prix de l'énergie a contribué à faire de l'énergie nucléaire une option plus attrayante, lorsque l'approvisionnement en pétrole devint également un sujet de préoccupation. Un grand nombre de pays en développement considérait l'énergie nucléaire comme étant une option de plus en plus attrayante, à long terme, et étaient disposés à engager d'importantes dépenses dans l'acquisition de cette technologie. La chute ultérieure du prix du pétrole a eu pour effet de diminuer cet attrait, même si la Guerre du Golfe a ravivé les efforts du secteur industriel en faveur de l'option nucléaire (cf. paragr. 11 ci-après).

9. En quatrième lieu, les réseaux électriques des pays en développement sont maintenant suffisamment importants pour justifier le recours à des centrales nucléaires. Pendant de nombreuses années, la taille minimale des centrales était si importante par rapport aux réseaux électriques de la plupart de ces pays, que celles-ci étaient exclues a priori pour des raisons de coûts et de sécurité. Des centrales normalisées de 600 MW sont désormais disponibles et pourraient être prises en considération pour des réseaux d'une puissance installée de 4 000 MW.

10. En cinquième lieu, l'existence du Traité international de non prolifération nucléaire, avec ses mesures de protection en matière d'utilisation et d'inspection d'équipements nucléaires a permis d'atténuer sinon d'éliminer la préoccupation par rapport au détournement des matériaux à des fins militaires.

11. En sixième lieu, les préoccupations croissantes au sujet des répercussions de l'utilisation de combustibles fossiles sur l'atmosphère de la planète ont conduit l'industrie nucléaire à défendre cette énergie comme étant un choix moins dangereux.

12. En septième lieu, les accidents qui se sont produits à Three Mile Island (1979) et à Tchernobyl (1986), conjugués aux difficultés liées à l'évacuation des déchets nucléaires, ont exacerbé les craintes de la population à l'égard de la sécurité de cette technologie et ont donné lieu à une forte opposition aux investissements dans des centrales nucléaires.

13. Enfin, les prêts que la Banque accorde à un projet particulier d'énergie doivent prendre en considération la structure du coût que représente le secteur dans son ensemble. En raison du nombre croissant de centrales nucléaires qui se construisent, l'institution se voit contrainte d'examiner la manière dont ces installations extrêmement coûteuses doivent être considérées lorsqu'il s'agit de faire l'évaluation financière et économique des systèmes d'électricité. L'adhésion des pays de l'Europe de l'Est disposant d'importantes bases d'énergie nucléaire (la Hongrie, par exemple, à raison de 39 p. 100) renforce la nécessité d'examiner ces problèmes.

Rappel des principaux enjeux

Enjeux économiques et financiers

14. La Banque justifie les prêts qu'elle accorde à des projets de production d'électricité en démontrant que ces investissements permettent de répondre à moindre coût aux besoins en énergie. Jusqu'à récemment, on ne considérait pas les quelques centrales nucléaires existantes comme faisant partie intégrante de ce type d'infrastructure, dans la mesure où elles appartenaient à une agence polyvalente (recherche, développement technologique, etc.) dont la production d'électricité ne représentait qu'un simple sous-produit. L'énergie est alors vendue non pas au coût de revient, mais à des prix établis pour des sources plus conventionnelles, et l'écart entre les deux constitue en fait une subvention supportée par l'agence.

15. La rentabilité financière d'un projet particulier de production d'électricité et les tarifs de l'électricité qu'il produit dépendent, en règle générale, des coûts et des tarifs pratiqués pour l'ensemble du parc de production. Les coûts occasionnés par une centrale nucléaire sont si importants qu'ils pèsent lourdement sur l'ensemble des coûts du parc et peuvent, pour cette raison, influer sur la rentabilité de tout autre investissement conventionnel.

16. Il est difficile d'obtenir des chiffres exacts sur le coût des réacteurs nucléaires étant donné les circonstances qui entourent leur construction et leur usage aussi bien dans les pays développés que dans les nations en développement. À ces problèmes s'ajoutent les difficultés de comparer les différents types de centrales qui peuvent, par exemple, avoir recours à de l'eau légère ou lourde ou qui parfois utilisent des réservoirs de confinement. Les coûts les plus bas estimés pour les pays en développement proviennent de renseignements publiés par la France, qui indiquent que les coûts varient entre 1 500 et 2 000 dollars US par kW. Il se peut que ces coûts comprennent le capital investi et certaines subventions difficiles à quantifier. Aux États-Unis, ces coûts fluctuent entre 3 000 et 5 000 dollars US par kW. En Argentine et au Brésil, ils s'échelonnent entre 5 000 et 8 000 $ US par kW. Dans le cas des technologies conventionnelles, les coûts sont de l'ordre de 500 à 600 dollars US par kW pour des installations à gaz de cycle combiné et à 1 300 à 1 600 dollars US pour la liquéfaction du charbon, les centrales à cycle combiné et un peu moins s'il s'agit de technologies de liquéfaction du charbon. Les coûts que représentent les turbines à vapeur fonctionnant au charbon ou au pétrole s'échelonnent entre 800 et 1 300 dollars US par kW. Les dépenses de fonctionnement doivent être ajoutées aux coûts d'investissement, de façon à obtenir les dépenses finales. En dépit des faibles dépenses de fonctionnement, les coûts élevés d'investissement que représente une centrale nucléaire font obstacle à ce qu'elles soient choisies en tant que solution du moindre coût si l'on s'appuie sur les prix du charbon ou de pétrole auxquels on peut raisonnablement s'attendre.

17. Les coûts actuels et projetés d'une centrale nucléaire rend, dès lors, ce type de projet peu économique et il est improbable, par conséquent, qu'elle devienne la solution du moindre coût. Il est également attesté que les chiffres des dépenses généralement allégués par les fournisseurs sont largement sous-estimés et ne tiennent pas, le plus souvent, suffisamment compte des dépenses que représentent l'évacuation des déchets, des dépenses de démantèlement et autres coûts pour l'environnement. De surcroît, la taille de la plupart des centrales nucléaires par rapport aux systèmes dont disposent les pays en développement pourrait conduire à un excès de capacité si l'accroissement de la demande n'atteignait pas les estimations prévues. Une stratégie d'investissement dans le nucléaire manque de flexibilité lorsqu'il

s'agit de s'adapter aux changements de situations. S'il est vrai que l'importance des coûts est susceptible de passablement augmenter les tarifs et peut mettre en péril la viabilité des systèmes si l'énergie nucléaire en constituait une large part, il reste que leur viabilité financière ne souffrirait pas nécessairement pourvu que son apport soit relativement faible.

18. Les centrales nucléaires comportent aussi d'importants risques financiers et techniques. Chacune d'elles représente un investissement dont le montant s'élève à 1,5 ou 2 milliards de dollars US. Des délais dans la construction entraînent des coûts supplémentaires de l'ordre de 150 à 200 millions de dollars US en frais financiers annuels. À ce retard, qu'il n'est pas rare de voir se prolonger sur plusieurs années, viennent s'ajouter les difficultés que les pays en développement ont à maintenir l'exploitation d'une centrale à une puissance nominale sur des périodes prolongées; tous ces problèmes représentent un poids financier pour la plupart des services.

Enjeux relatifs à l'environnement

19. Le problème essentiel que pose une centrale nucléaire pour l'environnement est d'assurer que son exploitation se conforme aux normes acceptables de sécurité qui se rapportent à la question des émissions radioactives. Les opinions diffèrent diamétralement lorsqu'il s'agit de savoir ce qui est admissible du point de vue des coûts et des risques d'accidents, en particulier s'ils prennent la forme d'une catastrophe.

> **Défaillances de nature catastrophique** : Bien que les risques d'un désastre causé par une centrale nucléaire ou hydraulique soient faibles, certains spécialistes constatent que les effets d'exposition qu'entraîne une défaillance dans le système d'une centrale nucléaire sont beaucoup plus grands que s'il s'agit d'un barrage hydroélectrique (où le problème de sécurité est structurel). Une catastrophe nucléaire est bien plus dramatique qu'un désastre d'ordre hydraulique, dans la mesure où les effets sur la santé sont à long terme (comme on peut le voir à Tchernobyl). Dans les deux cas, les populations opposées à ces projets doivent en subir les conséquences. La question de savoir dans quelle mesure un État est disposé à exposer ses citoyens à de tels risques est un problème politique complexe qui relève d'un jugement moral. Le manque de données historiques pertinentes complique les prises de position en matière de nucléaire.
>
> **Radiations à faible niveau** : Il est difficile d'étudier et de détecter les effets durables d'exposition à de faibles radiations du fait qu'elles sont masquées par d'autres problèmes (exposition aux produits chimiques, tabagisme, régimes alimentaires, etc.).

20. Les environnementalistes, dans leur ensemble, sont résolument antinucléaires et mettent l'accent sur le danger d'être exposé aux radiations et soulignent que les coûts pour l'environnement sont suffisamment élevés pour évincer le choix nucléaire en dépit des avantages économiques qu'ils eussent représentés. Lors de récentes discussions portant sur la question de l'effet de serre, les défenseurs du nucléaire ont suggéré que cette énergie pourrait être un élément de réponse en matière de production énergétique pour autant que l'on puisse développer des centrales ne présentant pas de danger (cf. paragr. 23). Certains spécialistes de l'environnement préfèrent ne pas se prononcer tant que l'on n'aura pas démontré que de telles centrales existent.

21. Le mystère et le manque de transparence qui semblent entourer la mise en opération d'une centrale nucléaire compliquent d'autant plus le problème. Un certain nombre d'accidents qui se sont produits ces dernières années ont suscité des doutes dans les consciences des populations quant à la compétence de cette industrie et de son innocuité.

22. Les membres de cette industrie et les gouvernements qui les appuient estiment qu'une centrale nucléaire, dans la mesure où elle est opérée comme il convient, diminue les coûts pour l'environnement et comporte des risques acceptables. Ils défendent l'idée selon laquelle les statistiques relatives à la sécurité de l'industrie nucléaire comparées aux autres sources d'énergie sont satisfaisantes – malgré Tchernobyl, dont la technologie, de nature instable, n'était pas de toute façon accessible aux pays en développement. Les pertes humaines dont est responsable ce désastre ont été moins importantes que dans le cas de certaines ruptures de barrages; ses effets plus durables, par contre, bien qu'encore incertains, sont de mieux en mieux connus et en accroissent considérablement les coûts. Le nombre de victimes de la catastrophe de Tchernobyl s'approche du bilan de la rupture du barrage de Morvi qui s'est produit en Inde en 1979 et qui a causé la mort de près de 15 000 personnes.

23. L'effet des combustibles fossiles qui, en se consumant, émettent du CO_2, un gaz à effet de serre, représente une source de préoccupation qui ne cesse de croître. À cet égard, l'industrie nucléaire a suggéré que l'énergie nucléaire comporte un avantage sur les combustibles fossiles qui pourrait justifier les coûts plus élevés qu'elle représente. Les adversaires, par contre, insistent sur l'idée de conservation qu'ils considèrent comme étant une solution plus raisonnable, en particulier pour les pays en développement qui, de cette façon, permet de diminuer la nécessité de nouveaux investissements d'envergure. Les éléments d'information particulièrement en faveur du nucléaire sont non seulement sujets à controverse mais incomplets.

24. Les problèmes touchant à l'environnement sont des questions largement teintées d'émotions et hautement politisées. Les spécialistes des deux bords sont tenus comme des individus suspects et de plus en plus les différends se résolvent à grands frais par le biais de procédures politiques ou judiciaires, comme on le voit, par exemple, aux États-Unis (Shoredam, Long Island), en Suède ou en Italie.

Enjeux politiques

25. La résolution d'investir dans l'énergie nucléaire n'a cessé de devenir un choix politique. Les correspondances qui existent entre ce type d'énergie et le développement militaire ont toujours été au centre du débat public, en particulier dans les pays qui mettent au point des capacités complètes de production de combustibles nucléaires. Le monde de l'industrie nucléaire réfute cette connexion en proclamant que l'énergie produite à partir de réacteurs ne convient pas à la production de l'armement. Il n'en demeure pas moins, pourtant, que ces deux types de technologies entretiennent un degré de ressemblance qu'on ne peut nier.

26. Le Traité sur la non prolifération des armes nucléaires entend répondre à ce problème. Les signataires consentent à ne pas céder ni recevoir d'armes nucléaires d'aucune partie. Les états ne disposant pas d'armes nucléaires s'engagent à ne pas les manufacturer ni à en faire l'acquisition; toute aide apportée à cette fin est frappée d'interdiction. L'Agence internationale de l'énergie atomique (AIEA) administre un système de sécurité qui leur permet de vérifier que le Traité est bien respecté. En compensation de cette obligation contractée par les nations non armées, le Traité garantit « le transfert gratuit et sans discrimination des technologies nucléaires à des fins pacifiques ».

27. Certains fournisseurs (le Canada, par exemple) insistent pour que les bénéficiaires soient signataires du Traité, ce qui n'est pas le cas de tous les pays en développement et certains, notamment l'Argentine et le Brésil qui, pour des raisons d'ordre politique ont décidé de ne pas le signer ne les a pas empêcher de se procurer la technologie dont ils avaient besoin.

28. La Banque ne saurait prendre position à l'égard du financement de l'énergie nucléaire sans reconnaître le fait que certains de ses plus importants actionnaires sont aussi des exportateurs de cette technologie que la plupart sont disposés à offrir des conditions attrayantes aux emprunteurs potentiels. D'autre part, le partage d'installations de fabrication de réacteurs nucléaires entre l'ancienne URSS et les

autres pays membres de l'ancien Conseil d'assistance économique mutuelle (CAEM ou Comecon, dissous en janvier 1991) est considérée l'exemple d'intégration économique le plus réussie dans ce marché.

Options pour la Banque

Principales options

29. La Banque peut : soit (a) ne pas apporter son concours financier à tout système d'électricité doté d'une capacité nucléaire – y compris les centrales conventionnelles, les réseaux de transmission et de distribution locale – en raison des coûts élevés des centrales nucléaires, des risques financiers qu'elles comportent, de leurs impacts négatifs sur l'environnement et leurs conséquences possibles sur le plan militaire; soit (b) accorder des prêts pour le financement de composantes conventionnelles d'un projet comprenant une capacité nucléaire, selon les critères qu'elle utilise habituellement – rentabilité économique (évaluée une fois calculée la totalité des coûts pour l'environnement), viabilité financière, autres modes de financement non disponibles, recours à l'appel d'offres internationales, etc. La troisième possibilité consisterait à (c) insérer en des investissements directs dans de nouvelles centrales nucléaires, dans des installations déjà existantes ou dans d'autres composantes qui sont liées à ces centrales (p. ex. lignes de transport d'électricité).

30. Il existe deux principes fondamentaux qui sous-tendent toute décision quand il s'agit de financer directement une centrale nucléaire, l'un d'ordre économique et l'autre en rapport avec la sécurité. Le point de vue économique est clair : au regard des structures des coûts actuels, la Banque ne pourra financer de nouvelles centrales dans la mesure où elles sont contraires à la logique économique. S'il s'avérait, pour une raison peu probable, que celles-ci deviennent économiquement rentables, elle ne pourrait, en tant qu'organisation de dernier recours, apporter un soutien financier que d'autres sources peuvent assurer. Sans compter qu'il existe bien évidemment le problème que constitue la question de sécurité. La construction et la mise en opération sans danger d'une centrale nucléaire font partie intégrante de son analyse économique et, en ce sens, la Banque doit assurer qu'il existe une structure institutionnelle permettant de soutenir l'exploitation sans danger de la centrale. Lorsqu'il s'agit d'apporter des informations sur la sécurité des centrales nucléaires, elle n'est pas en mesure de prodiguer des conseils à titre indépendant, ni ne peut superviser des experts-conseils qui pourraient faire des recommandations sur cette question. Le nucléaire est un domaine dans lequel on trouve de fervents partisans comme de virulents adversaires et il est donc difficile de trouver des experts-conseils ayant l'objectivité requise par la Banque.

31. Cela étant, la Banque préfère exprimer l'idée selon laquelle cette technologie est non seulement peu rentable à l'heure actuelle mais présente un grand nombre d'incertitudes pour l'avenir. Il serait dans l'intérêt d'un pays d'acquérir les connaissances et l'expérience de base lui permettant d'élargir des programmes nucléaires, dussent-ils être nécessaires. La Banque a accepté cette optique telle qu'elle s'est développée dans les programmes nucléaires de la Chine et de la Corée. Il reste, toutefois, que cela représente une façon coûteuse d'acquérir cette technologie, sans compter qu'il existe un excès suffisant de capacité des pays exportateurs pouvant être rapidement transféré, si cela s'avérait nécessaire. Ce type d'opérations n'a nul besoin du concours de la Banque.

32. Dans le cas où il est question d'une centrale nucléaire déjà en opération ou en travaux, la première tâche à laquelle la Banque doit faire face est essentiellement d'analyser sa rentabilité économique en ne tenant pas compte des coûts antérieurs. Les dépenses d'exploitation, dont font partie les coûts pour l'environnement, doivent être comparées aux dépenses que représentent les solutions de rechange. De surcroît, elle se doit d'exiger des garanties que les coûts d'investissement de tels projets ne sont pas incorporés dans les tarifs publics de base et que l'électricité est vendue au coût des combustibles de remplacement.

33. Comme il a déjà été dit, la Banque n'étant pas en mesure de porter un jugement indépendant sur les questions de sécurité d'une centrale nucléaire, il est peu probable qu'elle accepte de tels investissements. Il est exact que l'institution ne garantit pas la sécurité des projets qu'elle finance et s'en remet aux instances nationales ou internationales chargées de leur accréditation. Elle réclame, cependant, des garanties que les projets qu'elle finance se déroulent selon des conditions acceptables. En règle générale, elle préfère que ce rôle soit imparti à d'autres agences ou instances, plus ou moins de la façon dont elle procède lorsqu'il s'agit de la sécurité d'un barrage.

34. Cette situation soulève un problème de politique générale où l'on peut se demander dans quelle mesure la Banque doit s'en remettre à la responsabilité d'entités autres lorsqu'il s'agit d'une centrale déjà construite. Un aspect important du contrôle de sécurité des centrales nucléaires porte sur les normes auxquelles, aussi bien les travaux de construction que, comme on peut s'y attendre, la mise en opération, doivent nécessairement se conformer, en particulier durant les phases de démarrage et d'arrêt des réacteurs. Une fois qu'une centrale est en état de fonctionnement ou même partiellement construite, un tel contrôle ne peut être entrepris selon les conditions généralement requises par la Banque.

35. Par ailleurs, et bien que l'agence de réglementation d'un pays exportateur accepte de valider la conception de la centrale, il lui est impossible, néanmoins, de participer à des activités où elle devrait se prononcer en matière d'emplacement, de construction et d'inspection d'une centrale implantée dans un autre pays. De surcroît, toutes les installations civiles relatives à la production d'énergie devraient également se soumettre à des contrôles de sécurité et, dans la mesure où une centrale nucléaire implique un va-et-vient d'équipements nucléaires, il faudrait pouvoir à la fois en assurer le contrôle et en rendre compte.

36. Les prêts que la Banque accorde au secteur de l'énergie requièrent un examen des investissements sectoriels, des institutions et des mesures en place. Il est peu probable qu'un projet de centrale nucléaire soit rentable; il risque plutôt de représenter un poids inutile. S'il est vrai que tous les programmes d'investissements publics commettent quelques erreurs, il n'en reste pas moins que la position de la Banque repose sur des principes pragmatiques eu égard à leur taille et à leur degré d'efficacité. De ce point de vue, il lui reste la possibilité de restreindre ou même d'annuler l'octroi de prêts selon le bien-fondé de l'ensemble du programme d'investissements du secteur.

37. Un cas plus délicat est celui des pays qui faisaient partie du Conseil d'assistance économique mutuelle (CAEM ou Comecon), dont la capacité totale de production repose pour une bonne part sur l'énergie nucléaire. Les systèmes financiers de ces pays ne permettent pas d'établir le coût réel des centrales. Dans le cas où la Banque envisageait de prêter au secteur de l'énergie dans ces pays, il serait indispensable de préparer au préalable un exposé de position afin d'explorer les possibilités de mener une analyse économique et environnementale de leurs investissements dans l'énergie nucléaire, y compris leurs coûts réels.

Résumé

38. Il importe que la Banque poursuive, dans le cadre de projets d'investissement, le financement de volets spécifiques d'un plan sectoriel d'énergie non nucléaire pour autant qu'il soit rationnel dans son ensemble. Ce caractère pourrait être évalué à partir, par exemple, de l'étendue des erreurs d'investissements (y compris l'énergie nucléaire), leur taux de rentabilité et les conséquences qu'elles représentent sur le secteur des finances; ce qu'en substance, la Banque a entrepris dans le secteur de l'énergie et dans d'autres domaines. Cette approche pourrait lui permettre de maintenir l'aide qu'elle apporte à l'amélioration des principes d'action et des institutions pour un secteur dont les besoins en capitaux sont très importants. Son utilité dépend de l'envergure des prêts et du nombre qu'elle est disposée à accorder sur un certain nombre d'années. Comme l'indique les paragraphes précédents, le problème de

réaffectation des ressources pourraient se poser même s'il s'agit de prêts qui n'appartiennent pas au secteur de l'énergie, leur degré de fongibilité étant moins élevé que pour les prêts sectoriels.

INDUSTRIE DU CIMENT

1. Font partie de cette catégorie, les installations munies de fours et produisant du ciment par voie humide ou sèche à partir de calcaire ainsi que les installations munies de fours produisant des agrégats légers à partir d'ardoise ou de schistes. Les fours rotatifs sont employés pour traiter les matériaux à des températures de l'ordre de 1 400 °C. Les matières premières se composent principalement de calcaire, de sable siliceux, d'argile, de schiste, de marne et d'oxyde de craie auxquels on ajoute de la silice, de l'aluminium et du fer sous forme de sable, d'argile, de bauxite, de schiste, de minerai de fer et de scories provenant des fourneaux. Du gypse est ensuite ajouté dans la dernière phase du procédé. Toutes les matières premières arrivent et sont entreposées en vrac. La technologie des fours à ciment est universellement employée. Les usines de ciment sont généralement situées à proximité de carrières de calcaire, dans le but de réduire, autant que possible, les coûts de transport de cette matière première. Qu'ils soient ou non en rapport étroit, il conviendrait pourtant de prendre en considération les effets que représente l'exploitation d'une carrière dans l'évaluation des impacts d'une usine de ciment (cf. la section « Exploitation minière et traitement des minéraux »). Le diagramme de la figure 10.1 expose le procédé usuel de fabrication du ciment par voie humide ou sèche.

Impacts potentiels sur l'environnement

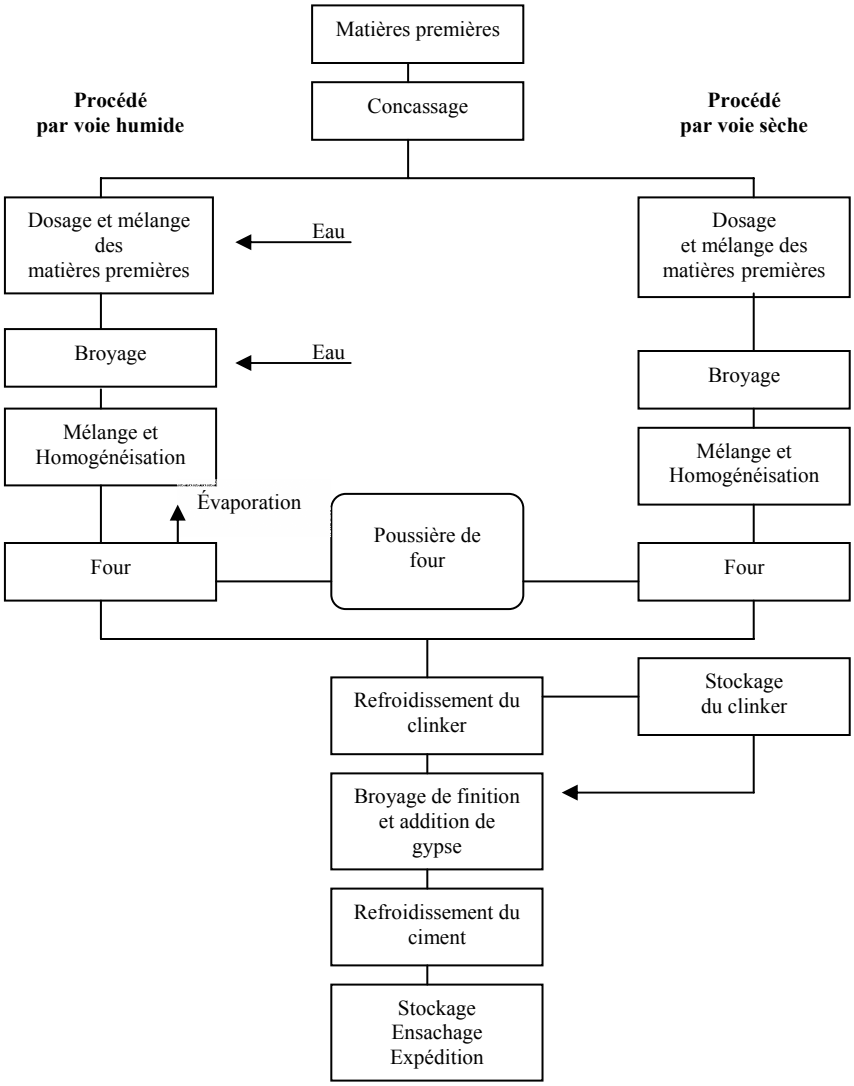
2. Les usines de ciment peuvent avoir, du point de vue de la gestion des déchets, un effet bénéfique sur l'environnement. Cette technologie et son procédé de fabrication s'adaptent bien à la réutilisation ou à la destruction d'un certain nombre de déchets, dont des déchets dangereux (cf. « Gestion des déchets dangereux »). En outre, si elles ne sont pas recyclées en usine, les poussières produites de fours peuvent servir à chauler les sols, à neutraliser les effluents acides des mines, à stabiliser les déchets dangereux ou encore être employées comme produit de rebouchage des revêtements d'asphalte.

3. Les impacts négatifs de la fabrication de ciment sont liés à la manipulation et à l'entreposage des matériaux (particules), à leur broyage (particules) et au fonctionnement des fours et des dispositifs de refroidissement du clinker (particules ou « poussières de four » et gaz de combustion contenant du monoxyde et du dioxyde de carbone, des hydrocarbures, des aldéhydes, des cétones, des oxydes de soufre et de l'azote). Les rejets de charges des fours (pH élevé, matières en suspension, solides dissous, principalement du potassium et des sulfates) et les eaux de refroidissement (chaleur résiduelle) sont des sources de pollution de l'eau. Les lixiviats qui s'écoulent des matériaux entreposés et des aires d'évacuation des déchets peuvent polluer les eaux superficielles et souterraines. (Le tableau 10.10 en fin de section donne d'autres exemples des effets négatifs de cette industrie sur l'environnement et propose des mesures pour les éviter ou les atténuer.)

4. Les émissions de poussière, et en particulier de silice, constituent un grave danger pour la santé du personnel de l'usine. Les niveaux sonores auxquels sont exposés les employés représentent également un risque. Le bruit et le passage des camions peuvent être source de désagrément pour les communautés avoisinantes.

5. Il conviendrait de lire la section « Emplacement d'usines et mise en valeur de terrains à des fins industrielles » en parallèle avec la présente section, dans la mesure où le choix judicieux de l'emplacement permet d'éviter ou d'atténuer un certain nombre des impacts qui y sont décrits, et ce, à moindre coût.

Figure 10.1 Organigramme des procédés typiques de fabrication du ciment par voie humide et par voie sèche



Enjeux spécifiques

Émissions de particules dans l'atmosphère

6. La fabrication de ciment suppose des activités de transport de matériaux poussiéreux ou pulvérisés entre l'extraction du calcaire et le chargement et la livraison du produit fini. Les émissions de particules constituent la principale source d'effets négatifs sur l'environnement. Les dépoussiéreurs électrostatiques ou les filtres à manche sont des équipements systématiquement requis pour lutter contre les émissions de particules que dégagent les fours. La question du contrôle des poussières engendrées par le transport des matériaux est beaucoup plus complexe à régler; les convoyeurs, les monceaux de matériaux stockés et leur transport routier peuvent être à l'origine d'une plus grande dégradation de la qualité de l'air que les gaz dégagés par les broyeurs et par les fours. Il importerait de doter les broyeurs, les transporteurs et les installations de chargement de dépoussiéreurs mécaniques, quand cela s'avère effectif. En règle générale, les poussières collectées peuvent être recyclées, ce qui réduit les coûts et la production de déchets solides. L'emploi de d'aspirateurs ou d'arroseuses devrait assurer la propreté des routes de l'usine et prévenir la poussière produite par la circulation et par le vent. Autant que possible, les piles de matériaux stockés devraient être recouvertes et les camions servant au transport des matériaux munis de bâches et soumis à des limites de vitesse.

Rejets de déchets liquides

7. Dans les usines à ciment dont la production se fait par voie dite « sèche », les fours sont alimentés de matières premières sèches. Les seuls effluents sont des eaux de refroidissement qui peuvent être traitées au moyen de tours ou de bassins de refroidissement. Dans la fabrication par voie « humide », les matières premières qui alimentent les fours se présentent sous forme de pâte. Un petit nombre d'usines lessivent les poussières émises par les fours pour les débarrasser des alcalis solubles et en réalimentent les fours. Dans de telles usines, les lixiviats débordant des clarificateurs lors de l'opération de lessivage représentent la cause la plus sérieuse de pollution de l'eau et exige, par conséquent, leur neutralisation (en utilisant peut-être un procédé de carbonation) avant leur rejet.

Utilisation des fours à ciment pour le recyclage ou l'élimination des déchets

8. Les huiles usées, les solvants, les résidus de peinture et autres déchets combustibles ont été utilisés comme combustibles de supplément aux fours à ciment. Cette pratique s'est développée aux États-Unis dès 1979, en tant que mesure de conservation de l'énergie et de réduction du coût des combustibles, et s'est avérée satisfaisante aussi bien quant à la qualité du produit que de son impact sur l'environnement. Il existe des déchets solides, tels que des pneus usés, qui peuvent également servir de combustibles. Les déchets produits par d'autres industries peuvent en partie répondre aux conditions requises pour les matières premières et sont d'ailleurs utilisés couramment : le gypse produit par les usines d'acide phosphorique, les pyrites grillés résultant de la production d'acide sulfurique, les scories provenant des hauts fourneaux et les escarbilles rejetées des centrales alimentées en charbon.

9. La température générée par les flammes et la nature du produit font des fours à ciment des moyens intéressants pour éliminer une variété de matières organiques dangereuses. Ces fours constituent une option beaucoup plus économique que les incinérateurs de déchets. Les essais effectués notamment par l'Agence de protection de l'environnement des États-Unis (United States Environmental Protection Agency) ont montré que les fours à ciment pouvaient détruire les composés organiques, dont les polychlorés biphényles (PCB), les pesticides organochlorés et organophosphorés, avec une efficacité comparable ou supérieure aux incinérateurs de déchets dangereux, dont les températures sont plus basses. Nombre de composés métalliques toxiques peuvent également être brûlés dans des fours à ciment si les quantités sont assez petites pour ne pas nuire à la qualité du produit ou à la sécurité, puisqu'ils s'incorporent au clinker et deviennent une des composantes du produit. Le plomb, en revanche, requiert des soins particuliers si l'on

considère que plus de la moitié des quantités introduites dans le four se dissipent et se déposent par précipitation avec les poussières du four. Le recyclage des poussières contribue à la concentration de plomb au point où il se mélange lui aussi au clinker, bien qu'une infime partie (0,2 à 1,0 p. 100) s'évaporera sous forme de gaz de combustion. Un métal tel que le thallium ne s'allie pas aux solides et se dissipera avec les autres gaz de combustion du four; les études sur le comportement du mercure ne permettent pas d'apporter de conclusions probantes.

10. L'utilisation de fours à ciment pour éliminer des déchets dangereux nécessite un certain nombre de dispositions particulières concernant les procédures d'exploitation des usines, le recrutement des employés et leur protection, la santé publique et la qualité de l'environnement. Elle exige également la mise en place de programmes d'urgence ainsi que la participation des communautés pouvant être touchées. Pour de plus amples détails, les sections intitulées « Gestion des risques industriels », « Gestion des matières dangereuses » et « Emplacement d'usines et mise en valeur de terrains à des fins industrielles » devraient être consultées parallèlement.

Solutions de remplacement aux projets

Choix de l'emplacement

11. Les questions générales qu'il convient d'examiner lorsqu'il s'agit de choisir l'emplacement d'un établissement industriel sont abordées dans la section intitulée « Emplacement d'usines et mise en valeur de terrains à des fins industrielles ». La nature de la production de ciment est telle que son incidence sur la qualité de l'air et les effets produits par l'extraction et le transport en vrac de matières entrant ou sortant de l'usine exigent que l'on prête une attention toute particulière à l'évaluation des autres emplacements possibles. Les régions où la qualité de l'air ambiant est insuffisante de même que les agglomérations dont les caractéristiques météorologiques ou topographiques donnent lieu à une circulation atmosphérique limitée ne conviennent pas. Si la demande en matières premières signifie l'ouverture de nouvelles carrières, il y aurait lieu de les décrire (si elles sont connues) et d'examiner leurs impacts sur l'environnement dans le cadre du projet. La proximité de sources d'approvisionnement en déchets pouvant servir de combustibles, de matières premières de remplacement ou de compléments est un élément positif lorsqu'il s'agit de choisir un emplacement. Toutes choses étant égales, il est préférable d'implanter l'usine de ciment près d'une carrière de calcaire afin de réduire les coûts de transport (une tonne de ciment nécessite entre 1,3 et 1,4 tonne de calcaire).

Combustibles de remplacement

12. Les fours à ciment peuvent être alimentés au charbon, au mazout, au gaz ou par les trois à la fois. Les déchets peuvent représenter un apport complémentaire de combustibles. Le choix de ces combustibles influe sur la qualité de l'environnement et l'importance des investissements à consentir à la lutte contre la pollution.

(a) **Lutte contre la pollution de l'air**

Options de collecte des poussières de four :

- dépoussiéreur électrostatique;
- filtre à manche.

Options de collecte des poussières produites par le dispositif de refroidissement du clinker :

- gravier filtrant;
- dépoussiéreur électrostatique;
- filtre à manche.

Options de contrôle des poussières émises par les autres opérations :

- couvrir ou enfermer les convoyeurs, les broyeurs, les postes de transbordement des matériaux, les aires d'entreposage;
- installer des dépoussiéreurs mécaniques ou des filtres à manche, si besoin est;
- revêtir les routes conduisant à l'usine;
- nettoyer ces routes à l'aide de balayeuses-aspirateurs;
- faire appel à des arroseuses pour ces mêmes routes et les monceaux de matériaux stockés;
- stabiliser les matériaux stockés à l'aide d'émulsions laticifères.

(b) **Lutte contre la pollution de l'eau**

- recycler les eaux de production par voie humide pour l'alimentation du four;
- installer des tours et des bassins de refroidissement;
- construire des ouvrages d'endiguement de manière à contenir les écoulements provenant des déchets et des matières premières empilées;
- s'assurer que les déchets et les matières premières sont contenus dans des aires étanches afin d'éviter les infiltrations.

Gestion et formation

13. Tous les procédés de fabrication du ciment pouvant compromettre la qualité de l'air et de l'eau en raison des opérations de lessivage auxquelles ils ont recours, un support institutionnel permettant d'entreprendre et de superviser les mesures de lutte antipollution et de réduction des déchets de façon efficace s'avère indispensable. Un ingénieur formé en matière de lutte contre la pollution de l'eau et de l'air et connaissant les technologies de contrôle en usage devrait faire partie de l'équipe du personnel de l'usine. Si on leur en fait la demande, les fabricants sont généralement prêts à offrir des séances de formation expliquant la façon de manœuvrer et d'entretenir les équipements. Les procédures usuelles d'exploitation devraient être établies et mises en vigueur par la direction de l'usine. Des moyens de lutte antipollution et de surveillance de la qualité hydrique et atmosphérique devraient en faire partie aussi bien que le nettoyage des aires d'entreposage et des routes conduisant à l'usine, que les procédés de résorption des effets néfastes pouvant se manifester au moment de la mise en route des fours (lorsque les dépoussiéreurs électrostatiques ne fonctionnent pas de façon suffisante); il conviendrait aussi que des procédures d'avis et de fermeture de l'usine, de même que d'autres mesures, soient mises en place en cas de défaillance du matériel antipollution.

14. Il y aurait lieu d'établir des règles d'hygiène et de sécurité devant être appliquées dans l'usine et de mettre en place des procédures maintenant les niveaux d'exposition aux émissions de poussières et de silice libre inférieurs aux normes nationales (ou, à défaut, celle de la Banque, si ces dernières faisaient défaut); il faudrait, par ailleurs, qu'un programme de visites médicales de routine soit entrepris ainsi qu'un programme de formation continue portant aussi bien sur les questions d'hygiène et de sécurité au sein de l'usine que sur les moyens de protection de l'environnement. (Pour plus de détails, se référer aux *Lignes directrices en matière d'hygiène et de sécurité du travail* de la Banque.)

15. Si l'on destine la cimenterie à la destruction de déchets dangereux, des procédures spécifiques de manipulation des matériaux sur place et d'interventions en cas d'urgence s'imposent. Les aspects de mise en opération en rapport avec les déchets dangereux devraient être supervisés et effectués par des employés spécialement formés. Des agents chargés de la réglementation et de la sécurité du public devraient assurer une surveillance méticuleuse du transport et de l'entreposage des matériaux à partir des pratiques reconnues en matière de manipulation des matériaux, de notification et de mesures d'urgence (cf. « Gestion des risques industriels »).

16. Les normes relatives aux émissions et aux effluents s'appliquant à l'usine devraient s'inspirer des règlements nationaux s'ils existent ou bien être établies à partir des normes préconisées par la Banque. Les agences gouvernementales chargées d'exercer un suivi du matériel antipollution, de faire respecter les normes en vigueur et de superviser toutes les activités en rapport avec la destruction de déchets dangereux sont susceptibles de requérir une formation spécialisée; elles devraient, en outre, recevoir l'équipement nécessaire et être investies de pouvoir. L'évaluation des impacts sur l'environnement devrait prendre en considération une estimation des capacités locales en rapport à ces questions et recommander des moyens permettant de contribuer au projet.

Suivi

17. Des programmes de suivi spécifiques se montrent indispensables aussi bien pour l'usine que pour son emplacement. Il reste, cependant, que les opérations de suivi entreprises dans une cimenterie devraient comporter les aspects suivants : surveillance continue de l'opacité des gaz de cheminée; mesure périodique des particules en cheminées en vue de vérifier et d'étalonner les opacimètres; surveillance des poussières de fours, des gaz de cheminée et du ciment en vue de détecter des matières dangereuses brûlées, ainsi que le pH (en continu), la teneur en sels dissous totaux, les matières en suspension, l'alcalinité et la teneur en potassium et en sulfate des effluents liquides; surveillance des aires de travail quant à l'intensité sonore et à la présence de poussières fugaces de silice non combinée; surveillance des eaux réceptrices, en mesurant le pH et les matières en suspension; surveillance de la qualité de l'air ambiant par rapport aux particules en suspension, les monceaux de matériaux stockés pouvant donner lieu à des écoulements et à des lixiviats; vérification de conformité aux règles de sécurité et de lutte antipollution.

Tableau 10.10. Industrie du ciment

Impacts potentiels négatifs	Mesures d'atténuation
Impacts directs : choix de l'emplacement	
1. Localisation de la cimenterie sur ou à proximité d'habitats sensibles, tels que les mangroves, les estuaires, les milieux humides et les récifs de corail.	1. • Choisir un emplacement qui soit, autant que possible, dans une zone industrielle, de manière à réduire ou à concentrer la pression exercée sur les ressources locales et en vue de faciliter le contrôle des substances rejetées. • Associer les agences des ressources naturelles au choix de l'emplacement pour l'examen des solutions de rechange.
2. Emplacement des installations le long des cours d'eau pouvant causer leur dégradation.	2. • Le choix de l'emplacement devrait intégrer les possibilités minimisant les conséquences pour l'environnement et n'entravant pas l'utilisation des eaux. • Il y aurait lieu de situer les installations qui émettent des rejets liquides près d'un cours d'eau dont la capacité d'assimilation des déchets est adéquate.
3. Emplacement pouvant créer de graves problèmes atmosphériques dans la région.	3. Situer les installations dans une zone qui ne soit pas soumise à des inversions d'air, qui ne collecte pas de polluants et où les vents dominants se dirigent vers des régions relativement peu habitées.
4. Emplacement pouvant exacerber les problèmes d'évacuation des déchets solides d'une région.	4. Le choix d'un emplacement devrait évaluer celui-ci en tenant compte des lignes directrices suivantes : • taille du terrain permettant une mise en décharge ou une évacuation sur place • décharge suffisante à proximité • accessibilité pour que les services publics ou privés puissent collecter et transporter les déchets solides jusqu'à

Tableau 10.10. Industrie du ciment (suite)

Impacts potentiels négatifs	Mesures d'atténuation
Impacts directs : choix de l'emplacement (suite)	
	leur destination finale.
Impacts directs : fonctionnement de l'usine	
5. • Pollution de l'eau causée par le rejet d'effluents liquides et des eaux de refroidissement ou de ruissellements émanant de l'amoncellement des déchets.	5. • L'analyse en laboratoire des effluents liquides devrait comporter un examen de la teneur en sels dissous, des particules totales en suspension, des sels, de la teneur en alcalins, du potassium, des sulfates. Un contrôle de la température du pH sur place devrait également être effectué.
• Usine : Matières en suspension (MES), teneur totale en sels dissous, température, pH	Pour toutes les usines • Ne pas rejeter d'eau de refroidissement. Si un recyclage ne se montre pas réalisable, rejeter les eaux de refroidissement pour autant que l'élévation de la température des eaux réceptrices ne dépasse pas 3° C. • Ne pas déverser les boues contenues dans les réservoirs de vidange. • Maintenir la teneur en pH des rejets d'effluents entre 6,0 et 9,0.
• Ruissellements émanant des piles de matériaux stockés : MES, pH	Pour les usines qui ne pratiquent pas de lessivage • Matières en suspension < 150 g/tonne de production • Teneur totale en sels dissous ne devant pas dépasser les niveaux contenus dans les eaux d'exploitation de l'usine.
	Pour les usines qui pratiquent des lessivages • Matières en suspension < 150 g/tonne de production • Teneur totale en sels dissous < 1,5 kg/tonne de production

Tableau 10.10. Industrie du ciment (suite)

Impacts potentiels négatifs	Mesures d'atténuation
Impacts directs : fonctionnement de l'usine (suite)	
	<u>Piles de matériaux stockés</u> • Assurer que les eaux de pluies et de ruissellements s'infiltrent le moins possible dans les piles provoquant des phénomènes de percolation. • Installer un système d'étanchéité des aires de stockage. <u>Nettoyage de l'équipement, lavage des routes ou autres</u> • < 150 g/tonne de production lors du nettoyage des équipements ou pendant les périodes de pluie. • Les méthodes d'entretien de la cimenterie doivent correspondre au degré d'atténuation recherché.
6. Émissions de particules produites par l'ensemble des activités de la cimenterie (broyage, manipulation des matériaux, mise en activité des fours et des refroidisseurs de clinkers) rejetées dans l'atmosphère.	6. • Installer des collecteurs à filtre en tissu. • Mettre en place des dépoussiéreurs électrostatiques dotés d'humidificateurs nécessaires aux opérations de séchage. • Assurer le contrôle des particules sèches provenant des installations suivantes : • four, 150 g/tonne de charge • refroidisseur de clinker, 50 g/tonne de charge • au sol, à l'extérieur de l'enceinte, 80 μg/m^3 • cheminée, 100 μg/m^3
7. Émissions de particules provenant de sources présentes au sol (particules de poussière fugaces), des routes et des amoncellements.	7. Prévoir des mesures de contrôle telles que : • traitement des routes • arrosage des tas

Tableau 10.10. Industrie du ciment (suite)

Impacts potentiels négatifs	Mesures d'atténuation
Impacts directs : fonctionnement de l'usine (suite)	
	• Recours à des aspirateurs industriels • limite de vitesse ne dépassant pas 20 km/h
8. Émissions de $S0_x$ dans l'atmosphère provenant de la combustion de carburant employé dans les fours.	8. • Résorber les substances alcalines intensifiées par l'utilisation de fours préchauffants en ayant recours à des opérations de lavage naturel et employer des gaz d'échappement pour le séchage et le broyage des matières premières. • Une analyse des matières premières lors de l'étude de faisabilité du projet peut déterminer les niveaux de soufre permettant d'élaborer un équipement de contrôle efficace des émissions. <u>À l'intérieur de l'enceinte</u> • Moyenne arithmétique annuelle : 100 $\mu g/m^3$ • pointe maximum par 24 heures : 1 000 $\mu g/m^3$ <u>À l'extérieur de l'enceinte</u> • Moyenne arithmétique annuelle : 100 $\mu g/m^3$ • pointe maximum par 24 heures : 1 000 $\mu g/m^3$
9. Émissions de NO_x dans l'atmosphère provenant de la combustion de mazout employé dans les fours.	9. • Résorber les émissions de NO_x en se servant de charbon comme combustible et de fours de préchauffement ou de précalcination.

Tableau 10.10. Industrie du ciment (suite)

Impacts potentiels négatifs	Mesures d'atténuation
Impacts directs : fonctionnement de l'usine (suite)	
	• Il importerait d'examiner soigneusement l'emploi de matières végétales ou de déchets chimiques provenant d'autres industries locales dans la mesure où ces combustibles sont susceptibles d'accroître les émissions de NO_x dans l'atmosphère.
10. Pollution atmosphérique causée par la mise en service du four ne disposant pas d'un dépoussiéreur électrostatique.	10. Entreprendre le démarrage au moment, si possible, où les vents ne se dirigent pas vers des régions habitées ou écologiquement sensibles.
11. Pollution atmosphérique due à un mauvais fonctionnement du dépoussiéreur électrostatique.	11. • Concevoir des dépoussiéreurs électrostatiques équipés de chambres parallèles de manière à ce que l'une soit en usage quand l'autre est en réparation. • Faire respecter le règlement qui interdit la mise en service du four si le dépoussiéreur électrostatique est en arrêt total.
12. • Pollution de l'atmosphère par des substances toxiques telles que les produits de combustion incomplète et des métaux tels que du plomb provenant de la combustion de déchets dangereux ou d'huiles résiduelles employés comme suppléments de carburant.	12. • Des études ont montré que la plupart des substances organiques sont détruites à 99,99 % et que les métaux sont retenus par les poussières de ciment collectées par le système de lutte contre la pollution. • Veiller à ce que (a) les déchets dangereux et les huiles résiduelles soient analysés avant d'approuver leur combustion et (b) que l'efficacité des fours soit maintenue. • Introduire les déchets dans la partie "chaude" du four. • Mettre en place des procédures de manipulation des déchets.

Tableau 10.10 Industrie du ciment (suite)

Impacts potentiels négatifs	Mesures d'atténuation
Impacts directs : fonctionnement de l'usine (suite)	
	dangereux ainsi que des plans d'urgence (cf. "Gestion des matières dangereuses").
13. Ruissellements en surface de lixiviats provenant de la poussière des fours, des matières premières, des refroidisseurs de clinkers, du charbon et de substances généralement stockées en tas sur les lieux de l'installation pouvant polluer les eaux de surface ou s'infiltrer dans les nappes.	13. • Il est possible de contrôler l'infiltration des eaux de pluie et le suintement des matériaux solides, des carburants ainsi que de l'amoncellement des déchets en les recouvrant ou en ayant recours à des méthodes de confinement, de manière à ce que les eaux de surface et souterraines ne soient pas polluées. • Assurer que les travaux d'endiguement soient suffisamment importants pour contenir les chutes pluviales d'une durée moyenne de 24 heures.
Impacts indirects	
14. • Maladies du travail dues à l'émanation de poussières fugaces, à la manipulation de matériaux ou à d'autres types d'activités.	14. L'usine devrait mettre en place un programme de santé et de protection en vue de : • identifier, évaluer, surveiller et assurer de façon spécifique le contrôle des risques pour la santé et la sécurité des employés • répondre aux dangers auxquels la santé et la sécurité des ouvriers sont confrontés • adopter des procédures de protection des employés • apporter une formation en matière de sécurité
15. Problème régional d'évacuation des déchets solides exacerbé par un	15. • Prévoir des aires d'évacuation sur place appropriées ou bien se servir des poussières produites par les fours et d'autres sous-

Tableau 10.10. Industrie du ciment (suite)

Impacts potentiels négatifs	Mesures d'atténuation
Impacts indirects (suite)	
manque adéquat d'entreposage sur place.	produits en tant que matériaux de remblaiement, à partir du principe qu'un examen minutieux des lixiviats a été entrepris et que leurs caractéristiques sont connues. • Se servir des poussières produites par les fours pour chauler les sols, neutraliser les acides ou stabiliser les déchets dangereux.
16. Perturbation des circuits de transit, émissions de bruit, accroissement de la circulation et augmentation des risques d'accidents encourus par les piétons qu'entraînent le va-et-vient des poids lourds transportant les matières premières, les carburants ou le ciment.	16. • Choisir un emplacement qui puisse atténuer un certain nombre de ces problèmes. • Il y aurait lieu d'effectuer des études spécifiques en matière de transport lors de la faisabilité du projet et qui détermineraient les trajets les plus sûrs afin d'atténuer les impacts. • Développer une réglementation concernant les engins de transport et développer des plans d'urgence pour restreindre les risques d'accidents durant le transport des combustibles résiduels.
17. L'exploitation locale du calcaire destiné à l'approvisionnement d'une cimenterie risque de créer des conflits avec certaines industries comme celle du bâtiment et de la construction qui a recours aux mêmes matériaux. Par ailleurs, une exploitation non contrôlée ou illimitée peut étendre l'érosion et la sédimentation des cours d'eau.	17. • Prévoir un plan où l'exploitation des carrières de calcaire soit adaptée aux quantités disponibles et imposer des restrictions sur les méthodes d'exploitation. • Assurer une coordination avec l'agence responsable en vue de mettre à l'étude les possibilités de remise en valeur de l'emplacement une fois l'installation démantelée. • Prévoir un plan de remise en état des mines de calcaire.

INDUSTRIE CHIMIQUE ET PÉTROCHIMIQUE

1. Le secteur chimique et pétrochimique englobe une multitude de procédés de transformation et représente assurément l'industrie la plus diversifiée. Il peut être subdivisé de la façon suivante : (a) produits chimiques inorganiques; (b) produits chimiques organiques; (c) produits pétrochimiques; (d) produits de chimie fine, produits pharmaceutiques, teintures synthétiques et explosifs.

L'industrie des engrais, bien que faisant partie du secteur chimique et pétrochimique, est traitée dans une section à part.

2. Le groupe des produits chimiques inorganiques comprend la production de chlore ou d'alcalis, de carbure de calcium, d'acides inorganiques, de sels, de phosphore et de ses composés, de peroxyde, de pigments inorganiques (p. ex. dioxyde de titane) et la fabrication d'un grand nombre de sels métalliques produits à partir des acides mentionnés. Les produits chimiques inorganiques, tels que l'ammoniac, l'acide nitrique, l'urée et l'acide phosphorique, sont abordés dans la section qui traite de la production d'engrais.

3. Les produits pétrochimiques constituent une catégorie distincte de produits chimiques organiques. La plupart sont produits à partir de pétrole, de gaz naturel ou de charbon et nombre d'entre eux sont fabriqués en grande quantité (entre 1 000 tonnes par année pour les produits chimiques spécialisés et 500 000 tonnes par années pour les produits de base).

4. Un bon nombre de produits pétrochimiques exigent des installations d'entreposage de liquides ou de gaz. C'est le cas, par exemple, de l'éthylène, du méthanol, de l'éthanol, de l'acide acétique, de l'acétone, de l'acide adipique, de l'aniline, du benzène, du caprolactame, des composés du chlore et du fluor contenant des corps aliphatiques ou aromatiques, du dinitro-trinitro-toluène, du formaldéhyde et des alcools. Les produits solides comprennent les résines synthétiques, les plastiques et les élastomères, le caoutchouc, la mélanine, le nylon, le polyester, les polyoléfines et les chlorures de polyvinyle. Des produits comme la cellulose et des produits chimiques à base de sucre, même s'ils ne sont pas des substances pétrochimiques peuvent, néanmoins, se ranger sous cette catégorie.

5. Les produits de chimie fine et les produits pharmaceutiques forment un groupe à part essentiellement en raison de la méthode industrielle qu'ils requièrent. Ils sont généralement fabriqués en petites quantités à partir de produits pétrochimiques, de substances naturelles ou d'éléments chimiques inorganiques. À ce groupe appartiennent tous les composés synthétiques olfactifs ou aromatiques, les teintures synthétiques, les produits intermédiaires pharmaceutiques et les produits finaux.

6. En règle générale, les usines modernes de fabrication de produits chimiques nécessitent la construction de stations d'épuration indépendantes en vue de recycler les eaux, une fois que des procédés chimiques ou physiques ont permis de ramener les polluants à un niveau de concentration acceptable. Les installations d'entreposage devraient, de préférence, être conçues et construites en prévoyant des équipements de confinement, tels des réservoirs à double parois, des ouvrages d'endiguement, des murs de béton et des dispositifs de détection des fuites.

Impacts potentiels sur l'environnement

7. La plupart des matériaux employés à la fabrication de produits chimiques et pétrochimiques sont des substances inflammables et sujettes à explosion. Si nombre de ces produits sont toxiques, il en existe quelques uns qui sont également cancérigènes. Les risques d'explosion sont beaucoup plus importants que dans le cas, par exemple, d'une raffinerie, dans la mesure où les composés sont extrêmement réactifs et que leur fabrication et leur manipulation exigent une attention soutenue.

8. Il conviendrait de considérer les substances hautement toxiques qui provoquent des accidents instantanés, telles que le phosgène ou le chlore, en tant que risques pour la sécurité du personnel. D'autres ont des effets à long terme, même à de faibles concentrations. Des études portant sur la fabrication de produits chimiques et sur son impact sur l'environnement ont montré que les questions de toxicité, de risques et de considérations opérationnelles jouaient un rôle important. Les déchets et les émissions susceptibles d'être produits dépendent des types de composés fabriqués aussi bien que de la diversité des procédés et des produits chimiques employés.

9. La fabrication de produits chimiques peut avoir de graves répercussions sur l'environnement. L'Institut national de la prévention contre les accidents et les maladies professionnels (National Institute for Occupational Safety and Health) du Secrétariat à la Santé et aux Ressources humaines des États-Unis (U.S. Department of Health and Human Resources), a publié un manuel qui donne des renseignements sur les dangers et les risques pour la santé que représentent les produits chimiques. Quant au *Dow and Fire and Explosion Index* publié par l'Institut américain des chimistes (American Institute of Chemical Engineers), il donne des renseignements sur les risques d'incendie et d'explosion (le tableau 10.11 en fin de section présente un résumé des impacts négatifs sur l'environnement causés par l'industrie chimique et pétrochimique).

10. L'industrie chimique fait appel à d'énormes volumes d'eau employés dans les procédés de fabrication, de refroidissement et de lavage. Les eaux servant à la fabrication des produits chimiques sont généralement polluées par ces mêmes substances chimiques ou leurs sous-produits. L'Agence de protection de l'environnement des États-Unis (U.S. Environmental Protection Agency) a publié une liste de composés pour lesquels des normes en matière d'effluents ont été établies. Parmi les polluants pouvant constituer une menace, s'ils sont déversés dans les cours d'eau et dans les nappes souterraines, figurent des polluants toxiques d'intérêt prioritaire, des composés cancérigènes ainsi que des matières en suspension et des solides dont la demande biochimique en oxygène (DBO) et la demande chimique en oxygène (DCO) est très élevée.

11. Les ressources en eau superficielle ou souterraine sont sujettes aux risques que posent les eaux de pluie qui s'écoulent des réservoirs de pétrole, les déchets de production provenant des installations de fabrication, les fuites de conduites, le rejet des eaux de refroidissement, de lessivage et de nettoyage, ainsi que le déversement accidentel de matières premières et de produits finis. Des mesures de contrôle du ruissellement qui consistent, par exemple, à créer des bassins de retenue des eaux pluviales équipés d'une station de traitement des eaux avant leur déversement, s'avèrent généralement nécessaires et permettent d'éviter de tels risques pour les ressources en eau.

12. Les polluants atmosphériques rejetés dépendent du procédé de fabrication utilisé et comprennent des particules ainsi qu'un grand nombre de composés gazeux tels que des oxydes de soufre, de carbone et d'azote dégagés par les fumées de chaudières et les fourneaux de fabrication, de l'ammoniac, et des composés d'azote et de chlore. Ces émissions proviennent de diverses sources, dont l'équipement de fabrication, des installations d'entreposage, les pompes, les soupapes, les évents et les joints d'étanchéité défectueux.

13. Les procédés d'incinération (torchères), d'adsorption, d'épuration des gaz et autres méthodes d'absorption servent à lutter contre les émissions atmosphériques. L'Agence de protection de l'environnement des États-Unis (U.S. Environmental Protection Agency) a établi des normes de qualité de l'air permettant de réglementer les émissions provenant des usines chimiques.

14. Les déchets solides produits par l'industrie chimique se composent parfois de résidus de matières premières, de déchets de polymères, de boues provenant des substances servant à l'alimentation des chaudières, des matières de récurage des citernes ou produites par le matériel antipollution et des cendres des chaudières à charbon. Des substances chimiques peuvent contaminer les déchets produits par les procédés de fabrication. L'élimination des catalyseurs usés dont on se sert dans les industries pétrochimiques risque de créer un problème pour l'environnement. De nos jours, la plupart des fabricants proposent de les récupérer.

Enjeux spécifiques

Gestion des matières dangereuses

15. Il existe des cas où les déchets sont susceptibles de représenter un danger biologique ou radioactif. Les déchets bio-industriels et pharmacologiques contenant, par exemple, des micro-organismes, des virus et des substances radioactives peuvent comporter un risque, s'ils ne sont pas éliminés de façon adéquate. Les pratiques suivantes devraient être instituées quand il s'agit de gérer l'élimination de ce type de déchets solides :

- on devrait disposer d'installations appropriées de traitement, d'entreposage et d'évacuation de matières dangereuses ou radioactives;

- le pays emprunteur devrait, d'une part, avoir élaboré (ou adopté des pays développés) et institué des règlements et des normes régissant le fonctionnement de ces installations et d'autre part, être capable d'en assurer leur respect;

- des laboratoires et autres installations d'appui devraient exister pour collecter et analyser des échantillons de ressources de l'environnement.

16. La production de matières explosives ou de produits chimiques hautement réactifs soulève des enjeux spécifiques. La conception des plans doit prendre en considération les risques de bris d'équipement et d'explosion et prévoir des murs coupe-feu permettant de réduire les dangers pour l'environnement et la santé tant sur les lieux de travail qu'à l'extérieur de ceux-ci.

17. Il arrive bien souvent que des problèmes d'environnement particuliers soient créés par des usines chimiques où les substances sont préparées à partir de mélanges spécifiques pour répondre à la demande du marché. Les usines de pesticides, de solvants et d'explosifs en sont des exemples. Les procédures en matière d'environnement, de santé et de risques devant s'appliquer à ce genre d'usines devraient être les mêmes que pour les industries chimiques fabricant des composés mélangés (pour de plus amples détails, se reporter à la section « Gestion des matières dangereuses »).

Réduction du volume des eaux usées

18. Deux types de mesures adaptées à une usine peuvent grandement réduire le volume des eaux usées. La première consiste à recycler l'eau d'un procédé dans un autre, en se servant, par exemple, des eaux de vidange des chaudières à haute pression pour alimenter les chaudières à faible pression, ou en utilisant le plus possible les effluents traités en tant que ressources d'appoint. La seconde cherche à concevoir des

façons de recycler l'eau toujours à la même fin. L'emploi de l'eau produite par les tours de refroidissement ou encore l'utilisation de la vapeur condensée pour alimenter les chaudières en sont des exemples.

19. De bonnes méthodes d'entretien alliées à des pratiques d'exploitation convenables contribueront également à réduire le volume des eaux usées. On peut, par exemple, réduire la production de déchets en étudiant la gamme des produits, en faisant appel à des véhicules équipés d'appareils aspirants ou à des méthodes de nettoyage à sec des déversements, en appliquant des procédures d'inspection et d'entretien pour réduire les fuites et enfin, en isolant les flux de déchets exigeant une attention particulière du point de vue de leur évacuation (tels que les solutions usées de dégraissage).

Bruit

20. Les industries chimiques et pétrochimiques peuvent engendrer des bruits importants. Les compresseurs centrifuges à haute vitesse, les compresseurs rotatifs à vis, les soupapes de commande, les réseaux de conduites, les turbines à gaz, les pompes, les fourneaux, les échangeurs d'air à récupération de chaleur, les tours de refroidissement ainsi que les appareils de ventilation sont des sources de bruit. Les niveaux sonores s'échelonnent entre 60 et 110 dB à une distance d'un mètre. S'il est vrai que l'insonorisation représente bien souvent la solution la plus pratique pour répondre à ce problème, il reste que les fabricants disposent parfois d'une gamme d'équipements à faible émission sonore. L'Institut américain du pétrole (American Petroleum Institute) a publié des lignes directrices en matière de bruit et de lutte antibruit. L'Institut des prescriptions techniques du bâtiment (Construction Specifications Institute), établit, d'autre part, des normes en matière d'insonorisation.

Solutions de remplacement aux projets

Choix de l'emplacement

21. Les problèmes généraux qu'il convient d'examiner lorsqu'il s'agit de situer un établissement industriel sont abordés dans la section intitulée « Emplacement d'usines et mise en valeur de terrains à des fins industrielles ». La nature d'une usine de produits chimiques est telle que les effets sur l'environnement, dus aux activités de production, d'entreposage et de transport, exigent que l'on prête une attention toute particulière à l'évaluation des autres emplacements possibles. En plus des considérations à l'égard des émissions et des effluents, il faut aussi prêter attention à la question du transport des matières premières et des produits finis. Des substances toxiques ou hautement inflammables sont souvent en cause et risquent de poser des problèmes de transport spécifiques, particulièrement dans le cas des industries pétrochimiques. Les émissions sont susceptibles de porter atteinte à l'écologie du milieu ou aux régions habitées des environs, des villages et des villes. Il importerait que le transport évite les secteurs à forte densité de population.

Procédés de fabrication

22. Les industries chimiques font appel à des équipements de fabrication et d'entreposage extrêmement diversifiés. Il conviendrait, lors de la phase de conception, d'accorder un soin tout particulier à d'autres procédés de fabrication. Le choix du procédé d'électrolyse du chlore ou des alcalis en est un exemple. Les méthodes plus anciennes reposent sur des cellules électrolytiques au mercure et posent des risques pour l'environnement, en raison de la présence de mercure dans les eaux usées. D'autres méthodes sont désormais disponibles, telles que les procédés à diaphragme (la présence d'amiante dans les cellules représente un moins grand risque) ou à membrane n'utilisant pas de mercure.

Lutte contre la pollution

23. Des équipements de lutte contre la pollution atmosphérique et de contrôle des effluents sont à présent disponibles pour la plupart des flux de déchets aussi bien gazeux que liquides. L'équipement destiné à lutter contre la pollution atmosphérique se compose d'épurateurs de gaz, de membranes de séparation, de cyclones, de dépoussiéreurs électrostatiques, de filtres à manche, de catalyseurs de réduction ou d'oxydation, d'incinérateurs et de dispositifs d'absorption.

24. On peut contrôler les effluents d'eaux usées en ayant recours à des opérations de neutralisation, d'évaporation, d'aération, de rectification, de flottaison, de filtration, de séparation du pétrole, d'absorption du carbone, d'échanges ioniques, d'osmose inverse, de traitement biologique et de l'épandage des eaux de production sur les terres.

Gestion et formation

25. Les industries chimiques et pétrochimiques pouvant compromettre la qualité de l'air, de l'eau et des sols, un appui institutionnel permettant de réaliser et de superviser la manipulation des substances, les mesures de lutte antipollution et de réduction des déchets sont indispensablea. Le personnel devrait être au fait des technologies en usage de lutte contre la pollution de l'eau et de l'air. Les fabricants sont généralement prêts à fournir des séances de formation expliquant la façon de manœuvrer et d'entretenir les équipements. Les procédures usuelles d'exploitation devraient être établies et mises en vigueur par la direction de l'usine. Des moyens de lutte antipollution et de surveillance de la qualité de l'air et de l'eau devraient en faire partie aussi bien que des instructions destinées au personnel chargé du fonctionnement de l'entreprise leur expliquant les moyens d'enrayer les émissions nauséabondes; des directives avertissant les autorités compétentes d'un déversement accidentel de polluants devraient également être mises en place. Des détecteurs, des dispositifs d'alarme, par exemple, et une formation spéciale dispensée au personnel d'exploitation devraient permettre d'améliorer les opérations de manipulation et la gestion des substances toxiques et dangereuses.

26. Il est indispensable de prévoir des mesures d'urgences et d'intervention rapide en cas d'incidents comme un déversement, un incendie ou une explosion, dont les conséquences pour l'environnement et la communauté environnante sont extrêmement dangereuses. Dans la mesure où les responsables des collectivités locales aussi bien que les agences et les services locaux (de médecine et de sapeurs-pompiers, etc.) jouent un rôle capital dans ce type d'intervention, il y aurait lieu qu'ils participent au processus de planification. Des exercices d'évacuation périodiques sont des aspects importants des plans d'intervention (cf. la section « Gestion des risques industriels » pour de plus amples détails).

27. Des règlements en matière de santé et de sécurité devraient être établis et mis en vigueur dans l'usine. Ces règlements devraient comprendre :

- Des dispositions permettant, d'une part, d'enrayer les dégagements accidentels de gaz ou le déversement de produits liquides chimiques et d'autre part, d'intervenir en cas d'incident.

- Des procédures permettant de maintenir les niveaux d'exposition aux vapeurs chimiques en deçà des normes acceptées (consulter le *Manuel de gestion des risques chimiques* publié par l'Institut national de la santé et de la sécurité du travail [National Institute for Occupational Safety and Health]).

- Un programme de visites médicales de routine pour le personnel chargé de manipuler, d'entreposer, de transformer ou de transporter des produits chimiques dangereux.

- Un programme de formation continue sur les questions de santé et de sécurité du travail et sur les pratiques d'entretien respectueuses de l'environnement.

- Des mesures d'urgence (accompagnées d'exercices périodiques) permettant d'assurer un plan d'action en cas d'un incident grave de déversement, de fuite, d'explosion ou d'incendie.

(Pour de plus amples renseignements, consulter les *Lignes directrices en matière de santé et de sécurité au travail* de la Banque et se reporter aux sections du présent chapitre intitulées « Gestions des risques industriels », « Gestion des matières dangereuses » et « Emplacement d'usines et mise en valeur de terrains à des fins industrielles ».)

28. Les normes relatives aux émissions et aux effluents s'appliquant à l'usine devraient s'inspirer des règlements nationaux, s'ils existent, ou bien être établies à partir des normes préconisées par la Banque. Les agences gouvernementales chargées d'exercer un suivi des équipements de lutte antipollution, de faire respecter les normes en vigueur et de superviser toutes les activités en rapport avec la destruction de déchets dangereux sont susceptibles de requérir une formation spécialisée; elles devraient, par ailleurs, recevoir l'équipement nécessaire et être investies de pouvoir. L'évaluation environnementale devrait prendre en compte une estimation des capacités locales en rapport à ces questions et recommander des moyens permettant de contribuer au projet.

Suivi

29. En raison de la grande diversité de produits chimiques et des moyens de transformation disponibles, il est impossible de répertorier tous les produits chimiques pour lesquels il faudrait exercer un contrôle. Un relevé continu déterminant l'état du suivi de l'environnement devrait être, non seulement maintenu et examiné périodiquement mais permettre également d'adopter des mesures de rectification. Outre les programmes de suivi nécessaires et spécifiques au contrôle de l'usine, de l'emplacement et des procédés de transformation, il importerait également d'établir les procédures suivantes :

- Suivi continu des gaz de combustion servant à l'alimentation des chaudières et des fourneaux de manière à contrôler les émissions de monoxyde de carbone ainsi que l'excès d'air et d'opacité.

- Surveillance périodique (et parfois continue dans des situations critiques) des émissions de gaz et de particules en surveillant les produits chimiques employés ou générés dans le procédé de fabrication. (Les substances dont se sert l'industrie pétrochimique se composent d'hydrocarbures, de chlore [contenant des composés], d'hydrogène, de composés organiques oxygénés et de composés contenant de l'azote et du soufre.)

- Contrôle périodique (et parfois continu dans des situations critiques) de tous les rejets d'eaux usées comprenant les eaux de refroidissement employées pour les composés mentionnés à l'alinéa précédent.

- Mesures des paramètres choisis pour les procédés de fabrication de manière à contrôler l'emploi adéquat de l'équipement de lutte antipollution (mesurer, par exemple, la température des gaz de cheminée comme moyen de vérifier le bon fonctionnement des laveurs).

- Contrôle continu de la qualité de l'air ambiant sur le lieu du travail en analysant tous les composés employés dans les procédés de fabrication. (On peut, à la fois, mesurer plusieurs composés en les combinant de façon satisfaisante : il est possible, par exemple, d'établir le niveau de tous les composés organiques ou de certains groupes de composés contenant, par exemple, du chlore.)

- Suivi de la qualité de l'air ambiant aux alentours des installations en surveillant les polluants d'intérêt prioritaire, en particulier les produits chimiques toxiques et dangereux et en faisant appel à des dispositifs d'alarme et à des détecteurs à distance.

- Mesure des rejets d'eaux de pluie provenant de l'usine et des installations de stockage en surveillant les polluants déterminants, leur pH et leur teneur en matières en suspension.

- Suivi de la qualité des eaux réceptrices en aval, en recherchant la présence d'oxygène dissous et de polluants déterminants.

- Contrôle périodique de la qualité des eaux souterraines de manière à détecter des phénomènes de pollution causés par les procédés de fabrication ou provenant des aires de stockage.

- Analyse des effets causés par les pratiques de gestion des déchets solides sur les ressources en eau de surface et en eau souterraine.

- Suivi de toutes les aires de travail en analysant les niveaux sonores ambiants.

- Surveillance du respect des mesures de sécurité et des procédures de lutte antipollution, de leur actualisation et de la modernisation des plans de sécurité et d'urgence.

Examen des eaux réceptrices en surveillant leur pH, la présence de matières en suspension, et contrôle des particules dans l'atmosphère.

Tableau 10.11. Industrie chimique et pétrochimique

Impacts potentiels négatifs	Mesures d'atténuation
Impacts directs : choix de l'emplacement	
1. Implantation de l'industrie sur ou à proximité d'habitats sensibles : mangroves, estuaires, milieux humides ou récifs de corail.	1. • Choisir un emplacement qui soit, autant que possible, dans une zone industrielle, de manière à réduire ou à concentrer la pression exercée sur les ressources locales et en vue de faciliter le contrôle des substances rejetées. • Associer les agences des ressources naturelles au choix de l'emplacement pour l'examen des solutions de rechange.
2. Emplacement des installations le long des cours d'eau pouvant causer leur dégradation.	2. • Le choix de l'emplacement devrait examiner les possibilités minimisant les conséquences pour l'environnement et n'entravant pas l'utilisation des eaux. • Il y aurait lieu de situer les installations qui émettent des rejets liquides près d'un cours d'eau dont la capacité d'assimilation des déchets est adéquate.
3. Emplacement pouvant créer de graves problèmes atmosphériques dans la région.	3. Implanter les installations dans une zone qui ne soit pas soumise à des inversions d'air, qui ne collecte pas de polluants et où les vents dominants se dirigent vers des régions relativement peu habitées.
4. Emplacement pouvant exacerber les problèmes d'évacuation des déchets solides d'une région.	4. Le choix de l'emplacement devrait évaluer celui-ci en tenant compte des lignes directrices suivantes : • taille du terrain permettant une mise en décharge ou une évacuation sur place • décharge suffisante à proximité • accessibilité pour que les services publics ou privés puissent collecter et transporter les déchets solides jusqu'à leur destination finale.

Tableau 10.11 Industrie chimique et pétrochimique (suite)

Impacts potentiels négatifs	Mesures d'atténuation
Impacts directs : fonctionnement de l'usine	
5. • Pollution de l'eau causée par le rejet d'effluents liquides et des eaux de refroidissement ou de ruissellements émanant de l'amoncellement des déchets. • Selon le type de traitement, des productions à forte densité de DBO, DCO, pH et sels dissous	5. • L'analyse en laboratoire des effluents liquides devrait comporter un examen des substances chimiques appropriées (selon le type de production), TOS, DBO, DCO, pH et un suivi de la température sur place. <u>Pour toutes les usines</u> • Ne pas rejeter d'eau de refroidissement. Si un recyclage ne se montre pas réalisable, rejeter les eaux de refroidissement pour autant que l'élévation de la température de l'exutoire ne dépasse pas 3^{o} C. • Maintenir la teneur en pH des rejets d'effluents entre 6,0 et 9,0. • Contrôler les effluents selon les limitations prescrites par la Banque ou à partir d'autres normes qui s'appliquent à des procédés spécifiques. <u>Aires de traitement, de stockage et d'évacuation</u> • Éviter que les eaux de pluie ne viennent, de façon excessive, s'infiltrer au travers des tas. • Procéder au revêtement des aires de stockage en vue de collecter les eaux de pluie.
6. Émissions de particules produites par l'ensemble des activités de l'usine.	6. Contrôler les particules en installant des épurateurs, des collecteurs à filtre en tissu ou des dépoussiéreurs électrostatiques.

Tableau 10.11. Industrie chimique et pétrochimique (suite)

Impacts potentiels négatifs	Mesures d'atténuation
Impacts directs : fonctionnement de l'usine (suite)	
7. Émissions de SO_x, NO_x, et de CO dans l'atmosphère ainsi que d'autres substances chimiques provenant des activités de traitement chimique.	7. Faire appel à une méthode d'épuration à l'eau où à l'aide de solutions alcalines, par incinération ou par absorption en utilisant des moyens catalytiques.
8. Rejet accidentel de substances acides ou alcalines et de solvants, potentiellement dangereux.	8. • Assurer l'entretien des aires de stockage et d'évacuation pour prévenir tout déversement accidentel. • Fournir du matériel d'atténuation des déversements. • Prévoir des zones endiguées ou des réservoirs à double parois.
9. Rayonnement accidentel et dissémination de produits biologiques dangereux (produits pharmaceutiques).	9. Assurer l'entretien d'installations agréées de stockage et d'évacuation afin de diminuer les risques de rejets.
10. Émissions sonores.	10. Réduire l'impact du bruit en enfermant ou en insonorisant les unités bruyantes de traitement ou des équipements des installations ou bien en ayant recours à d'autres procédures antibruit.
11. Ruissellements en surface émanant de produits chimiques, des matières premières, de produits intermédiaires et finaux et provenant des déchets solides généralement stockés en piles sur les lieux pouvant polluer les eaux de surface et s'infiltrer dans les nappes phréatiques.	11. • Il est possible de maîtriser l'infiltration et le ruissellement des eaux de pluies qui s'infiltrent au travers des matériaux solides, des carburants et des déchets entassés en les recouvrant ou les confinant afin d'éviter la pollution des eaux de surface et du sous-sol. • Il importe que les parties endiguées soient de taille suffisante pour contenir des précipitations d'une durée moyenne de 24 heures.

Tableau 10.11. Industrie chimique et pétrochimique (suite)

Impacts potentiels négatifs	Mesures d'atténuation
Impacts directs : fonctionnement de l'usine (suite)	
	• Collecter et exercer le suivi des eaux de pluie avant qu'elles ne soient évacuées.
Impacts indirects	
12. • Incidence sur la santé des travailleurs exposés à des poussières fugaces, due à la manipulation de matériaux, au bruit ou à d'autres raisons liées aux opérations de traitement. • Fréquence anormale des accidents en raison du niveau de compétence de la main-d'œuvre.	12. Il conviendrait que les responsables de l'usine mettent en œuvre un programme de santé et de sécurité conçu pour : • déterminer, évaluer, surveiller et lutter contre les risques pour la santé; • dispenser une formation en matière de sécurité.
13. Problème régional de gestion des déchets solides exacerbé par un système de stockage sur les lieux inadéquat ou par un manque d'installation d'élimination finale.	13. • Prévoir des zones d'évacuation sur place appropriées à partir du principe que l'on sait procéder au classement des caractéristiques dangereuses des lixiviats. • Mettre en place, selon une conception développée en plusieurs phases, des installations appropriées d'élimination totale.
14. Perturbation des circuits de transit, émission de bruits et accroissement de la circulation, augmentation des risques d'accidents encourus par les piétons qu'entraîne le va-et-vient des poids lourds qui transportent les matières premières.	14. • Le choix de l'emplacement peut atténuer un certain nombre de ces problèmes. • Il conviendrait de préparer des études de secteur lors de la faisabilité du projet en matière de transport qui détermineraient les trajets les plus sûrs. • Prévoir un règlement des transports et un plan d'intervention en cas d'accidents de façon à diminuer les risques d'accidents.

USINES D'ENGRAIS

1. La plupart des projets de fabrication d'engrais visent la production de composés destinés à fournir aux plantes de l'azote, du phosphore et du potassium, soit séparément (engrais *simples*), soit de façon combinée (engrais *mélangés*).

2. L'ammoniac constitue la base de tous les engrais azotés et la plupart des usines d'engrais comprennent des installations de fabrication de cette substance, quelle que soit la nature du produit fini. Nombre d'entre elles produisent aussi de l'acide nitrique. Si, pour produire l'ammoniac, on préfère utiliser du gaz naturel, il reste que l'on utilise aussi du charbon, du naphte et du mazout. L'ammoniac anhydrique, l'urée (composée d'ammoniac et de dioxyde de carbone), le nitrate d'ammoniac (produit à partir d'ammoniac et d'acide nitrique), le sulfate d'ammoniac (produit à partir d'ammoniac et d'acide sulfurique) et le nitrate de calcium ammoniaqué ou nitrate de calcaire ammoniaqué (produit en ajoutant du calcaire au nitrate d'ammoniac) font partie des engrais azotés les plus courants.

3. Les engrais à base de phosphate se composent de roches de phosphate broyées, de scories élémentaires (un sous-produit provenant des manufactures de fer et d'acier), de superphosphate (résultat de la mise en réaction de roches de phosphate broyées avec de l'acide sulfurique), de superphosphate triple (résultat de la mise en réaction de roches de phosphate broyées avec de l'acide phosphorique) et de phosphate mono- et diammonique. Les matières premières de base se composent de roches de phosphate, d'acide sulfurique (en règle générale produites au sein de l'usine à partir de soufre élémentaire) et d'eau.

4. Tous les engrais à base de potassium sont fabriqués à partir de saumures ou de dépôts souterrains de potasse. Les principales formules se composent de chlorure, de sulfate et de nitrate de potassium.

5. Les engrais mélangés peuvent être produits à partir d'un mélange à sec, par la granulation de plusieurs engrais intermédiaires mélangés dans une solution ou par la mise en réaction de roches de phosphate avec de l'acide nitrique (nitrophosphates).

Impacts potentiels sur l'environnement

6. Les avantages socio-économiques que représente cette industrie sont indéniables : le recours aux engrais est un élément déterminant lorsqu'il s'agit d'atteindre un niveau de production agricole suffisant pour nourrir une population mondiale qui ne cesse de croître. L'usage approprié d'engrais permet, par ailleurs, d'avoir des effets indirectement positifs sur le milieu naturel; l'emploi, par exemple, d'engrais chimiques favorise l'intensification de la production des terres agricoles existantes tout en réduisant l'expansion de nouvelles terres pouvant receler des ressources naturelles ou sociales de valeur.

7. Il n'en demeure pas moins que la production d'engrais peut avoir sur l'environnement de graves répercussions. Les eaux usées constituent l'essentiel du problème dans la mesure où elles peuvent contenir d'importants niveaux acides ou alcalins et, selon le genre d'usine, se composer d'un certain nombre de substances dont les forts taux de concentration peuvent être délétères pour les organismes aquatiques : l'ammoniac ou ses composés, l'urée émise par les usines fabriquant de l'azote, du cadmium, de l'arsenic et du fluor provenant de la production de phosphate, si cette substance est considérée comme une impureté de la roche de phosphate. Des matières en suspension, des nitrates, de l'azote organique, du phosphore, du potassium et par suite, la demande biochimique élevée en oxygène (DBO_5) sont des substances généralement rencontrées dans les effluents ainsi que dans les eaux pluviales, à l'exception des DBO_5, qui ruissellent au travers des matières premières et des déchets entreposés. Les usines de phosphate peuvent

être conçues de manière à ne pas rejeter d'eaux usées à l'exception de trop-plein des bassins d'évaporation en période de fortes pluies, bien que cette méthode ne soit pas toujours pratique.

8. Les engrais finis constituent également une source potentielle de pollution de l'eau et leur emploi abusif ou malavisé risque d'être un facteur d'eutrophisation des eaux de surface et de pollution des eaux souterraines par l'azote. Quant à l'exploitation des mines de phosphate, elle peut, en outre, altérer la qualité de l'eau. Tous ces aspects devraient être examinés lorsqu'il s'agit d'anticiper les effets négatifs de projets dont le but est d'ouvrir de nouvelles mines ou d'étendre les moyens d'exploitation minière, quel que soit l'emplacement de l'usine (cf. la section « Exploitation minière et traitement des minéraux »).

9. Les éléments responsables de la pollution atmosphérique comprennent les particules émises par les fumées qui s'échappent des chaudières et par le broyage des roches de phosphate, le fluor (principal polluant que produit les usines de phosphate), les vapeurs acides, les oxydes de soufre et d'azote. Les déchets solides proviennent essentiellement des usines de phosphate et se composent principalement de cendres (si l'on a recours au charbon pour la production de vapeur nécessaire aux procédés de transformation), et de gypse (substance pouvant être considérée comme dangereuse en raison de cadmium et d'uranium présents dans les roches de phosphate et des émanations de radon ou d'autres gaz toxiques auxquelles elles peuvent donner naissance).

10. La fabrication et la manipulation d'acide sulfurique et nitrique constituent des risques pour la santé et la sécurité des travailleurs. La dissémination d'ammoniac peut non seulement mettre en péril la santé du personnel de l'usine mais également les habitants qui vivent ou travaillent à proximité. Les explosions et les lésions oculaires, du nez, de la gorge et des poumons appartiennent aux autres accidents pouvant se produire.

11. Il conviendrait de lire le passage « Emplacement d'usines et mises en valeur de terrains à des fins industrielles » en parallèle avec la présente section, dans la mesure où la sélection judicieuse d'un emplacement permet de mieux éviter ou d'atténuer l'ensemble d'un certain nombre des impacts qui y sont décrits et, tout au moins, d'en atténuer les coûts.

Enjeux spécifiques

Déchets solides

12. Les déchets solides produits par la fabrication d'engrais sont complexes et ne peuvent être éliminés au sol de façon inconsidérée. Les matières dangereuses pouvant contenir des catalyseurs de vanadium produits par les usines d'acide sulfurique ainsi que des boues arsénieuses, si ces dernières emploient des pyrites, nécessitent qu'elles soient manipulées et éliminées avec soin. L'élimination du gypse peut représenter un problème si des métaux toxiques l'ont pollué. Les cendres produites par les usines d'ammoniac qui reposent sur les technologies de liquéfaction du charbon représentent également un problème d'évacuation. Des aires de décharge suffisantes devraient être disponibles pour y déposer les déchets solides. Le recyclage de ces déchets solides étant possible, chaque projet devrait penser à cette solution (cf. le paragraphe suivant). Il est essentiel que la planification du projet établisse les mesures d'évacuation des déchets solides déterminantes et que celle-ci soit évaluée en profondeur durant les études de faisabilité du projet.

Minimisation des déchets

13. Les usines d'engrais font appel à d'importants volumes d'eau employés pour les procédés de fabrication, les opérations de refroidissement et pour la réduction de la pollution. Les déchets liquides sont engendrés par les procédés de fabrication, les tours de réfrigération, les vidanges des chaudières et proviennent des déversements, des fuites et des ruissellements. Il est possible, néanmoins, de recycler ces

eaux et de réduire, par là même, les quantités prélevées ou traitées tout en allégeant la demande de l'usine sur les ressources locales. Les eaux usées provenant de la production d'acide phosphorique pourraient servir en tant qu'eau de production dans la même installation ou être employées dans les condensateurs, les laveurs de gaz et dans les systèmes de refroidissement.

14. Le gypse provenant des usines d'engrais de phosphate peut être recyclé dans les cimenteries et dans la production de matériaux de construction et de panneaux de plâtre. Le gypse a également servi de matériau de couverture des décharges contrôlées. Le gypse pollué par des métaux toxiques ou par des substances radioactives nécessitera une manipulation appropriée.

15. Les compagnies américaines des eaux qui pratiquent la fluoration se servent généralement d'acide hydrofluosilicique, un déchet de fabrication produit par les usines d'engrais de phosphate sensiblement moins coûteux que le fluorure de sodium. S'il est vrai que le transport de cet acide s'effectue aux États-Unis sur de longues distances, il faut admettre que son exportation ne présente pas un intérêt économique. Il existe, cependant, des cas où l'on pourrait le réutiliser dans un pays en développement, en particulier s'il a été converti en sel de sodium. On peut également l'employer pour la production de fluorure d'aluminium.

Ammoniac

16. La production, l'emploi et l'entreposage d'ammoniac doivent reposer sur une conception sagement calculée ainsi que sur de bonnes méthodes d'entretien et de suivi de manière à diminuer les risques de déversements accidentels et d'explosions. Un plan d'urgence permettant de protéger le personnel de l'usine et les communautés avoisinantes s'impose.

Solutions de remplacement aux projets

Choix de l'emplacement

17. Les problèmes généraux qu'il convient d'examiner lorsqu'il s'agit d'implanter une industrie sont abordés dans la section intitulée « Emplacement d'usines et mise en valeur de terrains à des fins industrielles ». La nature d'une usine d'engrais est telle que les effets sur l'environnement, dont sont responsables les activités de production, d'entreposage et de transport, exigent que l'on prête une attention toute particulière à l'évaluation des autres emplacements possibles. Les eaux dont la qualité ou le débit ne permettent pas même de recevoir des effluents bien traités ne sont pas appropriées. Si la demande en matières premières implique qu'il faille ouvrir de nouvelles carrières, il y aurait lieu qu'elles soient, d'une part, identifiées (si elles sont connues) et que, d'autre part, leurs impacts sur l'environnement soient examinés dans le cadre du projet.

Procédés de fabrication

18. Même s'il existe diverses façons de concevoir et d'exécuter un projet, l'approvisionnement en matières premières et la demande pour certains produits finis restreignent la fabrication d'engrais. Le choix d'une usine d'acide phosphorique dépend de la qualité du gypse dans la mesure où la fabrication de l'hémidihydrate est susceptible de produire un gypse pouvant servir directement d'adjuvant dans la production de ciment.

19. Les cokeries de production de fer et d'acier tout en étant une solution de remplacement représentent, toutefois, une source limitée d'engrais à base de sulfate d'ammonium (produit à partir d'ammoniac et d'acide sulfurique); le sulfate d'ammonium est un sous-produit du coke et du caprolactame (nylon). Le gaz naturel, le pétrole, l'huile de naphte et le charbon appartiennent aux matières premières de remplacement servant à la production d'ammoniac. Le soufre et la pyrite peuvent servir à la production d'acide sulfurique.

20. La production de vapeur dans les usines d'engrais peut compter sur des combustibles de substitution tels que le gaz naturel, le pétrole et le charbon.

Moyens de lutte contre la pollution atmosphérique

21. Il conviendrait d'examiner les mesures suivantes de contrôle des émissions atmosphériques causées par la mise en opération de l'usine : conception des moyens de fabrication et choix de l'équipement, dépoussiéreurs électrostatiques, laveurs de gaz de cheminée, filtres à manche et cyclones.

Moyens de contrôle de la qualité hydrique

22. Il est possible de lutter contre la pollution de l'eau si l'on assure le suivi adéquat des effluents liquides ou des ruissellements qui s'écoulent des déchets empilés. Il y aurait lieu que les solutions suivantes fassent partie de la conception du projet en matière de traitement et de rinçage des eaux usées :

- recyclage des eaux usées;
- échange ionique ou filtration par membrane (usines d'acide phosphorique);
- neutralisation des eaux usées acides ou alcalines;
- sédimentation, floculation et filtration des matières en suspension;
- épandage des eaux de production;
- traitement biologique (nitrification ou dénitrification).

Gestion et formation

23. Les impacts potentiels des usines d'engrais sur la qualité de l'air, de l'eau et des sols rendent indispensable un appui institutionnel permettant de manipuler les substances, d'appliquer des mesures antipollution, de réduire les déchets et de surveiller ces activités de manière efficace. Le personnel devrait être au fait des techniques utilisées contre la pollution de l'eau et de l'air. Les fabricants sont généralement prêts à fournir des séances de formation expliquant la façon de manœuvrer et d'entretenir les équipements. Les procédures d'exploitation standard devraient être établies et mises en vigueur par la direction de l'usine. Des moyens de lutte antipollution et de surveillance de la qualité de l'air et de l'eau devraient en faire partie aussi bien que des instructions destinées au personnel chargé du fonctionnement de l'entreprise leur expliquant les moyens d'enrayer les émissions nauséabondes; des directives avertissant les autorités compétentes d'un déversement accidentel de polluants devraient également être mises en place. Des détecteurs, des dispositifs d'alarme, par exemple, et une formation spéciale dispensée au personnel d'exploitation devraient permettre d'améliorer les opérations de manipulation et la gestion des substances toxiques et dangereuses.

24. Il est indispensable de prévoir des mesures d'urgence et d'intervention rapide en cas d'incidents comme un déversement, un incendie ou une explosion, dont les conséquences pour l'environnement et la communauté environnante sont extrêmement dangereuses. Dans la mesure où les responsables des collectivités locales aussi bien que les agences et les services locaux (de médecine et de sapeurs-pompiers, etc.) jouent un rôle capital dans ce type d'intervention, il y aurait lieu qu'ils participent au processus de planification. Des exercices d'évacuation périodiques sont des aspects importants des plans d'intervention (Cf. la section « Gestion des risques industriels » pour de plus amples détails).

25. Des règlements en matière de santé et de sécurité devraient être établis et mis en vigueur dans l'usine. Ces règlements devraient comprendre :

- Des dispositions permettant, d'une part, d'enrayer les dégagements accidentels d'ammoniac ou le déversement d'acide sulfurique, phosphorique et nitrique.

- Des procédures permettant de réduire le plus possible les risques d'explosion de nitrate de calcium ammoniaqué.

- Des procédures permettant de maintenir en deçà des limites préconisées par la Banque, l'exposition à l'ammoniac aux vapeurs d'oxyde d'azote (dans les usines produisant des engrais azotés), aux vapeurs de dioxyde et de trioxyde de soufre ainsi qu'au brouillard d'acide sulfurique.

- Des moyens de vérifier les filtres d'acide phosphorique et la présence de tartre radioactif.

- Un programme de visites médicales de routine.

- Un programme de formation continue relative aux questions de santé et de sécurité du travail et aux aspects portant sur les pratiques d'entretien respectueuses de l'environnement.

(Pour de plus amples renseignements, consulter les *Lignes directrices en matière de santé et de sécurité au travail* de la Banque et se reporter aux sections du présent chapitre intitulées « Gestions des risques industriels », « Gestion des matières dangereuses » et « Emplacement d'usines et mise en valeur de terrains à des fins industrielles ».)

26. Les normes relatives aux émissions et aux effluents s'appliquant à l'usine devraient s'inspirer des règlements nationaux, s'ils existent, ou bien être établies à partir des normes préconisées par la Banque. Les agences gouvernementales chargées d'exercer un suivi des équipements de lutte antipollution, de faire respecter les normes en vigueur et de superviser toutes les activités en rapport avec la destruction de déchets dangereux sont susceptibles de requérir une formation spécialisée; elles devraient, par ailleurs, recevoir l'équipement nécessaire et être investies de pouvoir. L'évaluation environnementale devrait prendre en compte une estimation des capacités locales en rapport à ces questions et recommander des principes d'assistance nécessaires qui seraient inclus dans le projet.

Suivi

27. Il est essentiel, pour les usines d'engrais, de mettre en place des plans de suivi spécifiques au contrôle de l'usine, de l'emplacement et des procédés de transformation qui comprennent les éléments suivants :

- opacité continue des gaz de cheminée;
- tests périodiques (dans les usines de phosphate seulement) pour surveiller les émissions de particules, les composés de fluor, les oxydes d'azote et les dioxydes de soufre;
- contrôle des oxydes de soufre provenant des usines d'acide sulfurique et des oxydes d'azote produits par les usines d'acide nitrique;
- examens périodiques surveillant (dans les usines d'azote seulement) les émissions de particules, l'ammoniac et les oxydes d'azote;
- paramètres de fabrication (sur une base continue) assurant le fonctionnement de l'équipement de lutte antipollution (p. ex. relevés de la température des gaz de cheminée indiquant le moment où les laveurs sont tombés en panne);
- qualité des aires de travail selon le type d'usine et de fabrication : oxydes d'azote, ammoniac, dioxyde de soufre, composés de fluor et particules;
- qualité de l'air ambiant à proximité des installations en surveillant les polluants éventuels;
- qualité des eaux réceptrices en aval en surveillant l'oxygène dissous et les polluants éventuels;

- contrôle des flux de déchets liquides en exerçant un suivi du pH et en surveillant les matières en suspension et la teneur totale en sels dissous, l'ammoniac, le nitrate, l'azote organique, le phosphore, les DBO_5, les huiles et graisses (si l'on emploie du mazout);
- contrôle des rejets des eaux de pluie en examinant le phosphore, les composés du fluor, les matières en suspension et la teneur en pH;
- analyse du gypse en examinant le cadmium et autres métaux lourds ainsi que son taux de radioactivité;
- suivi des aires de travail de toutes les installations en surveillant leurs niveaux sonores;
- surveillance du respect des mesures de sécurité et des procédures de lutte antipollution, de leur actualisation et de la modernisation des plans de sécurité et d'urgence.

Tableau 10.12. Usines d'engrais

Impacts potentiels négatifs	Mesures d'atténuation
Impacts directs : choix de l'emplacement	
1. Implantation d'une usine sur ou à proximité d'habitats sensibles, tels que les mangroves, les estuaires, les milieux humides et les récifs de corail.	1. • Situer, autant que faire se peut, l'usine dans une zone industrielle, en vue de réduire ou de concentrer la pression exercée sur les services locaux de l'environnement et afin de faciliter le suivi des déversements. • Impliquer les agences des ressources naturelles dans le choix de l'emplacement pour effectuer l'examen des solutions possibles.
2. Emplacement le long d'un cours d'eau risquant d'entraîner sa dégradation.	2. • Le choix de l'emplacement devrait examiner les solutions de remplacement qui diminuent les effets sur l'environnement et qui ne compromettent pas les bénéfices de l'exploitation de l'eau. • Les usines produisant des rejets liquides ne devraient être situées que près d'un cours d'eau dont la capacité d'assimilation des déchets est adéquate.
3. Situation pouvant créer de sérieux problèmes de pollution atmosphérique pour la localité.	3. Implanter l'usine dans une zone élevée et qui ne subit pas d'inversions atmosphériques et où les vents dominants soufflent en direction de régions relativement peu peuplées.
4. Emplacement qui risque d'accentuer les problèmes d'évacuation des déchets solides dans une région.	4. Il importerait d'évaluer le choix de l'emplacement à partir des directives suivantes : • taille du terrain suffisante pour accueillir une décharge ou une évacuation sur place; • proximité d'une décharge convenable; • accessibilité pour que les services publics ou privés de collecte; transportent les déchets solides jusqu'à leur destination finale; • solutions permettant d'évacuer ou de recycler le gypse.

Tableau 10.12. Usines d'engrais (suite)

Impacts potentiels négatifs	Mesures d'atténuation
Impacts direct : exploitation de l'usine	
5. • Pollution hydrique causée par les rejets d'effluents liquides, les eaux de refroidissement ou les écoulements provenant des déchets entassés. • Usines de phosphate : phosphate, fluor, DBO_5, teneur totale en sel dissous, pH • Usines d'azote : ammoniac, urée, nitrate d'ammoniaque, DCO, pH • Ruissellements des matériaux stockés en tas : MES, pH, métaux	5. Il conviendrait d'analyser en laboratoire les effluents liquides, y compris le fluor, la DBO_5, les MES et d'assurer le suivi de la température sur place. <u>Tous types d'usines</u> • Pas de rejet d'eaux de refroidissement. Si leur recyclage se montre impossible, celles-ci seront déversées à condition que l'élévation de la température de l'exutoire ne dépasse pas 3° C. • Maintien de la teneur en pH des rejets d'effluents entre 6,0 et 9,0. • Contrôle des effluents selon les restrictions prévues par l'EPA (40 CFR 418) pour les procédés spécifiques. <u>Aires de stockage des matériaux en tas et aires d'élimination des déchets solides</u> • Éviter que les eaux de pluie et de ruissellement ne s'infiltrent au travers des tas, de façon excessive. • Procéder au revêtement des aires d'entreposage.
6. Émissions dans l'atmosphère de particules provenant des activités de l'usine en général.	6. Contrôler les particules en installant des collecteurs à filtre en tissu ou des dépoussiéreurs électrostatiques.
7. Émissions de SO_x et de NO_x, d'ammoniac, de vapeur acide et de composés de fluor dans l'atmosphère.	7. • Contrôler les émissions en épurant les gaz. • Analyser les matières premières durant la phase de faisabilité du projet.

Tableau 10.12. Usines d'engrais (suite)

Impacts potentiels négatifs	Mesures d'atténuation
Impacts directs : exploitation de l'usine (suite)	
	• Élaborer une conception judicieuse des usines d'acide sulfurique et d'acide nitrique en prévoyant un équipement permettant de réduire les émissions de NO_x.
8. Relâchement accidentel de solvants potentiellement dangereux, de substances acides et alcalines.	8. • Entretenir les aires qui servent à l'entreposage et à l'élimination des substances pour enrayer les rejets accidentels. • Prévoir un équipement de contrôle des déversements. • Installer des fossés autour des réservoirs de stockage.
9. Les ruissellements de surface des composés, des matières premières et des déchets solides généralement entassés dans l'enceinte de l'usine peuvent être facteurs de pollution des eaux de surface et s'infiltrer dans les nappes souterraines.	9. • Prévoir de bonnes conditions de stockage pendant la phase de conception. • Recouvrir ou revêtir les aires d'entreposage (surtout s'il s'agit de dépôts de gypse) de manière à empêcher la pollution des eaux de surface et du sous-sol. • Les zones endiguées devraient être de taille suffisante pour contenir des précipitations d'une durée moyenne de 24 heures.
10. Incidence sur la santé des travailleurs exposés à des poussières fugaces, due à la manipulation de matériaux ou à d'autres raisons liées aux procédés de traitement et fréquence anormale des accidents en raison du niveau de compétence de la main-d'œuvre.	10. Les responsables de l'usine devraient mettre en œuvre un programme de santé et de sécurité conçu pour : • identifier, évaluer, surveiller et lutter, de façon spécifique, contre les risques pour la santé;

Tableau 10.12. Usines d'engrais (suite)

Impacts potentiels négatifs	Mesures d'atténuation
Impacts directs : exploitation de l'usine (suite)	
	• répondre aux risques pour la santé et la sécurité des travailleurs; • proposer des mesures de protection des employés; • fournir une formation en matière de sécurité.
11. Problème régional de gestion des déchets solides exacerbé par un système de stockage sur les lieux inadéquat ou par un manque d'installations d'élimination.	11. Prévoir un système d'évacuation sur les lieux tenant compte du classement des caractéristiques dangereuses des lixiviats.
12. Perturbation des circuits de transit, émissions de bruits et accroissement de la circulation routière, augmentation des risques d'accidents encourus par les piétons qu'entraîne le va-et-vient des camions qui transportent les matières premières.	12. • Le choix de l'emplacement peut permettre d'atténuer un certain nombre de ces problèmes. • Il conviendrait de mener, lors de l'étude de faisabilité du projet, des études en matière de transport visant à déterminer les itinéraires les plus sûrs. • Prévoir un règlement s'appliquant aux entrepreneurs de transports et un plan d'intervention en cas d'accidents de façon à diminuer les risques d'accidents.
13. Nitration croissante des eaux souterraines due à l'emploi d'engrais azotés.	13. Il importerait de fournir des instructions d'emploi dans le but de diminuer les risques de pollution au nitrate.
14. Eutrophisation des systèmes hydriques naturels	14. Il y aurait lieu de fournir des notices d'emploi afin de diminuer les risques de pollution par le nitrate et le phosphate.

INDUSTRIE ALIMENTAIRE

1. Les projets d'industrie alimentaire ont pour objet de transformer et d'emballer la viande et les produits à base de viande, le poisson et les crustacés, les produits laitiers, les fruits et les légumes ainsi que les céréales. Cette industrie peut comprendre des procédés d'affinement, de conservation, d'amélioration des produits tout aussi bien que d'entreposage, de manipulation, d'empaquetage ou de mise en conserve.

2. Les matières premières de base sont naturellement produites ou cultivées. Les procédés de transformation peuvent consister à accueillir et à entreposer des matières premières ou des produits partiellement transformés, à conditionner des produits finis, à les emballer et à les emmagasiner. L'objectif de cette industrie est d'étendre la durée de conservation des matières premières en faisant appel à des méthodes diverses de conservation.

Impacts potentiels sur l'environnement

3. L'industrie alimentaire distribue des produits destinés à la consommation immédiate ou future des humains ainsi que des sous-produits dont se sert l'industrie du bétail. Ces usines génèrent de vastes volumes d'eaux usées et de déchets solides et peuvent également être à l'origine de polluants atmosphériques. Les eaux usées proviennent essentiellement des fuites, des déversements et du rinçage de l'équipement. Les opérations de lavage des fruits et des légumes, qui consistent à les débarrasser de la terre, des pesticides et de leur peau, génèrent également d'importantes quantités d'eau usées.

4. L'industrie se sert beaucoup de la méthode de triage pour enlever les résidus solides. Ces derniers, ayant une valeur marchande, sont récupérés et généralement transformés en aliments destinés aux animaux. Si les émissions atmosphériques ne constituent pas un problème, par contre, l'exhalaison d'odeur est une question importante (se reporter au tableau 10.3 en fin de section pour de plus amples détails).

Produits laitiers

5. L'industrie laitière manufacture 20 types de produits laitiers, entre autres, le lait pasteurisé, le lait condensé, le lait déshydraté, le beurre, le fromage, la crème glacée, le lactosérum et les produits fermentés. S'il est vrai que certaines installations laitières peuvent manufacturer plusieurs produits, d'autres ne peuvent en fabriquer qu'un ou deux. L'industrie laitière utilise généralement des équipements et les procédés de fabrication suivants :

- aires de réception et de stockage des matières premières, équipements de transbordement et vastes chambres réfrigérées d'entreposage;

- procédés de clarification qui prélève les particules en suspension et de séparation pour l'écrémage du lait – opérations généralement accomplies par des modèles spécifiques de centrifuges de grande taille;

- procédés de barattage, d'homogénéisation, de fermentation et de déshydratation nécessaires à la production du beurre, de la crème glacée, du fromage, du babeurre, etc.;

- opérations d'emballage et d'entreposage avant leur transport.

6. Les eaux de lavage et de rinçage, les sous-produits non récupérés, les produits abîmés ou avancés, les particules et l'entraînement de gouttelettes d'eau provenant des évaporateurs appartiennent aux principaux déchets et eaux usées qu'engendrent l'industrie de transformation du lait.

7. Les opérations de réception et d'entreposage des matières premières ne constituent pas une source importante de déchets pour autant qu'elles soient effectuées selon la norme et dans des conditions d'entretien acceptables. Les déchets solides représentent un problème mineur que l'on peut évacuer dans une décharge contrôlée.

8. Les déchets émis par toutes les industries laitières se caractérisent par des variations marquées dans les quantités, la demande biochimique en oxygène (DBO_5), la température et le pH. Dans une laiterie, le lait, les produits laitiers et les autres produits comestibles contribuent à près de 94 p. 100 de la demande biochimique en oxygène (DBO). L'évacuation des déchets engendrés par la production de lactosérum représente, comparé aux autres déchets, le plus difficile problème à régler. Les méthodes les plus courantes consistent à les employer dans l'alimentation du bétail, dans l'irrigation par aspersion, à les évacuer dans les réseaux municipaux, à les concentrer ou à les déshydrater.

9. Les principaux risques d'accidents auxquels est confronté le personnel d'une industrie laitière proviennent de bouteilles qui éclatent, de verre projeté et de chutes dues à des sols glissants. Parmi les maladies les plus communes auxquelles il est exposé, on compte les maladies du bétail telles que la brucellose, la tuberculose des bovins, l'anthrax, etc. Les employés risquent également de contracter la dermatose professionnelle des fabricants de fromage.

Industrie des fruits et des légumes

10. Les moyens de mise en conserve et de préservation des matières premières prolongent leur durée de conservation. Ces méthodes comprennent les procédés de mise en boîte, de congélation, de déshydratation et de mise en saumure. La conservation des fruits et des légumes fait généralement appel à des opérations de nettoyage, de triage, d'épluchage, de calibrage et à des procédés de stabilisation et de transformation.

11. Les fruits et les légumes, avant d'être usinés, sont préalablement lavés et rincés à l'aide d'importantes quantités d'eau et parfois de détergents. Les produits lavés sont ensuite triés et calibrés en faisant appel à des moyens mécaniques ou hydrauliques et parfois à des méthodes manuelles et optiques. On sépare les produits mûrs en utilisant une solution saumurée de densité contrôlée. Une fois l'opération de triage terminée, les produits sont ensuite mécaniquement équeutés et épluchés.

12. De nombreux fruits et légumes sont épluchés de manière à les débarrasser de la terre résiduelle, des pesticides et des pelures épaisses, hérissées ou coriaces. Ce procédé peut être effectué de façon mécanique, thermique ou chimique. Les opérations de dénoyautage, de vidage, de coupe en tranches ou en cubes sont exécutées mécaniquement sans eau. Certains fruits sont réduits en purée et pressés de manière à obtenir des jus. Les légumes, par ailleurs, sont blanchis et mis en conserve. Pour finir, et selon le type d'opération, certains produits sont séchés ou déshydratés, d'autres sont cuits ou encore lyophilisés.

13. Les usines de transformation des fruits et des légumes sont de gros consommateurs d'eau et de grands générateurs de déchets. Les opérations de lavage et de rinçage, de triage, de transport sur les lieux, ainsi que les procédés qui consistent à peler, à blanchir, à mettre en conserve, à mélanger, à cuire les produits, de la même façon que les activités de nettoyage engendrent d'importantes quantités d'eaux usées et de déchets solides. Si les émissions de gaz sont insignifiantes, les émanations odorantes peuvent, dans certains cas, être non négligeables.

14. Les principaux paramètres dont il faut tenir compte en matière d'eaux usées sont les DBO_5, les MES et le pH. S'il est vrai que les coliformes fécaux peuvent représenter un problème, de bonnes pratiques d'entretien et le maintien constant de conditions d'hygiène satisfaisantes permettent d'y remédier. Il est essentiel, en raison des grandes variations des flux et de concentration (en DBO_5) des eaux usées que les installations de traitement soient conçues de telle sorte qu'elles puissent faire face momentanément à d'énormes volumes d'eaux usées. Les déchets auxquelles les agrumes donnent naissance contiennent des pectines qui font obstacle à la précipitation des matières en suspension.

15. Les accidents graves qui se produisent dans les conserveries de fruits et de légumes sont dus au soulèvement de poids, à des brûlures par la vapeur, les acides et les alcalis ainsi qu'à des coupures causées par des tessons de verre et des métaux coupants. La dermatite ou autre inflammation de la peau est le principal problème de santé rencontré dû à l'exposition à des produits chimiques et à la manipulation des fruits et des légumes. Dans certaines usines, des bruits excessifs, une température ambiante oppressante et un taux élevé d'humidité risquent également d'engendrer des problèmes de santé.

Industrie de la viande

16. L'industrie de la viande fait l'achat de carcasses, de morceaux de viande et d'autres produits. Elle fabrique des saucisses et des boyaux de saucisses, effectue la cuisson, la salaison, la fumaison et la mise en conserve de viande, prépare des morceaux de viande fraîche ou surgelée. Ces opérations peuvent être entreprises séparément ou en liaison avec les abattoirs.

17. L'usine reçoit des carcasses que l'on décongèle par voie sèche ou humide ou que l'on hache. À l'inverse de la méthode de décongélation par voie sèche, la méthode humide comporte d'importants volumes d'eaux usées. Le hachage requiert un équipement permettant de manipuler des viandes congelées. Une usine type peut comporter l'une ou les opérations suivantes :

- coupe de la viande en vue de préparer des produits standardisés destinés aux hôtels, aux restaurants, aux institutions, aux commerces de restauration rapide, etc.;
- salaison du jambon dans des solutions saumurées suivie d'opérations de cuisson, de fumage, de refroidissement, de mise en tranche et d'emballage;
- production de saucisses et de pâtés de viande dont la fabrication nécessite un important procédé de réduction, de mélange et de mise en forme du produit fini;
- mise en conserve des jambons, des pâtés et de la nourriture pour animaux.

18. La transformation des viandes est un procédé permanent dont les opérations journalières sont intermittentes. En règle générale, les usines s'arrêtent quotidiennement de fonctionner pour procéder à un nettoyage à fond. Cette industrie produit de vastes volumes d'eaux usées dont les quantités de matières en suspension varient. Les déchets solides provenant surtout des opérations de tri et d'entretien sont généralement récupérés et envoyés dans des usines de traitement. Si les émissions gazeuses sont faibles, les émanations odorantes constituent un problème. Elles sont formées à partir de la cuisson des matières et des résidus animaux ainsi que de la décomposition des substances organiques.

19. Les paramètres essentiels dont l'industrie de transformation des viandes doit tenir compte sont les DBO_5, les MES, les huiles et les graisses, le pH et les coliformes fécaux. Le phosphore et l'ammoniac peuvent également représenter un problème. Parmi les procédés qui viennent d'être décrits, la mise en conserve de la viande et du jambon sont les deux plus grandes causes des flux d'eaux usées, de DBO_5, de MES et des huiles et des graisses, les opérations de coupes étant les moins importantes.

20. Il est possible de réduire à des niveaux souhaités les charges de déchets déversées par l'industrie de la viande en faisant appel à une gestion efficace de l'eau, à des contrôles des déchets sur place, en modifiant les procédés de transformation et en ayant recours à des systèmes de traitement des eaux usées.

21. Les principaux risques d'accidents rencontrés dans cette industrie sont causés par des sols glissants, des brûlures, des coupures et des éraflures occasionnées par des métaux tranchants, des tessons de verre et des machines de découpe. Les produits chimiques sont à la source des principaux problèmes de santé tels que la dermatite ou les infections de la peau. Les maladies transmises par les animaux, l'anthrax, l'actinomycose, l'érysipéloïde et la tuberculose des bovins, représentent également une source potentielle de danger pour la santé. Quant aux niveaux sonores, à la chaleur et à l'humidité, elles n'en sont pas moins des problèmes pour la santé du personnel.

Industrie du poisson et des crustacés

22. L'industrie de la conserve et de la conservation du poisson et des produits de la mer s'est progressivement transformée, passant des méthodes de séchage et de fumage à des techniques de conservation, de mise en conserve, de congélation et de traitement des produits de la pêche. La durée de la saison de cette industrie varie selon la période de pêche et des quantités des produits industrialisés.

23. Les opérations de transformation de cette industrie comprennent la capture des poissons, leur arrivage et entreposage, les activités d'éviscération, de précuisson, de tri ou de nettoyage, de conservation et d'emballage. Les poissons une fois capturés sont déchargés des bateaux, pesés et transportés dans les aires de transformation pour être immédiatement usinés ou entreposés dans des chambres froides. Il existe des modes d'opération où l'on procède en mer à l'enlèvement des têtes des crevettes, à l'éviscération des poissons et au vidage des crustacés. Les déchets sont préservés sous forme séchée ou bien obtenus par filtrage des eaux usées pour être ensuite transformés en sous-produit.

24. Selon la destination du produit final, il se peut que le poisson et les produits de la mer soient conditionnés pour la consommation immédiate ou soient cuits de manière à procéder aux opérations d'épluchage et de nettoyage où la peau, les arêtes, les carapaces, les branchies, etc. seront éliminées. À l'opération d'épluchage peuvent se succéder celles de congélation, de mise en conserve, de pasteurisation et de réfrigération.

25. Les quantités d'eau utilisées et de déchets générés varient considérablement d'une usine à une autre. De façon générale, les déchets produits par cette industrie contiennent des DBO_5, des DCO, des MES, des huiles et des graisses et peuvent avoir de plus ou moins fortes teneurs en pH. Ces eaux usées ne contiennent souvent pas de substances toxiques ou dangereuses. Il arrive, par contre, que des eaux ayant de fortes concentrations en chlorure de sodium soient déversées.

26. Les émissions de gaz que dégage une usine opérant normalement ne représentent pas de problème particulier. En revanche, les déchets solides qui ne sont pas récupérés pourraient constituer un problème en matière de traitement et d'évacuation. Fort heureusement, les installations plus récentes disposent de moyens de filtrage ou de collecte à sec pour récupérer la plupart des déchets solides. Ceux-ci sont ensuite transformés en farine de poisson, en protéines solubles concentrées, en engrais liquides, en granulés servant à l'alimentation des poissons, en nourriture pour les animaux, etc.

27. Les principaux accidents encourus dans l'industrie de la mise en conserve du poisson sont dus au soulèvement de poids, à la manipulation et à la chute de matériaux. Les chutes provoquées par des sols glissants ainsi que les brûlures et les coupures causées par les machines et les objets tranchants font partie des causes secondaires. Les principaux problèmes de santé se présentent sous forme d'apparition de verrues dues à des virus et aux humeurs visqueuses qui couvrent les poissons et sont causés par les produits chimiques à l'origine de dermatite ou d'autres infections de la peau.

Enjeux liés aux ressources naturelles

Qualité de l'eau

28. D'importantes quantités d'eau servent à l'industrie alimentaire et l'essentiel des utilisations sont employées aux opérations de lavage et de rinçage, au transport des produits dans l'usine et aux activités de nettoyage.

29. Il a été courant dans l'industrie des fruits et des légumes, par exemple, de se servir de l'eau en tant que moyen de transport des matières premières à l'intérieur de l'usine et de considérer une telle utilisation comme étant à la fois économique et hygiénique. Il n'en demeure pas moins, toutefois, que le lessivage des éléments solubles présents dans les produits (p. ex. sucres et acides provenant des fruits coupés, et sucres et amidon émis par les légumes coupés) a conduit à d'autres moyens de transport des fluides, tels les systèmes de pression osmotique. Il reste, par ailleurs, qu'un lavage efficace après récolte s'avère nécessaire en raison des pesticides ou d'autres polluants auxquels on a recours et des techniques mécaniques employées pour les récoltes où des restes de terre sont maintenus sur les fruits et les légumes.

30. L'industrie des produits laitiers, de la viande, du poisson et des crustacés fait également appel à de vastes volumes d'eau douce servant aux opérations de transformation ainsi qu'aux activités de nettoyage de l'équipement et des aires de transformation. L'eau sert, par ailleurs, de solvant pour les produits et est un moyen de cuisson et de nettoyage. Pour toutes ces raisons, il est essentiel que les installations alimentaires soient localisées en des endroits où la qualité et les quantités adéquates d'eau sont disponibles.

31. Les eaux usées générées par l'industrie alimentaire varient selon le type et la taille des opérations de transformation. De façon générale, les effluents contiennent d'importants DBO_5, DCO, des taux élevés d'huiles et de graisses, de coliformes et de matières en suspension et dissoutes. Ces effluents peuvent, de surcroît, renfermer des polluants tels que des résidus de pesticides, des huiles complexes, des composés d'alcali ou d'acide, ainsi que d'autres constituants organiques. Les lignes directrices en matière de l'environnement, de santé et de sécurité du travail de la Banque offrent des normes de sécurité pour les employés et assurent la qualité des effluents des industries alimentaires.

32. L'Agence américaine de protection de l'environnement (EPA) a également établi des lignes directrices en ce qui concernent les divers secteurs de l'industrie alimentaire. Elle a fixé des normes concernant, par exemple, le pH, les matières en suspension (MES) et la DBO pour diverses opérations de conditionnement des aliments. Des normes concernant les huiles et les graisses, les coliformes fécaux et l'ammoniac ont également été établies pour les industries des produits laitiers, de la viande et des produits de la mer. Les règlements nationaux varient selon les pays, le genre d'usines et peuvent montrer une large part de subjectivité.

33. Les déversements accidentels d'eaux usées non traitées et de produits chimiques de transformation, de même qu'un contrôle insuffisant des ruissellements de surface ou de sources non ponctuelles, peuvent agir lourdement sur les ressources en eau de la contrée. Si des produits chimiques sont employés, il y aurait lieu de mettre en place des procédures de manipulation et de stockage ainsi que des mesures de contrôle des déversements afin de diminuer les risques d'accidents pouvant endommager l'environnement.

Qualité de l'air

34. Si les émissions atmosphériques provenant des industries alimentaires sont mineures, elles peuvent, toutefois, contenir des particules, des oxydes de soufre, d'azote, des hydrocarbures ou d'autres composés organiques. Les odeurs nauséabondes que dégagent les industries alimentaires représentent un problème majeur. L'EPA a établi des normes de la qualité de l'air eu égard aux particules, aux oxydes de soufre et pour un certain nombre de composés organiques. En l'absence de normes locales, celles-ci pourraient s'avérer appropriées en ce qui concerne les industries alimentaires établies dans d'autres parties du monde.

Utilisation des terres

35. L'emplacement des usines alimentaires risque de porter atteinte aux ressources foncières s'il entraîne la mise en valeur de terres d'importance écologique, agricole ou économique. Les ressources en terres peuvent aussi être compromises par l'élimination de déchets sur place. Il est important d'acquérir suffisamment de terres pour implanter, selon un schéma logique et sans contrainte, les installations de transformation et d'entreposage.

36. Les règlements locaux, s'ils existent, devraient être appliqués. Il conviendrait, par ailleurs, de procéder à un examen des mesures permettant de diminuer les risques de pollution par les déchets solides et de les intégrer dans le plan de développement (la section « Collecte et évacuation des déchets solides » donne de plus amples renseignements à ce sujet).

Enjeux socioculturels

37. Des unités de transformation et de production alimentaires, bien conçues et opérant convenablement, fournissent des possibilités locales d'emploi ainsi que des débouchés pour les produits locaux avec un minimum d'effet sur l'environnement. Par contre, une mauvaise conception et une mise en opération inadéquate peuvent avoir des effets pervers sur les ressources culturelles locales, causer des désagréments et des problèmes pour la santé provenant des émissions nocives et nauséabondes, réduire les valeurs foncières et dégrader les ressources en air, en terre et en eau. L'atteinte portée à l'environnement risque de restreindre le potentiel d'autres développements. Il y aurait lieu qu'une évaluation de l'emplacement proposé soit effectuée lors de l'évaluation du projet (phases d'étude de faisabilité) en tenant compte des facteurs qui viennent d'être mentionnés, de l'accès aux services sociaux, de l'existence d'une main-d'œuvre qualifiée et du secteur tertiaire. Il importerait, par ailleurs, de procéder à l'évaluation des émissions sonores et odorantes provenant des installations de transformation dans la mesure où elles peuvent influer sur la santé des employés et affecter les communautés locales.

Enjeux spécifiques

Droit de l'environnement et utilisation des terres

38. Le choix d'un emplacement est un processus extrêmement complexe et de longue haleine qui fait appel à des promoteurs, des groupes d'intérêt spécifique, des politiciens ainsi qu'aux autorités locales et nationales. La durée et les coûts que représente l'obtention d'un permis d'implantation d'une industrie alimentaire devraient entrer en ligne de compte lorsqu'il s'agit d'établir le calendrier et les coûts de l'ensemble du projet. Les pays en développement sont de plus en plus expérimentés en matière de localisation d'une industrie et nombreux sont ceux qui possèdent des réglementations pour l'environnement et l'occupation des sols. Il est donc essentiel de tenir compte de l'opération de l'usine lors du choix de son emplacement.

Utilisation des déchets solides et des résidus

39. La plupart des déchets solides produits par une industrie alimentaire se composent de produits dérivés de la viande, de résidus de fruits et de légumes, des déchets et de sous-produits de poisson. Les produits dérivés de la viande et du poisson représentant un foyer possible de vecteurs de maladies (rats, insectes, etc.) ne devraient pas être déversés dans une décharge. Ces matières représentent des ressources utiles qu'il faudrait récupérer. Les sous-produits de la viande devraient être recueillis et envoyés dans une usine de traitement pour les transformer en saindoux, en suif, huiles, substances protéiques, engrais d'os, etc. En ce qui concerne les fruits, les pelures et les noyaux broyés ainsi que les fruits de moins bonne qualité, ils peuvent servir à la fabrication de jus ou de vinaigre. Les pelures des agrumes peuvent être traitées de manière à en extraire les essences. Les épluchures de pommes de terre pourraient être traitées afin d'en extraire l'amidon brut. Certains déchets peuvent être employés dans l'alimentation du bétail, transformés en compost ou encore déversés dans une décharge.

40. Les déchets solides provenant des opérations de traitement des petits produits de la mer sont généralement évacués dans les cours d'eau proches des installations. Il conviendrait d'éviter cette pratique s'il s'agit d'importantes installations, si elles ne sont pas adjacentes à de vastes plans d'eau ou si la force du courant ne permet pas de charrier les déchets jusqu'à la mer. En pareils cas, les solides se déposeront et se décomposeront en créant un phénomène anaérobique qui peut conduire à des émanations d'odeurs nauséabondes gênantes pour les populations. Il est possible de récupérer les déchets solides provenant du traitement des produits dérivés du poisson qui peuvent servir à la fabrication de farine de poissons, de protéines solubles concentrées, d'huiles, d'engrais liquides, de granulés pour poissons et d'autres produits reconstitués.

Prescriptions techniques des procédés de transformation

41. Il importerait que les usines alimentaires mettent en place des prescriptions techniques pour diminuer les risques de mauvaise préparation des denrées pouvant entraîner des intoxications alimentaires (p. ex. botulisme). Ces prescriptions devraient conjuguer les aspects suivants :

- améliorer les contrôles et les mesures de gestion en vue de réduire le plus possible les déchets, d'entretenir les équipements et de développer d'autres façons de valoriser ces déchets;

- perfectionner l'équipement d'ingénierie et de transformation pour accroître l'efficacité de la production et réduire la charge des déchets; et enfin,

- améliorer les conditions d'hygiène de manière à éliminer les risques de contamination bactérienne, en respectant les temps de cuisson, en se servant d'un équipement approprié et en suivant les règles de nettoyage.

Solutions de remplacement aux projets

42. Même s'il existe diverses façons de concevoir et d'exécuter un projet, les technologies et les matières premières disponibles ainsi que les débouchés des produits manufacturés offerts restreignent le type d'installations de traitement des denrées alimentaires et des produits manufacturés. Les solutions énumérées ci-après fournissent un cadre général qui pourrait servir à la préparation et à l'examen de l'évaluation environnementale, à l'estimation des projets spécifiques et permettrait d'aider l'équipe chargée de l'élaboration du projet.

Choix de l'emplacement

43. Le choix d'un emplacement en vue de l'implantation d'une industrie alimentaire et d'installations de fabrication est tributaire d'un certain nombre de problèmes d'ordre économique, écologique et sociopolitique. La situation idéale pour l'environnement, quel que soit le produit traité ou manufacturé, est celle qui répond aux critères suivants :

- disponibilité d'espaces pour le développement programmé et étendu d'installations d'entreposage des matières premières, de transformation, de fabrication et d'évacuation des déchets;

- déplacement minimal des personnes et des habitations;

- peu de conflits avec les usages plus rentables des terres, tels que l'agriculture, particulièrement lorsqu'il s'agit de terres marginales, là où les terres de bonne qualité nécessaires à l'agriculture sont très recherchées;

- proximité d'un exutoire capable de recevoir les rejets d'effluents sans causer de graves dommages au milieu biophysique et aquatique;

- facilité d'accès aux infrastructures physiques et sociales : personnel qualifié, services logistiques, moyens de transport, énergie, matières premières et débouchés potentiels des produits;

- éloignement raisonnable des régions touristiques et des aires de loisirs, des quartiers d'habitations et de bureaux de manière à atténuer les effets causés par les odeurs, les bruits et autres polluants; et enfin,

- Impact minimum de la construction et des activités de production sur les espèces rares, menacées ou en voie de disparition ainsi que leurs habitats.

Approvisionnement en matières premières

44. Il est indispensable que les matières premières employées dans la transformation et la production des denrées alimentaires soient écologiquement rationnelles et livrées avec toutes les précautions hygiéniques nécessaires et influant le moins possible sur les autres secteurs, les habitats et les ressources. Il conviendrait, par exemple, de ne pas capturer des produits de la mer dans des zones où les populations de poissons sont perturbées ou en des lieux où les captures risquent d'être contaminées. De la même façon, des produits qui ont pu être pollués par des pesticides ou par d'autres produits chimiques ou qui n'ont pas fait l'objet d'un entreposage adéquat ne devraient pas être transformés pour la consommation humaine.

Mise en opération de l'usine

45. L'industrie alimentaire fait appel à des procédés de fabrication variés. Le genre de produit et la taille de l'exploitation déterminent le type d'équipement nécessaire, la nature et les quantités de déchets produits, qui à leur tour dictent l'équipement de lutte antipollution. Il est impossible de spécifier le type d'installations requises pour toutes les industries possibles de produits alimentaires; les mesures de traitement généralement en usage comprennent toutefois :

(a) Pour lutter contre la pollution de l'eau :

- traitement par boues activées
- lagunage aéré
- filtration
- sédimentation, floculation, neutralisation, clarification
- irrigation par aspersion
- filtration par percolation
- lagunage de stabilisation
- oxydation
- décapage par l'ammoniac
- échange ionique
- adsorption du carbone
- électrodialyse

(b) Pour lutter contre la pollution atmosphérique :

- dépoussiéreurs électrostatiques et filtres à manche
- filtration active au charbon
- épurateurs à hypochlorite de sodium (pour l'élimination des odeurs)

Gestion et formation

46. La nécessité d'une bonne gestion et d'une formation appropriée est d'autant plus importante que les techniques de transformation deviennent de plus en plus sophistiquées. Le développement des capacités techniques du personnel de l'industrie et des représentants des gouvernements des pays en développement leur permettant d'exercer un suivi des mesures de réduction de la pollution, ne cesse de prendre de l'importance. Le nombre d'experts-conseils nationaux dont les qualifications permettent de préparer des évaluations environnementales détaillées est insuffisant et nombre d'entre eux sont des universitaires qui manquent d'expérience en matière de projets ou dans le domaine industriel.

47. Il est indispensable que le gouvernement aussi bien que l'industrie acquièrent les compétences leur permettant de sélectionner les entrepreneurs et les experts-conseils chargés de l'évaluation des impacts sur l'environnement qui soient en mesure de fournir des services compétents et efficaces par rapport au coût pendant les phases de planification, de conception, de construction, de mise en opération et d'entretien du projet et des installations connexes. Il arrive parfois que des experts-conseils à la retraite, ayant établi une certaine réputation dans l'un ou l'autre des domaines de l'évaluation, puissent, en tant que conseillers indépendants, prêter leur concours aux gouvernements ou aux industries et faire en sorte que les volets de formation portant sur la protection de l'environnement soient optimisés dans les projets de développement.

48. Pour améliorer la qualité des projets à l'aide de méthodes de gestion environnementale, plusieurs types d'actions de renforcement institutionnel peuvent être envisagés :

- Formation du personnel gouvernemental dans le domaine des évaluations des impacts sur l'environnement, dans l'analyse et l'interprétation des données en matière de pollution et dans la mise en application des lois, des règlements et des normes.

- Formation des employés de l'industrie en vue de les sensibiliser et les rendre à même de juger les règlements gouvernementaux, les données en matière de pollution, les solutions possibles de traitement et les données opérationnelles.

- Formation des spécialistes locaux indépendants du gouvernement ou de l'industrie pour qu'ils soient en mesure d'apporter des services-conseils ou un examen indépendant des évaluations des impacts sur l'environnement et des mesures de réduction de la pollution.

49. Les détails techniques du cadre de référence devraient offrir aux experts-conseils la possibilité d'une certaine flexibilité pour modeler la composante formation à partir des aptitudes des formateurs locaux et du niveau d'expérience en vigueur dans un pays ou une région.

50. Les stratégies relatives à des mesures efficaces de lutte contre la pollution et de réduction des déchets nécessitent un soutien institutionnel. Le personnel de l'usine devrait recevoir une formation lui permettant d'être au fait des technologies de lutte contre la pollution de l'air et de l'eau et de se familiariser avec l'équipement employé dans l'usine. Les fabriquants et les fournisseurs des moyens de contrôle de la pollution assurent, bien souvent, une formation sur la façon d'opérer et d'entretenir l'équipement. Il est également recommandé d'offrir, sur place, un programme de formation, d'expliciter les procédures relatives à la santé et à la sécurité au sein de l'usine ainsi que des pratiques d'entretien respectueuses de l'environnement.

51. Si les règlements locaux n'existent pas, il conviendrait que les employés reçoivent des cours de formation les informant des « codes de bonnes pratiques » en matière de santé du travail et de sécurité. Ce programme devrait insister sur la nécessité de manipuler et de traiter les denrées alimentaires en suivant des règles d'hygiène et dans des conditions stériles, de manière à réduire le plus possible la transmission de maladies. Des précisions sur les risques que représente l'emploi de produits chimiques et des équipements de fabrication devraient également faire partie du programme de formation.

52. Il se peut, par ailleurs, que le personnel des agences locales ou nationales de l'environnement ait lui aussi besoin de programmes de formation qui devraient couvrir, d'une part, les risques pour l'environnement et la santé que représentent les industries alimentaires et d'autre part, les mesures pour les atténuer. Les personnes chargées de la réglementation devraient également recevoir une formation en matière de collecte et d'évaluation des données sur l'environnement et la santé ainsi que sur le contrôle des conditions de sécurité.

Suivi

Surveillance de l'usine à son démarrage et durant son exploitation

53. Le contrôle de la pollution engendrée par les projets d'industrie alimentaire nécessite, en règle générale, un suivi de la qualité atmosphérique, des effluents liquides et des déchets solides. La mise au point et la réalisation d'un Plan de suivi de l'environnement apporte les moyens spécifiques de déterminer si le projet ou l'un de ses volets se conforme aux normes et pratiques de l'environnement en vigueur.

54. Il importerait, tout au moins, que le plan de suivi énonce, d'une part, les moyens institutionnels et administratifs et d'autre part, indique le programme de surveillance et de suivi des composantes de l'environnement (des mesures de réduction de la pollution, par exemple) d'un projet. Il se peut, par ailleurs, qu'il faille faire appel à des données de suivi pour que les spécialistes de l'environnement d'autres pays ou à l'échelle locale interviennent aux moments critiques du projet. On pourrait, par exemple, mettre en place des ateliers qui analyseraient les données du suivi de l'environnement, préciseraient les objectifs du projet et élaboreraient des lignes directrices de gestion plus appropriées.

55. Les aspects suivants font partie des initiatives qu'il conviendrait d'inclure dans un programme de suivi d'usines alimentaires :

- Suivi des flux de déchets et des émissions de gaz reposant sur les paramètres choisis.

- Mesures correctives si des rejets spécifiques dépassent systématiquement la limite nationale d'émissions ou les normes établies par l'industrie.

- Altération, amélioration des procédés ou des équipements et modification des pratiques d'entretien peuvent faire partie des mesures correctives.

- Suivi de la qualité des eaux réceptrices et de la qualité de l'air dans la direction des vents dominants.

- Suivi des effets causés par les méthodes d'élimination des déchets solides sur les sols, les nappes et les eaux superficielles et souterraines.

- Implantation de programmes de sensibilisation afin de développer chez les employés le respect de l'environnement.

- Examen périodique des technologies en vue d'adopter, dans la mesure du possible, les moyens de réduction de la pollution qui soient à la fois les plus efficaces et les plus rentables.

- Encouragement de la direction de l'usine et des ingénieurs à être attentifs aux effets que l'usine peut avoir sur le milieu.

- Mise en place et maintien d'un système de contrôle des odeurs devant être examiné en conjonction avec les dirigeants et les communautés.

- Mise en application de plans de santé et de sécurité et inspections régulières des lieux en vue d'assurer que les protocoles de formation et le matériel de protection des ouvriers sont en usage sur le lieu de travail.

- Respect des codes de pratiques industrielles.

- La documentation ainsi que les statistiques devraient correspondre aux examens périodiques et aux actions de rajustement entreprises.

56. Le renforcement simultané des capacités de l'usine et du gouvernement leur permettant de contrôler la mise en vigueur des lois et des règlements est un facteur essentiel à la réduction de la pollution. Dans le même ordre d'idée, il est fondamental que la capacité technique se conforme aux normes régissant le rejet d'effluents. Si l'on veut assurer le succès d'un programme de suivi, il peut être nécessaire de fournir du matériel d'échantillonnage et des protocoles de laboratoire (laboratoire analytique) au pays d'accueil et de prévoir les besoins de formation dès la conception du projet.

PETITES ET MOYENNES INDUSTRIES

Cette première publication du Manuel d'évaluation environnementale ne traite pas des projets portant sur les petites et moyennes industries. Cette section sera élaborée à mesure que les données et les expériences s'accumuleront. L'ensemble des problèmes d'environnement qui se rattache à ce secteur sont traités dans les sections portant sur les projets industriels. La prochaine parution portera sur les aspects institutionnels et stratégiques de la gestion des impacts sur l'environnement des petites et moyennes industries.

Tableau 10.13. Industrie alimentaire

Impacts potentiels négatifs	Mesures d'atténuation
Impacts directs : choix de l'emplacement	
1. Implantation d'une usine sur ou à proximité d'habitats sensibles, tels que les mangroves, les estuaires, les milieux humides, les récifs de corail ou les terres agricoles de première qualité.	1. • Installer l'usine de manière à réduire ou à concentrer la pression exercée sur les services locaux de l'environnement et en vue de faciliter le suivi des déversements. • Impliquer les agences des ressources naturelles dans le choix de l'emplacement pour effectuer l'examen des solutions possibles.
2. Emplacement le long d'un cours d'eau risquant d'entraîner sa dégradation.	2. Le choix de l'emplacement devrait examiner les solutions de remplacement qui diminuent les effets sur l'environnement et qui ne compromettent pas les bénéfices de l'exploitation de l'eau à partir des directives suivantes : • sur un cours d'eau dont la capacité de dilution et d'assimilation est maximale • dans une zones où les eaux usées peuvent être recyclées à des fins agricoles ou industrielles après un minimum de traitement • dans une municipalité apte à recevoir des déchets de l'usine dans son réseau d'assainissement
3. Situation pouvant créer de sérieux problèmes d'odeurs pour la région.	3. Implanter l'usine dans une zone qui (1) ne subit pas d'inversions atmosphériques ou qui concentre les polluants et (2) où les vents dominants soufflent en direction de régions relativement peu peuplées.

Tableau 10.13. Industrie alimentaire (suite)

Impacts potentiels négatifs	Mesures d'atténuation
Impacts directs : choix de l'emplacement (suite)	
4. Localisation qui risque d'accentuer les problèmes d'évacuation des déchets solides dans une région.	4. Il importerait, pour les installations produisant d'importantes quantités de déchets, d'apprécier l'emplacement à partir des directives suivantes : • taille du terrain permettant de prévoir une décharge ou un système d'évacuation sur place • proximité d'une décharge convenable • accessibilité pour que les services publics ou privés de collecte transportent les déchets solides jusqu'à leur destination finale.
Directs : exploitation de l'usine	
5. • Pollution de l'eau causée par les rejets d'effluents liquides, les eaux de refroidissement ou les écoulements provenant des déchets amoncelés. • Usine : Huiles et graisses, teneur totale en sels dissous, MES, DBO, DCO	5. Il conviendrait d'analyser en laboratoire les effluents liquides y compris huiles et graisses, teneur en sels dissous, MES, DBO, DCO et d'assurer le suivi de la température sur place. <u>Tous types d'usines</u> • Pas de rejet d'eaux de refroidissement. Si leur recyclage se montre impossible, celles-ci seront déversées à condition que l'élévation de la température de l'exutoire ne dépasse pas 3° C. • Maintien de la teneur en pH des rejets d'effluents entre 6,0 et 9,0. • Contrôle des effluents selon les restrictions prévues par l'EPA (40 CFR 405-409; 432) pour les procédés spécifiques. • Épandage des effluents si cela s'avère approprié.
6. Émissions dans l'atmosphère de particules provenant des activités de l'usine en général.	6. Contrôler les particules en installant des collecteurs à filtre en tissu ou des dépoussiéreurs électrostatiques..

Tableau 10.13. Industrie alimentaire (suite)

Impacts potentiels négatifs	Mesures d'atténuation
Impacts directs : exploitation de l'usine (suite)	
7. Émissions de gaz et d'odeurs provenant des opérations de transformation.	7. • Maîtriser les substances alcalines en employant une méthode naturelle d'épuration. • Une analyse des matières premières, lors de la phase de faisabilité du projet, peut déterminer les niveaux de soufre en vue de concevoir un équipement de contrôle des émissions.
8. Relâchement accidentel de solvants potentiellement dangereux, de substances acides et alcalines.	8. • Entretenir les aires qui servent à l'entreposage et à l'élimination des substances pour enrayer les rejets accidentels. • Installer un équipement de contrôle des déversements.
Indirects	
9. • Effets sur la santé des travailleurs causés par la manipulation des matériaux ou par d'autres types d'activités de l'usine ainsi que par les niveaux sonores. • Accidents qui se produisent plus fréquemment que la moyenne en raison d'un manque de connaissances et de qualification.	9. L'usine devrait mettre en place un programme détaillé de santé et de sécurité qui permette d'identifier, d'évaluer, d'assurer le suivi et de contrôler les risques pour la santé et la sécurité des travailleurs, qui expose les moyens d'y répondre et qui spécifie les règles de procédure à suivre pour assurer leur protection en mentionnant le ou les points suivants : • caractérisation et analyse de l'emplacement • contrôle de l'emplacement • formation • surveillance médicale • programme d'information • contrôles d'ingénierie, méthodes de travail et équipement de protection du personnel

Tableau 10.13. Industrie alimentaire (suite)

Impacts potentiels négatifs	Mesures d'atténuation
Impacts indirects (suite)	
	• exercice d'un suivi • programmes d'informations • manipulation des matières premières et des produits manufacturés • procédures de dépollution • interventions d'urgence • éclairage • installations sanitaires dans les locaux temporaires et permanents • réunions à intervalles réguliers portant sur la sécurité
10. Problème régional des déchets solides intensifié par un système d'entreposage sur place inadéquat.	10. Prévoir des aires d'élimination des déchets sur site en partant du principe que les caractéristiques des lixiviats sont connues.
11. Perturbation des circuits de transit, émission de bruits et accroissement de la circulation, augmentation des risques d'accidents encourus par les piétons qu'entraîne le va-et-vient des camions qui transportent les matières premières.	11. • Le choix de l'emplacement peut atténuer un certain nombre de ces problèmes dont les risques d'accidents des piétons. • Il conviendrait de mener, lors de l'étude de faisabilité du projet, des études en matière de transport visant à déterminer les itinéraires les plus sûrs. • • Prévoir un règlement des transports et un plan d'intervention en cas d'accidents de façon à diminuer les risques d'accidents.
12. Risques de transmission de maladies dus à un système inadéquat d'élimination des déchets.	13. Mettre en place des spécifications techniques pour : • la préparation ou la transformation des denrées alimentaires • les procédés d'élimination des déchets • assurer le suivi des coliformes fécaux et autres bactéries

INDUSTRIE SIDÉRURGIQUE

1. L'industrie sidérurgique a trait à un ensemble complexe de transformations où le minerai de fer est converti en acier en utilisant du coke et de la chaux. Les procédés de conversion comprennent les étapes suivantes : (a) production du coke à partir du charbon et de la récupération de produits dérivés, (b) préparation du minerai (p. ex. frittage et réduction en boulettes), (c) production du fer, (d) production de l'acier, (e) moulage, laminage et finissage. Toutes ces étapes peuvent s'effectuer dans une même usine ou être accomplies à divers endroits. Dans nombre de pays en développement, la production d'acier est manufacturée à partir de débris de fer provenant des fourneaux électriques à arc. Pour cette raison, les étapes qui vont de (a) à (c) ne correspondent pas toujours à tous les projets d'acier. Une autre façon de produire de l'acier consiste à procéder à une réduction directe en utilisant du gaz naturel et de l'hydrogène. Le fer spongieux obtenu est ensuite transformé en acier dans un four électrique à arc suivi d'un moulage par billette et par un ou deux laminages, s'il s'agit de fabriquer des produits non plats. Ces dernières industries sont appelées « mini-laminoirs ».

Impacts sur l'environnement

2. L'industrie sidérurgique fait partie des industries de base des pays développés et en développement et elle représente pour ces derniers un élément essentiel de l'ensemble du secteur industriel. Le rôle économique qu'elle joue en tant qu'employeur et pourvoyeur de produits de base pour un grand nombre d'industries est de toute importance, qu'il s'agisse de constructions, de machinerie et d'équipement, de la production de moyens de transport et de réseaux ferroviaires.

3. Le procédé de fabrication de fer et d'acier engendre d'importantes quantités d'eaux usées et d'émissions atmosphériques. Des opérations mal gérées peuvent donner lieu à de sérieux problèmes de dégradation des sols, de l'eau et de l'air (cf. le tableau 10.14 en fin de section pour de plus amples détails). Une brève description des déchets générés par l'industrie sidérurgique est apportée dans les passages suivants.

Production du coke et récupération des sous-produits

4. La production du coke s'obtient en chauffant des houilles grasses en vue d'évaporer les composés volatiles. Le coke sert ensuite d'agent réducteur pour la conversion du minerai de fer en métal dans les hauts fourneaux. Une certaine quantité de carbone auquel donne naissance le coke se dissout dans le fer à l'état liquide. Durant la cokéfaction, d'importantes quantités de gaz contenant du monoxyde de carbone se produisent qui, à leur tour, donnent naissance à un ensemble de produits chimiques : goudron de houille, huiles légères brutes (contenant du benzène, du toluène et du xylème), de l'ammoniac, de la naphtaline et d'importants dégagements de vapeurs d'eau. On peut récupérer et raffiner la plupart de ces substances en produits chimiques; on se sert des gaz restants de la combustion du coke comme moyens internes de chauffage alors que le surplus de gaz peut être employés à la génération d'énergie ou en tant que matière première pour la production de produits chimiques.

5. La production de coke génère d'importantes quantités d'eaux usées qui contiennent de l'ammoniac ainsi que d'autres éléments. Ces eaux renferment des concentrations de phénols, de cyanure, de thiocyanate, d'ammoniac, de sulfure et de chlorure pouvant être toxiques. Les émissions produites par la fabrication du coke comprennent des émanations visibles de fumée, des poussières de coke et la plupart des substances volatiles qui viennent d'être mentionnées.

Préparation du minerai

6. Les minerais contenant du fer (hématite, limonite, magnétite) sont broyés, calibrés et agglomérés par un procédé de frittage, de réduction en boulettes, en nodules et en pellets produisant un minerai concentré et préconditionné pour alimenter les hauts fourneaux. La préparation du minerai peut engendrer d'énormes quantités de résidus et donner naissance à des émissions de poussières et de dioxyde de soufre.

Production de fer

7. On produit le fer dans les hauts fourneaux en transformant le minerai en fer fondu par réduction avec du coke et en séparant les éléments indésirables comme le phosphore, le sulfure et le manganèse par addition de calcaire. Les gaz produits par les hauts fourneaux contiennent de l'oxyde de carbone et sont à la source d'importantes émissions de particules. Les scories se forment à partir de la réaction du calcaire en contact avec d'autres composés et des silicates présents dans le minerai. L'opération de tremper les scories dans de l'eau risque d'engendrer des émissions d'oxyde de carbone et de sulfure d'hydrogène. Les déchets liquides générés par la production de fer sont causés par les opérations d'épuration des gaz de cheminée et de trempage des scories. Les matières en suspension contenues dans ces eaux sont généralement abondantes et sont susceptibles de renfermer de nombreux composés organiques variés (phénols et crésols), de l'ammoniac, des composés d'arsenic et des sulfures.

Production de l'acier

8. Le fer produit dans les hauts fourneaux est raffiné dans la fonderie d'acier où l'on extrait de la fonte liquide la plupart du carbone. Si les anciennes aciéries disposent encore de fours Martin, la méthode la plus prisée et que l'on emploie dans les installations modernes, consiste à dissoudre le carbone dans la fonte liquide et à flamber l'encrassement avec l'oxygène à partir de fours à oxygène classique. Les deux méthodes produisent de vastes quantités de gaz résiduels chauds contenant de l'oxyde de carbone et des poussières. On peut recycler ces gaz une fois qu'ils ont été dépoussiérés.

Moulage, laminage et finissage

9. Les étapes finales du procédé de fabrication d'acier consistent à mouler les lingots ou billettes selon les produits finaux voulus. Les lingots sont laminés en plaques, fils, feuilles, tôles, barres, tuyaux et en tiges. L'opération de laminage fait appel à de grandes quantités d'huiles lubrifiantes et hydrauliques. Les activités de décapage (enlever les dépôts d'oxydes) et de nettoyage du produit final pour le débarrasser des huiles et des graisses risquent de générer d'importantes quantités d'acides, d'alcalis et de solvants liquides. Les industries modernes se passent souvent de mouler les lingots, l'acier liquide étant moulé et laminé de façon continue.

Réduction directe : mini-laminoirs

10. Le mini-laminoir intégré se compose d'un four à réduction et d'un fourneau à arc électrique servant à produire un moulage continu des billettes. La réduction du minerai de fer s'obtient ainsi en utilisant du gaz naturel (ou des produits à base de pétrole) qu'un four à gaz de reformage convertit en un gaz contenant de l'hydrogène. Le fer spongieux obtenu à partir de ce procédé de réduction alimente le fourneau à arc électrique qui sert à la conversion du métal en acier. Il arrive souvent que ce type de fourneau, en sus du fer spongieux, fasse appel à de considérables volumes de ferrailles. S'il est vrai que cette méthode de fabrication peut engendrer d'importantes émissions de poussière et d'oxyde de carbone, il n'en demeure pas moins qu'elle représente une solution moins polluante que le procédé conventionnel des hauts fourneaux, dans la mesure où elle n'a pas recours à la cokéfaction et qu'elle se sert de minerais de fer de haute qualité.

Enjeux spécifiques

Déchets solides

11. Les aciéries produisent un grand nombre de déchets solides, tels des scories provenant des hauts fourneaux qui peuvent servir à la production de ciment de qualité, si elles ont été convenablement granulées. Un déchet solide tel que les scories de déphosphoration, qui se forment quand l'on utilise des minerais de fer à forte teneur en phosphore, peut servir d'engrais.

12. Les dépoussiéreurs des cokeries et des usines de frittage aussi bien que les hauts fourneaux engendrent des déchets de production que l'on peut en principe partiellement recycler. La conception du projet devrait permettre d'optimiser le recyclage des déchets solides récupérés des épaississeurs, des bassins de colmatage, des séparateurs de poussières à cyclone, des dépoussiéreurs électrostatiques ainsi que les déchets provenant des aires d'entreposage des matières premières. Il conviendrait que le plan du projet dégage des mesures, minutieusement évaluées durant les études de faisabilité du projet, qui régleraient le problème d'évacuation des déchets solides. Il conviendrait de tester la sensibilité de ces déchets à la lixiviation, de revêtir les aires d'évacuation des déchets solides et enfin, d'assurer un suivi constant des nappes souterraines (cf. la section « Gestions des risques industriels »).

Déchets liquides

13. Les solvants et les acides dont on se sert pour le nettoyage de l'acier représentent des substances potentiellement dangereuses et devraient être manipulées, entreposées et éliminées en conséquence. Un certain nombre des produits dérivés qu'il importe de récupérer peuvent être des produits dangereux ou des agents cancérigènes; il faudrait, par conséquent, entreprendre des mesures adéquates de collecte, d'entreposage et d'élimination de ces substances. Il est également requis de procéder au suivi des écoulements de liquides et des fuites de gaz.

Minimisation des déchets

14. La pollution atmosphérique peut constituer un problème très sérieux si les mesures nécessaires n'ont pas été prises. Il importera, pendant la phase de conception, d'examiner les moyens de réduire la pollution moyennant des équipements spécialisés destinés à l'enlèvement des poussières sèches, à l'épuration des gaz d'échappement, en récupérant les produits chimiques utiles et en éliminant les polluants toxiques; il faudra penser à un matériel qui capte les gaz contenant de l'oxyde de carbone et de l'hydrogène dont on pourrait se servir en tant que combustibles secondaires ou encore en tant que base dans la production d'autres produits chimiques (p. ex. méthanol et ammoniac). De telles mesures contribuent à la diminution de la pollution atmosphérique et accroissent le rendement énergétique. Les substances chimiques comme le dioxyde de sulfure, les oxydes d'azote, le benzène, le toluène, le xylème, le naphtalène, les phénols, le benzopyrène, le cyanure, l'hydrogène sulfuré et les composés du plomb et du zinc sont des éléments de pollution atmosphérique.

15. L'industrie sidérurgique consomme de vastes volumes d'eau et des systèmes de traitement des eaux usées sont indispensables pour toutes les usines employées à la fabrication du fer et de l'acier; il conviendrait également d'envisager le recyclage des eaux usées et traitées. Les eaux usées qui servent à l'épuration des gaz ayant une forte teneur en matières solides, il est nécessaire, par ailleurs, de recourir à des installations importantes de coagulation et de sédimentation.

16. Les Lignes directrices en matière d'environnement de la Banque prescrivent les normes d'émissions alors que l'EPA (U.S Environmental Protection Agency) réglemente les normes de qualité de l'air et des rejets d'eaux usées. Les projets sidérurgiques entrepris dans les pays en développement peuvent se reporter à ces règlements. L'emploi de réservoirs à double parois ou leur endiguement pourraient faire

partie des méthodes adéquates d'entreposage des liquides, de la même façon qu'il y aurait lieu d'installer des dispositifs de détection des fuites liquides ou gazeuses des réservoirs et des conduites (de plus amples détails sont donnés à la section « Gestion des risques industriels »).

Solutions de remplacement aux projets

Choix de l'emplacement

17. Les problèmes généraux qu'il convient d'examiner lorsqu'il s'agit d'implanter une industrie sont abordés dans la section intitulée « Emplacement d'usines et mise en valeur de terrains à des fins industrielles ». La nature d'une usine sidérurgique est telle que les effets sur l'environnement, dont sont responsables les activités de production, d'entreposage et de transport, exigent que l'on prête une attention toute particulière à l'évaluation des autres emplacements possibles. Les conséquences pour l'environnement peuvent être très sérieuses si l'on n'a pas suffisamment accordé d'importance, lors de la phase de planification, aux problèmes que représentent les effluents et les émissions. Des exutoires dont la qualité des eaux est insatisfaisante ou dont le débit ne permet pas de recevoir des effluents bien traités ne sont pas indiqués.

18. L'acheminement des matières premières ainsi que le transport des produits finis constituent un autre aspect sur lequel il faut se pencher. L'installation d'usines à proximité de zones d'habitations, surtout si elles sont à forte densité de populations, est une solution à écarter, en raison des problèmes de poussières et de nuisances sonores auxquels elles donnent naissance. L'industrie sidérurgique étant une industrie qui requiert un aménagement très étendu, il est nécessaire que le choix de l'emplacement soit déterminé en conséquence. Il faudrait, par ailleurs, chercher à assurer l'expansion future des installations.

Procédés de fabrication

19. Même si la planification et la réalisation d'un projet comportent de nombreuses possibilités. En pratique, les choix pour un projet sidérurgique sont dictés par les propriétés minérales, physiques et chimiques des matières premières disponibles, telles que le minerai de fer, qui servent au procédé de réduction dans les hauts fourneaux (par ex. coke ayant subi des injections de gaz naturel, de fines de pétrole ou de charbon) et par les carburants utilisés pour l'alimentation des fours, des chaudières et des centrales électriques. Le choix des produits finaux influence également la conception de l'usine. Les mini-laminoirs équipés d'un procédé de réduction directe du minerai de fer et d'un électro-four fonctionnant à partir de gaz naturel et d'électricité seront beaucoup moins néfastes pour l'environnement. Les créations récentes d'industries sidérurgiques intégrées indiquent que les procédés intermédiaires de refroidissement et de chauffage sont de moins en moins nécessaires – un élément important en matière d'économie de l'énergie et de réduction de la pollution de l'air et de l'eau.

20. Il existe une vaste diversité de moyens et de matériels disponibles qui permettent de lutter contre la pollution. L'ampleur et la composition des polluants devant être récupérés ou déversés dans le milieu dépendront du choix de la méthode et de l'équipement de lutte.

Moyens de lutte contre la pollution atmosphérique :

- dépoussiéreurs électrostatiques
- types de cyclones
- agglomération appropriée des fines
- refroidisseurs de gaz, épurateurs Venturi et séparateurs
- épurateurs des gaz de cheminée
- équipements de récupération de l'ammoniac, du benzène et de l'hydrogène de sulfure
- matériel de récupération du dioxyde de soufre
- filtres à manche
- récupération et recyclage de l'oxyde de carbone
- récupération de la chaleur résiduelle

Moyens de contrôle de la qualité de l'eau :

- neutralisation des flux de déchets contenant des acides et des alcalis
- sédimentation et floculation dans les appareils épaississeurs
- filtration des matières en suspension restantes
- séparateurs du pétrole et de l'eau
- contrôle des contenus organiques par traitement de carbone actif
- contrôle des métaux par échange ionique
- contrôle des métaux par osmose inverse
- réutilisation et recyclage des eaux ou évaporation par chaleur résiduelle

Gestion et formation

21. Les stratégies relatives à une gestion efficace de lutte contre la pollution et de réduction des déchets peuvent avoir besoin d'un soutien institutionnel aux fins d'atténuer au maximum les effets potentiellement négatifs des projets des industries sidérurgiques sur la qualité de l'air et de l'eau. Un ingénieur formé en matière de lutte contre la pollution de l'eau et de l'air et connaissant les technologies de contrôle en usage devrait faire partie de l'équipe du personnel de l'usine. Les fabricants sont généralement prêts à fournir des séances de formation expliquant la façon de manœuvrer et d'entretenir les équipements, si une demande leur a été faite. Les procédures standard d'exploitation et d'entretien prévues devraient être établies et mises en vigueur par la direction de l'usine. Elles devraient également prévoir des équipements antipollution, des modalités de suivi de l'air et de l'eau ainsi que des instructions en matière d'avis et de fermeture de l'installation ou d'autres consignes permettant de faire face à un matériel de dépollution défectueux.

22. Des règlements en matière de santé et de sécurité devraient être établis et mis en vigueur dans l'usine. Outre les règles usuelles, ils devraient comprendre :

- Des dispositions permettant d'enrayer et de faire face aux dégagements de gaz dangereux (p. ex. oxyde de carbone et ammoniac) dans des espaces confinés et aux déversements de substances liquides toxiques (p. ex. acide sulfurique).

- Des dispositions permettant de limiter le plus possible les risques d'exposition aux bruits et à une chaleur excessive dont sont responsables les lourds équipements nécessaires à la production d'acier.

- Un programme de visites médicales de routine.

- Un programme de formation continue relative aux questions de santé et de sécurité du travail et aux aspects portant sur les pratiques d'entretien respectueuses de l'environnement.

- Un plan d'action comprenant des procédures d'urgence faisant appel à des exercices réguliers d'entraînement pour répondre à un déversement, à une explosion ou à un incendie.

(Se reporter à la section « Gestion des risques industriels » et aux *Lignes directrices en matière de santé et de sécurité au travail* de la Banque.)

23. Les normes relatives aux émissions et aux effluents s'appliquant à l'usine devraient s'inspirer des règlements nationaux s'ils existent ou bien être établies à partir des normes préconisées par la Banque. Les agences gouvernementales chargées d'exercer un suivi du matériel antipollution, de la qualité de l'air et de l'eau, de faire respecter les normes en vigueur et de superviser les activités d'évacuation des déchets devraient avoir à leur disposition un équipement nécessaire et être investies de pouvoir. Une formation spécialisée peut également s'avérer indispensable. L'évaluation environnementale devrait prendre en compte une estimation des capacités locales en rapport à ces questions et recommander des moyens permettant de contribuer au projet.

Suivi

24. Les plans de suivi de l'usine et de l'emplacement s'imposent et comportent, en principe, les éléments suivants :

- émissions de particules, de dioxyde de soufre, d'oxyde de carbone, d'ammoniac, de sulfure d'hydrogène, d'arsenic et de cyanures;
- paramètres établissant que les méthodes de fabrication font appel à un équipement de réduction de la pollution adéquat;
- qualité de la combustion et de l'opacité des fumées (produites par la chaufferie et la centrale électrique);
- qualité atmosphérique du lieu de travail qui s'applique au type d'usine et aux procédés appliqués pour les particules, l'anhydride sulfureux et les oxydes d'azote;
- qualité de l'air sous le vent à proximité des installations en surveillant les polluants et les particules;
- qualité des eaux réceptrices en aval en surveillant l'oxygène dissous, le pH, les polluants éventuels et les matières en suspension;
- flux des eaux usées émis par les installations et les réservoirs de sédimentation en contrôlant les matières en suspension, le pH, les polluants éventuels, les DBO_5, les huiles et les graisses;
- déversements d'eaux de pluie sur les huiles et les graisses ainsi que sur les matières en suspension;
- effets des méthodes d'entreposage des déchets solides sur les eaux de surface et en sous-sol;
- niveaux sonores sur les lieux de travail de l'ensemble des installations;
- niveaux sonores à l'extérieur de l'usine;
- conformité aux mesures de sécurité et de lutte antipollution.

Tableau 10.14. Industrie sidérurgique

Impacts potentiels négatifs	Mesures d'atténuation
Impacts directs : choix de l'emplacement	
1. Implantation d'une usine sur ou à proximité d'habitats sensibles, tels que les mangroves, les estuaires, les milieux humides et les récifs de corail.	1. • Installer, si possible, l'usine dans une zone industrielle de manière à réduire et à concentrer la pression exercée sur les services de l'environnement de la région et à faciliter le suivi des rejets. • Faire participer les agences de gestion des ressources naturelles dans le choix de l'emplacement pour effectuer l'examen des solutions de remplacement.
2. Situation d'une usine le long d'un cours d'eau causant sa dégradation.	2. • Le choix de l'emplacement devrait examiner les solutions qui aient sur l'environnement aussi peu d'effets que possible et qui ne compromettent pas les bénéfices que représente l'exploitation des plans d'eau. • Les usines qui émettent des rejets liquides ne devraient être situées que près d'un cours d'eau dont la capacité d'assimilation des effluents traités est suffisante.
3. Emplacement pouvant causer de sérieux problèmes de pollution atmosphérique dans la contrée.	3. Implanter l'usine à une hauteur qui soit supérieure à la topographie de la région, dans une zone qui ne subit pas d'inversions atmosphériques et où les vents dominants soufflent vers des zones relativement peu peuplées.
4. Situation pouvant intensifier les problèmes de déchets solides que rencontre la localité.	4. Il importerait d'évaluer l'emplacement à partir des lignes directrices suivantes : • proximité d'une décharge convenable • taille du terrain permettant de prévoir une décharge ou un système d'évacuation sur place

Tableau 10.14. Industrie sidérurgique (suite)

Impacts potentiels négatifs	Mesures d'atténuation
Impacts directs : choix de l'emplacement (suite)	
	• accessibilité pour que des services publics ou privés de collecte puissent transporter les déchets solides jusqu'à leur destination finale • réutilisation ou recyclage des matériaux pour réduire les volumes de déchets
Impacts directs : exploitation de l'usine	
5. • Pollution de l'eau causée par les rejets d'effluents liquides, les eaux de refroidissement ou les écoulements provenant des déchets amoncelés. • Usine : Matières en suspension (MES), huiles et graisses, azote ammoniacal, cyanure, benzène, naphtalène, benzopyrène, pH, plomb, zinc • Écoulement des stocks de matériaux entassés : MES, pH, métaux	5. Il conviendrait d'analyser en laboratoire les effluents liquides y compris : MES, huiles et graisses, azote ammoniacal, cyanure, phénols, benzène, naphtalène, benzopyrène, pH, plomb, zinc et d'assurer le suivi de la température sur place. <u>Tous type d'usines</u> • pas de rejet d'eaux de refroidissement. Si leur recyclage se montre impossible, celles-ci seront déversées à condition que l'élévation de la température de l'exutoire ne dépasse pas 3° C. • Maintien de la teneur en pH des rejets d'effluents entre 6,0 et 9,0. • Contrôle des effluents selon les restrictions prévues par la Banque ou selon d'autres normes (exemple de l'EPA 40 CFR 405-409; 432) pour les procédés spécifiques.

Tableau 10.14. Industrie sidérurgique (suite)

Impacts potentiels négatifs	Mesures d'atténuation
Impacts directs : exploitation de l'usine (suite)	
	Zones de stockage des matières et aires d'évacuation des déchets solides • Éviter que les eaux de pluie et de ruissellement ne s'infiltrent, de façon excessive, au travers des matières. • Procéder au revêtement des sols des zones de stockage à ciel ouvert.
6. Émissions dans l'atmosphère de particules provenant de toutes les activités de l'usine.	6. Contrôler les particules en installant des collecteurs à filtre en tissu ou des dépoussiéreurs électrostatiques.
7. Émissions de SO_x et de CO que dégagent la production de coke et la combustion de mazout.	7. • Épurer les gaz en effectuant des résolutions alcalines. • Une analyse des matières premières, lors de la phase de faisabilité du projet, peut déterminer les niveaux de soufre en vue de concevoir un équipement de contrôle des émissions. • Décaper, recycler et réutiliser l'oxyde de carbone.
8. Déversements accidentels de solvants potentiellement dangereux, de substances acides et alcalines.	8. • Entretenir les aires qui servent à l'entreposage et à l'élimination des substances pour enrayer les rejets accidentels. • Installer un équipement de contrôle des déversements, des réservoirs à double parois ou creuser des fossés autour des réservoirs de stockage.
9. Les ruissellements de surface des composés, des matières premières, du charbon, des grésillons de coke et autres substances habituellement empilées dans l'enceinte de l'usine peuvent être facteurs de pollution des eaux de surface et s'infiltrer dans les nappes souterraines.	9. • Il est possible de contrôler l'infiltration des eaux de pluie et les écoulements émanant des matières solides, du mazout et des déchets empilés en recouvrant ces substances d'une bâche ou en les confinant de manière à empêcher la pollution des eaux de surface et du sous-sol.

Tableau 10.14. Industrie sidérurgique (suite)

Impacts potentiels négatifs	Mesures d'atténuation
Impacts directs : exploitation de l'usine (suite)	
	• Les zones endiguées devraient être de taille suffisante pour contenir les précipitations d'une durée moyenne de 24 heures.
Impacts indirects	
10. • Risques pour la santé des travailleurs causés par la manipulation des matériaux ou par les procédés de fabrication et exposés aux poussières fugaces ainsi qu'au bruit. • Accidents se produisant plus fréquemment que la moyenne en raison d'un manque de personnel ou de qualification.	10. L'usine devrait mettre en place un Programme de santé et de sécurité se proposant de : • identifier, évaluer, exercer le suivi et contrôler les risques pour la santé et la sécurité des travailleurs • fournir une formation en matière de sécurité
11. Problème régional des déchets solides intensifié par un système intermédiaire de stockage inadéquat ou un manque de décharges finales.	11. Prévoir des aires d'élimination sur les lieux en partant du principe que les caractéristiques des lixiviats dangereux sont connues.
12. Perturbation des circuits de transit, apparition de bruits créés par la circulation et augmentation des risques d'accidents encourus par les piétons qu'entraîne le va-et-vient des camions qui transportent les matières premières et les carburants.	12. • Le choix de l'emplacement peut atténuer un certain nombre de ces problèmes. • Il conviendrait de mener, lors de l'étude de faisabilité du projet, des études en matière de transport visant à déterminer les itinéraires les plus sûrs. • Prévoir un règlement des transports et un plan d'intervention de façon à diminuer les risques d'accidents.

INDUSTRIE DES MÉTAUX NON FERREUX

1. Les métaux dont il est question dans les lignes directrices suivantes sont l'aluminium, les alliages ferreux, le cuivre, le plomb, le zinc et le nickel. Il existe, par ailleurs, beaucoup plus de métaux non ferreux, mais dans la mesure où ils sont produits en petites quantités et selon des moyens de fabrication hautement spécialisés ou qu'ils sont dérivés d'autres procédés, la Banque mondiale ne participe que rarement à ce genre de projets.

Aluminium

2. L'aluminium est élaboré à partir du minerai de bauxite, un oxyde hydraté d'aluminium. Ce minerai doit d'abord être purifié en le débarrassant des autres éléments qu'il renferme et où l'alumine est dissous dans une solution de soude caustique très concentrée. Le résidu est filtré (boues rouges) et réintroduit dans le procédé de fabrication. Le résidu finalement obtenu est mis au rebut. On obtient la séparation de l'alumine après cristallisation, épaississement, filtrage et calcination. L'alumine est alors réduite par électrolyse, mise en alliage et moulée en lingots.

3. La production d'aluminium secondaire utilise des résidus d'aluminium et des métaux de combustion récupérés comme matières premières. Les résidus et l'aluminium recyclé sont liquéfiés dans un fourneau auxquels on a ajouté des fondants pour être ensuite alliés, démagnésités (retrait du magnésium), dégazés à l'aide de chlore et écumés avant d'être moulés en lingots.

Alliage ferreux

4. La production d'alliage ferreux consiste essentiellement à réduire et à fondre un mélange d'oxydes dans un four électrique. Le carbone, se présentant sous forme de coke que l'on ajoute généralement aux combustibles, élimine l'oxygène sous forme de monoxyde de carbone. Les oxydes non réductibles s'ajoutent aux scories et les métaux réductibles forment un alliage. On vide régulièrement le fond des fourneaux des scories liquides et de l'alliage formé. Le type d'alliage – ferrochrome, ferromanganèse, ferronickel, ferrovanadium, ferroniobium, etc. – dépend du minerai qui alimente le fourneau. Les scories et alliages sont refroidis et séparés. Les alliages sont brisés, concassés et calibrés pour être commercialisés.

5. Les émissions d'oxyde de carbone et la formation d'importantes quantités de très fines particules de poussières générées par les fours électriques constituent les principaux problèmes que représente pour l'environnement la production d'alliage ferreux. Plutôt que les fours à sole (à foyer ouvert) qu'on utilisait autrefois, les installations modernes emploient des fourneaux fermés plus efficaces et permettant de mieux contrôler les gaz et les fumées générés par les combustions à haute température. Les gaz sont épurés grâce à des cyclones, des filtres à sac et des épurateurs. Les fines particules de poussières s'agglomèrent et sont remises dans le fourneau. L'oxyde de carbone sert de carburant pour préchauffer la charge ou pour allumer les chaudières.

6. Il arrive parfois que les scories en fusion et plus rarement que les alliages soient réduits en grenailles dans un jet d'eau. Cette opération engendre un effluent liquide et donne naissance à de fines scories solides, des éléments potentiellement dommageables pour l'environnement et qu'il faut, pour cette raison, confiner. Le refroidissement des fourneaux à l'aide d'eau produit un autre flux d'effluents.

Fusion du cuivre et du sulfure de nickel

7. Le procédé pyrométallurgique de fusion du sulfure fabrique l'ensemble de la production mondiale de cuivre et de nickel. L'essentiel des opérations consiste à fondre et à séparer par gravité les scories d'oxyde en fusion de faible densité d'avec la matte (mélange de sulfure de métaux) en fusion plus lourde.

8. On procède au grillage de la matte de manière à ajuster les composés de soufre et de fer qu'elle contient et que l'on obtient généralement après la phase de fusion. L'opération de grillage consiste à chauffer la charge qui est ensuite mise en réaction avec l'air. Le soufre superflu s'évapore sous forme d'oxyde de soufre alors que le fer (qui se présente surtout sous forme de sulfure) et l'oxyde de fer en fusion se déposeront dans les scories. En raison des impuretés contenues dans de nombreux minerais tels que l'arsenic, l'antimoine et le cadmium, le grillage représente un problème pour l'environnement. Les oxydes qui y sont présents ont tendance à s'évaporer pour ensuite se condenser en particules dans les effluents gazeux.

9. La conversion de la matte suit l'opération de fusion où l'air, dont la teneur en oxygène s'est parfois élevée, est injecté dans la matte en fusion en vue de la débarrasser du soufre et du fer. On obtient ainsi du cuivre poule (un cuivre métallique impur) ou des sulfures dépourvus de fer qui tous deux nécessitent d'autres traitements. Le procédé de conversion est une opération qui s'effectue à haute température et qui utilise d'importants volumes de gaz afin d'éliminer les impuretés présentes dans la matte (p. ex. oxydes de plomb, arsenic et cadmium).

10. L'équipement employé dans chacune des étapes décrites ci-dessus a subi récemment de grands changements que des raisons économiques ou de protection de l'environnement expliquent. Ces améliorations se sont traduites par une réduction de la consommation en carburant et par une diminution des gaz à forte teneur en dioxyde de soufre. Elles ont également permis de se débarrasser des poussières et de récupérer le soufre, l'acide sulfurique ou les dioxyde de soufre liquides, de façon plus satisfaisante.

Plomb

11. La fusion des minerais de plomb et des minerais concentrés suppose qu'il faille généralement procéder à des opérations de frittage pour en séparer le soufre, oxyder le plomb et agglomérer les fines particules suivies par la réduction des minerais dans un four. La République populaire de Chine et le Canada ont adopté, ces dernières années, un procédé direct de fusion dans lequel les concentrés de sulfure de plomb alimentent à un bout un bain de fusion et où l'oxygène injecté sépare le soufre tandis qu'on introduit à l'autre bout du charbon ou des gaz de réduction pour éliminer des scories les oxydes de plomb qui se sont formés. On enlève les scories à un bout et les métaux bruts à l'autre bout. Le plomb à l'état brut peut ensuite être électroraffiné.

Zinc

12. Les sulfures représentent les principales sources de production du zinc. On emploie deux méthodes d'extraction du métal : l'une où l'on procède à la combinaison d'une pyrométallurgie, d'une hydrométallurgie et d'une électrométallurgie, et l'autre où l'on emploie une simple méthode pyrométallurgique. Les deux procédés commencent par convertir le sulfure en oxyde. Dans la méthode pyrométallurgique, le frittage d'oxyde de zinc alimente le haut fourneau. Le métal se vaporise et se condense en zinc fondu à partir des gaz résiduels. Dans la phase hydrométallurgique, l'oxyde de zinc est dissout par l'acide sulfurique, la solution est purifiée et le zinc récupéré par électrolyse (galvanoplastie). La jarosite, un sulfate de fer est un déchet solide produit par la phase de purification; la récupération par électrolyse a tendance à produire de fines vapeurs acides.

Impacts potentiels sur l'environnement

13. L'évacuation des boues rouges (un mélange d'argile et de soude caustique extrêmement corrosive), les émissions que dégage la combustion des carburants et de l'électrolyse de l'aluminium ainsi que les flux de déchets liquides et de boues font partie des principaux dangers que représente pour l'environnement la production d'aluminium. Les boues rouges sont susceptibles de dégrader les eaux réceptrices et du sous-sol.

14. Les émissions provenant de l'unité d'électrolyse se composent d'acide fluorhydrique, un gaz particulièrement corrosif et dangereux. Le magnésium et les gaz émis par les procédés de démagnésitation et de dégazage contiennent du chlore devant être épuré. La solution d'épurage doit, pour l'ensemble, être neutralisée.

15. La production d'alliage ferreux est à l'origine d'importantes quantités de fines particules de poussières et de coke (grésillons de coke). Les électrofours produisent de vastes quantités de gaz toxiques qui contiennent de l'oxyde de carbone et des composés arséniques. Si les scories ne peuvent servir à d'autres fins, il est important qu'elles soient éliminées. Il est possible, grâce aux cyclones et aux filtres à sac de nettoyer les effluents gazeux ou de les purifier plus avant par des séparateurs. Une unité de réduction en boulettes peut recycler les poussières récupérées. Les activités d'épuration donnent naissance à des effluents que l'on ne peut déverser sans traitement.

16. Les effets sur l'environnement générés par la production du nickel dépendent des procédés adoptés. La production électrométallurgique de ferronickel engendrera d'importantes quantités de particules et d'oxyde de carbone ainsi que d'infimes émissions de soufre contenant des gaz. Le procédé pyrométallurgique émet des gaz riches en particules; les fours de grillage, de fusion et de conversion ainsi que les unités de génération énergétique, qui sont souvent partie intégrante des installations de production, émettent des gaz toxiques.

17. Les gaz peuvent contenir des dioxydes de soufre, des oxydes d'azote, de l'oxyde de carbone et du sulfure d'hydrogène. Les effluents sont générés par les opérations d'épuration des gaz, par le refroidissement des convertisseurs de la matte et des scories, des fours à matte et de réduction, etc. Les déchets solides se constituent de scories, de dépôts solides provenant des cuves de refroidissement et de boues produites par le traitement des déchets. Si l'on procède à la formation de carbonyle, on obtient comme substance intermédiaire du nickel-carbonyl, un gaz extrêmement toxique.

18. Le cuivre en fusion et les gaz que l'on épure contiennent du dioxyde de soufre et des particules. Il y aurait lieu de récupérer le dioxyde de soufre pour le transformer en acide sulfurique. Les effluents liquides sont émis par les purges des unités de fabrication d'acides, les dispositifs de refroidissement et par les procédés de mise en boulettes des scories. Les effluents que produisent les unités de raffinage contiennent des déchets électrolytiques, des eaux de lavage cathodiques, des scories fines et des boues anodiques.

19. La production secondaire de cuivre donne naissance à des effluents émis par des opérations telles que le fraisage des scories, le matériel antipollution dont sont équipés les fours de fusion, les systèmes le refroidissement par contact, par les électrolytes et la mise en boulettes des scories. Les déchets solides proviennent principalement des épurateurs d'air, des cyclones, des précipitateurs et des scories de fourneaux; la production secondaire de cuivre génère des débris de cuivre ou des déchets prétraités.

20. Les polluants de l'air dont est responsable le traitement du plomb entrepris dans les unités de frittage comprennent des particules, du dioxyde de soufre, de l'arsenic, de l'antimoine et du cadmium. L'unité d'acide sulfurique devrait récupérer le flux de dioxyde de soufre extrêmement concentré auquel

donnent naissance les hauts fourneaux. Il faudrait que des équipements de filtres à manche et d'épurateurs éliminent les particules dont la teneur en plomb est forte.

21. Les épurateurs des unités de frittage, les installations de vidange des acides et autres épurateurs employés dans l'usine génèrent des effluents aqueux susceptibles de contenir des métaux toxiques. La mise en boulettes des scories constitue une autre source d'effluents qui contiennent du plomb, du zinc, du cuivre et du cadmium. Les déchets solides engendrés par les filtres à manche, les cyclones, etc. peuvent, pour la plupart, être recyclés dans l'usine.

22. Les usines secondaires de plomb produisent des effluents contenant de l'acide émis par les batteries fêlées des laveurs et provenant du matériel d'épuration destiné à lutter contre la pollution atmosphérique. Il serait bon de les maintenir à l'écart des autres déchets et de ne pas déverser l'acide d'accumulateurs pollué par des métaux tels que le plomb, l'antimoine, le cadmium, l'arsenic et le zinc.

23. Les émissions produites par le traitement pyrométallurgique du zinc renferment du dioxyde de soufre, de l'arsenic, du plomb et du cadmium. Le dioxyde de soufre est récupéré pour la production d'acide sulfurique. L'oxyde de carbone constitue un important composé formé par la réduction des effluents gazeux. Les vapeurs de zinc non condensées sont épurées pour être ensuite réintroduites dans les unités de raffinage. Le traitement électrométallurgique du zinc engendre les mêmes émissions atmosphériques, contenant parfois du mercure (qu'un épurateur sépare). Les effluents provenant des épurateurs, du système de vidange des unités d'acide et de lessivage sont susceptibles de contenir les mêmes éléments que l'on retrouve dans les émissions atmosphériques.

24. Les déchets solides renfermant de substantielles quantités d'autres métaux sont généralement vendus à d'autres usines de traitement, à l'exception du cadmium qui, la plupart du temps, est récupéré par l'usine de fabrication du zinc. (Pour de plus amples détails concernant les effets de l'industrie des métaux non ferreux sur l'environnement, se reporter au tableau 10.15 en fin de la présente section.)

Enjeux spécifiques

Qualité de l'air

25. La production d'aluminium à partir de l'électrolyse de l'alumine est à l'origine d'émissions de fluor qui renferme des gaz pouvant être très dangereux pour la santé humaine et pour l'environnement. Un suivi minutieux de ces émissions s'impose. On procède généralement à l'épuration de ces gaz par voie sèche en se servant de la poudre d'alumine qui élimine l'ensemble du fluor. Le reste doit être éliminé en employant une épuration alcaline humide.

26. La production de ferrochrome et de ferromanganèse peuvent être à la source d'importantes émissions de particules. Le choix du four (ouvert, semi-ouvert ou fermé) et la décision d'inclure une unité de mise en boulettes permettant de recycler les particules, lors de la phase de conception du projet, peuvent contribuer à résorber ces émissions.

27. Le dioxyde de soufre provenant du frittage des minerais sulfurés est, dans la plupart des usines, récupéré, épuré et employé à alimenter les unités de production d'acide sulfurique. L'épuration des gaz engendre des effluents contenant de l'arsenic, du sélénium et d'autres sels métalliques que l'on ne peut déverser dans les eaux naturelles et que l'on doit traiter pour en éliminer ces substances.

Effluents

28. En règle générale, les eaux usées ne représentent pas un problème à proprement parler si l'on adopte une bonne gestion accompagnée d'un suivi approprié. Toutes les particules devraient, dans la mesure du possible, se déposer et être éliminées de manière à remettre les eaux en circulation après traitement, si besoin est. On ne doit permettre aucun rejet d'eau provenant du traitement du cuivre, du chrome, du manganèse, du nickel, du zinc et du plomb et dont les concentrations en ions métalliques (sels métalliques) dépassent les limites indiquées dans les *Lignes directrices en matière d'environnement* adoptées par la Banque.

29. Tout acide épuisé qui a servi au procédé de lessivage ou à un autre type de traitement ne peut être déversé dans les eaux naturelles mais doit plutôt être neutralisé ou recyclé. Si celui-ci a été neutralisé, les rejets ne doivent s'effectuer que dans la mesure où les taux de concentration de métaux et autres composés dangereux sont en deçà des limites officiellement autorisées.

Déchets solides

30. La production d'aluminium génère d'importantes quantités de boues rouges qu'il faut éliminer. On ne peut déverser ces substances dans les cours d'eau naturels; elles doivent plutôt être entreposées au sol d'une façon telle que les écoulements ou lixiviats ne puissent contaminer les eaux de surface ou en sous-sol. Les projets auxquels la Banque apporte son concours sont des projets qui recommandent et font appel à une méthode de confinement par voie de terre dotée de cuvette de retenue et pour lesquelles on préconise éventuellement des mesures de stabilisation et de restauration du couvert végétal.

31. La production de la plupart des autres métaux non ferreux engendre des déchets solides qui renferment des substances que l'on peut recycler. Il conviendrait néanmoins de considérer le recyclage lors de l'élaboration des mesures d'élimination des déchets. Les boues que l'on ne vend pas à des installations de traitement doivent être stockées selon des conditions contrôlées de manière à ce que les lixiviats ne s'infiltrent pas dans les eaux souterraines ou ne s'écoulent pas dans les eaux de surface. Du reste, les boues produites par les usines de traitement du plomb, qui sont susceptibles de renfermer de fortes concentrations de métaux toxiques, pose un problème particulier.

Réduction des déchets

32. Les projets financés par la Banque requièrent que les eaux de production soient recyclées dans les opérations de traitement. Il est bien souvent possible de vendre les déchets solides à d'autres installations qui récupéreront les matières utilisables ou, si elles sont inoffensives et manipulées selon des conditions méticuleuses de contrôle, servir à d'autres fins (telles, par exemple, que l'utilisation des boues rouges pour la remise en valeur du rivage). Si l'on vend ou transfère, par contre, les déchets solides à des entrepreneurs pour qu'ils servent à d'autres types de transformation ou pour être évacués dans une décharge, le projet doit alors prescrire de strictes conditions de contrôle.

Manipulation sans danger des métaux chauffés

33. Il existe, dans toutes les opérations où la fusion de métaux intervient, un risque d'explosion causé par son contact avec l'eau. Les raisons qui provoquent cette conflagration ne sont pas bien comprises. Alors que le procédé qui consiste à immerger le métal ou à réduire la matte en boulettes ne présente pas de danger, le versement de petites quantités d'eau sur un métal en fusion peut être fatal.

Solutions de remplacement aux projets

34. Même s'il existe diverses façons de concevoir et d'exécuter un projet, les technologies et les matières premières disponibles restreignent le type d'installations de traitement des métaux non ferreux.

Choix de l'emplacement

35. Les problèmes généraux qu'il convient d'examiner lorsqu'il s'agit d'implanter une industrie sont abordés dans la section intitulée « Emplacement d'usines et mise en valeur de terrains à des fins industrielles ». La nature d'une usine de production de métaux non ferreux, qui procède à l'évacuation des déchets solides générés par les opérations de production, est telle que les effets sur la qualité de l'eau et des sols exigent que l'on prête une attention toute particulière à l'évaluation des emplacements possibles. Des exutoires dont la qualité des eaux est insatisfaisante ou dont le débit ne permet pas de recevoir des effluents bien traités ne sont pas indiqués.

36. Si les activités d'exploitation du minerai et de production ont lieu sur le même emplacement ou à proximité l'une de l'autre, il convient, alors, d'évaluer l'ensemble des impacts que ces deux opérations ont sur l'environnement. Il se peut que l'on aboutisse à une conclusion positive où les anciennes mines pourraient servir à y déposer les déchets solides selon des conditions de contrôle strictes.

Méthodes de traitement

37. Les méthodes de fabrication des métaux non ferreux varient selon les métaux produits et les matières premières employées. Quand bien même la question des possibilités de recyclage possibles dans un pays quelconque n'est pas un élément sur lequel l'on se penche quand il s'agit d'analyser un projet en particulier, il importerait pourtant de les examiner à fond avant de développer de nouvelles installations. Cette approche est non seulement bénéfique pour l'environnement mais aussi pour l'économie nationale qui, de cette façon, pourrait épargner ses coûts énergétiques que représentent aussi bien la production que l'exploitation minières.

38. Il est important, en matière de production d'aluminium, de vérifier que les technologies de pointe aient été intégrées dans le projet et peuvent avoir un effet bénéfique sur la gestion des déchets, tels les procédés à lit fluidisé pour la récupération de la chaleur résiduelle émise par les fours à fusion de l'aluminium.

39. En ce qui concerne la fabrication de nickel, de cuivre et de zinc produite à partir de minerais de soufre, il existe souvent deux voies disponibles de traitement : par pyrométallurgie ou hydrométallurgie. Le choix se fonde sur de nombreux éléments distincts qui vont des propriétés inhérentes des minerais à des critères qui se rapportent au lieu géographique, à la disponibilité de l'eau et de l'énergie et à des conditions de marché. L'avantage du procédé hydrométallurgique tient à ce qu'il est bien adapté à des minerais de moindre qualité et plus complexes. Cet aspect est d'autant plus important que les ressources mondiales en minerais de haute qualité s'épuisent. Ce procédé peut également convenir à de petits gisements faisant appel à des installations relativement modestes. Il reste que l'affirmation selon laquelle le procédé hydrométallurgique soit préférable à la méthode pyrométallurgique n'est pas nécessairement défendable du point de vue de l'environnement; la question n'est pas aussi tranchée et doit être estimée pour chaque projet.

Moyens de lutte contre la pollution atmosphérique

40. Les projets financés par la Banque requièrent des mesures de lutte contre la pollution atmosphérique. Les solutions possibles qu'il convient de considérer comprennent :

- conception du procédé et choix du matériel, dépoussiéreurs électrostatiques, épuration des gaz de cheminée (par voie sèche ou humide);
- dépoussiéreurs électrostatiques;
- épurateurs des gaz de cheminée (par voie sèche ou humide)
- cyclones à forte intensité;
- filtres à manche;
- séparation du dioxyde de soufre et utilisation pour la production d'acide sulfurique;
- séparation de l'oxyde de carbone et utilisation comme combustible.

Moyens de contrôle de la qualité hydrique

41. Les solutions de lutte contre la pollution de l'eau incluent :

- recyclage des eaux usées;
- évaporation solaire;
- précipitation;
- floculation, sédimentation, clarification et filtration;
- échange ionique, filtration par membrane et osmose inverse;
- neutralisation (contrôle actif du pH);
- traitement biologique, si nécessaire.

Gestion et formation

42. Une gestion efficace permettant de lutter contre la pollution et de réduire les déchets suppose un soutien institutionnel aux fins d'atténuer les effets potentiellement négatifs que les usines de traitement des métaux ferreux ont sur la qualité de l'air et de l'eau. Un ingénieur formé en matière de lutte contre la pollution de l'eau et de l'air et connaissant les technologies de contrôle en usage devrait faire partie de l'équipe du personnel de l'usine. Les fabricants sont généralement prêts, sur demande, à offrir des séances de formation expliquant la façon de manœuvrer et d'entretenir les équipements.

43. Les procédures standard d'exploitation et d'entretien prévues devraient être établies et mises en vigueur par la direction de l'usine. Elles devraient également prévoir des équipements antipollution, des modalités de suivi de l'air et de l'eau ainsi que des instructions en matière d'avis et de fermeture de l'installation ou d'autres consignes permettant de faire face à un matériel de dépollution défectueux.

44. Des règlements en matière de santé et de sécurité devraient être établis et mis en vigueur dans l'usine. Ces règlements devraient comprendre :

- Des dispositions permettant d'enrayer et de faire face aux fuites accidentelles de gaz dangereux et aux déversements d'acides.

- Des procédures permettant de maintenir l'exposition aux gaz toxiques et aux particules transportées par l'air en deçà des limites nationales ou établies par les réglementations de la Banque mondiale.

- Un programme de visites médicales de routine.

- Un programme de formation continue relative aux questions de santé et de sécurité du travail et aux aspects portant sur les pratiques d'entretien de l'environnement.

- Un plan d'action comprenant des procédures d'urgence faisant appel à des exercices réguliers d'entraînement pour répondre à un déversement, à une fuite, à une explosion ou à un incendie.

(Se reporter à la section « Gestion des risques industriels » et aux *Lignes directrices en matière de santé et de sécurité au travail* de la Banque.)

45. Les normes relatives aux émissions et aux effluents s'appliquant à l'usine devraient s'inspirer des règlements nationaux s'ils existent ou bien être établies à partir des normes préconisées par la Banque. Les agences gouvernementales chargées d'exercer un suivi du matériel antipollution, de la qualité de l'air et de l'eau, de faire respecter les normes en vigueur et de superviser les activités d'évacuation des déchets devraient disposer de l'équipement nécessaire et être investies de pouvoir. Une formation spécialisée peut s'avérer nécessaire. L'évaluation environnementale devrait prendre en compte une estimation des capacités locales en rapport à ces questions et recommander des moyens permettant de contribuer au projet.

Suivi

46. La mise en place de plans spécifiques de suivi de l'usine et de l'emplacement s'impose et comprend, en règle générale, les éléments suivants :

- opacité des fumées;
- émissions de particules, de dioxyde de soufre, de fluorure d'hydrogène, de sulfure d'hydrogène, de chlore, d'ammoniac, d'oxydes d'azote, selon les cas;
- paramètres des procédés relatifs au fonctionnement des équipements de réduction de la pollution comme la température des gaz de cheminée;
- qualité atmosphérique aux alentours de l'usine en surveillant les polluants déterminants;
- qualité de l'exutoire en aval en contrôlant l'oxygène dissous, le pH, les matières en suspension, le cyanure, le chlore libre et les métaux toxiques pertinents;
- flux des déchets liquides émis par l'usine en surveillant les niveaux de pH (continuellement), les matières en suspension, la teneur totale en sels dissous et selon les cas, le cyanure, le sulfure d'hydrogène, l'acide sulfurique, la soude caustique, les ions métalliques toxiques, la radioactivité, le pH, les DBO_5, les huiles et les graisses;
- quantités des eaux de pluie provenant des installations et des aires d'entreposage pouvant être rejetées contenant les polluants mentionnés ci-dessus;
- niveaux sonores sur les lieux de travail de l'ensemble des installations;
- suivi des piles de matériaux stockés, des bassins de rétention des boues protégés par des digues;
- surveillance du respect des mesures de sécurité et des procédures de lutte antipollution, de leur actualisation et de la modernisation des plans de sécurité et d'urgence.

Tableau 10.15. Industrie des métaux non ferreux

Impacts potentiels négatifs	Mesures d'atténuation
Impacts directs : choix de l'emplacement	
1. Implantation d'une usine sur ou à proximité d'habitats sensibles, tels que les mangroves, les estuaires, les milieux humides et les récifs de corail.	1. • Installer, si possible, l'usine dans une zone industrielle de manière à réduire et à concentrer la pression exercée sur les services de l'environnement de la région et à faciliter le suivi des rejets. • Faire participer les agences de gestion des ressources naturelles dans le choix de l'emplacement pour effectuer l'examen des solutions de remplacement.
2. Emplacement d'une usine le long d'un cours d'eau causant sa dégradation.	2. • Le choix de l'emplacement devrait examiner les solutions qui aient sur l'environnement aussi peu d'effets que possible et qui ne compromettent pas les bénéfices que représente l'exploitation des plans d'eau. • Les usines qui émettent des rejets liquides ne devraient être situées que près d'un cours d'eau dont la capacité d'assimilation des effluents traités est suffisante.
3. Situation pouvant causer de sérieux problèmes de pollution atmosphérique dans la contrée.	3. Implanter l'usine à une hauteur qui soit supérieure à la topographie de la région, dans une zone qui ne subit pas d'inversions atmosphériques et où les vents dominants soufflent vers des zones relativement peu peuplées.
4. Localisation pouvant intensifier les problèmes de déchets solides que rencontre la localité.	4. Il importerait d'évaluer l'emplacement à partir des lignes directrices suivantes : • proximité d'une décharge convenable • taille du terrain permettant de prévoir une décharge ou un système d'élimination sur place

Tableau 10.15. Industries des métaux non ferreux (suite)

Impacts potentiels négatifs	Mesures d'atténuation
Impacts directs : choix de l'emplacement (suite)	• accessibilité pour que des services publics ou privés de collecte puissent transporter les déchets solides jusqu'à leur destination finale • réutilisation ou recyclage des matériaux pour réduire les volumes de déchets
Impacts directs : exploitation de l'usine	
5. Pollution de l'eau causée par les rejets d'effluents liquides, les eaux de refroidissement ou les écoulements provenant des déchets entassés. • Usine : métaux, huiles et graisses, azote ammoniacal • Écoulement des matériaux stockés : MES, pH, métaux	5. Il conviendrait d'analyser en laboratoire les effluents liquides y compris : métaux, MES, huiles et graisses, azote ammoniacal, pH, et d'assurer le suivi de la température sur place. Tous types d'usines • pas de rejet d'eaux de refroidissement. Si leur recyclage se montre impossible, celles-ci seront déversées à condition que l'élévation de la température de l'exutoire ne dépasse pas 3° C. • Maintien de la teneur en pH des rejets d'effluents entre 6,0 et 9,0. • Contrôle des effluents selon les restrictions prévues par la Banque ou selon d'autres normes (exemple de l'EPA 40 CFR 421) pour les procédés spécifiques. Aires de stockage des matières et aires d'évacuation des déchets solides • Éviter que les eaux de pluie et de ruissellement ne viennent, de façon excessive, s'infiltrer au travers des matières. • Procéder au revêtement des sols des zones de stockage à ciel ouvert.

Tableau 10.15. Industrie des métaux non ferreux (suite)

Impacts potentiels négatifs	Mesures d'atténuation
Impacts directs : exploitation de l'usine (suite)	
6. Émissions dans l'atmosphère de particules provenant des activités de l'usine en général.	6. Contrôler les particules en installant des collecteurs à filtre en tissu ou des dépoussiéreurs électrostatiques.
7. Émissions de gaz que dégage le traitement des métaux et la combustion de mazout.	7. • Épurer les gaz en employant des solutions alcalines. • Une analyse des matières premières, lors de la phase de faisabilité du projet, peut déterminer les niveaux de soufre en vue de concevoir un équipement de contrôle des émissions.
8. Déversements accidentels de solvants potentiellement dangereux, de substances acides et alcalines.	8. • Entretenir les aires qui servent à l'entreposage et à l'élimination des substances pour enrayer les rejets accidentels. • Installer un équipement de contrôle des déversements, des réservoirs à double parois ou creuser des fossés autour des réservoirs de stockage.
9. Les ruissellements de surface des composés, des matières premières, du charbon, des grésillons de coke et autres substances habituellement empilées dans l'enceinte de l'usine peuvent être facteurs de pollution.	9. • Il est possible de contrôler l'infiltration des eaux de pluie et les écoulements émanant des matières solides, du mazout et des déchets empilés en recouvrant ces substances d'une bâche ou en les confinant de manière à empêcher la pollution des eaux de surface et du sous-sol. • Les zones endiguées devraient être de taille suffisante pour contenir les précipitations d'une durée moyenne de 24 heures.

Tableau 10.15. Industries des métaux non ferreux (suite)

Impacts potentiels négatifs	Mesures d'atténuation
Impacts indirects	
10. • Risques pour la santé des travailleurs causés par la manipulation des matériaux ou par les procédés de fabrication et exposés aux poussières fugaces ainsi qu'au bruit. • Accidents se produisant plus fréquemment que la moyenne en raison d'un manque de personnel ou de qualifications.	10. L'usine devrait mettre en place un Programme de santé et de sécurité se proposant de : • identifier, évaluer, exercer le suivi et contrôler les risques pour la santé et la sécurité des travailleurs • fournir une formation en matière de sécurité
11. Problème régional des déchets solides intensifié par un système intermédiaire de stockage inadéquat ou un manque de décharges finales.	11. Prévoir des aires d'élimination sur les lieux en partant du principe que les caractéristiques des lixiviats dangereux sont connues.
12. Perturbation des circuits de transit, apparition de bruits créés par la circulation et augmentation des risques d'accidents encourus par les piétons qu'entraîne le va-et-vient des poids lourds qui transportent les matières premières et les carburants.	12. • Le choix de l'emplacement peut atténuer un certain nombre de ces problèmes. • Il conviendrait de mener, lors de l'étude de faisabilité du projet, des études en matière de transport visant à déterminer les itinéraires les plus sûrs. • Prévoir un règlement des transports et un plan d'intervention de façon à diminuer les risques d'accidents.
13. Exploitation locale des minerais et du charbon destinés à la fabrication de métaux risque d'entrer en conflit avec les autres industries (utilisation du charbon dans les services publics) et d'aggraver l'érosion ou la sédimentation des cours d'eau en raison de méthodes d'extraction excessives ou abusives.	13. • Faire en sorte que les utilisations du charbon correspondent aux quantités disponibles et imposer des restrictions sur les méthodes d'exploitation. • Assurer une coordination avec l'agence en charge en vue d'examiner les solutions possibles de restauration de l'emplacement une fois l'installation démantelée.

Tableau 10.15. Industrie des métaux non ferreux (suite)

Impacts potentiels négatifs	Mesures d'atténuation
Impacts indirects (suite)	
14. Le traitement des métaux est susceptible de requérir une énergie importante en électricité pouvant être conflictuel avec les autres usages industriels.	14. • Effectuer les opérations de traitement des métaux à des heures où les autres industries fonctionnant à partir d'électricité ne sont pas actives. • Accroître les capacités de génération électrique.

RAFFINAGE DU PÉTROLE

1. À cette catégorie appartient la fabrication de toute une série de produits pétroliers et chimiques, de carburants, de lubrifiants, de goudron minéral et de produits chimiques intermédiaires constitués de pétrole brut. Le raffinage du pétrole se fait au travers des étapes suivantes : (a) séparation en fractions du pétrole selon des limites d'ébullition et des produits finaux (b) conversion des composés en procédant à la division, au réarrangement ou à la recombinaison des composés moléculaires, (c) traitement pour éliminer les polluants tels que le soufre, (d) mélange d'additifs aux produits en vue de satisfaire les caractéristiques techniques.

Impacts potentiels sur l'environnement

2. Les impacts que représente une raffinerie de pétrole sur l'environnement sont essentiellement dus aux émissions de gaz, aux décharges d'eaux usées, aux déchets solides, aux nuisances sonores et odorantes et aux inconvénients esthétiques ou visuels qu'elle apporte.

3. Les émissions atmosphériques sont essentiellement responsables des effets que les raffineries font subir à l'environnement, les particules, les hydrocarbures, l'oxyde de carbone, les oxydes de soufre et d'azote étant les plus importants. Ces émissions émanent de sources diverses, de l'unité de craquage catalytique, des méthodes de récupération du soufre, des réchauffeurs, des appareils de ventilation, des torchères et de l'entreposage des produits ou des matières premières. Les joints des pompes et des soupapes peuvent être à la source d'émissions fugaces. Les émanations combinées sont susceptibles de causer des odeurs repoussantes perturbant de vastes zones qui entourent la raffinerie.

4. Le raffinage du pétrole consomme d'importantes quantités d'eau qui servent à laver des matières superflues engendrées par les flux de traitement, la production d'eaux de refroidissement et de vapeur et les procédés de réaction. Les principaux polluants contenus dans les eaux usées rejetées par les raffineries de pétrole se composent d'huiles et de graisses, d'ammoniac, de composés de phénol, de sulfures, d'acides organiques, de chrome et autres métaux. Ces polluants peuvent s'exprimer en termes de demande biochimique en oxygène (DBO_5), en demande chimique en oxygène (DCO) et en carbone organique total. Il existe, en outre, des risques que les eaux de surface, les sols et les nappes phréatiques soient sérieusement pollués par les fuites, les déversements de matières premières ou de produits divers. La vidange des eaux de refroidissement, le lessivage rapide des eaux de lavage, l'écoulement des eaux de pluie pénétrant dans les parcs à réservoirs et à tiges, des aires d'entreposage des produits et de traitement peuvent également être cause de la dégradation des eaux de surface et des eaux souterraines.

5. Les raffineries génèrent d'abondantes quantités de déchets solides qui se composent essentiellement de fines catalytiques, de fines de coke provenant des unités de craquage, des sulfures de fer, des agents filtrants ainsi que des boues (émises par les réservoirs d'épuration, les séparateurs du pétrole et de l'eau et par les systèmes de traitement des eaux usées).

6. Les opérations de raffinage du pétrole peuvent engendrer d'importantes émissions sonores. Les compresseurs à haute vitesse, les soupapes de commande, les conduites, les turbines et les moteurs, les torchères, les échangeurs de chaleur à air de refroidissement ainsi que les tours de réfrigération et les systèmes de ventilation appartiennent aux sources sonores. Les niveaux sonores s'échelonnent généralement entre 60 et 110 dB sur une distance d'un mètre (se reporter au tableau 10.16 en fin de section qui présente d'autres exemples des effets négatifs des raffineries de pétrole sur l'environnement et qui recommande des mesures permettant d'éviter ou d'atténuer ces impacts).

Enjeux spécifiques

Risques de déversements accidentels

7. Un accident aussi grave qu'un important déversement de matières premières, de produits ou de déchets peut avoir des effets désastreux sur le milieu naturel et tout particulièrement sur les écosystèmes marins ou aquatiques. Les nappes souterraines, surtout, sont facilement polluées par les fuites de réservoirs ou de pipelines qui n'ont pas été détectées. Il serait bon que les raffineries soient implantées à l'écart de zones sujettes à des catastrophes naturelles (tremblements de terre, tempêtes, inondations, conditions météorologiques défavorables, etc.) et loin des ressources sensibles que l'on ne peut protéger d'un risque de déversement grave. Il conviendrait que la conception des installations d'entreposage et de transbordement prévoit des moyens de contrôler les déversements. Les pipelines devraient être équipés de dispositifs d'alarme et de valves de coupure automatique qui répondent aussitôt à des défaillances de fonctionnement. Des inspections fréquentes des réservoirs et des pipelines assurant que des fuites ne se produisent pas devraient faire partie des procédures d'exploitation de l'usine.

8. Un programme de formation en matière de sécurité et d'intervention, lors d'un déversement, devrait être systématiquement dispensé au personnel chargé du transport des matières premières et des produits. Il faudrait que les collectivités locales en conjonction avec les hôpitaux participent à la mise en place d'un plan d'intervention s'inscrivant dans le projet. Ce plan devrait également prévoir des mesures de notification des personnes responsables et des parties affectées (p. ex. usagers en aval, flottilles de pêche, installations portuaires et ports de plaisance, sites touristiques), des dispositions attribuant à qui incombent la responsabilité d'entreprendre les opérations de confinement et de nettoyage, des procédures d'évacuation, des soins médicaux et d'acquisition d'équipements et de matériaux perfectionnés.

Risques d'explosion et d'incendie

9. Les matières premières et les produits pétroliers étant des substances de nature essentiellement combustible ou explosive, l'implantation d'une raffinerie devrait tenir compte de ces risques. Le projet devrait concevoir chaque installation et mettre en place les procédures qui la régissent de manière à limiter les risques qu'elle représente. De surcroît, toute raffinerie devrait disposer d'un système d'alerte à l'incendie. Il conviendrait d'évaluer et de renforcer la capacité des communautés voisines, si cela s'avère nécessaire. Se référer à la section « Gestion des risques industriels » pour de plus amples détails.

Réduction, recyclage et réutilisation des déchets

10. Il existe deux types de mesures applicables au sein d'une raffinerie permettant de réduire substantiellement le volume d'effluents. La première approche consiste à réutiliser les eaux d'un procédé à un autre en se servant, par exemple, des purges émises par les chaudières à haute pression pour alimenter les chaudières de basse pression ou encore à employer les effluents traités comme eau de remplacement, quand cela s'avère possible. La seconde cherche à mettre en place des systèmes de recyclage de l'eau qui serviraient à chaque fois aux mêmes fins, les eaux employées dans les tours de réfrigération ou pour la condensation de la vapeur pourraient, par exemple, alimenter les chaudières.

11. Des mesures d'entretien appropriées conjuguées à de bonnes méthodes de travail permettront de réduire davantage les flux de déchets. Faire l'essai de la gamme de produits, se servir d'aspirateurs ou de méthodes de nettoyage à sec des déversements, appliquer des moyens d'inspection et des pratiques d'entretien pour réduire les fuites et séparer les flux de déchets comportant des caractéristiques spécifiques avant leur évacuation (solution de dégraissage, entre autres) sont des exemples de façons de réduire les déchets.

Solutions de remplacement aux projets

Choix de l'emplacement

12. Les problèmes généraux qu'il convient d'examiner lorsqu'il s'agit de situer une industrie sont abordés dans la section intitulée « Emplacement d'usines et mise en valeur de terrains à des fins industrielles ». La nature d'une raffinerie de pétrole est telle que les effets sur la qualité de l'eau, les ressources en eau et les aspects esthétiques exigent que l'on prête une attention toute particulière à l'évaluation des emplacements possibles. Parmi les conditions requises pour l'implantation d'une raffinerie, il faut tenir compte des points suivants :

- qualité et quantité de ressources en eau adéquates pour alimenter les besoins de la raffinerie et absorber les effluents traités, sans pour autant entraver les utilisations souhaitées ou endommager les exutoires;

- disponibilité d'espaces pour l'emplacement programmé et étendu des installations d'entreposage des matières premières, de transformation et d'évacuation des déchets et qui soient suffisants pour de futurs développements;

- compatibilité avec les utilisations des terres adjacentes, en un lieu qui soit, par exemple, suffisamment éloigné des quartiers résidentiels, commerciaux, institutionnels ainsi que des sites récréatifs et touristiques, pour éviter la dégradation de la qualité de l'air, les nuisances sonores ou odorantes et les risques d'explosion et d'incendie;

- topographie satisfaisante pour réduire les effets des conditions météorologiques défavorables;

- faible risque de dégâts causés par des accidents naturels;

- éviter les aires d'alimentation des nappes phréatiques;

- éloignement suffisant du patrimoine culturel susceptible d'être endommagé par les émissions dégagées par les raffineries.

Transport des matériaux

13. La plupart des déversements de pétrole graves sont le résultat d'accidents qui se produisent lors de son transport. Chaque moyen de transport des matières premières qui alimentent la raffinerie ou des produits qui en sortent représente des risques de déversement accidentel. L'ampleur de ces risques dépend, dans une large mesure, des conditions géographiques et de l'état de l'infrastructure du pays. Il est possible, en conjonction avec la fragilité et l'importance des ressources écologiques et socioculturelles pouvant être endommagées, de les comparer avec les coûts engagés par d'autres modes de transport et leurs effets sur l'environnement et ainsi, de décider quelles seraient les solutions à adopter pour une raffinerie donnée. Il existe des cas où il est possible de réduire à des niveaux acceptables les impacts potentiels d'une installation implantée en un certain lieu en sélectionnant une méthode spécifique de transport; il conviendrait, par exemple, dans une région côtière fragile prolongée par des milieux humides d'importance, d'installer des pipelines enterrés ou au-dessus du sol qui s'acheminaient jusqu'à la raffinerie plutôt que d'avoir recours à des pétroliers, des barges, ou à des moyens de transport ferroviaires ou routiers.

Modification des méthodes de traitement

14. Les modifications des méthodes de traitement, bénéfiques pour l'environnement et applicables à la fois aux installations existantes et nouvelles pourraient, dans la plupart des cas, comprendre :

- un remplacement par des catalyseurs améliorés plus résistants et dont la régénération est moins fréquente;

- un remplacement par un refroidissement par air à la place d'un refroidissement par eau (permettant de réduire les rejets de purge), et d'un procédé de recirculation à un système sans recyclage;

- une maximisation de procédés à base d'ajout d'hydrogène et minimisation des procédés de traitement chimique et d'élimination du carbone de façon à produire le moins de déchets possible;

- un recours maximal aux méthodes améliorées de séchage, d'adoucissement et de finition en vue de diminuer la production de soude caustique épuisée, de solides de filtration et de toute autre substance nécessitant des mesures particulières d'évacuation.

Gestion et formation

15. Une gestion efficace permettant de lutter contre la pollution et de réduire les déchets suppose un soutien institutionnel pour atténuer les effets potentiellement négatifs que les raffineries de pétrole ont sur la qualité de l'air et de l'eau. Le personnel de l'usine devrait recevoir une instruction sur les technologies de lutte contre la pollution de l'eau et de l'air employées. Les fabricants sont généralement prêts, sur demande, à fournir des séances de formation expliquant la façon de manœuvrer et d'entretenir les équipements. Il importerait que des procédures d'exploitation standard soient établies pour la raffinerie et mises en vigueur par la direction. Des moyens de lutte antipollution et de surveillance de la qualité atmosphérique et hydrique devraient en faire partie aussi bien que des instructions destinées au personnel chargé du fonctionnement de l'entreprise leur expliquant les moyens d'enrayer les émissions nauséabondes; des directives avertissant les autorités compétentes d'un déversement accidentel de polluants devraient également être mises en place. Des détecteurs, des dispositifs d'alarme, par exemple, et une formation spéciale dispensée au personnel d'exploitation permettront d'améliorer les opérations de manipulation et la gestion des substances toxiques et dangereuses.

16. Il est indispensable de prévoir des mesures d'urgence et d'intervention rapide en cas d'incidents comme un déversement, un incendie, une explosion, qui représentent de sérieux dangers pour le milieu et la communauté environnante. Dans la mesure où les responsables des collectivités locales aussi bien que les agences et les services locaux (de médecine et de sapeurs-pompiers, etc.) jouent un rôle capital dans ce type d'intervention, il y aurait lieu qu'ils participent au processus de planification. Des exercices d'évacuation périodiques sont des aspects importants des plans d'intervention (cf. la section « Gestion des risques industriels » pour de plus amples détails).

17. Des règlements en matière de santé et de sécurité devraient être établis et mis en vigueur dans l'usine. Ces règlements devraient inclure des moyens de maintenir l'exposition aux bruits et aux substances toxiques en deçà des limites acceptées, un programme de visites médicales de routine et enfin, prévoir une formation continue relative aux questions de santé et de sécurité du travail et aux aspects portant sur les pratiques d'entretien respectueuses de l'environnement (consulter la section « Gestion des risques industriels »).

18. Les normes relatives aux émissions et aux effluents s'appliquant à l'usine devraient s'inspirer des règlements nationaux, s'ils existent, ou bien être établies à partir des normes préconisées par la Banque. Les agences gouvernementales devraient avoir à leur disposition l'équipement nécessaire, être investies de

pouvoir et avoir reçu une formation spécialisée pour assurer le suivi et la mise en service du matériel antipollution, de faire respecter les normes en vigueur et de prendre les mesures d'intervention en cas d'urgence. L'évaluation environnementale devrait prendre en compte une estimation des capacités locales en rapport à ces questions et recommander des principes d'assistance nécessaires qui seraient inclus dans le projet.

Suivi

19. Des plans de suivi spécifiques au contrôle d'une usine et de l'emplacement s'imposent et, en règle générale, les éléments suivants font partie du suivi d'une raffinerie :

- opacité des fumées (contrôle continu);
- contrôle périodique des cheminées en surveillant les particules, les oxydes de soufre et d'azote (dans les unités de combustion de carburants et de craquage catalytique) et le sulfure d'hydrogène (dans les unités qui procèdent à des opérations d'hydro-désulfurisation ou à la récupération du soufre);
- concentrations au niveau du sol à des distances d'éloignement de l'emplacement variées;
- pétrole contenu dans les eaux usées (contrôle continu);
- station météorologique locale déterminant les conditions météorologiques tout au long de l'année;
- prises d'échantillons périodiques des eaux usées (un échantillon moyen mesuré sur 24 heures) en surveillant la demande biochimique en oxygène (DBO_5), la demande chimique en oxygène (DCO), le carbone organique total, les matières en suspension (MES), les huiles et les graisses, les composés de phénol, l'azote ammoniacal, les sulfures, le chrome total, le pH ainsi que leur température et leur flux;
- suivi continu de certains paramètres permettant de détecter rapidement des défaillances dans les opérations de traitement;
- installation de stations d'observation et prises d'échantillons périodiques des eaux souterraines permettant de signaler aussitôt la pollution des eaux causée par des fuites ou des déversements.

Tableau 10.16. Raffinage du pétrole

Impacts potentiels négatifs	Mesures d'atténuation
Impacts directs : choix de l'emplacement	
1. Implantation d'une raffinerie sur ou à proximité d'habitats sensibles, tels que les mangroves, les estuaires, les milieux humides et les récifs de corail.	1. • Installer, si possible, la raffinerie dans une zone industrielle de manière à réduire ou à concentrer la pression exercée sur les services de l'environnement de la région et à faciliter le suivi des rejets. • Faire participer les agences de gestion des ressources naturelles dans le choix de l'emplacement pour effectuer l'examen des solutions de remplacement.
2. Emplacement le long d'un cours d'eau pouvant causer sa dégradation.	2. Le choix de l'emplacement devrait examiner les solutions ayant sur l'environnement aussi peu d'effets que possible et qui ne compromettent pas les bénéfices que représentent l'exploitation des étendues d'eau en suivant les directives ci-après : • cours d'eau dont la capacité d'assimilation est suffisante • région où l'on peut recycler les eaux usées dans les activités agricoles et industrielles après un traitement minimum • réseau municipal d'assainissement à même de recevoir les eaux usées produites par l'installation
3. Localisation pouvant causer de sérieux problèmes de pollution atmosphérique dans la contrée.	3. Implanter la raffinerie dans une région qui ne subit pas d'inversions atmosphériques ou qui ne collecte pas la pollution atmosphérique et où les vents dominants soufflent vers des zones relativement peu peuplées.
4. Implantation pouvant intensifier les problèmes de déchets solides que rencontre la localité.	4. Il importerait d'évaluer l'emplacement des installations produisant d'importantes quantités de déchets à partir des lignes directrices suivantes :

Tableau 10.16. Raffinage du pétrole (suite)

Impacts potentiels négatifs	Mesures d'atténuation
Impacts directs : choix de l'emplacement (suite)	
	• taille du terrain permettant de prévoir un système d'élimination sur les lieux ou une décharge • proximité d'une décharge convenable • accessibilité pour que des services publics ou privés de collecte puissent transporter les déchets solides jusqu'à leur destination finale
Impacts directs : exploitation de l'usine	
5. Pollution de l'eau causée par les rejets d'effluents liquides, les eaux de refroidissement ou les écoulements provenant des déchets amoncelés pouvant contenir : DBO, DCO, carbone organique total, huiles et graisses, ammoniac, composés phénoliques, sulfures et chrome.	5. Réutiliser les eaux usées grâce à des technologies de prétraitement à la source et de contrôle final. (a) Les mesures principales de prétraitement à la source comprennent : • neutralisation des eaux acides • neutralisation et oxydation de la soude usée (b) Les technologies de contrôle final reposent sur un ensemble de méthodes d'équilibrage des débits, de procédés physico-chimiques (par ex. oxydation et épaississeurs de boues) et biologiques (p. ex. boues activées, lagons d'aération ou filtres percolateurs)
6. Pollution de l'eau provenant des activités de la raffinerie :	6. Réduire les polluants atmosphériques et les émissions odorantes grâce aux mesures de contrôle à la source suivantes :

Tableau 10.16. Raffinage du pétrole (suite)

Impacts potentiels négatifs	Mesures d'atténuation
Impacts directs : exploitation de l'usine (suite)	
(a) Réservoirs de stockage - Hydrocarbures (HC)	(a) systèmes de récupération de la vapeur, bacs à toit flottant, réservoirs sous pression, équilibrage des vapeurs, réservoirs peints en blanc
(b) Gaz de transformation d'une raffinerie - sulfure d'hydrogène (H_2S)	(b) absorption d'éthanolamine, récupération du soufre
(c) régénérateurs catalytiques – particules, oxyde de carbone (CO)	(c) cyclones-précipitant sur les lieux, combustion de CO, chaudière à CO, épurateur cyclones-eau, cyclones multiples, dépoussiéreurs électrostatiques, filtres à manche-
(d) Prises d'air des accumulateurs – HC	(d) récupération et incinération de la vapeur.
(e) Pompes et compresseurs – HC	(e) joints plans, récupération de la vapeur, étanchéité par huile de presse-étoupe, entretien
(f) Éjecteurs – HC	(f) incinération de la vapeur
(g) Soupapes – HC	(g) inspection et entretien
(h) Valves de dépressurisation – HC	(h) récupération et incinération de la vapeur, rupture de disques, inspection et entretien
(i) Évacuation des déchets liquides – HC	(i) coffrage des épurateurs, fluides obturateurs dans les canaux d'écoulement
(j) Installations de déchargement des matériaux en vrac – HC	(j) captage de la vapeur avec récupération ou incinération, remplissage en immersion ou par le bas

Tableau 10.16. Raffinage du pétrole (suite)

Impacts potentiels négatifs	Mesures d'atténuation
Impacts directs : exploitation de l'usine (suite)	
(k) Traitement à l'acide - HC, sulfure, mercaptan	(k) agitateurs de type continu avec mélange mécanique, remplacement par des unités d'hydrogénation catalytique, incinération de l'ensemble des gaz évacués, arrêt de la combustion des boues
(l) Entreposage et transport des boues acides – HC	(l) cf. (k)
(m) Manipulation de la soude caustique résiduelle – sulfure, mercaptan	(m) épuration de la vapeur, incinération par neutralisation, circuit fermé
(n) Procédés d'adoucissement – HC	(n) lavage à la vapeur d'eau des solutions au plombite épuisées pour récupérer les hydrocarbures avant rejet dans l'atmosphère, remplacement des unités de traitement par des installations plus acceptables
(o) Traitement à l'eau acide – ammoniac (NH_3)	(o) faire appel à des comburants à eau acide, à l'incinération des gaz et à la conversion en ammoniac et en sulfate d'ammonium
(p) Élimination du mercaptan	(p) transformation en bisulfure, l'ajouter à la charge de craquage catalytique; incinération, emploi de substances sous forme de synthèse organique
(q) Soufflage de l'asphalte –HC	(q) incinération, lavage à l'eau (en circuit non fermé)
(r) Mise hors service, révision complète de l'unité industrielle	(r) dépressurisation et vidange pour récupérer les vapeurs
(s) Chaudières et radiateurs - SO_x , NO_x , particules	(s) hydrodésulfuration des carburants et désulfuration des gaz de cheminée

Tableau 10.16. Raffinage de pétrole (suite)

Impacts potentiels négatifs	Mesures d'atténuation
Impacts directs : exploitation de l'usine (suite)	
(t) Unité de récupération du soufre (Claus) - SO_2	(t) traitement des gaz de queue; mise en marche de l'unité de remplacement quand la principale ne fonctionne pas
(u) Solvants (hydrocarbures, amines)	(u) fournir des unités de récupération à circuit fermé
7. Émissions sonores.	7. • Enfermer les équipements ou les procédés bruyants dans des ouvrages qui atténuent les bruits potentiels. • Recourir à des procédures de réduction des bruits.
8. Déversement accidentel de matières premières, de produits finaux, de solvants potentiellement dangereux, de substances chimiques, d'éléments acides et alcalins.	8. • Inspecter et assurer l'entretien des aires d'entreposage et d'élimination afin d'empêcher les déversements accidentels. • Installer des dispositifs d'alarme, des vannes d'arrêt et prévoir des systèmes de confinement (endiguement, cuvette de rétention) des déversements accidentels ainsi qu'un équipement permettant de réduire les impacts et des plans d'urgence.
9. Risques de pollution des eaux de surface et des nappes souterraines due au ruissellement et aux infiltrations de composés, de matières premières et provenant des installations de traitement et des points de transbordement.	9. • Appliquer des règlements appropriés en matière de percolation et de ruissellement des eaux de pluie pour le transport des matières premières ou des produits que l'on peut maîtriser à l'aide de bâches ou d'un système de confinement.

Tableau 10.16. Raffinage du pétrole (suite)

Impacts potentiels négatifs	Mesures d'atténuation
Impacts directs : exploitation de l'usine (suite)	
	• Il importerait que les cuvettes de rétention soient rendus étanches et de taille suffisante pour contenir des précipitations d'une durée moyenne de 24 heures.
Impacts indirects	
10. • Risques pour la santé des travailleurs causés par la manipulation des matériaux ou par les procédés de fabrication et exposés aux poussières fugaces et au bruit.	10. L'usine doit développer un Programme de santé et de sécurité détaillé conçu pour identifier, évaluer, exercer le suivi et contrôler les risques pour la santé et la sécurité des employés, permettant de répondre aux dangers auxquels ils sont confrontés et mettre en place des mesures de protection comprenant l'un ou l'ensemble des aspects suivants : • Caractérisation et analyse du site • contrôle de l'emplacement • formation • surveillance médicale et suivi des dossiers cliniques • mesures de contrôle des travaux d'ingénierie, méthodes de travail et équipement de protection du personnel • suivi • programmes d'informations • maniement des matières premières et des produits de transformation • mesures d'intervention en cas d'urgence • éclairage • installations sanitaires dans les unités permanentes et temporaires

Tableau 10.16. Raffinage du pétrole (suite)

Impacts potentiels négatifs	Mesures d'atténuation
Impacts indirects (suite)	
11. Problème régional des déchets solides intensifié par un système d'élimination inadéquat.	11. Prévoir des aires d'élimination sur les lieux appropriées en partant du principe que les caractéristiques des lixiviats dangereux sont connues.
12. Perturbation des circuits de transit, apparition de bruits et d'embouteillages, augmentation des risques d'accidents encourus par les piétons qu'entraînent le va-et-vient des poids lourds qui transportent les matières premières.	12. • Le choix de l'emplacement peut atténuer un certain nombre de ces problèmes. • Il conviendrait de mener, lors de l'étude de faisabilité du projet, des études en matière de transport visant à déterminer les itinéraires les plus sûrs.
13. Risque de dégradation des terres et des eaux de surface aggravé par l'acheminement en pipelines des produits ou de nouveaux matériaux.	13. • Situer le pipeline de manière à diminuer les risques pour l'environnement. • Développer un programme de surveillance périodique des pipelines.

INDUSTRIE DE LA PÂTE À PAPIER, DU PAPIER ET DE LA TRANSFORMATION DU BOIS D'ŒUVRE

1. À cette catégorie appartiennent tous les projets manufacturiers dont le but est de produire du papier sous forme de journaux ou de papier kraft, de papier mousseline et de papier cartonné.

2. La fabrication de la pâte et du papier comporte essentiellement deux étapes : a) la réduction en pâte d'un certain nombre de matières fibreuses extraites du bois et d'autres plantes ligneuses ou, de plus en plus, du papier recyclé et, b) la fabrication du produit final. D'infimes quantités de fibres synthétiques servent à produire des types spécifiques de papier.

3. La fabrication du papier peut se faire en même temps que la pâte à papier (usines intégrées) ou s'effectuer à part et dans ce cas, la pâte à papier peut être soit achetée dans le pays soit importée. Les usines de pâte à papier des pays industrialisés ont une capacité de production journalière qui, bien souvent, ne descend pas en deçà de 500 tonnes. Par contre, la production des pays en développement peut ne pas dépasser 50 tonnes par jour.

4. La fabrication de la pâte à papier peut s'obtenir à partir de moyens mécaniques, chimiques ou thermo-mécano-chimiques en faisant appel à des sulfites, à des procédés au sulfate ou au sulfate et sulfite. Le procédé kraft (pâte à papier au sulfate) représente le procédé de réduction qui prime, en raison de sa nature versatile et de sa flexibilité. Certaines usines plus anciennes utilisent encore le procédé au sulfite, qui était le plus largement répandu jusqu'en 1935 et qui était, à l'époque, beaucoup moins coûteux et plus facile que le procédé kraft.

5. Dans une fabrique intégrée, la pâte est acheminée dans les machines à papier. Une usine non intégrée se procure la pâte essentiellement sous forme déshydratée où elle est d'abord détrempée avant d'alimenter la fabrique.

6. Si la pâte à papier est principalement fabriquée à partir de bois, il reste que l'on se sert également d'autres plantes ligneuses – de la paille, de la bagasse, du bambou, du papyrus, de l'agave, du lin, du jute, etc. Les déchets de papier représentent de plus en plus une matière première qui alimente surtout la production des journaux, de certains papiers mousseline, de papier à lettre, de magazines et de boîtes en carton. Le seul traitement chimique consiste à désencrer le papier recycler dans la mesure où sa réduction en pâte s'effectue mécaniquement.

7. Les usines de pâte à papier sont bien souvent implantées à proximité des matières premières, des forêts en particulier. Une bonne gestion forestière est importante pour deux raisons; d'une part pour assurer un approvisionnement de bois qui soit régulier et durable et d'autre part, parce que l'exploitation forestière est l'une des plus difficiles et des plus dangereuses opérations de l'industrie du papier.

Impacts potentiels sur l'environnement

8. Les fabriques de pâte à papier et les usines de papeterie construites avant 1970 ont été conçues dans un cadre économique et social qui n'est plus de mise de nos jours. L'augmentation des coûts de construction, des matières premières et de l'énergie, conjuguée à une prise de conscience accrue des problèmes de l'environnement ont radicalement transformé les conceptions vis-à-vis de l'élaboration et de l'exploitation de l'industrie du papier.

9. L'impact sur l'environnement (dégradation des forêts naturelles et tropicales, par exemple) de l'exploitation des ressources en bois destinées à alimenter l'industrie du papier a entraîné de sérieux problèmes d'érosion, de gestion de bassin versant et s'est traduit par la disparition ou la dégradation d'habitats forestiers. Les parasites de cultures peuvent insidieusement se propager lorsque l'on convertit des forêts en monoculture qui, pour cette raison, exige que l'on ait recours à l'emploi de pesticides ou d'herbicides qui ont des effets toxicologiques sur les organismes utiles (se référer au tableau 10.17 en fin de section pour de plus amples détails).

10. L'abattage du bois peut également influer dangereusement sur la santé et l'environnement. L'exploitation forestière appartient aux activités les plus dangereuses et une mauvaise supervision risque d'être préjudiciable à la fertilité de la terre et activer l'érosion des sols, à l'origine d'un accroissement de la turbidité des cours d'eau, des lacs et des estuaires. De surcroît, des changements chimiques dans les voies d'eau risquent de se produire si l'on y laisse se décomposer de grandes quantités de résidus de bois, d'écorces et de détritus.

11. Les fabriques de pâte à papier et les usines de papeterie consomment de vastes volumes d'eau servant à écorcer le bois. S'il est vrai que la méthode humide est le procédé le plus efficace de détacher l'écorce tout en limitant les pertes de bois et la production de détritus, les coûts plus élevés que représentent les moyens de contrôle des effluents des eaux usées et la plus faible capacité de chauffage de l'écorce mouillée font partie des raisons premières pour lesquelles on préfère de nos jours un procédé à sec. Les MES, la DBO_5, le pH, la coloration et la toxicité constituent les plus importants paramètres dont il faut tenir compte dans le contrôle de la pollution.

12. Si le recours à d'autres fibres que le bois, telles que la paille, le bambou et la bagasse permet de faire l'économie du d'épouillage de l'écorce, celles-ci requièrent un traitement préalable de lavage pour les débarrasser de la terre, des impuretés et de la moelle. L'ensemble des procédés de réduction en pâte à papier génère d'importants flux d'effluents devant être traités et, autant que possible, recyclés; la plupart des procédés de fabrication sont causes de pollution atmosphérique.

Pâte au sulfate et à la soude

13. Les effluents liquides provenant de la production de la pâte au sulfate et à la soude se composent de liqueurs résiduaires et de condensats pollués. Ces derniers sont généralement transformés en térébenthine, un sous-produit utile, et doivent être traités à l'air ou à la vapeur avant qu'ils ne soient rejetés. S'il est vrai que l'épuration par la vapeur est une opération plus coûteuse, elle est cependant préférable à la méthode d'épuration par l'air en raison des volumes plus faibles de gaz à gérer. Le contrôle des émissions odorantes peut constituer un problème réel. Les condensats sont principalement formés de substances toxiques, de composés réduits de soufre et de méthanol. L'opération de blanchiment peut, de plus, accroître la toxicité des condensats, si l'on emploie du chlore. Le blanchiment par oxydation, en revanche, permettra de réduire la toxicité et la coloration des eaux usées.

14. La « liqueur noire » produite par le lavage de la pâte à papier doit d'abord être concentrée par évaporation pour être ensuite brûlé. Il y aurait lieu que cette opération soit effectuée à l'aide d'un évaporateur à effets multiples. L'ancienne méthode d'évaporation directe utilisant des gaz de cheminée dégageant d'importantes émissions de sulfure d'hydrogène n'est pas à recommander. Le soufre est récupéré sous forme de bisulfure de sodium, converti séparément en soude caustique et principalement recyclé sous forme de bicarbonate de soude.

15. Les émissions gazeuses provenant des procédés de fabrication de la pâte à papier au sulfate et à la soude contiennent des composés de soufre, des composés organiques, du dioxyde de soufre et des oxydes d'azote. Les composés de soufre peuvent, tout particulièrement, créer de graves problèmes d'odeurs. Il importe que les gaz soient, d'une part, soigneusement collectés et d'autre part, rigoureusement épurés. La

chaudière ou le four de récupération qui sert à l'incinération des liqueurs résiduaires représente une source sérieuse d'émission de particules, au même titre que le dissolveur et le four à chaux.

Pâte au sulfite

16. La fabrication de la pâte au sulfite donne naissance à des effluents et à des émissions dont la composition diffère de ceux et celles produits par le procédé au sulfate. Les liqueurs résiduaires sont évaporées et consumées dans un four de récupération où le dioxyde de soufre qui se forme est absorbé dans un système de récupération chimique. Selon la solution de sulfite de base employée, il est possible de récupérer et de recycler la soude et le magnésium; cela étant, le calcium et l'ammoniac posent des problèmes. L'oxydation de l'ammoniac dans un four le transforme en azote et en oxydes d'azote.

17. Il est essentiel de surveiller attentivement les niveaux de toxicité des effluents aqueux. La pollution atmosphérique dont est responsable le procédé au sulfite n'est pas de même nature que quand on fait appel à la fabrication au sulfate. Le dioxyde de soufre étant un polluant dangereux, il faut concevoir un système minutieux de préparation de l'acide ainsi qu'un lessiveur des gaz qui soient capables d'enrayer la pollution atmosphérique.

Pâtes mécaniques et thermomécaniques

18. Les procédés mécaniques et thermomécaniques de fabrication de la pâte à papier utilisent surtout des bois mous. Ils représentent la méthode la plus simple de produire de la pâte à bois et où les quantités de déchets produits sont sensiblement moindres que si l'on a recours à des procédés chimiques. En outre, la méthode mécanique convertit entre 90 et 95 p. 100 du bois en pâte comparée à environ 50 p. 100 dans un procédé à sulfate. La pollution de l'air est minimale et celle de l'eau dépend surtout du type de bois employé dont sont responsables les glucides, la lignine, les matières extractibles, l'acide acétique, l'acide formique, le méthanol et les cendres. Les phénomènes de toxicité et de DBO sont causés par les extraits hydrosolubles tels que certains glucides, des matières extractibles, et des solutions inorganiques qui se développent à partir de contenus cellulaires et des phénomènes de décomposition.

Fabrication du papier

19. La fabrication du papier nécessite d'abondants volumes d'eau qui peuvent, en grande partie, être recyclée après traitement. Les caractéristiques des effluents varient d'une fabrique à une autre selon le degré de recyclage des eaux, de la qualité du papier produit, de la taille de la fabrique et des matières premières employées. Les polluants se composent généralement de matières en suspension et de substances dissoutes auxquelles donnent naissance les fibres de bois et les additifs dont on se sert pour la production du papier.

Enjeux spécifiques

Qualité de l'air

20. L'essentiel des problèmes de pollution atmosphérique rencontrés dans les usines de pâte à papier sont causés par les composés de soufre qui dégagent des odeurs malodorantes et dont les niveaux de détection sont extrêmement bas (1 à 10 parties par milliard [ppb]). Ces gaz sont avant tout émis par les usines de pâte à sulfate et en particulier par les souffleurs des lessiveurs et les soupapes de compression, par les hottes des tambours laveurs, les bouches d'aération des réservoirs et des réservoirs d'alimentation, le système de ventilation des citernes de condenseur, la récupération des gaz de cheminée, les dissolveurs, les extincteurs de chaux, les bouches d'aération des bacs à oxydation de la liqueur noire ainsi que par les opérations de traitement des eaux usées. Une lutte contre les émissions de gaz sulfureux implique qu'il

faille à la fois mettre en place un système qui collecte tous les effluents gazeux, y compris les émanations accidentelles et un procédé d'incinération adéquat doté d'un système d'épuration des gaz d'échappement.

21. Les émissions accidentelles de chlore qui émanent des conduits d'aération des réservoirs, des filtres laveurs et des conduites d'évacuation des opérations de blanchiment de la pâte représentent un autre sujet de préoccupation auquel est confrontée la conception de l'usine.

Traitement des effluents

22. Les fortes teneurs en DBO et en DCO des eaux déversées par l'usine et la présence de liqueur noire constituent l'essentiel des problèmes que représentent les effluents. Toutes les usines de pâte à papier (chimiques ou mécaniques) exigent un système de traitement des eaux qui permettent d'abaisser les DBO et de DCO avant que les eaux de traitement et de lavage ne soient déversées dans les exutoires. Les sulfures et sulfites présents dans les effluents doivent être transformés en sulfate au travers d'un processus d'oxydation et les colorants réduits à un niveau acceptable. Il est possible de diminuer préalablement les quantités de matières en suspension en effectuant des opérations de concrétion, de floculation, de sédimentation et à la rigueur, de filtration.

Déchets solides

23. La préparation du bois qui alimente une usine de pâte à papier, en commençant par l'abattage des arbres et leur ébranchage qu'il faut ensuite écorcer et les débarrasser de la terre, du sable ou des pierres est une activité qui génère de vastes quantités de déchets solides. Le projet devrait prévoir un système approprié d'évacuation de ces déchets. Les rebuts provenant du triage, des rejets de caustification, des boues de décantation des eaux usées ainsi que les papiers et les détritus constituent d'autres types de déchets. Les cendres produites par les chaudières peuvent, en outre, être à la source d'au moins un quart des déchets de production. Il importerait, dans la mesure du possible, de brûler les déchets solides et de récupérer la chaleur résiduelle. En règle générale, il faut d'abord dessécher les déchets avant de les consumer.

24. Une usine de pâte à papier va généralement de pair avec une scierie. Le surplus de résidus provenant de la scierie peut alimenter les chaudières et, s'il s'agit de sciure ou de copeaux, servir de matériaux de base pour la production de panneaux de particules et de revêtement.

25. Près de 75 p. 100 des déchets solides se composent de matières organiques qu'il convient, s'ils ne sont pas brûlés, d'évacuer avec soin afin de ne pas nuire à l'environnement. Le déversement de déchets toxiques et dangereux dans un dépotoir pouvant détériorer les eaux souterraines, il est fondamental qu'un plan d'évacuation soit mis en place dès le commencement de la conception du projet. La différence qui, du point de vue de l'environnement, existe entre les matières premières ligneuses et celles qui ne le sont pas tient à ce que les matières non ligneuses représentent un problème d'évacuation plus difficile à gérer du fait qu'elles génèrent davantage de cendres.

Réduction des déchets

26. La production de pâte et de papier emploie de vastes quantités d'eau nécessaires aux opérations de lavage et au matériel antipollution. Les fabriques de pâte à papier et de papier devraient procéder au traitement des eaux usées pour réduire la demande extérieure en eau et si leur qualité le permet, les recycler dans le système. Les flux fortement pollués devraient être tenus séparés de ceux qui le sont moins de manière à faciliter les opérations de recyclage.

Solutions de remplacement aux projets

Choix de l'emplacement

27. Les problèmes généraux qu'il convient d'examiner lorsqu'il s'agit d'implanter une industrie sont abordés dans la section intitulée « Emplacement d'usines et mise en valeur de terrains à des fins industrielles ». Quand bien même la nature de la production de la pâte et du papier nécessite que l'on accorde une attention toute particulière à la fourniture des matières premières, il est important, néanmoins, d'assurer un approvisionnement en bois à proximité de l'usine. Il conviendrait, lors de la phase de conception, de déterminer les forêts destinées à être exploitées et d'examiner leurs impacts sur l'environnement.

28. La présence de villes et de villages dans la contrée constitue également un facteur dont il est fondamental de tenir compte lors de la sélection d'un emplacement. S'agissant de la direction des vents prédominants, il importerait que l'usine de pâte à papier et la fabrique de papier soient situées sous le vent des villes et des villages. Des exutoires, dont la qualité des eaux est insatisfaisante ou dont la capacité ne permet pas de recevoir des effluents pourtant bien traités, ne sont pas indiqués.

29. Il existe des pays en développement où le secteur agro-industriel a appuyé le développement d'une coopération entre les fermiers et l'industrie du papier en encourageant la plantation et l'entretien d'arbres en adjonction à la production de cultures sur les parcelles de terre défrichées. Un certain nombre de ces pays s'attendent à produire annuellement 40 p. 100 de leur bois de pâte, à partir de ces arrangements agro-forestiers.

30. La question de la gestion d'un bassin versant peut constituer, en dernier lieu, un important problème dans le choix de l'emplacement. Les sections « Gestion des forêts naturelles » et « Développement d'un bassin versant » du chapitre 8 traitent de la politique générale de la Banque en cette matière.

Procédés de fabrication

31. Même s'il existe diverses solutions de fabrication de la pâte à papier, les possibilités se restreignent quand il s'agit de produire certains types et qualité de papier. Chaque procédé s'est développé pour répondre à des propriétés d'emploi spécifiques et à des critères de qualité aussi bien qu'à des buts économiques. Si le recours à l'un ou l'autre des procédés comporte nécessairement des déversements de déchets dans l'environnement, la différence tient cependant à la qualité et à la quantité de polluants atmosphériques émis, des effluents aqueux et des déchets solides produits par chacun d'entre eux. L'estimation des produits finis, les contraintes technologiques et les objectifs en rapport à l'environnement seront pris en considération, lors de la phase de conception, pour déterminer les solutions viables à envisager. Dans le cas, par exemple, où la qualité du papier journal est seule en jeu, alors et par rapport au type de bois disponible, un procédé mécanique aux conséquences moindres pour l'environnement peut s'avérer suffisant. Le recyclage de journaux et d'autres types de papier peut devenir une autre option.

32. De nouveaux procédés ont été mis sur pied, dont certains sont déjà en service, dans le but de réduire le plus possible la production de déchets. L'un de ces procédés, à oxygène, ne requiert pas de composés de soufre ni de chlore pour le blanchiment de la pâte. Quand bien même le papier n'est pas de même qualité que celui produit par une méthode à sulfate, une recherche plus poussée devrait venir à bout de ce défaut. Le procédé Ranson, un nouveau procédé « fermé » au sulfate, représente une autre innovation.

33. Il serait bon que l'on envisage, pendant la phase de conception, le recours aux produits dérivés provenant d'autres industries; à titre d'exemple, les copeaux pour la fabrication de panneaux de particules, les résidus de bois pour les panneaux de revêtement, les déchets solides non toxiques pour les produits

agricoles, et ainsi de suite. Dans le même ordre d'idée, la séparation des déchets, à la source, est un moyen très efficace qui s'applique aux systèmes de recyclage. Il conviendrait de procéder à la séparation des types de déchets suivants : boues fibreuses, boues chimiques inorganiques, écorces, résidus de bois, cendres, mazout, produits chimiques dangereux, ferrailles et boues biologiques. La séparation est d'autant plus importante qu'il s'agit de déchets contenant des produits chimiques dangereux ne devant pas se mélanger au reste des déchets en masse.

Moyens de contrôle de la pollution atmosphérique

34. Selon le type de procédé employé et l'emplacement de l'usine, les mesures suivantes peuvent être nécessaires pour ramener les émissions atmosphériques à des niveaux acceptables :

- dépoussiéreurs électrostatiques
- épurateurs
- cyclones
- dispositifs antibuée à toile métallique
- filtres
- incinérateurs
- dispositifs d'extraction à l'air ou à la vapeur
- oxydation en phase liquide
- absorption

Moyens de contrôle de la qualité de l'eau

35. Les options s'appliquant au traitement et au rinçage des eaux usées comportent les méthodes suivantes :

- traitement et recyclage
- déshydratation des boues
- évaporation
- sédimentation, floculation et filtration
- neutralisation des acides ou des eaux alcalines
- épandage agricole
- dénitrification

Gestion et formation

36. Les procédés de fabrication de pâte au sulfate, à la soude et au sulfite pouvant compromettre la qualité de l'air et de l'eau, un support institutionnel permettant d'assumer une gestion de lutte efficace contre la pollution s'impose. Un ingénieur formé en matière de lutte contre la pollution atmosphérique et hydrique et connaissant les technologies de suivi devrait faire partie de l'équipe du personnel de l'usine. Les fabricants sont généralement prêts à offrir, sur demande, des séances de formation expliquant la façon de manœuvrer et d'entretenir les équipements. Les procédures standard d'exploitation et d'entretien préventif devraient être établies et mises en vigueur par la direction de l'usine. Des moyens de lutte antipollution et de surveillance de la qualité de l'air et de l'eau devraient en faire partie aussi bien que des instructions en matière d'avis et de fermeture de l'installation ainsi que des consignes permettant de faire face à un matériel de dépollution défectueux.

37. Des règlements en matière de santé et de sécurité devraient être établis et mis en vigueur dans l'usine. Ces règlements devraient comprendre :

- Des dispositions permettant d'enrayer et de faire face aux émissions accidentelles de produits chimiques dangereux (p. ex. chlore, ammoniac, sulfure d'hydrogène), aux déversements de solutions et de flux de déchets contenant des substances chimiques dangereuses (acide sulfurique, sulfites, hypochlorates, peroxyde).

- Des procédures permettant de maintenir l'exposition de l'un ou l'autre de ces produits chimiques présents dans les vapeurs et les gaz en deçà des limites établies par la Banque.

- Un programme de visites médicales de routine.

- Un programme de formation continue relatif aux questions de santé et de sécurité du travail et aux aspects portant sur de bonnes pratiques d'entretien de l'environnement.

(Se reporter à la section « Gestion des risques industriels » et aux *Lignes directrices en matière de santé et de sécurité du travail* de la Banque.)

38. Les normes relatives aux émissions et aux effluents s'appliquant à l'usine devraient s'inspirer des règlements nationaux s'ils existent ou bien être établies à partir des normes préconisées par la Banque. Les agences gouvernementales responsables devraient avoir le pouvoir et être en mesure d'exercer un suivi et de faire respecter les normes en vigueur. L'évaluation environnementale comprendra une estimation des capacités nationales et locales et recommander que des principes d'assistance technique soient intégrés dans le projet.

Suivi

39. La mise en place de plans spécifiques de suivi d'une usine et d'un emplacement s'impose et devraient dans le cas d'une usine de pâte et de production de papier comprendre, en règle générale, les éléments suivants :

- opacité des fumées;
- émissions de particules, de chlore, d'ammoniac (si ces substances sont est employées), de sulfure d'hydrogène, de composés organiques de soufre (diméthyl sulfuré et bisulfuré), de dioxyde de soufre, d'oxydes d'azote;
- qualité atmosphérique aux alentours de l'usine en surveillant les polluants déterminants et les odeurs;
- paramètres de fabrication indiquant que le matériel antipollution est en service;
- flux de déchets liquides en surveillant le pH, les MES, les sulfures, l'ammoniac, les sulfites, les DBO_5 et les DCO;
- qualité de l'eau de l'exutoire en aval et des rejets d'eaux de pluie permis en surveillant l'oxygène dissous, les polluants pertinents, y compris les particules et le pH;
- niveaux sonores sur les lieux de travail de l'ensemble des installations;
- aires d'entreposage des déchets solides en vue de contrôler les écoulements, les infiltrations et les lixiviats (les aires d'entreposage devraient être étanches);
- conformité aux mesures de sécurité et de lutte antipollution.

40. Il serait bon que le plan de gestion forestière spécifie les pratiques de suivi à adopter en matière d'exploitation et de coupe pour assurer qu'elles respectent les contraintes écologiques (pour de plus amples détails, se reporter à la section « Exploitation du bois d'œuvre » du chapitre 8).

Tableau 10.17. Industrie du papier et traitement du bois d'œuvre

Impacts potentiels négatifs	Mesures d'atténuation
Impacts directs : choix de l'emplacement	
1. Implantation d'une usine sur ou à proximité d'habitats sensibles, tels que les mangroves, les estuaires, les milieux humides et les récifs de corail.	1. • Installer, si possible, la fabrique dans une zone industrielle de manière à réduire ou à concentrer la pression exercée sur les services de l'environnement de la région et à faciliter le suivi des rejets. • Faire participer les agences de gestion des ressources naturelles dans le choix de l'emplacement pour effectuer l'examen des solutions de remplacement.
2. Emplacement le long d'un cours d'eau pouvant causer sa dégradation.	2. • Le choix de l'emplacement devrait examiner les solutions ayant sur l'environnement aussi peu d'effets que possible et qui ne compromettent pas les bénéfices que représente l'exploitation des étendues d'eau. • Il faudrait que les usines émettant des rejets liquides ne soient implantées que sur des cours d'eau dont la capacité d'assimilation est suffisante.
3. Localisation pouvant causer de sérieux problèmes de pollution atmosphérique dans la contrée.	3. Implanter la fabrique dans une région qui ne subit pas d'inversions atmosphériques ou qui ne collecte pas la pollution atmosphérique et où les vents dominants soufflent vers des zones relativement peu peuplées.
Impacts directs : exploitation de l'usine	
4. • Gestion forestière inexistante ou inadéquate causant l'érosion des sols et le déclin de la faune et de la flore.	4. • Développer, lors de la phase d'élaboration du projet, un plan de gestion forestière à partir d'une évaluation des impacts sur l'environnement

Tableau 10.17. Industrie du papier et traitement du bois d'œuvre (suite)

Impacts potentiels sur l'environnement	Mesures d'atténuation
Impacts directs : exploitation de l'usine (suite)	
	• Ne pas extraire le bois des forêts primaires (pour de plus amples détails, se référer aux sections « Gestion des forêts naturelles » et « Forêts tropicales »).
5. émissions de déchets gazeux. • Dioxyde de soufre • Composés réduits de soufre total • Particules • Composés organiques toxiques (ex. chlore, sulfure d'hydrogène)	5. <u>Dioxyde de soufre</u> • Contrôle des émissions grâce à des moyens appropriés d'exploitation pareils à un four de récupération des liqueurs. • Choix de carburants de secours adaptés. • Désulfuration des carburants, épuration des gaz de cheminée et modification des méthodes de traitement. <u>Composés réduits de soufre total</u> • Contrôle à l'aide de collecteurs, épuration par une solution alcaline et combustion. <u>Particules</u> • Élimination à l'aide d'évaporateurs-épurateurs, de cyclones ou d'électrofiltres. <u>Émissions de toxines</u> • Prévention ou contrôle des émissions en ayant recours à un modèle de traitement.
6. • Libération de déchets liquides dans les étendues d'eau. • Polluants normalement à l'origine des impacts suivants : • changements de la teneur en pH et des effets toxiques	6. • Mesures d'exploitation et d'entretien au sein de l'usine : • lavage de la pâte à papier, récupération des produits chimiques et des fibres, traitement et recyclage des flux de déchets sélectionnés, récupération des déversements et

Tableau 10.17. Industrie du papier et traitement du bois d'œuvre (suite)

Impacts potentiels négatifs	Mesures d'atténuation
Impacts directs : exploitation de l'usine (suite)	
• matières en suspension et dissoutes • eutrophisation • écume • croissance des boues • effets thermiques • changements du goût, de la couleur et de l'odeur • décoloration de la chair des poissons	prévention des accidents grâce aux collecteurs. • suivi des conduites d'égouts et de drainage ainsi que des rejets en vue de pouvoir lancer une alerte en cas de déversement. • Assurer les niveaux de charge des installations de traitement en faisant appel à des bassins de stockage et à d'autres mesures. • Recycler l'eau polluée par les écorces.
• Présence de toxines telles que trichlorophénol, pentachlorophénol et zinc.	• Traitement des effluents externes : • Primaires – bassins de sédimentation, clarificateurs par gravité et flottation à l'air dissous. • Secondaires – lagunage, filtres percolateurs, lagunes d'aération, boues activées, irrigation, bassin de sédimentation (pour éliminer les matières biologiques solides) et clarificateurs secondaires. • Contrôle des toxines en les remplaçant par des produits chimiques moins toxiques ou non toxiques.
7. Élimination des déchets solides par le sol. • Lessivage en sous-sol entraînant la pollution des eaux souterraines et superficielles. • Destruction des régions écologiquement sensibles telles que les marais et les milieux humides en général.	7. L'emploi de produits dérivés ainsi qu'une planification et une gestion judicieuse des décharges rendues étanches et dotées d'un système de collecte des eaux de ruissellement et de lessivage permettent de réduire la production de déchets à la source et de les séparer (cf. la section intitulée « Collecte et évacuation des déchets solides »).

Tableau 10.17. Industrie de la pâte à papier, du papier et transformation du bois d'œuvre (suite)

Impacts potentiels négatifs	Mesures d'atténuation
Impacts directs : exploitation de l'usine (suite)	
• Prolifération de rongeurs, d'animaux nécrophages et d'insectes dangereux pour la santé humaine. • Incendies, risques pour la santé et situations imprévisibles.	
8. Incinération des boues.	8. Procéder au drainage des boues à l'aide d'un procédé de filtration par le vide et d'un conditionnement chimique avant qu'elles ne soient brûlées. • Incinérateurs • déchets seulement • incinération dans une chaudière alimentée en écorces • incinération dans une chaudière électrique
Impacts indirects	
9. Effets sur la santé des travailleurs dus : • aux opérations particulières effectuées dans les fabriques de pâte à papier et qui consistent, par exemple, à préparer les billes (réduction en copeaux et broyage) • au maniement et entreposage de la pâte, des débris de papier et des matières premières • aux procédés chimiques employés pour l'élaboration de la pâte, le blanchiment et la préparation de la pâte	9. L'usine devrait mettre en œuvre un programme de santé et de sécurité conçu pour : • identifier, évaluer, exercer le suivi et contrôler les risques pour la santé et la sécurité des travailleurs • fournir une formation en matière de pratiques respectant les règles de sécurité et des mesures d'urgence

Tableau 10.17. Industrie de la pâte à papier, du papier et de la transformation du bois d'œuvre (suite)

Impacts potentiels négatifs	Mesures d'atténuation
Impacts indirects	
• Manipulation des liqueurs résiduaires et opérations effectuées dans la salle des machines où se propagent des particules de poussières, des fumées et des gaz et maniement d'équipements spéciaux tels des délisseurs, des cisailles, des lames, des engins mobiles lourds, etc.	
10. Perturbation des circuits de transit, bruits et circulation routière, augmentation des risques d'accidents encourus par les piétons aggravés par le va-et-vient des poids lourds transportant les matières premières, les carburants et les produits finaux.	10. • Le choix de l'emplacement peut atténuer un certain nombre de ces problèmes. • Il conviendrait de mener, lors de l'étude de faisabilité du projet, des études en matière de transport visant à déterminer les itinéraires les plus sûrs. • Respecter les règlements du transport de matériaux et mettre en place des plans d'urgence de manière à réduire les risques d'accidents.

EXPLOITATION MINIÈRE ET TRAITEMENT DES MINÉRAUX

1. Les projets de ce secteur se rapportent à l'exploitation minière, aux activités de transport, au traitement des minéraux et aux matériaux de construction et comprennent :

- l'exploitation à ciel ouvert et sous terre de minerais, de minéraux non métalliques et industriels ainsi que la production de matériaux de construction et d'engrais; et

- l'extraction sur place de minéraux liquéfiables et solubles (notamment le soufre et, plus récemment, le cuivre), l'exploitation minière hydraulique et par dragage le long des cours d'eau et des eaux du littoral ainsi que le lessivage des amoncellements formés par les activités d'extraction des mines (en particulier de l'or et du cuivre).

2. La gestion des matériaux, présents au sein de la région minière aussi bien que de ceux qui entrent et sortent des installations de traitement nécessite un parc important d'équipements d'excavation et de transport (camions, bennes racleuses, pelleteuses, dragues, roues à augets et bulldozers), des convoyeurs, des pipelines ou des rails. Les installations de traitement sur place se composent d'usines de préparation et du lavage du charbon et des matériaux de construction, des unités de préparation, des usines de concentration, des unités de lessivage du site minier et, selon les conditions économiques de la région, des fonderies sur les lieux ou hors des lieux et des raffineries. Une exploitation minière ou des opérations de fraisage d'envergure constituent un vaste complexe industriel dont les effectifs peuvent représenter des milliers d'employés et nécessiter une infrastructure comprenant des équipements collectifs, des terrains d'aviation, des routes principales, une voie de chemin de fer, un port (s'il y a lieu) et toutes les installations collectives annexes.

Impacts potentiels sur l'environnement

3. Toutes les méthodes d'exploitation minière perturbent d'une façon ou d'une autre les couches superficielles et plus profondes du sol ainsi que les nappes aquifères. Les effets dont sont responsables les travaux d'exploration et de préparation sont, en règle générale, de brève durée; parmi ces impacts, on compte :

- perturbation de la surface des sols causée par les routes d'accès, les forages, les mines d'essai et par la préparation du terrain;
- nuages de poussière dégagés par la circulation routière, les activités de forage, d'excavation et de défrichement du chantier;
- émissions sonores et gazeuses provenant des engins diesel;
- perturbation du sol et de la végétation, des cours d'eau, des réseaux de drainage, des milieux humides, des ressources culturelles et historiques et des nappes souterraines;
- conflits avec d'autres utilisations des terres.

4. Les activités suivantes s'appliquent aussi bien pour l'exploitation minière à ciel ouvert qu'en sous-sol : drainage de la zone et rejets des eaux de la mine; dégagement et entreposage ou évacuation de vastes quantités de déchets, enfin extraction et traitement du minerai ou des matériaux de construction. L'ensemble des opérations d'extraction fait appel à des équipements électriques ou fonctionnant au diesel et nécessite une importante main-d'œuvre qualifiée. Un réseau élaboré de transport, des bureaux et des magasins d'outillages (certains seront implantés sur le lieu de l'exploitation des mines souterraines) aussi bien que des équipements collectifs appartiennent aux nombreuses installations de soutien requises. Le transport du minerai à l'intérieur de la mine et son acheminement dans les unités de traitement peuvent

s'effectuer par camions, par des traîneurs de wagonnets, par rails, pipelines ou par des transporteurs à bande; des installations de stockage en vrac, de mixage et de chargement font également souvent partie des équipements.

5. Les **mines à ciel ouvert** comprennent des carrières, des fosses à ciel ouvert, des mines périphériques et entraînent des opérations de décapage des sommets des montagnes qui peuvent s'étendre sur des hectares ou sur plusieurs kilomètres carrés. Ces activités supposent une dislocation complète de la zone du projet créant une ou d'énormes mines à ciel ouvert et carrières ainsi que d'importants terrils de mort-terrain; cela étant, il est bien souvent possible de remblayer les zones exploitées dans le cours ou à la fin des opérations. Les particules en suspension dans l'air émises par la circulation routière, le travail aux explosifs et les activités de transport, les émissions, les bruits engendrés, les vibrations des engins diesel, les rejets d'eau polluée qui sortent des mines, la perturbation des nappes souterraines, l'extraction du sol et de la végétation ainsi que les effets d'ordre esthétiques appartiennent aux problèmes que représentent l'exploitation minière à ciel ouvert sur l'environnement. Les utilisations des terres de l'emplacement pendant les activités d'exploitation et de réaménagement sont exclues. La stabilité des banquettes et des pentes est un problème fondamental lorsqu'il s'agit de l'exploitation minière à ciel ouvert; une observation constante surveillant leurs mouvements pouvant indiquer un affaissement fait partie d'une méthode d'exploitation avisée.

6. Les **méthodes d'exploitation minière souterraine** comprennent divers types d'abattage : par chambres et piliers, par chambres-magasins, par blocs foudroyés et par longues tailles. Toutes ces pratiques créent de larges cavités sous l'écorce terrestre et des tas de stériles en surface; dans nombres de cas, l'on procède au remblayage des travaux de mines durants les activités d'exploitation. Si la plupart des travaux d'excavation s'effectuent en sous-sol et nécessitent l'emploi d'un équipement de tir, il n'en demeure pas moins que des activités de surface seront entreprises. L'exploitation minière en sous-sol peut avoir de nombreuses conséquences : excavation des sols et enlèvement de la végétation, formation de particules, émissions provenant des moteurs à diesel utilisés pour les opérations à ciel ouvert, bruits, vibrations provenant des explosions, gaz de dégagement (explosions, diesel, radon), rejets d'eau polluée (nitrates, métaux lourds, eaux acides, etc.), perturbation des nappes phréatiques, fractures, instabilités ou affaissement des sols et incommodités visuelles.

7. L'**abattage hydraulique ou par dragage** est généralement entrepris dans des matières alluviales présentes le long du lit ou des rives de cours d'eau récents ou anciens, dans des régions côtières ou dans des milieux humides. Les opérations d'excavation et de traitement sont effectuées à partir de dragues flottantes à diesel (à l'aide d'une dragueuse, par aspiration ou à l'aide de roue à godets) équipées de pompes et d'installations de premier traitement à bord, de pelles à benne traînante diesel, de bandes transporteuses, de canon à eau sous pression (p. ex. jets puissants d'eau qui rincent les matériaux déposés sur les rives) ou équipées de vannes pour collecter ou diriger les ruissellements et enfin, des séparateurs de poussières. Toutes ces opérations provoquent un bouleversement total des couches exploitées et une modification de l'ensemble de la topographie locale.

8. Dans le cas des activités de **dragage**, les matières minérales sont remontées à la surface par des pelles excavatrices aspirantes ou mécaniques pour être traitées; les déchets sont renvoyés dans l'eau ou déversés sur les rives. Les fonds sont invariablement balayés durant les opérations d'extraction, la drague se déplaçant le long du cours d'eau ou du rivage, approfondissant et modifiant les chenaux, les milieux humides et les régions côtières et créant de vastes amoncellements de détritus. S'il s'agit d'opérations effectuées dans le sable ou le gravier, les matériaux récupérés peuvent être transportés sur le rivage par pipeline, transporteur à bande ou par barge. Les minerais sont généralement concentrés à bord (de façon mécanique, chimique ou par amalgame) pour être soumis à de plus amples méthodes d'amélioration et de traitement. Le mercure qui sert d'amalgame pour l'or et l'argent représente un problème pour l'environnement et doit, pour cette raison, être manié en conséquence. L'ampleur de l'exploitation des gisements des berges d'un cours d'eau asséché risque de s'étendre bien au-delà du niveau de son lit.

9. La **lixiviation en place** (ou lessivage en place) nécessite un assemblage de trous de mines espacés à faible intervalle sur une surface étendue, des conduites et des pompes permettant de faire circuler un lixiviat (et après l'extraction des minéraux, une solution lessivante rapide ou neutralisante) dans le gisement. La perte de contrôle du lixiviat, des problèmes de conduites, des déversements, des fuites, des opérations de lessivage ou de neutralisation incomplètes appartiennent aux problèmes d'exploitation. Parmi les impacts, font partie la perturbation des sols, de la végétation, des biens culturels et historiques, la dégradation de la qualité de l'air due à l'émanation de particules et d'émissions générées par les moteurs diesel, la pollution des eaux souterraines par les lixiviats, des eaux superficielles causées par les déversements et les émissions sonores créées par les activités d'exploitation (foreuses, circulation, pompes). La méthode de lixiviation en place nécessite un réseau local de transport, un petit groupe de travailleurs qualifiés, du matériel tels que des foreuses de puits, des camions, des grues, des générateurs à diesel et des pompes électriques, des ressources en eau et en électricité, des installations de soutien (bureaux, magasins, entrepôts, logements), un aérodrome et des routes d'accès.

10. La **lixiviation en tas** (ou lessivage en tas) peut comporter des activités de récupération de minerais employés dans des opérations continues en lessivant d'anciens terrils et des exploitations abandonnées. Il est également courant, de nos jours, dans les gisements d'or peu concentré, de procéder à la lixiviation de matériaux récemment excavés et entassés en larges terrils à la surface ou dans de vieux puits. En règle générale, l'on prépare la surface du sol ou le fond de la carrière en utilisant des bandes de garnissage et du gravier; les tuyaux collecteurs sont ensuite déposés et le minerai entassé au-dessus (qui provient souvent des mines à ciel ouvert [cf. le paragraphe 5]). Les lixiviats (constitués essentiellement d'acide sulfurique pour le cuivre et de cyanure de soude pour l'or) sont pulvérisés ou constitués en mares sur les tas et collectés pour en extraire les métaux de récupération. Après l'opération de lixiviation, les tas sont soumis à un lessivage rapide, les métaux sont ensuite extraits par percolation et les lixiviats neutralisées avant d'être éliminées.

11. La stabilité des solutions alcalines, le contrôle des lixiviats, les actions érosives du vent et des eaux de surface, les écoulements et les infiltrations dans les nappes phréatiques et les eaux superficielles, les difficultés rencontrées au niveau des conduites, les opérations incomplètes de lessivage rapide ainsi que les activités de neutralisation ou de remise en état des sols appartiennent aux problèmes d'exploitation. Hormis les impacts causés par l'exploitation minière à ciel ouvert, la lixiviation en tas est responsable de la dégradation de la qualité atmosphérique causée par les particules emportées par le vent, de la sédimentation des bassins de réception par les matériaux de lixiviation en tas, de la pollution des eaux superficielles due aux déversements ou aux fuites et des nappes phréatiques en raison de garnissages insuffisamment étanches, de la disparition de la faune et de la perte de bétail présents près des bassins de lixiviats et des émissions sonores provenant des pompes.

12. Les installations de traitement des minerais se composent d'unités de préparation et de lavage, de séparation ou de concentration (séparation par gravité, lixiviation, amalgamation, échange ionique, flottation à l'air dissous, etc.), de raffineries et de fonderies. Ces installations produisent d'abondantes quantités de déchets (produits de queue, boue, laitier) qu'il faut éliminer sur ou à proximité de l'emplacement; il arrive, parfois, que ces déchets servent à remblayer les mines épuisées.

13. Font partie des préoccupations à l'égard de l'environnement : la perturbation des sols, de la végétation et des bassins de réception de la région durant la préparation du terrain; la pollution de l'air due aux opérations de séparation, de concentration et de traitement (poussières fugaces et émissions des cheminées); le bruit généré par les activités de transport et de transbordement, et des opérations de concassage et de broyage; la pollution des eaux de surface par les déversements accidentels des usines et des unités de lavage; la pollution des eaux souterraines par les eaux provenant des amoncellements de produits de queue et des bassins de boue; la pollution des sols, de la végétation et des eaux de surface causée par les actions érosives du vent et de l'eau sur les déchets empilés; la question de l'élimination des déchets; les nuisances visuelles; les utilisations conflictuelles des terres.

14. Les usines de traitement implantées dans des régions montagneuses ayant souvent des difficultés à trouver des terrains permettant de contenir des produits de queue concentrateurs déversent ces fines inertes dans des torrents. Ces fines se déposent en aval dans les méandres des cours d'eau, dans les chenaux, les plaines alluviales et dans les eaux côtières peu profondes. Elles ont des effets défavorables sur les organismes aquatiques et peuvent être à l'origine de phénomènes d'endiguement et d'inondation que subissent les communautés qui résident en aval. (Pour de plus amples détails, se référer au tableau 10.18 en fin de section.)

Enjeux liés aux ressources naturelles

Qualité de l'eau

15. Des trous de forage mal gainés ou insuffisamment étanches risquent de créer des échanges et des problèmes de pollution entre les aquifères. Les eaux produites par le drainage des mines à ciel ouvert ou souterraines et déversées sans avoir été convenablement neutralisées ou traitées peuvent contenir de forte teneur en acide et les nitrates, les métaux lourds ou les carburants émis par les équipements peuvent contaminer les eaux de surface locales ainsi que les nappes peu profondes. Ces rejets peuvent également réduire les quantités d'eau disponibles pour la région ou causer l'érosion des bassins de réception et des cours d'eau. L'enlèvement des couches rocheuses perturbent la continuité des nappes et peut entraîner des échanges et la pollution entre aquifères; les matériaux de remblaiement sont susceptibles d'altérer les propriétés et la qualité de l'eau. L'abattage par dragage et l'exploitation des placers dégradent la qualité des eaux de surface en accroissant sensiblement les matières en suspension, en réduisant la transmission de la lumière et en remettant en circulation des polluants contenus dans les sédiments déposés. L'exploitation minière in situ constitue un risque de pollution des aquifères causée par une perte de contrôle des lixiviats ou une incapacité à neutraliser de façon appropriée la zone lessivée en fin d'opérations.

16. Le rejet des eaux de production polluées peut détériorer les eaux de surface locales. Les écoulements ou les fuites provenant des bassins de produits de queue ou des pipelines aussi bien que des déversements ou d'une mauvaise gestion d'évacuation des solvants, des lubrifiants et des substances chimiques servant au procédé de traitement peuvent également être à l'origine de la dégradation des eaux.

Qualité de l'air

17. Les travaux aux explosifs, les opérations d'excavation et de déblaiement, les activités de transport et de transbordement des matériaux, les actions érosives du vent sur les sols rendus meubles par les travaux d'exploitation à ciel ouvert et toute activité entreprise près des mines souterraines donnent naissance à des particules en suspension. Des nitrates provenant des travaux aux explosifs ainsi que des produits de combustion émis par les moteurs au diesel seront présents dans les mines à ciel ouvert et en sous-sol. Des concentrations de radon risquent d'émaner des cheminées d'aération des mines souterraines. Des particules en suspension dans l'air auxquelles donnent naissance les activités et équipements de transport et de réduction (filtrage, broyage ou pulvérisation), l'érosion éolienne de zones sèches où se trouvent les bassins de produits de queue, des routes et des matériaux stockés en piles, se dégagent durant les opérations de traitement.

Utilisation des terres

18. Les travaux d'excavation des mines à ciel ouvert, les terrils de mort-terrain ou les matériaux entreposés ainsi que les opérations de construction des installations annexes impliquent le dégagement ou le recouvrement des sols et de la végétation, la perturbation ou l'obstruction des cour d'eau, des bassins de réception, des milieux humides ou des régions côtières et modifient largement la topographie de l'ensemble de la zone exploitée. S'il s'agit d'abattage par dragage et d'exploitation des placers, ces effets se concentrent sur les plans d'eau : les chenaux des cours d'eau peuvent être détournés, des bassins résiduaires se former et les plages disparaître; les rives d'un cours d'eau ou d'un littoral attenants peuvent servir à l'évacuation des déchets et à l'implantation d'installations annexes.

19. L'exploitation des mines souterraines qui nécessitent des terrains pour y déposer les déchets rocheux, y entreposer le minerai et les matières de faible qualité et y implanter les installations pour les activités auxiliaires en surface ont des effets similaires à ceux mentionnés dans le paragraphe précédent. Le sol qui recouvre les mines abandonnées risque d'être instable, fracturé et susceptible de s'affaisser. Les travaux miniers peuvent être à l'origine de pertes ou de modification des sols, de la végétation, des habitats de la faune et de la flore, des bassins de réception, des milieux humides, des biens culturels et historiques, de la disparition des repères et des particularités topographiques, de la perte temporaire ou permanente de la fertilité de la terre et de la pollution des sols par les matières minérales et les substances toxiques.

Enjeux socioculturels

Utilisation des terres

20. L'exploration minière est une activité de courte durée mais dont l'intensité d'exploitation des sols est incompatible avec les autres formes d'utilisations existantes. Les activités minières peuvent être desservies par voies aériennes, s'il s'agit de contrées reculées éliminant, dès lors, la nécessité d'avoir recours aux routes d'accès. Les mines à ciel ouvert, les unités de traitement, les opérations de lixiviation en tas et en place ainsi que les activités de surface près des mines souterraines nécessitent l'occupation totale des sols excluant d'autres utilisations. Selon la géologie du terrain des mines souterraines, de la profondeur à laquelle se trouve le minerai et des méthodes d'exploitation minière, on restreindra les utilisations des sols au-dessus des mines abandonnées selon les risques plus ou moins grands d'affaissement (pouvant aller de l'improbable au certain). Le choix approprié de l'occupation des sols une fois l'exploitation minière achevée dépendra du type, de l'ampleur et du succès de la remise en valeur.

21. La construction de routes d'accès, l'implantation de services publics et de terrains aménagés non seulement encouragent l'afflux de nouvelles populations et le développement secondaire mais peuvent, par ailleurs, donner naissance à un développement sauvage et à la modification voire la dégradation de régions éloignées qui risquent de se prolonger une fois le projet minier terminé.

Ressources culturelles

22. La perturbation du sol causée par les opérations minières et les travaux de construction qui les accompagnent risque d'endommager voire détruire les biens culturels, les sites historiques ou les lieux de culte des populations indigènes. L'accroissement de populations dans la région peut se traduire par des actes de vandalisme des sites non protégés.

Impacts sociaux

23. Les activités d'exploration et d'exploitation minières ne manqueront pas d'empiéter quelque peu sur les autres activités présentes ou prévues dans la région; les vibrations causées par les équipements et les travaux aux explosifs ainsi que les émissions sonores et de poussière peuvent être source de distraction et risquent de constituer des problèmes de santé pour les ouvriers et les habitants des environs. L'immigration de travailleurs et de leur famille est susceptible de mettre à rude épreuve les services de la communauté et de donner naissance au phénomène d'essor et de récession, à des conflits économiques, sociaux ou culturels, voire au déplacement des populations locales. La main-d'œuvre initiale nécessaire aux travaux de construction est généralement passagère mais rapidement remplacée par une équipe chargée des opérations plus petite et permanente (se reporter à la section « Développement induit » du chapitre 3).

Enjeux spécifiques

Remise en état des sols

24. Il n'est pas toujours possible de remettre en état l'emplacement pendant ou après les opérations d'extraction en vue d'autres utilisations. Les problèmes ultérieurs causés par l'exploitation à ciel ouvert peuvent apparaître sous forme d'érosion, de désagrégation des roches, d'engorgement, de même qu'il existe des risques d'éboulement des parois pentes et d'affaissement des versants des terrils ainsi que des dangers provenant des puits inondés.

25. Les mines souterraines désaffectées constituent aussi des terrains à risque; les sols risquent de s'affaisser, les structures mal étayées, de s'effondrer et de provoquer des fractures, des cavités et des affaissements. Ces mines peuvent, en particulier pour les enfants, représenter des terrains dangereux.

26. Les aspects suivants font partie d'autres problèmes relatifs à l'exploitation des mines à ciel ouvert et en sous-sol :

- Incendie se déclarant dans des veines de charbon mal étanchées ou remise en valeur de façon inconsidérée. Ce problème se rencontre fréquemment quand des mines de charbon à ciel ouvert désaffectées servent de décharge (et de lieu de calcination) pouvant donner naissance à des émissions de CO, être à l'origine de fractures et d'affaissement de terrain.

- Infiltration des fluides émanant des exploitations abandonnées dans les nappes phréatiques et pouvant contenir de forte teneur en acide ou être pollués par des métaux dangereux.

- Perturbation des aquifères provoquée par les travaux d'excavation, soit directement soit indirectement par le biais des fractures du sous-sol et pouvant entraîner l'épuisement ou la dégradation des ressources locales en eau souterraine.

- Endommagement des pentes provoqué par l'affaissement des terrils.

- Substances minérales résiduaires dangereuses exposées à la surface des mines abandonnées et dispersées dans les décharges.

Lixiviation en tas et en place

27. La pollution des eaux souterraines dont sont responsables la perte de contrôle (ou l'échappement) des solutions injectées et récupérées, l'incapacité de neutraliser les zones lessivées et les terrils, une fois les opérations terminées, est un des graves problèmes que représente la lixiviation en place. S'ajoute à celui-ci, d'autres sujets de préoccupation qui se rapportent aux opérations de lixiviation en tas effectuées à la

surface, concernant la stabilité des tas, l'accès des bassins de lixiviation (pour le bétail et la faune et en particulier les oiseaux) et les poussières fugaces émises par les parties desséchées des lixiviats empilés.

28. Les problèmes concernant les installations de traitement sont essentiellement liés aux déchets d'usine entassés ou stockés dans un bassin : (a) écoulement par infiltration d'eau fortement polluée qui risque de polluer à son tour les eaux superficielles et souterraines; (b) érosion et glissement des flancs pouvant entraîner la pollution des sols et de la végétation de la région; (c) teneur en pH ou en minéraux résiduels risquant d'entraver la restauration du couvert végétal; (d) particules dégagées par les actions d'érosion du vent étant susceptibles de poser des problèmes de pollution atmosphérique; et enfin, (e) boues résiduaires pouvant prendre des années à sécher.

Dragage

29. L'abattage par dragage et l'exploitation des placers, en modifiant les caractéristiques du courant naturel et du débit d'un cours d'eau risquent de porter irrémédiablement atteinte aux activités de pêche, à la qualité hydrique et de défigurer les sites, aggravés par le revêtement intérieur des rives à l'aide de roches et l'épandage de sédiments dans les zones en aval. Non seulement les autres utilisateurs peuvent se voir restreints mais l'eau disponible aux usagers en aval être sérieusement polluée.

Solutions de remplacement aux projets

30. Hormis la solution de ne rien faire ou de ne pas entreprendre l'ensemble du projet, les choix possibles en matière d'exploitation minière reposent, en règle générale, sur le type et l'ampleur des mesures d'atténuation nécessaires qui, d'ailleurs, peuvent s'adapter à un type d'opération en particulier. La méthode d'extraction (à ciel ouvert, en sous-sol, en place ou par dragage) dépend essentiellement des conditions économiques, de la profondeur, de la configuration, de la qualité, des caractéristiques minérales du gisement et des traits géologiques de la roche mère.

31. Il existe sans doute une certaine souplesse en ce qui concerne le choix de l'emplacement des terrils, la remise en valeur des mines, l'équipement d'exploitation et les moyens de transport du minerai de la mine à la fabrique. S'il est vrai que l'on dispose d'une grande liberté de manœuvre lorsqu'il est question de l'emplacement de la fabrique et de l'entassement et ou des bassins de réception des produits de queue, il est plus souvent préférable, pour des raisons économiques, de rapprocher le plus possible la mine de la fabrique et de réduire l'acheminement des produits de queue par pipeline de la fabrique au bassin. Une bonne alimentation en eau, une aire d'accueil du ou des bassins de résidus et des voies de transport appartiennent aux facteurs décisifs dont il faut tenir compte dans la localisation d'une fabrique. Les méthodes de traitement sont déterminées à partir des caractéristiques du minéral et de la roche mère, des conditions économiques et des eaux disponibles. Si une fabrique à contrat est disponible, une petite mine pourrait l'alimenter; de grandes exploitations se composeront d'une affinerie (traitement secondaire) dotée d'une usine de concentration.

32. Les mesures d'atténuation consistent généralement à éviter les secteurs qui renferment des ressources sensibles, à restreindre la durée des opérations, à implanter les structures, les services et les voies de transport de manière à ne pas créer de conflits avec les autres ressources, à restreindre l'ampleur du développement ou à procéder par étape à sa mise en œuvre en vue de limiter ses répercussions socio-économiques et enfin, à entreprendre des études sociales et un examen des ressources à partir desquels pourront naître d'autres mesures. La conception des travaux de génie civil, qu'il s'agisse du tracé des routes, des méthodes d'excavations et d'entassement des matériaux (déchets, produits de queue, lixiviats), des bassins de boues, du drainage des mines, des structures et des ouvrages souterrains diminuera les risques d'accidents.

Gestion et formation

33. La mise en vigueur d'une réglementation appropriée et un service d'inspection compétent assurant la protection des mineurs, des populations et de l'environnement sont essentiels à un projet d'exploitation minière dont les risques sont limités. Un programme de formation en matière de manipulation des équipements ainsi que des cours intensifs et permanents portant sur les mesures de sécurité à respecter sont, par ailleurs, absolument nécessaires. Le type de formation requise pour le personnel qui travaille dans les mines se rapproche de celle qui s'applique à l'industrie du bâtiment alors que les ouvriers des fabriques doivent plutôt se conformer aux règlements en vigueur dans l'industrie chimique (se reporter à la section « Gestion des risques industriels » pour de plus amples détails).

Suivi

34. Les mines à ciel ouvert nécessiteront l'établissement de normes et d'un exercice de suivi de la qualité atmosphérique (émission de particules et d'hydrocarbures), des nappes phréatiques (abaissement du niveau des eaux), des vibrations des sols (travaux aux explosifs), de l'inclinaison et de la stabilité des parois, du débit et de la qualité de l'eau (en s'attachant à la teneur en sédiments), du drainage des mines, des déchets sanitaires, de l'évacuation séparée des minéraux n'ayant pas de valeur économique, de la gestion et de l'évacuation des déchets dangereux, de l'intensité du rayonnement ainsi qu'une surveillance du respect des limites du projet.

35. Les conditions de restauration et de suivi requises comprennent la remise en état des sols (drainage, pentes, stabilité), la restauration du couvert végétal (type, résistance), la régénération des nappes phréatiques (et le contrôle de leur qualité), un suivi de la qualité des eaux de surface et des émissions de radon. Les mêmes conditions s'appliquent aux mines souterraines auxquelles il faut ajouter le suivi des mouvements de terrain (en particulier à l'endroit des failles, des fractures principales et dans les zones d'affaissement) ainsi que la qualité de l'air près des cheminées d'aération.

36. Dans le cas des activités de dragage et d'exploitation des placers, les normes d'opération et le suivi devront porter sur l'équipement de lutte contre les émissions, le contrôle de la sédimentation, la surveillance des rejets d'eaux usées, de l'importance du détournement de cours d'eau et de la période à laquelle il est fait, et sur l'élimination des déchets solides (méthodes, emplacement et configuration).

37. Le suivi des opérations sur place requiert des puits de surveillance sur leur périmètre (et plus particulièrement en aval de celles-ci), la surveillance des lixiviats, ainsi que des inspections visuelles visant à déceler la présence de lixiviats et d'éventuelles fuites (sur les pipelines, les points de transbordement et les réservoirs, et autour de ceux-ci).

38. Le suivi de la remise en état des terrains comprend l'analyse des solutions de lixiviation des monceaux, la vérification du remplissage ou du scellement adéquat des puits ainsi qu'une surveillance périodique au moyen de puits situés sur le périmètre. Des conditions additionnelles s'appliquent aux opérations de lixiviation en tas, telles que l'inspection visuelle visant à déceler la présence de lixiviats sur les pentes ou aux pieds des monceaux, l'échantillonnage d'eau de surface en aval et le traitement des matériaux amoncelés après leur lessivage ou leur neutralisation (pentes et couvert végétal).

39. Pour les installations de traitement, le suivi devra notamment porter sur la qualité de l'air près des cheminées, tant à l'intérieur qu'à l'extérieur des limites des installations, la quantité et la qualité des effluents, l'identification et la manipulation adéquate des déchets dangereux, et le bruit, tant à l'intérieur qu'à l'extérieur des limites des installations.

Tableau 10.18. Exploitation minière et traitement des minéraux

Impacts potentiels négatifs	Mesures d'atténuation
Impacts directs	
1. Modification ou destruction du profil du sol, de la végétation et des systèmes de drainage en surface pendant les activités d'exploration, d'exploitation et de construction.	1. • Requérir que des enquêtes judicieuses soient entreprises examinant les ressources des régions susceptibles d'être touchées par le projet avant que celles-ci ne soient endommagées, en vue d'identifier : • les biens historiques et culturels • la faune et la flore • les sols • la qualité et la quantité d'eau souterraine et superficielle • les utilisations des sols • les traits topographiques marquants • Déterminer les usages conflictuels des ressources et adopter les mesures d'atténuation appropriées pouvant inclure : • aucune prise d'action • échelonnement des opérations • sauvetage et préservation des biens culturels et historiques • séparation et entreposage des matériaux terreux pouvant servir à la remise en état des sols
2. • Détérioration ou destruction des biens culturels et des sites historiques.	2. Cf. ci-dessus. • Procéder à l'inspection des monuments durant l'exploration, lors des travaux de construction et d'exploitation.
3. • Dégradation des eaux de surface par l'érosion des sols perturbés, les terrils et les matériaux stockés.	3. • Exiger des mesures de lutte contre le ruissellement des eaux de pluie et la restauration du couvert végétal des zones perturbées aussi rapidement que possible.

Tableau 10.18. Exploitation minière et traitement des minéraux (suite)

Impacts potentiels négatifs	Mesures d'atténuation
Impacts directs (suite)	
• Amenuisement de la capacité des bassins de retenue ou des étangs dû à l'envasement.	• Faire en sorte que les cours d'eau, les bassins de réception, les étangs et les milieux humides ne soient pas perturbés. • Requérir l'emploi de structures ou de moyens de maîtriser les sédiments s'il est impossible de parer au problème. • Les normes de qualité de l'eau devraient tenir compte des matières en suspension.
4. Pollution des eaux de surface et des eaux souterraines peu profondes (aquifères) par les eaux usées provenant du drainage des mines, des équipements de service et des eaux usées.	4. • Exiger le traitement : • des eaux extraites des mines • des eaux usées et de pluie pour en faire en sorte qu'elles satisfassent les normes de qualité avant qu'elles ne soient déversées.
5. Perturbation ou pollution des aquifères par les trous de forage d'exploration et les excavations.	5. • Éviter ou réduire la pénétration des aquifères situés en deçà des couches exploitées. • Les forages effectués en dehors ou en dessous de la mine devraient être convenablement cuvelés ou obturés.
6. Diminution des ressources en eau locale.	6. Faire en sorte que ces pertes soient remplacées par d'autres sources.

Tableau 10.18. Exploitation minière et traitement des minéraux (suite)

Impacts potentiels négatifs	Mesures d'atténuation
Impacts directs (suite)	
7. Recul de la reproduction et de la population de la faune et de la flore causé par la modification et la disparition des habitats.	7. • Interdire ou restreindre la perturbation d'importants habitats des milieux humides. • Requérir le plus rapidement possible la remise en état des aires de forage et des habitats propices aux espèces sauvages.
8. Animaux sauvages tués par la circulation routière et les opérations minières à ciel ouvert.	8. • Signaliser les zones de croisement empruntées par les animaux sauvages. • Insister sur la vigilance des conducteurs. • Construire des passages inférieurs.
9. Dégradation ou dépérissement de la végétation (et de la fertilité des sols) dû aux rejets d'eaux polluées (cf. paragr. 4).	9. Se référer au paragraphe 4.
10. Modification de la végétation et introduction d'espèces exogènes.	10. Requérir le plus rapidement possible la remise en état des zones perturbées et la restauration du couvert végétal d'espèces indigènes.
11. Pollution des sols par des roches minéralisées ou toxiques.	11. Exiger l'identification et la séparation de matières rocheuses toxiques.
12. Détérioration de la qualité atmosphérique et de la visibilité dues aux particules en suspension dans l'air (travaux aux explosifs, circulation routière, érosion éolienne).	12. Exiger les mesures suivantes : • méthodes de tirs appropriées en vue de réduire les particules en suspension dans l'air • arrosage des routes empruntées pour le transport des matériaux.

Tableau 10.18. Exploitation minière et traitement des minéraux (suite)

Impacts potentiels négatifs	Mesures d'atténuation
Impacts directs (suite)	
	• Procéder le plus rapidement possible à la restauration du couvert végétal ou à l'application de produits tensioactifs ou d'abat-poussière des régions perturbées (y compris les terrils et les terres végétales).
13. Dégradation de la qualité atmosphérique causée par les émissions que dégagent les moteurs à diesel.	13. • Des dispositifs antipollution devraient être installés et en usage pour tous les équipements à gazole. • Contrôler les vapeurs d'hydrocarbure à tous les points de transbordement de carburant. • Nettoyer aussi rapidement que possible les déversements de pétrole.
14. Dégradation de la qualité atmosphérique due aux émissions engendrées par les opérations de traitement.	14. Exiger le recours à une technologie permettant d'assurer que les émissions soient maintenues à des niveaux acceptables.
15. Occupation conflictuelle des sols.	15. • Prendre l'avis des exploitants de la région afin de situer les routes d'accès, les aérodromes, les services publics et dans la mesure du possible, les installations minières et de traitement. • Faire en sorte que les autres exploitations des sols se poursuivent si elles sont compatibles avec les activités minières.
16. Détérioration des routes, accidents et retards de la circulation causés par le passage accru des camions sur les routes locales.	16. • Respecter les limites de charges des routes. • Construire des routes qui soient en mesure de supporter les charges et ayant une bonne visibilité.

Tableau 10.18. Exploitation minière et traitement des minéraux (suite)

Impacts potentiels négatifs	Mesures d'atténuation
Impacts directs (suite)	
	• Faire en sorte que les routes soient bien signalisées, les véhicules bien entretenus et les conducteurs expérimentés et avertis en matière de sécurité. • Prévoir un réseau d'autobus ou fournir des moyens de transport en commun pour les ouvriers.
17. • Désagréments visuels que représente la présence de puits, d'excavation à ciel ouvert, d'installations minières et des tours d'extraction (mines souterraines). • Défrichement d'emprises linéaires pour les pipelines, les services, les routes et les installations de traitement (cf. paragraphe 12).	17. • Peindre les structures pour que celles-ci se confondent avec le paysage (végétation et ciel). • Éviter le contraste des couleurs. • Utiliser les équipements collectifs le long des couloirs, réduire les défrichements et mélanger les espèces végétales autant que possible.
18. Nuisances sonores infligées aux populations humaines et à la faune provoquées par les équipements d'exploitation, les travaux aux explosifs et les installations de traitement.	18. • Recourir à des écrans de collines recouvertes de végétation. • Respecter les procédures de tirs et employer les charges minimales en évitant de tirer la nuit ou tôt le matin.
19. Endommagement des structures et perturbation des habitants des localités causés par les vibrations que créent les travaux aux explosifs.	19. Suivre les procédures de tirs de manière à réduire les vibrations et installer des instruments de suivi aux endroits sensibles.
20. Accidents parfois fatals.	20. Assurer périodiquement une formation et de continuels rappels des mesures de sécurité pour l'ensemble du personnel chargé des activités d'exploitation.

Tableau 10.18. Exploitation minière et traitement des minéraux (suite)

Impacts potentiels négatifs	Mesures d'atténuation
Impacts directs (suite)	
	• Requérir des exercices périodiques des procédures d'urgence. • Veiller à ce que tous les visiteurs soient informés des dangers encourus et des précautions de sécurité à prendre. • Faire en sorte qu'un équipement approprié de sécurité et de secours soit disponible et que les employés aient été instruits à s'en servir.
21. Accroissement de la demande pour les services publics et les équipements collectifs des communautés locales, conflits sociaux et culturels, danger de voir la communauté se déstabiliser (phénomène d'essor et de récession).	21. • Exiger des études de préparation au projet et des examens socio-économiques des communautés pouvant être affectées en vue de déterminer les effets que l'exploitation peut avoir sur les services, l'infrastructure, les risques de démembrement des communautés et des conflits pouvant surgir. • On peut répondre à ces impacts de diverses façons : • subventions permettant d'aider les communautés • prêts • impôts payés d'avance • exploitation minière échelonnée • construction des équipements collectifs nécessaires • Il conviendrait d'établir, aussitôt que possible, des relations de coopération et de travail avec les communautés locales qui soient maintenues pendant toute la durée du projet.

Tableau 10.18. Exploitation minière et traitement des minéraux (suite)

Impacts potentiels négatifs	Mesures d'atténuation
Impacts directs (suite)	
	• Il importerait d'inciter le personnel du projet à prendre part aux affaires de la communauté.
22. Rapports conflictuels avec les cultures locales, les traditions et les styles de vie.	22. • Informer et veiller à ce que tous les employés soient conscients et sensibles aux cultures et aux styles de vie de la région.
	• Faire en sorte que les dirigeants des communautés soient informés des activités prévues par le projet, reçoivent l'aide nécessaire pour leur permettre de déterminer quels effets sont pour eux problématiques et assurer qu'ils expriment leurs opinions concernant les mesures d'atténuation.
	• Atténuer les conflits peut vouloir dire séparer la main-d'œuvre employée pour les travaux d'exploitation de la communauté locale.
23. Affaissement des sols (mines souterraines).	23. • Requérir des étais appropriés dans les mines souterraines tels que des piliers, des boisages ou des matériaux de remblaiement.
	• Exercer un suivi des terrains en s'assurant qu'il n'y a pas de danger d'affaissement et en identifiant les zones où des risques existent de manière à imposer des restrictions pour l'occupation des sols.
24. Perte d'oiseaux et d'animaux dans les bassins de réception des résidus de lixiviats.	24. • Réduire le plus possible l'étendue et le nombre de ces bassins et prescrire qu'ils soient rapidement drainés ou fermés quand ils ne sont pas en usage.
	• L'installation de filets, de clôtures ou le recours à des moyens de dissuasion peuvent s'avérer nécessaire s'il s'agit de bassins actifs.

Tableau 10.18. Exploitation minière et traitement des minéraux (suite)

Impacts potentiels négatifs	Mesures d'atténuation
Impacts directs (suite)	
25. Modification ou perturbation des eaux de surface (dues aux activités de dragage).	25. • Requérir l'emploi d'ouvrages ou de méthodes de contrôle des sédiments. • Les normes de qualité de l'eau devraient tenir compte du problème des matières en suspension.
Impacts indirects	
1. Dégradation des régions éloignées en raison de ses facilités d'accès et de son développement accru.	1. • Accéder aux régions écartées par avion plutôt que par voie routière durant la phase d'exploration. • Restreindre le recours aux routes d'accès, les éliminer et remettre en état les sols à la fin de l'exploitation. • Éviter le plus possible le développement de la communauté en faisant appel à des équipes tournantes pour empêcher l'installation permanente des ouvriers.
2. Actes de vandalisme perpétrés sur les biens culturels et les sites historiques.	2. • Éviter de faire largement connaître les ressources culturelles de contrée éloignées ou de sites non protégés. • Restreindre l'accès aux personnes qui n'ont pas lieu d'y être et mettre en place des patrouilles de surveillance.
3. Disparition d'espèces sauvages dont sont responsables les activités de braconnage.	3. Interdire le port d'arme dans la région, en restreindre l'accès et former des patrouilles.
4. Problèmes causés par la croissance d'une population secondaire et par les effets qui y sont liés.	4. Se reporter au paragraphe 20.

Bibliographie

Gestion des risques industriels

AMERICAN CONFERENCE OF GOVERNMENTAL INDUSTRIAL HYGIENISTS. *Threshold Limit Values and Biological Exposure Induces*, Cincinnati (Ohio), 1977. Mis à jour annuellement.

BANQUE ASIATIQUE DE DÉVELOPPEMENT. *Environmental Guidelines for Selected Industrial and Power Development Projects*. Manille (Philippines), 1988.

BANQUE MONDIALE. *Environmental Considerations for the Industrial Development Sector*, Washington (D. C.), 1978.

BANQUE MONDIALE. *Environmental Guidelines*, Washington (D. C.), 1988.

BANQUE MONDIALE. *Occupational Health and Safety Guidelines*, Washington (D. C.), 1988.

BANQUE MONDIALE. *Techniques for Assessing Industrial Hazards*, Washington (D. C.), 1988. Note technique 55.

BATSTONE, R., J.E. SMITH Jr. et D. WILSON, éd. *The Safe Disposal of Hazardous Wastes: The Special Needs and Problems of Developing Countries*, Washington (D. C.), Banque mondiale, 1989. Note technique 93.

PROGRAMME DES NATIONS UNIES POUR L'ENVIRONNEMENT. *Awareness and Preparedness for Emergencies at Local Level (APELL): A Process for Responding to Technological Accidents*, Nairobi (Kenya), PNUE, 1988.

Gestion des matière dangereuses

ANDERSON, I. « White Asbestos Also Causes Cancer », *New Scientist*, 9 mars 1991, p. 12.

HUNCHAREK, M. « Brake Mechanics, Asbestos and Disease Risk », *American Journal of Forensic Medical Pathology*, vol. 11, n° 3 (1990), p. 240-326.

MOSSMAN, B.T., et J.B. GEE. « Asbestos-Related Diseases », *New England Journal of Medicine*, vol. 320 (1989), p. 1721-1730.

MOSSMAN, B.T., et coll. « Asbestos: Scientific Developments and Implications for Public Policy », *Science*, vol. 247 (1990), p. 361-365.

NATIONAL INSTITUTE FOR OCCUPATIONAL SAFETY AND HEALTH. *Occupational Safety and Health Guidance Manual for Hazardous Waste Site Activitie*s, Washington (D. C.), Department of Health and Human Services, 1985. Document PB 90-8755.

NEUBERGER, M., et M. KUNDI. « Individual Asbestos Exposure. Smoking and Mortality: Asbestos Cement Industry », *British Journal of Industrial Medicine*, vol. 47 (1990), p. 615-620.

OCCUPATIONAL SAFETY AND HEALTH ADMINISTRATION. 1990. *Occupational Safety and Health Standards*, Subpart Z. *Toxic and Hazardous Substances: Asbestos, Tremolite, Anthrophyllite and Actinolite*, Federal Register 1910.1001. U.S. Standards and Interpretations

OCCUPATIONAL SAFETY AND HEALTH ADMINISTRATION. 702.0.32-708.0.29, Washington (D. C), Department of Health and Human Services.

PELNAR, P. V. *Health Effects of Asbestos and of Other Minerals and Fibers*, Park Forest (Illinois), Chem-Orbital, 1990.

UNITED STATES PRINTING OFFICE. *Hazardus Waste Operations and Emergency Response*, Washington (D. C.), United States Standards and Interpretations, 1990. Federal Register 1910.132

Emplacement d'usines et mise en valeur de terrains à des fins industrielles

GEETHKRISHNAN, K.P. « Indian Policy for Siting of Industry », *Industry and Environment*, vol 12, n° 3 (1989), p. 3-6.

PROGRAMME DES NATIONS UNIES POUR L'ENVIRONNEMENT. *Guidelines to Assessing Environmental Impact and Environmental Criteria for the Siting of Industry*, Paris (France), PNUE, 1980. Industry and Environment Guidelines Series, vol. I.

PROGRAMME DES NATIONS UNIES POUR L'ENVIRONNEMENT. BUREAU DE L'INDUSTRIE ET DE L'ENVIRONNEMENT. *Guidelines for Assessing Industrial Impact and Environmental Criteria for the Siting of Industry*, 2 vol., Paris (France), PNUE, 1980.

Réseaux de transport d'électricité

ASPLUNDH ENVIRONMENTAL SERVICES. *Right-of-Way Ecological Effects Bibliography*, Willow Grove (Pennsylvanie), 1979. Rapport EPRI-EA-1080.

GAS RESEARCH INSTITUTE. *Environmental Aspects of Rights-of-Way for Natural Gas Transmission Pipelines: An Updated Bibliography*, Argonne (Illinois), GRI, 1988.

GOODLAND, R., éd. *Power Lines and the Environment*, Millbrook (New York), Cary Ecosystem Center, 1973.

UNITED STATES. DEPARTMENT OF THE INTERIOR. *Environmental Criteria for Electric Transmission Systems*, Washington (D. C), General Printing Office, 1979. Document 001-0100074-3.

UNITED STATES. DEPARTMENT OF THE INTERIOR. FISH AND WILDLIFE SERVICE. *Management of Transmission Line Rights-of-Way for Fish and Wildlife*, vol. I : *Background Information*, Washington (D. C.), 1979. Report FWS/OBS-79/22-1.

UNITED STATES. ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY. *Electric Fields Under Power Lines. Supplement to an Examination of Electric Fields Under EHV Overhead Power Transmission Line*s. Silver Spring (Maryland), EPA, 1980.

Oléoducs et gazoducs

BANQUE MONDIALE. *Environmental Guidelines*, Washington (D. C.), 1988

CARPENTER, G.F. « Environmental Considerations in Planning and Routing Natural Gas Pipelines and Their Relationship to Off-Road Vehicle Use », *Right of Way*, vol. 29, n° 3 (1982), p. 29-31.

CONSIDINE, C.M., éd. « Gas Pipelines and Underground Storage » *in Energy Technology Handbook*. New York (New York), McGraw-Hill, 1977.

DAVIS, S.H., Jr. « Effect of Natural Gas on Trees and Other Vegetation », *Journal of Aboriculture*, vol. 3, n° 8 (1976), p.153-168.

GAS RESEARCH INSTITUTE. *Assessment of Environmental Problems Associated With Installation and Maintenance of New Gas-Transmission Pipelines*, Chicago (Illinois), GRI, 1982. Report GRI-81/0114.

GOSSELINK, J.G. *Impacts of Pipeline Installation in Coastal Louisiana*. Minerals Management Service Information Transfer Meeting, Metairie (Louisiane), 1984.

GOSSELINK, J.G. *Managing Oil and Gas Activities in Coastal Environments: Refuge Manual*, Austin (Texas), Department of the Interior, Fish and Wildlife Service, 1981. Report FWS/OBS-81/22.

Exploitation en mer du pétrole et du gaz

UNITED STATES. DEPARTMENT OF THE INTERIOR. FISH AND WILDLIFE SERVICE. *Environmental Planning for Offshore Oil and Gas*, vol. I : *Recovery Technology*, Washington (D. C), 1979. Report FWS/OBS-77/12. Préparé par la Conservation Foundation

UNITED STATES. DEPARTMENT OF THE INTERIOR. FISH AND WILDLIFE SERVICE. *Environmental Planning for Offshore Oil and Gas*, vol. II : *Effects on Coastal Communities*, Washington (D. C.), 1978. Report FWS/OBS-77/13. Préparé par la Conservation Foundation

UNITED STATES. DEPARTMENT OF THE INTERIOR. FISH AND WILDLIFE SERVICE. *Environmental Planning for Offshore Oil and Gas. Volume III: Effects on Living Resources and Habitats*, Washington (D. C.), 1978. Report FWS/OBS-77/14. Préparé par la Conservation Foundation.

UNITED STATES. ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY. *Choosing Offshore Pipeline Routes: Problems and Solutions, Boston* (Massachusetts), 1980. Report EPA-600/7-80-114. Préparé par la New England River Basins Commission.

Exploitation à terre du pétrole et du gaz

NAVAL CIVIL ENGINEERING LABORATORY. *Nearshore Pipeline Installation Methods*, Port Hueneme (Californie), 1981. Report CEL-CR-81.016

UNITED STATES. DEPARTMENT OF AGRICULTURE. *Final Environmental Impact Statement for Proposed Oil and Gas Drilling at Cache Creek-Bear Thrust, near Jackson, Teton County, Wyoming*. Washington (D. C.), Department of the Interior, 1982.

UNITED STATES DEPARTMENT OF THE INTERIOR. BUREAU OF LAND MANAGEMENT. *Hickey MountainTable Mountain Oil and Gas Field Development: Final Environmental Impact Statement and Record of Decision*, Washington (D. C.), 1987.

UNITED STATES. DEPARTMENT OF THE INTERIOR. BUREAU OF LAND MANAGAEMENT. *Oil and Gas Environment Assessment of BLM Leasing Program: Lewistown District*, Washington (D. C), 1981.

Projets hydroélectriques

BANQUE MONDIALE. *Environmental Policy for Dam and Reservoir Pro*jects, Washington (D. C.), Banque mondiale, 1989. Directive opérationnelle 4.00, annexe B.

DIXON, J.A., L.M. TALBOT et G.J-M. LE MOIGNE. *Dams and the Environment: Considerations in World Bank Projects*, Washington (D. C.), Banque mondiale, 1989. Note technique 110.

GARZON, C. *Water Quality in Hydroelectric Projects: Considerations for Planning in Tropical Forest Regions*, Washington (D. C.), Banque mondiale, 1984. Note technique 20.

GOODLAND, R. *Environmental Assessment of the Tucurui Hydroproject, Amazonia*, Brasilia (Brésil), Electronorte, 1978.

GOODLAND, R. « The World Bank's New Policy on Environmental Aspects of Dam and Reservoir Projects », *Indian Journal of Public Administration* , vol. 35, n° 3 (1989), p. 607-633.

INTERMIN MEKONG COMMITTEE. *Environmental Impact Assessment: Guidelines for Application to Tropical River Basin Development*, Bangkok (Thaïlande), Commission économique et sociale des Nations Unies pour l'Asie et le Pacifique, 1982. Environment and Development Series

MAHMOOD, K. *Reservoir Sedimentation: Impact, Extent, and Mitigation*, Washington (D. C.), Banque mondiale, 1987. Note technique 71.

Projets de centrales thermiques

UNITED STATES. DEPARTMENT OF THE INTERIOR. FISH AND WILDLIFE SERVICE. *A Biologist's Manual for the Evaluation of Impacts of Coal-Fired Power Plants on Fish, Wildlife, and Their Habitats*, Argonne (Illinois), National Laboratory, 1978. Report FWS/OBS-78/75.

UNITED STATES. DEPARTMENT OF THE INTERIOR. FISH AND WILDLIFE SERVICE. *Impacts of Coal-Fired Power Plants on Fish, Wildlife, and Their Habitats*, Argonne (Illinois), National Laboratory, Division of Environmental Impact Studies, 1979. Report FWS/OBS-78/29

Financement de la production d'électricité d'origine nucléaire : options pour la Banque

AHEARNE, J.F. 1989. « Will Nuclear Power Recover in a Greenhouse? », *Resources for the Future*, ENR 89-06 (1989), p. 58.

BLIX, H. « The World's Energy Needs and the Nuclear Power Option », *IAIA Bulletin* , vol. 32, n° 1 (1990), p. 38-44.

CRIQUI, P. « Trends in World Energy Demand in the Face of Possible Global Climate Change », *Energy Studies Review*, vol. 1, n° 3 (1989), p. 258-268.

CRUVER, P.C. « How the Greenhouse Effect Might Shape World Energy Policy in the 21st Century », *OPEC Bulletin*, vol. 20, n 4 (1989), p. 9-13.

DE, P.L. « Costs of Decommissioning Nuclear Power Plants », *IAIA Bulletin*, vol. 32, n° 3 (1990), p. 39-42.

MCKEE, K.C. « The Lessons of Three Mile Island », *Public Utilities Fortnightly*, vol. 126, n° 11 (1990), p. 15-21.

MILLER, A., et I. MINTZER. « Global Warming: No Nuclear Fix », *Bulletin of Atomic Scientists*, vol. 46 (1990), p. 30-34.

MURRAY, J. « Can Nuclear Energy Slow Global Warming? », *Energy Policy*, vol. 18 (1990), p. 494-499.

TODANI, K., Y.M. PARK et G.H. STEVENS. « The Near Term Contribution of Nuclear Energy in Reducing Carbon Dioxide Emissions in OECD Countries », *Energies Technologies for Reducing Emissions of Greenhouse Gases*, vol. 1 (1989), p. 59-70.

Industrie du ciment

BANQUE MONDIALE. *Cement Manufacturing: Guidelines for Disposal of Waste*, Washington (D. C.), 1984.

BEERS, A. *Hazardous Waste Incineration: The Cement Kiln Option*. New York (New York), New York State Legislative Commission on Toxic Substances and Hazardous Wastes, 1987.

OCCUPATIONAL SAFETY AND HEALTH ASSOCIATION. *Industrial Hygiene Technical Manual. Occupational Safety and Health Administration Instructions*, Washington (D. C.), General Printing Office, 1984.

ORGANISATION DES NATIONS UNIES POUR LE DÉVELOPPEMENT INDUSTRIEL. *Information Sources on the Cement and Concrete Industry*, New York (New York), ONUDI, 1977. Guides to Information Sources, n° 2.

UNITED STATES. ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY. *Development Document for Effluent Limitations, Guidelines, New Source Performance Standards for the Cement Manufacturing Point Source Category*, Washington (D. C.), EPA, 1974. Document EPA/440/1-74-005a.

Industrie chimique et pétrochimique

AMERICAN PETROLEUM INSTITUTE. *Guidelines on Noise: A Medical Report*, Austin (Texas), API, 1973.

NATIONAL INSTITUTE FOR OCCUPATIONAL SAFETY AND HEALTH. *Guide to Chemical Hazards*, Washington (D. C.), Department of Health and Human Services, 1985. Publication 78-210

UNITED STATES ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY. *Regulations on National Emission Standards for Hazardous Air Pollutants* (40 CFR 61).

UNITED STATES ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY. *Effluent Guidelines and Standards for Organic Chemicals* (40 CFR 414).

UNITED STATES ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY. *Effluent Guidelines and Standards for Inorganic Chemicals* (40 CFR 415).

UNITED STATES ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY. *Effluent Guidelines and Standards for Pharmaceutical Manufacturing* (40 CFR 439).

Usines d'engrais

BANQUE MONDIALE. *Guidelines for Fertilizer Manufacturing Wastes*, Washington (D. C.), 1983.

BANQUE MONDIALE. *Occupational Health and Safety Guidelines*, Washington (D. C.), 1988.

PROGRAMME DES NATIONS UNIES POUR L'ENVIRONNEMENT. BUREAU DE L'INDUSTRIE ET DE L'ENVIRONNEMENT. *Guidelines for Assessing Industrial Environmental Impact and Environmental Criteria for for the Siting of Industry*, 2 vol., Paris (France), PNUE, 1982.

UNITED STATES. ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY. *EPA Effluent Guidelines and Standards for Fertilizers Manufacturing* (40 CFR 418).

Industrie alimentaire

BANQUE MONDIALE. *Fruit and Vegetable Processing Industrial Waste Disposal*, Washington (D. C.), 1983.

BANQUE MONDIALE. *Meat Processing and Rendering Industrial Waste Disposal*, Washington (D. C.), 1983.

UNITED STATES. ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY. *Effluent Guidelines and Standards for Grain Mills* (40 CFR 406).

UNITED STATES. ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY. *Effluent Guidelines and Standards for Canned and Preserved Fruits and Vegetables* (40 CFR 407).

UNITED STATES. ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY. *Effluent Guidelines for Canned and Preserved Seafood* (40 CFR 408).

UNITED STATES. ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY. *Effluent Guidelines and Standards for Diary Products* (40 CFR 409).

UNITED STATES. ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY. *Effluent Guidelines and Standards for Meat Products* (40 CFR 432).

UNITED STATES. ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY. *Effluent Guidelines for Sugar Processing* (40 CFR 465).

Industrie sidérurgique

BANQUE MONDIALE. *Effluent Guidelines for Iron and Steel Industry*, Washington (D. C.), 1983.

KENDRICK, D. A., A. MEERAUS et J. ALATORE. *Planning of Investment Programs in the Steel Industry, Vol. III*, Baltimore (Maryland), The John Hopkins University Press, 1984.

SCHUENEMAN, J.J., M.D. HIGH et W.E. BYE. *Air Pollution Aspects of the Iron and Steel Industry. Public Health Series*, Washington (D. C.), Department of Health and Human Services, 1963.
Publication 999-AP-1.

UNITED STATES ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY. *Effluent Guidelines for Iron and Steel Manufacturing* (40 CFR 420).

Industrie des métaux non ferreux

UNITED STATES. ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY. *Regulations on Standards of Performance for New Stationary Sources* (40 CFR 60).

UNITED STATES. ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY. *Regulations on National Emission Standards for Hazardous Air Pollutants* (40 CFR 61).

UNITED STATES. ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY. *Effluent Guidelines and Standards for Non-ferrous Metals* (40 CFR 421).

Raffinage du pétrole

BANQUE MONDIALE. *Environmental Guidelines*, Washington (D. C.), 1988.

SCHERR, « Impact of Clean Air Act Amendment on Refinery Planning and Construction », communic. présentée au 89e congrès annuel de la National Petroleum Refiners Association, San Antonio (Texas), 1991.

UNITED STATES. ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY. *Effluent Guidelines and Standards for Petroleum Refining* (40 CFR 491).

Industrie de la pâte à papier, du papier et de la transformation du bois d'œuvre

BANQUE MONDIALE. BUREAU DES AFFAIRES D'ENVIRONNEMENT. *Environmental Considerations in the Pulp and Paper Industry*, Washington (D. C.), 1980.

HTUN, N. *International Trends in Environmental Management in the Pulp and Paper Industry*. Bangkok (Thaïlande), Technical Association of the Pulp and Paper Industry Press, 1982.

JENSEN, W. 1986. « Environmental Trends in the Finnish Pulp and Paper Industry », *Industry and Environment*, vol. 9, n° 3 (1986), p. 19-24.

PROGRAMME DES NATIONS UNIES POUR L'ENVIRONNEMENT. *Environmental Guidelines for Pulp and Paper Industry*, Nairobi (Kenya), PNUE, 1982. Environmental Management Guidelines No. 4.

UNITED STATES. ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY. *Development Document for Effluent Limitations Guidelines and Standards for the Pulp, Paper, and Paperboard and the Builder's Paper and Board Mills*, Washington (D. C.), General Printing Office, 1980. Report EPA 440/1-80/025b.

Exploitation minière et traitement des minéraux

CARDAMONE, M.A., J.R. TAYLOR et W.J. MITSCH. *Wetlands and Coal Surface Mining: A Management Handbook*, Louisville (Kentucky), University of Louisville, Systems Science Institute, 1984.

CHRINONIS, N.P., éd. *Training Manual for Miners*, New York (New York), McGraw-Hill, 1980.

HINKLE, C.R., R.F. AMBROSE et C.R. WENZEL. *A Handbook for Meeting Fish and Wildlife Information Needs to Surface Mine Coal: OSM Region I*, Washington (D. C.), Department of the Interior, Fish and Wildlife Service, 1981.

LAMB, A.M. *Procedures for Assessment of Cummulative Impacts of Surface Mining of the Hydrologic Balance*, Washington (D. C.), Department of the Interior, Office of Surface Mining Reclamation and Enforcement, 1982.

LYLE, F.S. *Surface Mine Reclamation Manual*, Washington (D. C.), Department of the Interior, Bureau of Mines, 1987.

RICHINGS, M. L., et L. READDY. *Surface Oil Mining: A Technical and Environmental Assessment*, Washington (D.C.), Department of the Interior, Bureau of Mines, 1981

ANNEXE 10-1

Modèle de cadre de référence
Évaluation des impacts sur l'environnement d'installations reliées à l'énergie

Note : Les numéros de paragraphes renvoient à ceux du modèle de cadre de référence donné à l'annexe 1-3; les paragraphes additionnels ne sont pas numérotés

1. Introduction. La présente section établira la raison d'être du cadre de référence, déterminera les projets énergétiques devant être évalués et expliquera les modalités d'exécution de l'évaluation environnementale. Les projets énergétiques comprennent mais ne se limitent pas aux systèmes de distribution d'électricité, aux oléoducs et aux gazoducs, à l'exploitation du gaz et du pétrole, au développement géothermique, aux installations hydroélectriques et aux usines thermoélectriques.

2. Informations générales. La présente section fournira un arrière-plan aux éventuels intéressés susceptibles d'entreprendre une évaluation environnementale, qu'il s'agisse d'experts-conseils ou d'agences gouvernementales. Elle inclura une brève description des principaux volets du projet proposé, expliquera en quoi celui-ci s'avère nécessaire et les objectifs qu'il cherche à atteindre, quelle sera l'agence d'exécution, un résumé succinct du projet (y compris les solutions de rechange envisagées), son état d'avancement et son calendrier de même que tous projets avec lesquels il est associé. S'il existe d'autres projets en cours ou prévus dans la région susceptibles d'avoir recours aux mêmes ressources, il convient de les mentionner dans cette section.

   Les principaux volets d'un projet d'énergie devant ci-après faire l'objet d'une description incluent les composantes suivantes, selon les circonstances : sources d'énergie (p. ex. sources géothermiques, bassin de retenue, gisement de pétrole ou de gaz); installations de production énergétique (p. ex. puits, plate-forme, barrage, pompe); systèmes d'approvisionnement du carburant (p. ex. pipeline offshore ou par voie de terre, barge, pétrolier, transport routier, transporteur à bande, tramway aérien); système de production d'électricité (p. ex. turbine, générateur); réseaux de transmission (p. ex. emprise, transformateurs, installation de distribution de courant haute tension); systèmes antipollution (p. ex. forage des boues et des débris, contrôle des gaz de cheminée, contrôle des émissions à la source non ponctuelle, traitement et rejets des eaux de refroidissement et usées, évacuation des cendres); approvisionnement (p. ex. emplacement des magasins de pièces détachées et de produits chimiques, itinéraires); personnel (p. ex. nombre d'employés, capacités requises); services (p. ex. protection contre les incendies, sécurité, moyens de transport); plans d'urgence et participation de la communauté (p. ex. logement pour les ouvriers durant les travaux de construction).

3. Objectifs. La présente section donnera un résumé de la portée générale de l'évaluation environnementale et examinera son calendrier en rapport avec d'autres aspects de la préparation du projet ainsi que de sa conception et de sa mise en œuvre. Par ailleurs, elle déterminera les contraintes éventuelles se rapportant à la justesse des données de base de l'évaluation environnementale existante et à la nécessité de procéder par étapes à la collecte de nouvelles données (p. ex. sur plusieurs saisons) en s'efforçant de ne pas entraver le calendrier du reste du projet.

4. Spécifications de l'évaluation des impacts sur l'environnement. La section suivante définira les règlements et lignes directrices qui régiront le déroulement de l'évaluation ou indiqueront le contenu de son rapport. Un certain nombre d'entre eux peuvent figurer dans la liste suivante :

   - la Directive opérationnelle 4.01 de la Banque sur l'évaluation environnementale ou d'autres directives pertinentes, de directives de manuel opérationnel et de notes de politique;
   - lois ou règlements nationaux au sujet des évaluations environnementales et des évaluations des impacts sur l'environnement;
   - règlements relatifs à l'évaluation environnementale à l'échelle de la région, de la province ou de la commune;
   - règlements en matière de l'évaluation environnementale appliqués par l'une ou l'autre des organisations financières qui participe au projet.

   La présente section spécifiera les normes de mise au point et d'exploitation dont doivent tenir compte les volets du projet de manière à être acceptables pour l'environnement. Elle comportera, par exemple, les questions concernant les limitations de rejets d'effluents, les normes d'émissions atmosphériques, de qualité de l'eau des exutoires et elle indiquera les prescriptions en matière de santé du travail et de sécurité.

5. Aire d'étude. Cette section délimitera le cadre de la zone d'étude nécessaire à l'évaluation. Elle indiquera, selon qu'il convient, la largeur de l'emprise et l'alignement des lignes de distribution ou des pipelines. Elle spécifiera, de la même façon, l'emplacement des postes de transformation, des compresseurs de pétrole ou de gaz ou des installations de pompage. S'il s'agit de projets d'exploitation des sources énergétiques, il faudra indiquer l'ensemble de la région concernée (p. ex. surface du bassin versant et de la plaine alluviale dans le cas de bassins de retenue hydroélectriques et s'il s'agit de gisements de pétrole ou de gaz, les zones de production et de réserves).

   S'il existe des régions éloignées ou des régions voisines qu'il y aurait lieu d'examiner eu égard aux effets que peuvent avoir certains aspects du projet, il faut les mettre en évidence. Si, par exemple, un projet d'énergie ne comporte que le développement d'une centrale thermoélectrique et qu'un volet d'exploitation de pétrole ou de gaz ne soit pas prévu, alors il faudra désigner les couloirs de transport, les terminaux ainsi que les endroits où les combustibles seront acheminés en vue de leur traitement.

6. Champ des activités. Il existe des cas où les tâches qu'un expert-conseil doit effectuer sont connues avec suffisamment de certitude pour être spécifiées en intégralité dans le cadre de référence. Dans d'autres cas, on remédiera au manque d'informations en ayant recours à des études de terrain spécialisées ou à des activités de modélisation permettant d'évaluer l'impact; l'expert-conseil sera prié de définir avec précision certaines tâches nécessaires à l'évaluation et à l'approbation par le maître de l'ouvrage.

7. Tâche 1. Description du projet proposé. Fournir des précisions sur les aspects suivants : emplacements des ouvrages et des emprises liés au projet; configuration des installations sur les emplacements reliés au projet; organigrammes des installations et conception de base des activités d'exploitation, taille, capacité, diagrammes des flux de matières; activités de préconstruction; travaux de construction, calendrier, personnel, installations et services; exploitation et entretien; besoin d'investissements hors de l'emplacement; durée de vie des principales composantes.

   Fournir des cartes à l'échelle qu'il convient indiquant le plan d'ensemble des emplacements et des emprises reliés au projet et faisant figurer les secteurs dont l'environnement est susceptible d'être touché. Les contours topographiques étant disponibles ainsi que les étendues d'eau d'importance, les routes, les voies de chemins de fer, les centres villes, les parcs et les réserves aussi bien que les frontières politiques devront également être mentionnés sur ces cartes. Fournir également des cartes, si

elles sont disponibles, indiquant la répartition de l'occupation des sols, à des fins industrielles, résidentielles, commerciales, institutionnelles, agricoles, etc.

8. Tâche 2. Description de l'environnement. Procéder à l'assemblage et à l'estimation des données de base des caractéristiques de l'environnement actuel de la zone d'étude. Préciser tout changement auquel on peut s'attendre avant le démarrage du projet.

   Environnement physique : géologie (p. ex. stratigraphie et structure des champs de puits, passé séismique des zones où seront situés les réservoirs de stockage); topographie (p. ex. système de drainage aux alentours des terrains de construction); pédologie (p. ex. valeur agricole, matériaux potentiels de revêtement ou de couverture des sols dans les décharges de résidus); sédiments benthiques (p. ex. niveau de pollution au large des côtes où les pipelines reposent); climat et météorologie (p. ex. caractéristiques des vents dominants à proximité des cheminées, modes des précipitations sur les décharges de résidus); qualité de l'air ambiant (en indiquant l'apport provenant d'autres facteurs importants de pollution, s'il en existe); hydrologie des eaux superficielles (p. ex. ressources hydriques en aval des bassins de retenue); paramètres côtiers et océaniques (p. ex. courants autour de la plate-forme et des zones portuaires); qualité des exutoires (en indiquant l'apport provenant d'autres facteurs importants de pollution, s'il en existe); sources de pollution locale non négligeable en précisant les mesures d'atténuation prévues.

   Environnement biologique : flore (p. ex. types et diversité); faune (p. ex. espèces locales et migratoires); espèces rares ou en danger présentes à l'intérieur et dans des espaces qui jouxtent les emplacements reliés au projet ou proches de l'emprise; habitats sensibles, tels que les milieux humides, les parcs ou les réserves, les espaces naturels situés à l'intérieur, en aval ou en contrebas des emplacements ou de l'emprise (y compris les habitats benthiques présents aux alentours des pipelines en mer); espèces d'importance commerciale vivant dans des régions touchées par le projet, en comprenant les régions côtières à proximité des installations portuaires.

   Environnement socioculturel (en tenant compte des conditions présentes et projetées, s'il y a lieu) : population (p. ex. à plein temps ou saisonnière); exploitation de la terre (p. ex. annuelle et saisonnière); activités de développement prévues; structure sociale; emplois et marché du travail; distribution des revenus, des biens et des services; loisirs; santé publique; éducation; patrimoine culturel (p. ex. sites archéologiques et d'importance historique); peuples autochtones et terres traditionnellement tribales; coutumes, aspirations et attitudes.

9. Tâche 3. Textes législatifs et réglementaires. Décrire les règlements et normes pertinentes régissant la qualité de l'environnement, la santé et la sécurité, la protection des zones sensibles et des espèces en danger, l'emplacement du site, les mesures de contrôle de l'occupation des sols, etc. à l'échelle internationale, nationale, régionale et locale. (Le cadre de référence devrait spécifier celles qui sont connues et réclamer que l'expert-conseil s'enquière des autres).

10. Tâche 4. Détermination des effets potentiels du projet proposé. Dégager tous les changements auxquels le projet pourrait donner naissance, pouvant comprendre, sans pour autant qu'il faille s'y limiter, les aspects suivants : perspectives d'emploi, rejet d'eaux usées, effluents thermiques, émissions atmosphériques, occupation des sols, infrastructure, exposition aux maladies, bruits, circulation, comportements socioculturels. Évaluer les effets causés par les changements dont le projet est à l'origine sur les conditions de base de l'environnement telles qu'elles sont ci-dessus décrites aux termes de la Tâche 2.

    Distinguer, dans l'analyse, les impacts positifs essentiels des impacts négatifs, les effets directs des effets indirects, les répercussions immédiates de celles de longue durée. Inclure les impacts indirects causés par l'accroissement de l'alimentation électrique (p. ex. expansion industrielle et développement

de l'urbanisation). Déterminer les impacts pouvant se produire après des accidents (p. ex. rupture potentielle d'oléoducs, fuite d'un gazoduc, explosion d'un puits de pétrole, collision d'un pétrolier). Déterminer les impacts inévitables ou irréversibles. Décrire, dans la mesure du possible, les effets, d'un point de vue quantitatif eu regard aux coûts et aux avantages qu'ils représentent pour l'environnement. Leur attribuer, si possible, des valeurs économiques.

L'analyse de l'impact de projets d'énergie devrait être divisée entre les effets produits par les travaux de construction et ceux dus aux activités d'exploitation. Il faut distinguer, par exemple, les effets des travaux de construction, dans le cas des pipelines, causés par les activités de défrichement (p. ex. disparition de la végétation qui abrite les espèces sauvages) des effets d'exploitation dus à leur entretien (p. ex. emploi d'herbicides). S'il s'agit de centrales thermoélectriques, l'impact des travaux de construction causés par la création de logements destinés aux ouvriers (p. ex. changements de la demande en services municipaux) des effets d'exploitation de la centrale (p. ex. émissions de gaz de cheminée et rejets d'effluents).

Déterminer l'ampleur et la qualité des données disponibles en expliquant le défaut de précisions importantes ainsi que les incertitudes relatives aux prévisions des effets. Fournir, autant que possible, le cadre de référence devant faire l'objet d'études pour obtenir les précisions manquantes. Pour toute information qui ne pourrait être connue qu'une fois le projet réalisé, fournir le cadre de référence du suivi des activités d'exploitation sur une période donnée et permettant de modifier les paramètres de conception ou de fonctionnement compte tenu des mises à jour de l'analyse en matière d'impacts.

11. Tâche 5. Analyse de solutions de remplacement au projet proposé. L'évaluation des impacts sur l'environnement devrait comprendre une analyse des solutions de rechange réalisables de manière à atteindre les véritables objectifs du projet. L'analyse pourrait suggérer des projets écologiquement plus rationnels et plus sages du point de vue socioculturel ou économique que le projet d'origine. Insérer la solution où l'on ne prend aucune action dans le but de montrer les conditions de l'environnement quand le projet n'est pas réalisé. Les solutions suivantes devraient être comprises : la solution où rien n'est entrepris (comme il vient d'être dit); les autres moyens de satisfaire les besoins en énergie; la possibilité de moderniser les installations existantes; les itinéraires et les sites de remplacement; d'autres conceptions et méthodes de construction en tenant compte des coûts et de leur fiabilité.

Décrire comment les solutions de remplacement se comparent en rapport à leurs effets potentiels sur l'environnement; coûts d'investissement et de fonctionnement; adéquation aux conditions locales (p. ex. aptitudes requises, agrément des instances politiques, coopération du public, disponibilité des pièces détachées, niveau technologique); conditions institutionnelles, formation et besoins de suivi. Indiquer dans la description des impacts, ceux susceptibles d'être irréversibles ou inévitables et ceux que l'on pourrait atténuer.

Effectuer, autant que puisse se faire, une quantification des coûts et des avantages de chaque solution en intégrant l'estimation des coûts des mesures d'atténuation qui s'y rapportent. Décrire les raisons pour lesquelles on a préféré le projet proposé aux autres choix possibles.

12. Tâche 6. Développement d'un programme de gestion en vue d'atténuer les effets négatifs. Recommander, pour le projet proposé, des mesures réalistes et rentables de façon à enrayer ou à réduire à des niveaux acceptables les effets négatifs importants. Inclure les mesures d'intervention requises en cas d'incidents.

Estimer les conséquences et les coûts de ces mesures ainsi que des besoins institutionnels et en formation permettant de les mettre en œuvre. Examiner la question des compensations dues aux parties affectées qui subissent les effets du projet que l'on ne peut atténuer. Préparer un plan de

gestion comprenant les programmes des travaux proposés, l'estimation du budget, les calendriers, les besoins en personnel et en formation ainsi que les autres services de soutien nécessaires à la réalisation des mesures d'atténuation.

13. Tâche 7. Détermination des besoins institutionnels nécessaires à l'exécution des recommandations de l'évaluation environnementale. Procéder à un examen des pouvoirs et des capacités des institutions à l'échelle locale, provinciale ou régionale et nationale et recommander des mesures permettant de les renforcer ou de les étendre de sorte que les programmes de gestion et de suivi de l'environnement puissent s'effectuer. Il se peut que les recommandations se traduisent par de nouvelles lois et réglementations, comportent d'autres agences ou d'autres fonctions, des arrangements intersectoriels, des procédures de gestion et de formation, du personnel, un programme de formation en matière d'exploitation et d'entretien, une budgétisation et un soutien financier.

14. Tâche 8. Élaboration d'un plan de suivi. Préparer un plan détaillé qui permettra d'assurer le suivi et la mise en œuvre des mesures d'atténuation et d'exercer une surveillance des effets du projet durant la construction et l'exploitation du projet. Inclure dans le plan une estimation des coûts d'investissement et de fonctionnement ainsi qu'une description des autres ressources nécessaires à sa réalisation (formation et renforcement institutionnel, par exemple).

15. Tâche 9. Appuyer la coordination entre les agences et la participation public et des ONG. Aider à coordonner la préparation de l'évaluation environnementale avec d'autres agences gouvernementales, à obtenir les points de vue des ONG et des groupes de population concernés et à consigner les minutes des réunions et des autres activités, des communications et des commentaires. Le cadre de référence devrait indiquer les types d'activités, tels, par exemple, qu'une session où les agences cherchent à établir leurs objectifs, des présentations relatives à l'environnement destinées au personnel du projet et aux comités inter-agence, soutien aux groupes de conseillers de l'environnement, tribune publique.

16. Rapport. Fournir un rapport d'évaluation des impacts sur l'environnement succinct et limité aux problèmes d'environnement majeurs. Le corps du texte devrait se concentrer sur les résultats obtenus, les conclusions et les mesures recommandées étayés par des résumés des données recueillies ainsi que les références des commentaires dont on s'est servi pour les interpréter. Des données détaillées ou pour lesquelles il n'existe pas d'interprétation ne devrait pas figurer dans le document principal mais plutôt être présentées en appendices ou dans un texte séparé. Des documents non parus n'étant pas nécessairement accessibles mais dont on s'est servi dans l'évaluation devraient être rassemblés dans un appendice. Organiser le rapport d'évaluation des impacts sur l'environnement en suivant le schéma ci-après (Format suggéré dans la Directive opérationnelle 4.01; le cadre de référence peut spécifier un autre format pour répondre aux conditions de l'agence nationale, pour autant que les sujets requis par la directive de la Banque sont couverts.) :

    - Résumé
    - Cadre de politique générale, légal et administratif
    - Description du projet proposé
    - Description de l'environnement
    - Impacts majeurs sur l'environnement
    - Analyses des choix possibles

- Plan de gestion des mesures d'atténuation
- Gestion de l'environnement et formation
- Programme de suivi
- Participation inter-organisation et participation du public et des ONG
- Liste des références
- Annexes :
    - Listes des personnes chargées de la préparation de l'évaluation environnementale
    - Comptes rendus des communications inter-organisation, du public et des ONG
    - Données et documents de référence non parus

17. Équipes d'experts-conseils. L'évaluation des impacts sur l'environnement requiert une analyse interdisciplinaire. L'équipe chargée de l'évaluation environnementale se compose généralement de spécialistes versés dans les domaines suivants : planification de la gestion de l'environnement, socio-économie, écologie, hydrologie ou hydrogéologie, analyse de la qualité de l'air et de l'eau. S'il s'agit d'un projet d'énergie, il sera stipulé que l'équipe se compose également de spécialistes en rapport aux composantes présentes dans le projet (p. ex. pour les pipelines offshore, un océanographe et un biologiste des espèces marines; pour les lignes de distribution, un biologiste des espèces terrestres et un spécialiste des ressources culturelles; pour les centrales thermoélectriques, un expert en modélisation de la qualité de l'air et un biologiste des espèces aquatiques; pour des projets hydroélectriques, un hydrologue et un biologiste des espèces aquatiques). Le cadre de référence devrait demander, si possible, une estimation du nombre de personnes-semaines ou de personnes-mois nécessaires.

18. Calendrier. La présente section indiquera les dates où seront effectués les examens de l'état d'avancement du projet, les rapports provisoires et définitifs ainsi que d'autres moments importants du projet.

19. Autres précisions. Inclure ci-après les listes indiquant les sources à partir desquelles ont été obtenus les données, les documents et les études de référence du projet, les publications pertinentes et autres textes sur lesquels l'expert-conseil devrait se pencher.

ANNEXE 10-2

Modèle de cadre de référence
Évaluation des impacts sur l'environnement d'installations industrielles

Note : Les numéros de paragraphes renvoient à ceux du modèle de cadre de référence donné à l'annexe 1-3; les paragraphes additionnels ne sont pas numérotés

1. Introduction. La présente section établira la raison d'être du cadre de référence, déterminera le projet de développement industriel devant être évalué et expliquera les modalités d'exécution de l'évaluation environnementale. Les projets de développement industriel comprennent mais ne se limitent pas aux installations de production industrielle (p. ex. usines chimiques, pétrochimiques, de production de papier, de fer et d'acier, des métaux non ferreux, raffineries de pétrole, cimenteries, usines d'engrais et de produits alimentaires); à l'exploitation des matières premières (p. ex. mines et puits et installations de traitement, de transformation et de stockage qui s'y rapportent); aux installations de transport des matières premières et des produits (p. ex. terminaux portuaires, de ports en eaux profondes, de pipelines, de routes, de voies ferrées); aux installations de contrôle de la pollution industrielle (p. ex. systèmes de minimisation des déchets, systèmes de réduction des accidents et d'intervention, contrôle des émissions atmosphériques, traitement des eaux usées, évacuation des résidus).

2. Informations générales. La présente section fournira un arrière-plan aux éventuels intéressés susceptibles d'entreprendre une évaluation environnementale, qu'il s'agisse d'experts-conseils ou d'agences gouvernementales. Elle inclura une brève description des principaux volets du projet proposé, expliquera en quoi celui-ci s'avère nécessaire et les objectifs qu'il cherche à atteindre, quelle sera l'agence d'exécution, un résumé succinct du projet (y compris des solutions de rechange envisagées), son état d'avancement et son calendrier de même que tous projets avec lesquels il est associé. S'il existe d'autres projets en cours ou prévus dans la région susceptibles d'avoir recours aux mêmes ressources, il convient de les mentionner dans cette section.

   Les principaux volets d'un projet industriel devant ci-après faire l'objet d'une description incluent les composantes suivantes, selon les circonstances : sources locales et étrangères des matières premières (p. ex. mines de roches dures, puits de pétrole ou de gaz, usines chimiques, abattoirs, production fermière); activités de traitement (p. ex. séquence des opérations, continue ou en lot, taille, production); commercialisation escomptée (p. ex. à l'échelle locale et internationale); moyens de transport (p. ex. routes, pipelines, voie ferrée, barge) système antipollution (p. ex. réduction à la source et recyclage en vue de réduire les quantités de déchets, contrôle des émissions de gaz de cheminée, contrôle des émissions à la source non ponctuelle, traitement des eaux usées et déversements, évacuation des déchets solides, prévention des déversements accidentels); des fournitures (p. ex. emplacement des réserves de pièces détachées et de produits chimiques, itinéraire de leur transport); personnel (p. ex. nombre d'employés, capacités requises); services (p. ex. protection contre les incendies, sécurité, moyens de transport, services médicaux); plans d'urgence et participation de la communauté (p. ex. logement pour les ouvriers durant les travaux de construction).

3. Objectifs. La présente section donnera un résumé de la portée générale de l'évaluation environnementale et examinera son calendrier en rapport avec d'autres aspects de la préparation du projet ainsi que de sa conception et de sa mise en œuvre. Par ailleurs, elle déterminera les contraintes éventuelles se rapportant à la justesse des données de base de l'évaluation environnementale

existante et à la nécessité de procéder par étapes à la collecte de nouvelles données (p. ex. sur plusieurs saisons) en s'efforçant de ne pas entraver le calendrier du reste du projet.

4. Spécifications de l'évaluation des impacts sur l'environnement. La section suivante définira les règlements et lignes directrices qui régiront le déroulement de l'évaluation ou indiqueront le contenu de son rapport. Un certain nombre d'entre eux peuvent figurer dans la liste suivante :

   - la Directive opérationnelle 4.01 sur l'évaluation environnementale ou d'autres directives pertinentes, de directives de manuel opérationnel et de notes de politique;
   - lois ou règlements nationaux au sujet des évaluations environnementales et des évaluations des impacts sur l'environnement;
   - règlements relatifs à l'évaluation environnementale à l'échelle de la région, de la province ou de la commune;
   - règlements en matière de l'évaluation environnementale appliqués par l'une ou l'autre des organisations financières qui participe au projet.

   La présente section spécifiera les normes de mise au point et d'exploitation dont doivent tenir compte les volets du projet, de manière à être acceptables pour l'environnement. Elle comportera, par exemple, les questions concernant les limitations de rejets d'effluents, les normes d'émissions atmosphériques, de qualité de l'eau des exutoires et elle indiquera les prescriptions en matière de santé du travail et de sécurité.

5. Aire d'étude. Cette section délimitera le cadre de la zone d'étude nécessaire à l'évaluation. Elle indiquera, selon qu'il convient, la largeur de l'emprise et des couloirs de transport des matières premières et des produits. S'il s'agit de projets comprenant des mines et des puits de pétrole ou de gaz, inclure le périmètre des gisements de minerais et des champs de puits respectifs.

   S'il existe des contrées lointaines ou des zones adjacentes qu'il y aurait lieu d'examiner eu égard aux effets que peuvent avoir certains aspects du projet, il faut les mettre en évidence. S'il est prévu, par exemple, que les matériaux intermédiaires qui alimentent les opérations de traitement soient produits dans des installations éloignées, il faut alors les désigner (déterminer, par exemple, la provenance des intermédiaires réactionnels destinés à une usine pharmaceutique) dans la mesure où une plus grande demande exercée sur ces installations risque d'influer sur l'environnement de ces contrées.

6. Champ des activités. Il existe des cas où les tâches qu'un expert-conseil doit effectuer sont connues avec suffisamment de certitude pour être spécifiées en intégralité dans le cadre de référence. Dans d'autres cas, on remédiera au manque d'informations en ayant recours à des études de terrain spécialisées ou à des activités de modélisation permettant d'évaluer l'impact; l'expert-conseil sera prié de définir avec précision certaines tâches nécessaires pour l'évaluation et l'approbation par le maître de l'ouvrage.

7. Tâche 1. Description du projet proposé. Fournir des précisions sur les aspects suivants : emplacement des sites de développement et des emprises liés au projet; configuration des installations sur les sites de développement en rapport avec le projet; organigrammes des installations et conception de base des activités d'exploitation, taille, capacité, diagrammes des flux de matières; activités de préconstruction; travaux de construction, calendrier, personnel, installations et services; exploitation et entretien; activités de mise en valeur, telles qu'un projet d'exploitation minière; besoin d'investissements hors de l'emplacement; durée de vie des principales composantes.

   Fournir des cartes à l'échelle qu'il convient indiquant le plan d'ensemble des sites de développement et des emprises en rapport avec le projet et faisant figurer les zones avoisinantes dont l'environnement est susceptible d'être touché. Les contours topographiques étant disponibles ainsi que les étendues

d'eau d'importance, les routes, les voies de chemins de fer, les centres villes, les parcs et les réserves aussi bien que les frontières politiques devront également être mentionnés sur ces cartes. Fournir également des cartes, si elles sont disponibles, indiquant la répartition actuelle de l'occupation des sols.

8. Tâche 2. Description de l'environnement. Procéder à l'assemblage et à l'estimation des données de base des caractéristiques de l'environnement de l'aire d'étude devant être présentées. Apporter les précisions concernant tout changement auquel on peut s'attendre avant le démarrage du projet.

   Environnement physique : géologie (p. ex. stratigraphie et structure des champs de puits, passé séismique des secteurs où seront situés les réservoirs de stockage, examen des couches géologique qui protègent les eaux d'alimentation souterraines); topographie (p. ex. système de drainage aux alentours des terrains de construction, écran visuel autour des installations); pédologie (p. ex. valeur agricole, matériaux potentiels de revêtement ou de couverture des sols dans les décharges de résidus); climat et météorologie (p. ex. caractéristiques des vents dominants à proximité des cheminées, modes des précipitations sur les décharges de résidus); qualité de l'air ambiant (p. ex. capacité d'assimilation des émissions tout en maintenant les normes de qualité de l'air); (indiquer l'apport provenant d'autres facteurs importants de pollution, s'il en existe); hydrologie des eaux superficielles (p. ex. ressources hydriques en aval des bassins de retenue, érosion des sols et risque de sédimentation, dangers d'inondation); ressources en eau (p. ex. suffisance des ressources); paramètres côtiers et océaniques (p. ex. courants dans les zones portuaires, risque de dissémination des effluents aux endroits de rejets); qualité des exutoires (p. ex. capacité d'assimiler les rejets d'effluents tout en préservant les normes de qualité nécessaires aux utilisations voulues); (indiquer l'apport provenant d'autres facteurs importants de pollution, s'il en existe); sources de pollution locale non négligeable en précisant les mesures d'atténuation prévues.

   Environnement biologique : flore et faune; espèces rares ou en danger présentes à l'intérieur et dans des espaces qui jouxtent les sites de développement lié au projet ou proches de l'emprise; habitats sensibles tels que les milieux humides, les parcs ou les réserves, les espaces naturels d'importance situés à l'intérieur, en aval ou en contrebas des emplacements ou de l'emprise; espèces d'importance commerciale vivant dans des régions touchées par le projet y compris les régions côtières à proximité des installations portuaires.

   Environnement socioculturel (en tenant compte des conditions présentes et projetées, s'il y a lieu) : population (p. ex. à plein temps ou saisonnière); exploitation de la terre (p. ex. annuelle et saisonnière); activités de développement prévues; structure sociale; emplois et marché du travail; distribution des revenus, des biens et des services; loisirs; santé publique; éducation; patrimoine culturel (p. ex. sites archéologiques et d'importance historique); peuples autochtones et terres traditionnellement tribales; coutumes, aspirations et attitudes.

9. Tâche 3. Principes législatifs et réglementaires. Décrire les règlements et normes pertinentes régissant la qualité de l'environnement, la santé et la sécurité, la protection des milieux sensibles et des espèces en danger, l'emplacement du site, les mesures de contrôle de l'occupation des sols, etc. à l'échelle internationale, nationale, régionale et locale. (Le cadre de référence devrait spécifier celles qui sont connues et réclamer que l'expert-conseil s'enquière des autres.)

10. Tâche 4. Détermination des effets potentiels du projet proposé. Dégager tous les changements auxquels le projet pourrait donner naissance, pouvant comprendre, sans pour autant qu'il faille s'y limiter, les aspects suivants : perspectives d'emploi, rejet d'eaux usées, effluents thermiques, émissions atmosphériques, déchets solides, occupation des sols, infrastructure, exposition aux maladies, risques d'accidents industriels, bruits, circulation, comportements socioculturels. Évaluer

l'impact causé par les changements dont le projet est à l'origine sur les conditions de base de l'environnement telles qu'elles sont ci-dessus décrites aux termes de la tâche 2.

Distinguer, dans l'analyse, les impacts positifs essentiels des impacts négatifs, les effets directs des effets indirects, les répercussions immédiates de celles de longue durée. Inclure les impacts indirects causés par l'accroissement de l'alimentation électrique (p. ex. expansion industrielle et développement de l'urbanisation). Déterminer les effets pouvant se produire après des accidents (p. ex. rupture potentielle d'oléoducs, fuite d'un gazoduc, explosion d'un puits de pétrole, collision d'un pétrolier). Déterminer les impacts inévitables ou irréversibles. Décrire, dans la mesure du possible, les effets, d'un point de vue quantitatif en regard des coûts et des bénéfices qu'ils représentent pour l'environnement. Leur attribuer, si possible, des valeurs économiques.

L'analyse de l'impact de projets industriels devrait être divisée entre les effets produits par les travaux de construction et ceux dus aux activités d'exploitation. Il faut distinguer, par exemple, les impacts des travaux de construction, dans le cas des pipelines, causés par les activités de défrichement (p. ex. disparition de la végétation qui abrite les espèces sauvages) des effets d'exploitation dus à leur entretien (p. ex. emploi d'herbicides). S'agissant des projets miniers, il existe des risques d'impact des travaux de construction causés par les activités de défrichement (p. ex. perte de terres pour d'autres utilisations telles que l'agriculture) d'exploitation dus à la manipulation des matériaux (p. ex. poussières générées par les opérations minières et de traitement ainsi que par l'évacuation des résidus) et de remise en valeur (p. ex. retour à l'état naturel de la terre). S'il s'agit de manufactures industrielles, les effets des travaux de construction causés par la création de logements destinés aux ouvriers (p. ex. changements de la demande en services municipaux) sont à distinguer des effets dus aux procédés de transformation (p. ex. émissions de gaz de cheminée, rejets d'effluents, bruits et dangers industriels).

Déterminer l'ampleur et la qualité des données disponibles en expliquant le défaut de précisions importantes ainsi que les incertitudes relatives aux prévisions des impacts. Fournir, autant que possible, le cadre de référence devant faire l'objet d'études pour obtenir les précisions manquantes. Pour toute information qui ne pourrait être connue qu'une fois le projet réalisé, fournir le cadre du suivi des activités d'exploitation sur une période donnée et permettant de modifier les paramètres de conception ou de fonctionnement compte tenu des mises à jour de l'analyse en matière d'impacts.

11. Tâche 5. Analyse d'autres solutions au projet proposé. L'évaluation des impacts sur l'environnement devrait comprendre une analyse des solutions de rechange réalisables de manière à atteindre les véritables objectifs du projet. L'analyse pourrait suggérer des projets écologiquement plus rationnels et plus sages du point de vue socioculturel ou économique que le projet d'origine. Cette idée s'étend au choix du site, de la conception, des carburants, des matières premières, de la technologie, des techniques et calendrier de construction ainsi qu'aux procédures de fonctionnement et d'entretien. Insérer la solution où l'on ne prend aucune action dans le but de montrer les conditions de l'environnement quand le projet n'est pas réalisé. Les solutions suivantes devraient être comprises : solution où rien n'est entrepris (comme il vient d'être dit); autres moyens de répondre aux besoins en produits industriels; possibilité de moderniser les installations existantes; itinéraires et sites de remplacement; autres conceptions et méthodes de construction en tenant compte des coûts et de leur fiabilité.

Décrire comment les solutions de remplacement se comparent en rapport à leurs effets potentiels sur l'environnement; coûts d'investissement et de fonctionnement; adéquation aux conditions locales (p. ex. aptitudes requises, agrément des instances politiques, coopération du public, disponibilité des pièces détachées, niveau technologique); conditions institutionnelles, formation et besoins de suivi. Indiquer dans la description des impacts, ceux susceptibles d'être irréversibles ou inévitables et ceux que l'on pourrait atténuer.

Effectuer, autant que faire ce peut, une quantification des coûts et des avantages de chaque solution en intégrant l'estimation des coûts des mesures d'atténuation qui s'y rapportent. Décrire les raisons pour lesquelles on a préféré le projet proposé aux autres choix possibles.

12. Tâche 6. Élaboration d'un programme de gestion en vue d'atténuer les effets négatifs. Recommander, pour le projet proposé, des mesures réalistes et rentables de façon à enrayer ou à réduire à des niveaux acceptables les effets négatifs importants. Inclure les mesures d'intervention requises en cas d'incidents (p. ex. rupture ou fuite d'une conduite, accident d'un camion citerne ou d'un navire, incendies, explosions), selon le cas. Estimer les conséquences et les coûts de ces mesures ainsi que les besoins institutionnels et en formation permettant de les mettre en œuvre. Examiner la question des compensations dues aux parties affectées qui subissent les effets du projet que l'on ne peut atténuer. Préparer un plan de gestion comprenant les programmes des travaux proposés, l'estimation du budget, les calendriers, les besoins en personnel et en formation ainsi que les autres services de soutien nécessaires à la réalisation des mesures d'atténuation.

13. Tâche 7. Détermination des besoins institutionnels nécessaires à l'exécution des recommandations de l'évaluation des impacts sur l'environnement. Procéder à un examen des pouvoirs et des capacités des institutions à l'échelle locale, provinciale ou régionale et nationale et recommander des mesures permettant de les renforcer ou de les étendre de sorte que les programmes de gestion et de suivi de l'environnement puissent s'effectuer. Il se peut que les recommandations se traduisent par de nouvelles lois et réglementations, comportent d'autres agences ou d'autres fonctions, des arrangements intersectoriels, des procédures de gestion et de formation, du personnel, un programme de formation en matière d'exploitation et d'entretien, une budgétisation et un soutien financier.

14. Tâche 8. Élaboration d'un plan de suivi. Préparer un plan détaillé qui permettra d'assurer le suivi et la mise en œuvre des mesures d'atténuation et d'exercer une surveillance des effets du projet durant la construction et l'exploitation du projet. Inclure dans le plan une estimation des coûts d'investissement et de fonctionnement ainsi qu'une description des autres ressources nécessaires à sa réalisation (formation et renforcement institutionnel, par exemple).

15. Tâche 9. Appuyer la coordination entre les agences et la participation public et des ONG. Aider à coordonner la préparation de l'évaluation environnementale avec d'autres agences gouvernementales, à obtenir les points de vue des ONG et des groupes de population concernés et à consigner les minutes des réunions et des autres activités, des communications et des commentaires. Le cadre de référence devrait indiquer les types d'activités, tels, par exemple, qu'une session où les agences cherchent à établir leurs objectifs, des présentations relatives à l'environnement destinées au personnel du projet et aux comités inter-organisations, soutien aux groupes de conseillers de l'environnement, tribune publique.

16. Rapport. Fournir un rapport d'évaluation des impacts sur l'environnement succinct et limité aux problèmes d'environnement majeurs. Le corps du texte devrait se concentrer sur les résultats obtenus, les conclusions et les mesures recommandées étayés par des résumés des données recueillies ainsi que les références des commentaires dont on s'est servi pour les interpréter. Des données détaillées ou pour lesquelles il n'existe pas d'interprétation ne devrait pas figurer dans le document principal mais plutôt être présentées en appendices ou dans un texte séparé. Des documents non parus n'étant pas nécessairement accessibles mais dont on s'est servi dans l'évaluation devraient être rassemblés dans un appendice. Organiser le rapport d'évaluation environnementale en suivant le schéma ci-après (Format suggéré dans la directive opérationnelle 4.01; le cadre de référence peut spécifier un autre format pour répondre aux conditions de l'agence nationale, pour autant que les sujets requis par la directive de la Banque sont couverts.) :

- Résumé
- Cadre de politique générale, légal et administratif
- Description du projet proposé
- Description de l'environnement
- Impacts majeurs sur l'environnement
- Analyses des choix possibles
- Plan de gestion des mesures d'atténuation
- Gestion de l'environnement et formation
- Programme de suivi
- Participation inter-organisation et participation du public et des ONG
- Liste des références
- Annexes :
    - Listes des personnes chargées de la préparation de l'évaluation environnementale
    - Comptes rendus des communications inter-organisation, du public et des ONG
    - Données et documents de référence non parus

17. Équipes d'experts-conseils. L'évaluation des impacts sur l'environnement requiert une analyse interdisciplinaire. L'équipe chargée de l'évaluation environnementale se compose généralement de spécialistes versés dans les domaines suivants : planification de la gestion de l'environnement, socio-économie, écologie, hydrologie ou hydrogéologie, analyse de la qualité de l'air et de l'eau, planification des moyens de transport. S'il s'agit d'un projet industriel, il sera stipulé que l'équipe se compose également de spécialistes en rapport aux composantes présentes dans le projet (p. ex. pour les ports en eaux profondes, un océanographe et un biologiste des mers; s'il s'agit de pipelines, un biologiste des espèces terrestres et un spécialiste des ressources culturelles; pour des manufactures industrielles, un ingénieur spécialisé en transformation industrielle et un expert en qualité de l'air; pour des projets de traitement des eaux usées industrielles, un ingénieur des travaux publics et d'assainissement et un biologiste des espèces aquatiques). Le cadre de référence devrait demander, si possible, une estimation du nombre de personnel-semaines ou de personnes-mois nécessaires.

18. Calendrier. La présente section indiquera les dates où seront effectués les examens de l'état d'avancement du projet, les rapports provisoires et définitifs ainsi que d'autres moments importants du projet.

19. Autres précisions. Inclure ci-après les listes indiquant les sources à partir desquelles ont été obtenues les données, les documents et les études de référence du projet, les publications pertinentes et autres textes sur lesquels l'expert-conseil devrait se pencher.

ABRÉVIATIONS ET SIGLES

ADN	acide désoxyribonucléique
AID	Agency for International Development (Agence pour le développement international, États-Unis)
AIEA	Agence internationale de l'énergie atomique
ANASE	Associations des nations de l'Asie du Sud-Est
BIRD	Banque internationale pour la reconstruction et le développement
CAC/SCN	Comité administratif de coordination/Sous-comité de la nutrition, Organisation des Nations Unies
CAEM	Conseil d'assistance économique mutuelle
CBP	Code de bonne pratique
CFC	chlorofluorocarbure
CH_4	méthane
CITES	Convention sur le commerce international des espèces de faune et de flore sauvages
CO	monoxyde de carbone
CO_2	dioxyde de carbone
dB, dBA	décibel (niveau sonore)
DBO	demande biochimique en oxygène
DBO_5	demande biochimique en oxygène mesurée sur cinq jours
DCO	demande chimique en oxygène
DEO	Département de l'évaluation des opérations, Banque mondiale
DMO	Directive du manuel opérationnel, Banque mondiale
DRE	Division régionale de l'environnement, Banque mondiale
ED/IP	examen des dépenses et des investissements publics
EE	évaluation environnementale
EIE	évaluation des impacts sur l'environnement
EIR	évaluation environnementale régionale
EIS	évaluation environnementale sectorielle
EPA	Environmental Protection Agency (Agence de protection de l'environnement, États-Unis)
FAO	Organisation des Nations Unies pour l'agriculture et l'alimentation
FME	Fonds mondial pour l'environnement
HC	hydrocarbure
H/G	huiles et graisses
H_2S	sulfure d'hydrogène
ICOMOS	Conseil international des monuments et des sites
IDA	Association internationale de développement
kV	kilovolt
kW	kilowatt
LIP	lutte intégrée contre les parasites
MES	matières en suspension
MW	mégawatt
MTD	matières totales dissoutes
NH_3	ammoniac
NO_x	oxyde d'azote
NPO	Note de politique opérationnelle

N_2O	oxyde nitreux
O,O_2,O_3	oxygène (O_3 : ozone)
OIBT	Organisation internationale des bois tropicaux
OMI	Organisation maritime internationale
OMS	Organisation mondiale de la santé
ONG	organisation non gouvernementale
ONU	Organisation des Nations Unies
PB	Politique de la Banque, Banque mondiale
pH	potentiel hydrogène (acidité)
PCB	polychlorés biphényls
PIB	produit intérieur brut
PIB_{env}	produit intérieur brut ajusté pour tenir compte de l'environnement
PIP	programme d'investissement public
PNB	produit national brut
PNUE	Programme des Nations Unies pour l'environnement
ppb	partie par milliard
REE	rapport d'évaluation environnementale
RAP	Rapport d'achèvement du projet, Banque mondiale
REP	Rapport d'évaluation du projet, Banque mondiale
RIP	Résumé initial du projet, Banque mondiale
RMO	Rapport mensuel des opérations, Banque mondiale
SFI	Société financière internationale
SO_x	oxyde de soufre
SO_2	dioxyde de soufre
UICN	Union internationale pour la conservation de la nature et de ses ressources
UNESCO	Organisation des Nations Unies pour l'éducation, la science et la culture
US	États-Unis

LEXIQUE

Agence d'exécution	Organisme directement chargé de la mise en œuvre d'un projet.
Cadrage (de l'évaluation des impacts sur l'environnement)	Activité visant à déterminer la portée d'une évaluation des impacts sur l'environnement, notamment en termes de zone d'étude, de méthodes et d'aspects et d'enjeux particuliers à prendre en considération. *On emploie aussi le terme « scoping ».*
Cadre de référence	Document qui résulte généralement de l'activité de cadrage et qui décrit essentiellement le contenu obligatoire d'une évaluation des impacts sur l'environnement ou de toute autre étude de l'environnement. *On emploie aussi les termes de « cahier des charges » ou de « devis d'étude ».*
Consultation du public	Activité qui consiste à demander l'avis de la population ou des groupes sociaux pouvant être touchés par un projet, notamment afin d'aider à déterminer l'importance des impacts probables de ce projet ainsi que l'acceptabilité des solutions de rechange ou des mesures d'atténuation considérées.
Développement induit	Activités suscitées par les possibilités nouvelles qu'offre plus ou moins directement la réalisation d'un projet.
Enjeu environnemental	Préoccupation manifestée par la population, par des groupes sociaux ou par des spécialistes de l'environnement à l'égard d'un aspect de l'environnement qu'un projet peut toucher.
Évaluation des impacts sur l'environnement	Étude qui consiste à déterminer et à évaluer rationnellement les impacts qu'un projet peut avoir sur l'environnement ainsi qu'à recommander des moyens d'éviter ou de réduire ceux qui sont néfastes.
Évaluation environnementale régionale	Évaluation des impacts sur l'environnement portant sur un ensemble de projets dans un espace géographique donné.
Évaluation environnementale sectorielle	Évaluation des impacts sur l'environnement portant sur un ensemble de projets dans un même secteur d'activités.

Évaluation environnementale	Suite d'activités ou procédure visant à garantir l'acceptabilité d'un projet sur le plan des impacts qu'il peut avoir sur l'environnement. Comprend essentiellement l'examen préliminaire du projet, le cadrage de l'évaluation des impacts sur l'environnement, l'évaluation des impacts sur l'environnement elle-même, la validation de celle-ci, la surveillance de la mise en œuvre du projet et le suivi de ses impacts (v. ces termes).
Examen préliminaire	Première étape de la procédure d'évaluation environnementale, qui consiste à déterminer l'envergure des études nécessaires pour un projet, compte tenu de ses impacts potentiels et des enjeux qu'il soulève. L'examen peut conclure que le projet est acceptable tel quel ou moyennant certaines améliorations, exiger des études pour régler certaines questions ou soumettre le projet à une évaluation des impacts sur l'environnement.
Impact	Modification d'un élément ou d'un aspect du milieu physique ou humain résultant directement ou indirectement d'un projet.
Impact cumulatif	Changement dans le milieu physique résultant de la concentration ou de l'interaction d'impacts dans l'espace ou dans le temps.
Impact direct	Impact qui résulte d'une relation de cause à effet directe entre une composante du projet et un élément ou un aspect du milieu physique ou humain.
Impact externe	Conséquence d'une activité indépendante d'un projet sur les conditions de mise en œuvre de celui-ci ou sur les activités ou équipements qu'il vise à mettre en place.
Impact indirect	Impact sur un élément ou un aspect du milieu physique ou humain résultant d'un autre impact.
Impact potentiel	Impact que laissent prévoir la nature et l'envergure d'un projet, les caractéristiques essentielles du milieu qu'il risque de toucher ainsi que la valeur qu'accorde ou que semble accorder la population ou certains groupes sociaux à certains éléments.
Impact social	Impact qui se manifeste directement ou indirectement sur les conditions et le mode de vie d'une population ou d'un groupe social.
Intermédiaire financier	Organisme prêtant des fonds provenant en tout ou en partie d'un autre organisme, généralement dans le cadre d'un programme établi.

Mesure d'atténuation (des impacts)	Moyens permettant d'éviter ou de diminuer l'importance d'un impact, généralement par des modifications au projet ou aux modalités de sa mise en œuvre.
Participation du public	Le fait, pour un individu, un groupe d'individus ou un organisme, de prendre part directement ou indirectement aux décisions prises dans le cadre de l'évaluation environnementale d'un projet, notamment celles dont dépendent les conclusions de l'évaluation des impacts sur l'environnement.
Plan d'atténuation (des impacts)	Partie du rapport d'évaluation des impacts sur l'environnement exposant l'ensemble des mesures d'atténuation recommandées.
Plan de suivi	Partie de l'évaluation des impacts sur l'environnement exposant les modalités de suivi de l'environnement.
Rapport d'évaluation des impacts sur l'environnement	Document exposant les résultats d'une évaluation des impacts sur l'environnement.
Rapport provisoire de l'évaluation des impacts sur l'environnement	Rapport d'évaluation des impacts sur l'environnement qui n'a pas encore été soumis à la consultation du public ou validé par l'autorité compétente.
Renforcement des capacités institutionnelles	Amélioration des capacités des institutions d'un pays en matière de gestion de l'environnement, notamment en matière d'évaluation environnementale.
Solution de remplacement	Moyen plus ou moins différent de répondre aux besoins qui motivent un projet, d'atteindre certains objectifs d'un projet ou de réaliser certains aspects d'un projet.
Suivi	Activité visant à déterminer l'importance réelle des impacts d'un projet et l'efficacité des mesures d'atténuation sur une période plus ou moins longue.
Surveillance	Activité visant à vérifier la mise en œuvre des mesures ou du plan d'atténuation des impacts.
Validation (de l'évaluation des impacts sur l'environnement)	Activité menée par une autorité compétente et qui consiste à examiner le contenu d'une évaluation des impacts sur l'environnement en vue de son acceptation éventuelle.
Zone d'étude	Espace géographique à l'intérieur duquel sont examinés les impacts d'un projet.

ÉVALUATION ENVIRONNEMENTALE

Bibliographie complémentaire

ABEL, N., et M. STOCKING. « The Environmental Assessment Experience of Underdeveloped Countries », *in* T. O'Riordan et W. R. D. Sewell, éd., *Project Appraisal and Policy Review*, Chichester, (Royaume-Uni), John Wiley and Sons, 1981

ABEL, N., et M. STOCKING. *Environmental Risk Assessment: Dealing with Uncertainty in Environmental Impact Assessment*, Manille (Philippines), Office of the Environment, 1990. Environment Paper 7.

AHMAD, Y.J., et G.K. SAMMY. *Guide to Environmental Impact Assessment in Developing Countries*, Londres (Royaume-Uni), Hodder and Stoughton (pour le Programme des Nations Unies pour l'environnement), 1985.

AHMAD, Y.J., et G.K. SAMMY. *Orientaciones para la Evaluacion del Impacto Ambiental en los Paises en Desarrollo*, Nairobi (Kénya), PNUMA, 1987.

AMERICAN ARBITRATION ASSOCIATION. *Improving EIS Scoping*, Washington (D.C.), 1980.

AMERICAN SOCIETY OF CIVIL ENGINEERS. *Guide lines for Planning and Designing Hydroelectric Developments*, vol. I : « Planning, Design of Dams and Related Topics, and Environmental », New York (New York), ASCE, 1989.

ANDERSON, A., éd. *Alternatives to Deforestation*. New York (New York), Columbia University Press, 1990.

ANDREWS, R.N.L., et coll. *Substantive Guidance for Environmental Impact Assessment: An Exploratory Study*. Indianapolis (Indiana), Butler University, Holcomb Research Institute et Institute of Ecology, 1977.

ANONYME. « The International Development of Environmental Impact Assessment », *The Environmentalist*, vol. 8, n° 2, p. 143 (1988).

ANONYME. « Transportation Elements of Environmental Impact Assessments and Reports », *Institute of Transportation Engineering Journal*, vol. 58, n° 6, p. 69-76 (1988).

ASSOCIATION DES NATIONS DE L'ASIE DU SUD-EST. *Report of Workshop on the Evaluation of Environmental Impact Assessment Applications in ASEAN Countries*, Bandung (Indonésie), ANASE, 1985.

AYANDA, J.O. « Incorporating Environmental Impact Assessment in the Nigerian Planning Process: Need and Procedure », *Third World Planning Review*, vol. 10, p. 51-64 (1988).

BANQUE ASIATIQUE DE DÉVELOPPEMENT. *Environnmental Guidelines for Selected Infrastructure Projects*, Manille (Philippines), 1986.

BANQUE ASIATIQUE DE DÉVELOPPEMENT. *Guidelines for Integrated Regional Economic-Environmental Development Planning: A Review of Regional Environmental Development Planning Studies in Asia*, Paper 3, vol. I : « Guidelines », Manille (Philippines), 1988.

BANQUE ASIATIQUE DE DÉVELOPPEMENT. *Guidelines for Integrated Regional-Environmental Development Planning: A Review of Regional Environmental Development Planning Studies in Asia*, Paper 3, vol. II: « Case Studies ,. Manille (Philippines), 1988.

BANQUE ASIATIQUE DE DÉVELOPPEMENT. *Handbook on the Use of Pesticides in the Asia-Pacific Region*, Manille (Philippines), International Association for Impact Assessment, 1987.

BANQUE INTERAMÉRICAINE DE DÉVELOPPEMENT. *Application of Environmental Procedures in the Agricultural Sector: Guidelines*, 2e éd., Washington (D. C.), 1991.

BANQUE INTERAMÉRICAINE DE DÉVELOPPEMENT. *Application of Environmental Procedures in the Sanitation and Urban Development Sector: Guidelines*, Washington (D. C), 1991.

BANQUE INTERAMÉRICAINE DE DÉVELOPPEMENT. *Procedures for Classifying and Evaluating Environmental Impacts of Banks Operations*, Washington (D. C.), 1990.

BANQUE MONDIALE. *Environmental Health Components for Water Supply, Sanitation and Urban Projects*, Washington (D.C.), 1990. Document technique 121.

BANQUE MONDIALE. *Environmental Industrial Waste Control Guidelines*, Washington (D.C.), 1988.

BANQUE MONDIALE. *Country Capacity to Conduct Environmental ASsessments in Sub-Saharan Africa*, Washington (D.C.), 1991. Département technique, Région Afrique, Document de travail de la Division de l'environnement 1.

BANQUE MONDIALE. *Environment, Health and Safety Guidelines for Use of Hazardous Materials in Small and Medium Scale Industries*, Washington (D.C), 1985.

BARBIER, E. B., A. MARKANDYA, et D. W. PEARCE. « Sustainable Agricultural Development and Project Appraisal »,. *European Review of Agrarian Economics*, vol. 17, n° 2, p. 181-196 (1990).

BARBIER, E.B. « Economic Valuation of Environmental Impacts », *Project Appraisal*, vol 3, p. 143-150.

BARBIER, E.B. « Environmental Sustainability and Cost-Benefit Analysis », *Environment and Planning*, vol 22, p. 1259-1266 (1991).

BARBIER, E.B. « Alternative Approaches to Economic-Environmental Interactions », *Ecology Economics*, vol. 2, p. 7-26 (1990).

BARBIER, E.B. *Economics, Natural Resource Scarcity and Development: Conventional and Alternative Views*, Londres (Royaume-Uni), Earthscan Publications, 1989.

BARRET, B.P.D., et R. THERIVEL. *Environmental Policy and Impact Assessment in Japan*, Londres (Royaume-Uni), Routledge, 1990.

BARTLETT, R.V., éd. *Policy Through Impact Assessment: Insitutionalized Analysis as a Policy Strategy*, New York (New York), Greenwood, 1989.

BAUCHUM, R.G. *Needs Assessment Methodologies in The Development of Impact Statements*, Monticello (Illinois), Vance Bibliographies, 1985.

BECKER, D.S., et J. W. ARMSTRONG. « Development of Regionally Standardized Protocols for Marine Environmental Studies », *Marine Pollution Bulletin*, vol. 19, n° 7, p. 310-313 (1988).

BECKER, H.A., et A.L. PORTER, éd. *Methods and Experiences in Impact Assessment*, Atlanta, (Géorgie), International Association for Impact Assessment, 1986.

BELLIA, V. et E.D. BIDONE. *Rodovias, Rescursos Narurais e Meio Ambiente*, Rio de Janeiro (Brésil), Departamento Nacional de Estradas e Rodagem, 1990

BENDIX, S., et H.R. GRAHAM, éd. *Environmental Assessment: Approaching Maturity*, Ann Arbor (Michigan), Ann Arbor Science, 1986.

BISSET, R. « Methods for Environmental Impact Analysis: Recent Trends and Future Prospects », *Journal of Environmental Management*, vol. 11, p. 27-43 (1980).

BISSET, R. « Post Development Audits to Investigate the Accuracy of Environmental Impact Predictions », *Zeitschrift fur Umweltpolitik*, vol. 7, p. 463-484 (1984).

BISWAS, A.K., et QU GEPING (CHU, KO-ING), éd. *Environmental Impact Assessment for Developing Countries*, Oxford (Royaume-Uni), Tycooly International (pour l'Université des Nations Unies), 1987.

BOCHNIARZ, Z., et A. KASSENBERG. « Environmental Protection by Integrated Planning », Varsovie (Pologne), Economic and Social Problems of Environmental Planning and Processing, 1985.

BOJO, J., K-G MALER et L. UNEMO. *Economic Analysis of Environmental Consequences of Development Projects*, Stockholm (Suède), The Economic Research Institute, Stockholm School of Economics, 1988

BOWDEN, M-A, et F. CURTIS. « Federal EIA in Canada: EARP as an Evolving Process », *Environmental Impact Assessment Review*, vol. 8, n° 1, p. 97-106 (1988).

BOWONDER, B., et S.S. ARVIND. *Environmental Regulations and Litigation in India*, Project Appraisal, vol. 4, p. 182-196 (1989).

BREGHA, F., et coll. *The Integration of Environmental Considerations into Government Policy*, Hull (Canada), The Rawson Academy of Aquatic Science, 1990.

BURKHARDT, D.F., et W.H. ITTELSON, éd. *Environmental Assessment of Socioeconomic Systems*, New York (New York), Plenum, 1978.

CABLE, T.T., V. BRACK, et V. R. HOLMES. « Simplified Method for Wetland Habitat Assessment », *Environmental Management*, vol. 13, p. 207-213 (1989).

CAIRNS, J. et T.V. CRAWFORD, éd. *Integrated Environmental Management*, Chelsea, (Michigan), Lewis Publishers, 1991.

CAMPBELL, M.J. *New Technology and Rural Development: The Social Impact*, Londres (Royaume-Uni) Routledge, 1990.

CANTER, L.W. *Environmental Impact Assessment*, New York (New York), McGraw-Hill, 1977.

CANTER, L.W. *Environmental Impact of Water Resources Projects*, Chelsea (Michigan), Lewis Publishers, 1985.

CANTER, L.W., et L.G. HILL. *Handbook of Variables for Environmental Impact Assessment*, Ann Arbor (Michigan), Ann Arbor Science, 1981.

CANTER, L.W. *The Status of Environmental Impact Assessment in Developing Countries*, Norman (Oklahoma), University of Oklahoma, Environment and Ground Water Institute, 1982

CARLEY, M.J., et E.O. DEROW. *Social Impact Assessment: A Cross-Disciplinary Guide to the Literature*, Boulder (Colorado), Westview Press, 1983.

CARLEY, M.J., et E.S. BUSTELO. *Social Impact Assessment: A Guide to the Literature*, Boulder, Colorado), Westview Press, 1984.

CARPENTER, R.A., et J.E. MARAGOS. *How to Assess Environmental Impacts on Tropical Islands and Coastal Areas: A Training Manual*, Honolulu (Hawaï),: East-West Center, Environment and Policy Institute, 1989.

CENTER FOR ENVIRONMENTAL MANAGEMENT AND PLANNING. *The EEC Environmental Assessment Directive: Towards Implementation*, Aberdeen (Royaume-Uni), Aberdeen University et United Kingdom Department of Environment, 1986.

CHILD, R.D., et coll. *Arid and Semi-Arid Rangelands: Guides for Development. Natural Resources Expanded Information Base Project*, Morrelton (Arkansas), Winrock International, 1987.

CHIRONIS, N.P., éd. *Traning Manual for Miners*, New York (New York), McGraw-Hill, 1980.

CLARK, B.D., et coll., éd. *Perspectives on Environmental Impact Assessment*, Dordrecht (Pays-Bas) Riedel, 1984.

CLARK, B.D. et coll. *A Manual for the Assessment of Major Development Proposals*, Londres (Royaume-Uni), HMSO, 1981.

CLARK, B.D., R. BISSET et P. WATHERN. *Environmental Impact Assessment: A bibliography with Abstracts*, Londres (Royaume-Uni), Mansell Publishers, 1980.

CLARK, M., et J. HERRINGTON, éd. *The Role of Environmental Assessment in the Planning Process*, Londres (Royaume-Uni), Mansell Publishers, 1988.

COHRRSEN, J.J., et V.T. COVELLO. *Risk Analysis: A Guide to Principles and Methods for Analyzing Health and Environmental Risks*, Washington (D.C.), Council on Environmental Quality, 1989.

CONWAY, G. *Agroecosystm Analysis for Research and Development*, Bangkok (Thaïlande), Winrock International Institute for Agricultural Development, 1986.

CONWAY, G.R., éd. *The Assessment of Environmental Problems*, Londres (Royaume-Uni), Imperial College, Centre for Environmental Technology, 1986.

COOK, P.L. « A Review of the Recent Research on the Utility of Environmental Impact Assessment », Chania (Grèce), communication présentée à l'Environmental Impact Assessment Symposium, 1983.

COOK, P.L. *Costs of Environmental Impact Statements and the Benefits they Yield to Improvements in Projects and Opportunities for Public Involvement*, Villach (Autriche), Commission économique européenne, 1979.

COVELLO, V.T., et coll. éd. *Environmental Impact Assessment and Risk Analysis: Contributions from the Psychological and Decision Sciences*, New York (New York), Springer Publishing, 1985.

DALY, H.E., et J.B. COBB. *For the Common Good: Redirecting the Economy toward Community, the Environment, and a Sustainable Future*, Boston (Massachusetts), Beacon Press, 1989.

DAVIES, G.S., et F.G. MULLER. *A Handbook on Environmental Assessment for Use in Developing Countries*, Nairobi (Kénya), Programme des Nations Unies pour l'environnement, 1983.

DEJONGH, P.E. « Environmental Impact Assessment: Methodologies, Prediction and Uncertainty », Utrecht (Pays-Bas), communication présentée au congrès de l'International Association for Impact Assessment, 1985.

DEJONGH, P.E. *Technical Aspects of Training in Environmental Impact Assessment, with Emphasis on Ecological Impacts*, Maastricht (Pays-Bas), Institut européen d'administration publique, 1985.

DERMAN, W., et S. Whiteford. *Social Impact Analysis and Developemnt Planning in the Third World*, Boulder (Colorado), Westview Press, 1985.

DIXON, J.D., et coll., éd. *Economic Analysis of the Environmental Impacts of Development Projects*, Londres (Royaume-Uni) et Manille (Philippines), Earthscan Publications et Banque Asiatique de Développement, 1988.

DRAGGAN, S., J.J. COHRSSON et R. E. MORRISON, éd. *Environmental Monitoring, Assessment and Management*, New York (New York), Praeger, 1987.

DUINKER, P.N. « Ecological Efforts Monitoring in Environmental Impact Assessment: What Can It Accomplish? », *Environmental Management*, vol. 13, p. 797-805 (1989).

EBERHARDT, L.L. « Quantitative ecology and Impact Assessment », *Journal of Environmental Management*, vol. 4, p. 27-70 (1976).

ELKIN, T.J., et P.G.R. SMITH. « What is a Good Environmental Impact Statement ? Reviewing Screening Reports from Canada's National Parks », *Journal of Environmental Management*, vol. 26, n° 1, p. 71-89 (1988).

ELKIN-SAVATSKY, P.D. « Differential Social Impacts of Rural Resource Development », Boulder Colorado), Westview Press, 1986.

ENGLAND, R.W., et E.P. MITCHELL. « Federal Regulation and Environmental Impact of the U.S. Nuclear Power Industry », 1973-1984, *Natural Resources Journal*, vol. 30, p. 537-539 (1990).

ENVIRONMENTAL RESOURCES LIMITED. *Environmental Assessment Procedures in the U.N. System. A Study prepared at the request of the United Nations System*, Londres (Royaume-Uni), 1990.

ERIKSON, P. A. *Environmental Impacts Assessment : Principles and Applications*, New York (New York), Academic Press, 1979.

EVANS, J. *Plantation Forestry in the Tropics*, Oxford (Royaume-Uni), Clarendon Press, 1982.

EVERS, F.W.R. « Environmental Assistance and Development Assistance: The Work of the OECD », *in* H.A. Becker et A.L. Porter, *Methods and Experiences in Impacts Assessment*, Atlanta (Géorgie), International Association for Impact Assessment, 1986.

FINLANDE. MINISTÈRE DE LA COOPÉRATION POUR LE DÉVELOPPEMENT INTERNATIONAL. *Guidelines for Environmental Assessment in Development Assistance*, Helsinki (Finlande), FINNIDA, 1989. Ébauche.

FINSTERBUSCH, K., J. INGERSOLL et L.G. LLEWELLYN. *Methods for Social Analysis in Developing Countries*, Boulder (Colorado), Westview Press, 1990.

FINSTERBUSCH, K., et C.P. WOLFE, éd. *Methodology of Social Impact Assessment*, Stroudsberg (Pennsylvanie) Dowden, Hutchinson and Ross, 1977.

FLAVIN, C. « The Case Against Reviving Nuclear Power », *Worldwatch*, vol. 1: p. 27-35 (1988).

FORTLAGE, C.A., *Environmental Assessment: A Practical Guide*, Aldershot (Royaume-Uni), Gower, 1990.

FRIDERES, J.S., et J.E. DISANTO, éd. *Issues of Impact Assessment: Development of Natural Resources*, Atlanta (Géorgie), International Association for Impact Assessment, 1986.

GAS RESEARCH INSTITUTE. *Environmental Aspects of Rights-of-Way for Natural Gas Transmission Pipelines: An Updated Bibliography*, National Laboratory, Energy and Environmental Systems Division, Argonne (Illinois), 1988.

GEHRISCH, W. et coll. « The Potential Longer Term Contribution of Nuclear Energy in Reducing CO_2 Emissions in OECD Countries », *in* Paris OECD/IEA Symposium: Energy Technologies for Reducing Emissions of Greenhouse Gases, vol. 1, p. 619-634, 198, 1989.

GLENN, J.C. *Livestock Production in North Africa and the Middle East. Problems and Perspectives*, Washington (D. C.), Banque mondiale, 1988. Document 38.

GO, F.C. *Environmental Impact Assessment: An Analysis of the Methodological and Substantive Issues Affecting Human Health Considerations*, Londres (Royaume-Uni) Monitoring and Assessment Research Centre, Organisation mondiale de la santé et Programme des Nations Unies pour l'environnement, 1987.

GO, F.C. *Environmental Impact Assessment: Operational Cost Benefit Analysis*, Londres (Royaume-Uni), King's College, Monitoring and Assessment Research Center, 1988.

GOLDBERG, E.D., éd. *Atmospheric Chemistry*. Berlin (Allemagne de l'Ouest), Springer Verlag, 1982.

GOLDEN, J., et coll. *Environmental Impact Data Book*, Ann Arbor (Michigan), Ann Arbor Science, 1979.

GOODEN, P.M., et A.I. JOHNSTONE. « Environmental Impact Assessment: Its Potential Application to Appropriate Technology in Developing Countries », *The Environmentalist*, vol. 8, n° 1, p. 57-66 (1988).

GOODLAND, R. « The Environmental Implications of Major Projects in Third World Development », *in* P. Morris, éd., *Major Project and The Environment*, Oxford (Royaume-Uni), Major Projects Association, 1989.

GOODLAND, R., C. WATSON et G. LEDEC. *Environmental Management in Tropical Agriculture*, Boulder (Colorado), Westview Press, 1985.

GOODLAND, R. éd. *The Race to Save the Tropics*, Washington (D.C.), Island Press, 1990.

GORSE, J.E., et D.R. STEEDS. *Desertification in the Sahelian and Sudanian Zones of West Africa*, Washington (D. C.), Banque mondiale, 1988. Document technique 61

GOUGH, J.D. *Strategic Approach to the Use of Environmental Impact Assessment and Risk Assessment Within the Decision-Making Process*, Canterbury (Nouvelle-Zélande), University of Canterbury et Lincoln College, 1989. Center for Resource Management Paper 13.

GRAMMAN, J.K., et S.T. McCREARY. « Suggestions for Integrating Environmental Impact Assessment and Economic Development in the Caribbean », *Environmental Impact Assessment Review*, vol. 8, n° 1, p. 43-62 (1988).

GUNNERSON, C.G. *Post-Audits of Environmental Programs and Projects*, New York (New York), American Society of Civil Engineers, 1989.

GUNNERSON, C.G., et D.C. STUCKEY. *Anaerobic Digestion: Principles and Practices for Biogas Systems*, Wahington (D. C.), Banque mondiale, 1986. Document Technique 49.

HALL, A.L., et J. MIDGLEY, éd. *Development Policies: Sociological Perspectives*, Manchester (Royaume-Uni), Manchester University Press, 1988.

HIGHTON, N.H., et M.Y. CHADWICK. « The Effects of Changing Patterns of Energy Use on Sulfur Emissions and Depositions in Europe », *Ambio*, vol. 11, p. 324-329 (1982).

HIPEL, K.W. « Nonparametric Approaches to Environmental Impact Assessment, Water Resource Bulletin », vol. 24, n° 3, p. 487-492 (1988).

HOLLING, C.S., éd. *Adaptative Environmental Assessment and Management*, New York (New York), John Wiley and Sons, 1978.

HORBERRY, J.A.J. *Development Assistance and the Environment*, Cambridge (Massachusetts), Massachusetts Institute of Technology, 1984. Thèse de doctorat.

HORBERRY, J.A.J. « Environmental Impact Assessment for Development », *ATAS Bulletin*, vol. 4, p. 59-60 (1987).

HORSTMANN, K., comp. *Environmental Impact Assessment for Development*, Feldafing (Allemagne de l'Ouest), K. Klennert, 1985

HOWE, G. M., éd. *A World Geography of Human Diseases*, New York (New York), Academic Press, 1977.

HUFSCHMIDT, M.M., et coll. *Environment, Natural Systems and Development: An Economic Development Guide*, Baltimore (Maryland), The John Hopkins University, 1983.

HUFSCHMIDT, M.M., et R.A. CARPENTER. *Natural Systems Assessment and Benefit-Cost Analysis for Economic Development*, Honolulu (Hawaï), East-West Center, 1980.

HUNSAKER, C.T., et coll. « Assessing Ecological Risk on a Regional Scale », *Environmental Management*, vol. 14, p. 325-332 (1990).

HYMAN, E., et B. STIFTEL. *Combining Facts Values in Environmental Impact Assessment: Theories and Techniques*, Boulder (Colorado), Westview Press, 1988.

INGRAM, G.K. *Housing Demand in the Developing Metropolis: Estimates from Bogota and Cali, Colombia*, Washington (D.C), Banque mondiale, 1984. Document de travail 733.

INSTITUTE FOR SOLID WASTES OF THE AMERICAN PUBLIC WORKS ASSOCIATION. *Solid Waste Collection Practice*, Chicago (Illinois), 1975.

INTERNATIONAL COMMISSION FOR ENVIRONMENTAL ASSESSMENT. *Final Report of the Working Group on an International Commission for Environmental Assessment*, Utrecht (Pays-Bas), 1990.

JAFFE, L.S. « Carbon Monoxide in the Biosphere: Sources, Distributions and Concentrations », *Journal of Geophysical Research*, vol. 67, n° 5, p. 293-305 (1973).

JANICKE, M., et coll.. « Economic Structure and Environmental Impact Assessment: East-West Comparisons », *The Environmentalist*, vol. 9, p. 171-183 (1989).

JANIKOWSKI, R., et A. STARZEWSKA. « Environmental Impact Assessment Project in Poland », *Environmental Impact Worldletter*, mai-juin 1986, p. 1-4.

KHAN, S.A. « Social Impact of Agriculture Development in Bangladesh: A critique of the Differentiation/Polarization Thesis », *Journal of Science Studies*, vol. 37, p. 15-29 (1987).

KHOSLA, P.K., et D.K. KHURANA, éd. *Agroforestry for Rural Needs*, New Delhi (Inde), Indian Society of Tree Scientists, 1987.

KNEESE, A.V., et J.L. SWEENEY, éd. *Handbook of Natural Resource and Energy Economics*, 2 vol., New York (New York), North-Holland, 1985.

LAL, R., et coll. *Land Clearing in the Tropics*, Boston (Massachusetts), A. A. Balkema, 1983.

LANG, R., et A. ARMOUR. *Environmental Planning Resourcebook*. Ottawa (Canada), Environnement Canada, Direction générale des terres, 1980.

LAVINE, M.J., et coll. « Bridging the Gap between Economic and Environmental Concerns in Environmental Impact Assessment », *Environmental Impact Assessment Review* , vol. 2, New York (New York), Elsevier Science Publishing, 1978.

LEE, N. *Environmental Impact Assessment: A Training Guide*, Manchester (Royaume-Uni), University of Manchester, 1987. Department of Town and Country Planning Paper 18.

LEE, N., et C.M. WOOD. « Training for Environmental Impact Assessment within the Economic Commission for Europe », *Journal of Environmental Management*, vol. 21, p. 271-286 (1985).

LEE, N. « The Future Development of Environmental Impact Assessment », *Journal of Environmental Management*, vol. 14, p. 71-90 (1982).

LEE, N. *Training for Environmental Impact Assessment*, Bruxelles (Belgique), Commission économique pour l'Europe, 1984.

LEE, N., C.M. WOOD et V. GAZIDELLIS. *Arrangements for Environmental Impact Assessment and Their Training Implications in the European Communities and North America*, Manchester (Royaume-Uni) University of Manchester, 1985. Department of Town and Country Planning Paper 13

LEISTRITZ, F.L., et B.L. EKSTROM. *Social Impact Assessment and Management: An Annotated Bibliography*, New York (New York), Garland Publishers, 1986.

LEISTRITZ, F.L., et S.H. MURDOCK. *The Socioeconomic Impact of Resource Development*, Boulder (Colorado), Westview Press, 1981.

LEOPOLD, L.B. et coll. *A Procedure for Evaluating Environmental Impact*, Washington (D. C.), United States Geological Survey, 1971. Circular 645

LEVY, J.P. *Aplication Preliminar del Metodo de Evaluacion de Impacto Ambiental Ocasionado por la Planta Nucleo Electrica de Laguna Verde, Veracruz*, Mexico (Mexique), Universidad Nacional Autonoma de Mexico, Facultad de Ciencias, 1976. Thèse.

LICHFIELD, N. « Environmental Impact Assessment in Project Appraisal in Britain », *Project Appraisal*, vol. 3, p. 133-141 (1989).

LOGAN, J.A., et coll. « Tropospheric Chemistry: A Global Perspective », *Journal of Geophysical Research*, vol. 86, n° 7, p. 210-254 (1981).

MACRORY, R., et M. LAFONTAINE. *Public Enquiry and Enquête publique*, Londres (Royaume-Uni), Institut pour une politique européenne de l'environnement, 1982.

McCORMICK, J. *Acid Earth: A Global Threat of Acid Pollution*, Washington (D. C.), Institut international pour l'environnement et le développement, 1985.

METCALF & EDDY, INC. *Wastewater Engineering: Collection, Treatement, Disposal*, New York: (New York), McGraw-Hill, 1972.

OFORI-CUDJOE, S. « Environmental Impact Assessment in Ghana: Current Administration and Procedures Towards an Appropriate Methodology », *The Environmentalist*, vol. 11, p. 45-54 (1991)

OFORI-CUDJOE, S. « Environmental Impact Assessment in Ghana. An Ex-Post Evaluation of the Volta Resettlement Scheme: The case of The Kpong Hydro-Electric Project », *The Environmentalist*, vol. 10, p. 115-126 (1990).

OPSCHOOR, H., et D. PEARCE, éd. *Persistent Pollutants: Economics and Policy*, Boston (Massachusetts), Kluwer Academic Press, 1991.

ORGANISATION DES NATIONS UNIES. *Environmental Assessment Procedures in the UN System*, Londres (Royaume-Uni), Environmental Resources, 1990.

ORGANISATION DES NATIONS UNIES. COMMISSION ÉCONOMIQUE POUR L'EUROPE. *Post-Project Analysis for Environmental Impact Analysis*, New York (New York), ONU, 1990.

ORGANISATION DES NATIONS UNIES. INSTITUT ASIATIQUE DE DÉVELOPPEMENT DES NATIONS UNIES. *Environmental Impact Statements: A Test Model Presentation*, C. Suriyakumaran, comp., Bangkok (Thaïlande), ONU, 1980.

ORGANISATION DES NATIONS UNIES POUR L' ALIMENTATION ET L' AGRICULTURE. *Environmental Impact Analysis and Agricultural Development*, Rome (Italie), FAO, 1982. Environment Paper 2.

ORGANISATION DES NATIONS UNIES POUR L' ALIMENTATION ET L' AGRICULTURE. « Environmental Impact of Forestry », *Conservation Guide*, vol. 7, p. 1-85 (1982).

ORGANISATION DES NATIONS UNIES POUR L' ALIMENTATION ET L' AGRICULTURE. *Planning Forest Roads and Harvesting Systems*, Rome (Italie), FAO, 1977. Forestry Paper 2.

ORGANISATION MONDIALE POUR LA SANTÉ. *Health Project Management: A Manual of Procedures for Formulating And Implementing Health Projects*, Genève (Suisse), OMS, 1974.

O'RIORDAN, T., et W.R.D. SEWELL, éd. *Project Appraisal and Policy Rev*iew, Chichester (Royaume-Uni), John Wiley ans Sons, 1981.

O'RIORDAN, T. « The Impact of Environmental Impact Assessment on Decision-Making », *in* V.T. Covello, éd., *Environmental Impact Assessment*, Heidelburg (Allemagne de l'Ouest), Springer, 1989.

PEARCE, D.W., E. BARBIER et A. MARKANDYA. *Sustainable Development: Economics and Environment in the Third World*, Aldershot (Royaume-Uni), Elgar, 1990.

PENDSE, Y.D., R.V. RAO et P.K. SHARMA. « Environmental Impact Assessment Methodologies : Shortcomings and Appropriateness for Water Resources Projects in Developing Countries », *International Journal of Water Resources Development*, vol. 5, n° 4, p. 252-259 (1989).

PETHING, R., et K. FIEDLER. « Effluent Charges on Municipal Waste Water Treatment Facilities: In Serch of Their Theoretical Rationale », *Economics*, vol. 49, n° 1, p. 71-74 (1989).

PETO, J. « Dose-Response Relationships for Asbestos-Related Disease: Implications for Hygiene Standards, Part II: Mortality », *Annals of the New York Academy of Science*, vol. 330, p. 195-203 (1979).

PIMENTEL, D. « Agriculture and Ecotechnology », *in* W. J. Mitsch et S. E. Jorgensen, éd., *Ecological Engineering: An Introduction to Ecotechnology*, New York (New York), John Wiley and Sons, 1989.

PORTER., A.L., et coll. *A Guidebook for Technology Assessment and Impact Analysis*, New York (New York), North Holland, 1980.

PRIEUR, M. « Les études d'impacts en droit Français », *Zeitschrift fur Umweltpolitik*, vol. 4, p. 367-388 (1984).

PROGRAMME DES NATIONS UNIES POUR L'ENVIRONNEMENT. *The Use of Environmental Impact Assessment for Development Project Planning in ASEAN Countries*, Bangkok (Thaïlande), Bureau régional pour l'Asie et le Pacifique, 1982.

PROGRAMME DES NATIONS UNIES POUR L'ENVIRONNEMENT et ORGANISATION MONDIALE POUR LA SANTÉ. *Assessment of Urban Air Quality*, Londres (Royaume-Uni), Global Environment Monitoring System, 1989.

PRYDE, P.R. « The Soviet Approach to Environmental Impact Analysis », *in* F. B. Singleton, éd., *Environmental Problems in the Soviet Union and Eastern Europe*, Boulder (Colorado), Lynne Rienner Publishers, 1987.

RAU, J.G., et D.C. WOOTEN, éd. *Environmental Impact Analysis Handbook*, New York (New York), McGraw-Hill, 1980.

REPETTO, R., éd. *The Global Possible Resources, Development and the New Century*, New Haven (Connecticut), Yale University Press, 1985.

REYNOLDS, L. « Foundations of an Institutional Theory of Regulation », *Journal of Economic Issues*, vol. 4, p. 641-656 (1981).

ROBERTS, R.D., et T.M. ROBERTS, éd. *Planning and Ecology*, Londres (Royaume-Uni), Chapman and Hall, 1984.

ROSS, W. A. « Evaluating Environmental Impact Statements », *Journal of Environmental Managament*, vol. 25, n° 2, p. 137-148 (1987).

ROSSINI, F.A., et A. L. PORTER, éd. *Integrated Impact Assessment*, Boulder (Colorado) Westview Press, 1983.

SADLER, B. éd. *Audit and Evaluation in Environmental Assessment and Management: Canadian and International Experience*, 2 vol., Hull (Canada), Environnement Canada, 1987.

SADLER, B. éd. *Public Participation in Environmental Decision Making: Strategies for Change*, Edmonton (Alberta), Environment Council of Alberta, 1980.

SAMMY, G.K. *Environmental Impact in Developing Countries*, Norman (Oklahoma), University of Oklahoma, 1982. Thèse de doctorat.

SCHIBUOLA, S., et P. H. BYER. « Use of Knowledge-Based Systems for the Review of Environmental Impact Assessments », *Environmental Impact Assessment Review*, vol. 11, p. 11-27 (1991).

SEATTLE, D.M., et C.C. PATTERSON. « Lead in Albacore: Guide to Lead Pollution in Americans », *Science*, vol. 207, n° 1, p. 167-176 (1980).
SEDMAN, H., et I.J SELIKOFF. « Decline in Death rates among Asbestos Insulation Warkers 1967-1986, Associated with Diminution of Work Exposure to Asbestos », *Annals of the New York Academy of Science*, vol. 609, p. 300-318 (1990).

SHRADER-FRECHETTE, K.S. *Science Policy, Ethics, and Economic Methodology: Some Problems of Tchnology Assessment and Environmental-Impact Analysis*, Boston (Massachusetts), Riedel, 1985.

SIGAL, L.L., et J.W. WEBB. « The Programmatic Environmental Impact Assessment: Its Purpose and Use », *The Environmental Professional*, vol. 11, n° 1 p. 14-17 (1989).

SONNTAG, N.C. et coll. *Cumulative Effects Assessment: A Context for Further Research*, Ottawa (Canada), Ministère des Approvisionnements et Services, 1987.

STOUT, K.S. *Mining Methods and Equipment*, New York (New York), McGraw-Hill, 1980.

STRICKLAND, G.T. *Hunter's Tropical Medicine*, 6e éd., Philadelphie (Pennsylvanie), W. B. Sandres, 1984.

SUTER, G.W. et coll. « Treatment of Risk in Environmental Impact Assessment », *Environmental Magement*, vol. 11, p. 295-303 (1987).

TCHOBANOGLOUS, G., H. THEISEN et R. ELIASSEN. *Solid Wastes: Engineering Principles and Management Issues*, New York (New York), McGraw-Hill, 1977.

THARUM, G., N.C. THANH et R. BIDWELL, éd. *Environmental Management for Developing Countries*, 3 vol., Bangkok (Thaïlande), Asian Institute of Technology, 1983.

TIDSELL, C. « Cost-Benefit Analysis, the Environment and Informational Constraints in LDCs », *Journal of Development*, vol. 11, p. 63-81 (1986).

TOMLISON, P., éd. « Environmental Audits: Special Edition », *Environmental Monitoring and Assessment*, vol. 8, n° 3, p. 183-261 (1987).

UNITED STATES. COUNCIL ON ENVIRONMENTAL QUALITY et FISH AND WILDLIFE SERVICE. *Biological Evaluation of Environmental Impacts*, Washington (D. C.), 1980. Report FWS/OBS-80/26.

UNITED STATES. DEPARTMENT OF ENERGY. *Digest of Environmental and Water Statistics*, 9, Washington (D. C.), General Printing Office, 1986.

VAHTER, V., éd. *UNEP/WHO Assessment of Human Exposure to Lead and Cadmium Through Biological Monitoring*, Stockholm (Suède), National Swedish Institute of Environmental Medicine et Karolinska Institute, 1982.

VIGHI, M., et D. CALAMARI. « Evaluate Models and Field Work in Estimating Pesticide Exposure », *in* L. Sommerville et C. walker, éd., *Pesticides and Wildlife: Field Testing*, Londres (Royaume-Uni) Taylor and Francis, 1990.

VIZAYAKUMAR, K., et P.K.J. MOHAPATRA. « Framework for Environmental Impact Analysis with Special Reference to India », *Environmental Management*, vol. 15, p. 357-368 (1991).

VLACHOS, E. « Assessing Long Range Cumulative Impacts », *in* V. T. Covello, éd., *Environmental Impact Assessment*, Heidelburg (Allemagne de l'Ouest), Springer, 1990.

WALTERS, C. *Adaptative Management of Renewable Resources*, New York (New York), McMillan, 1986.

WANDESFORDE-SMITH, G., et I. MOREIRA. « Subnational Governement and Environmental Impact Assessment in the Developing World: Bureaucratic Strategy and Political Change in Rio de Janeiro », *Brazilian Environmental Impact Assessment Re*view, vol. 5, p. 223-238 (1985).

WARD, D.V. *Biological Environmental Impact Studies: Their Theory and Methods*, New York (New York), Academic Press, 1978.

WARE, G.W. « Effects of Pesticides on Nontarget Organisms », *Residue Reviews*, vol. 76, p. 173-201 (1980).

WARNER, M.L., et E. H. PRESTON. *Review of Environmental Impact Assessment Methodologies*, Washington (D. C.), United States Environmental Protection Agency, 1974; réimpr., Washington (D.C.), General Printing Office, 1986.

WATHERN, P. « Methods for Assessing Indirect Impacts », *in* B. D. Clark et coll., éd., Perspectives on Environmental Impact Assessment, Dordrecht (Pays-Bas), Riedel, 1984.

WATHERN, P., éd. *Environmental Impact Assessment: Theory and Practice*, Londres (Royaume-Uni), Unwin, 1988.

WENGER, R.B., W. HUADONG, et MA XIAOYING. « Environmental Impact Assessment in the People's Republic of China », *Environmental Management*, vol. 14, p. 429-439 (1990).

WESTMAN, W.E. *Ecology, Impact Assessment and Environmental Planning*, New York (New York), John Wiley and Sons, 1985.

WETSONE, G.S., et A. ROSENCRANZ. *Acid Rain in Europe and North America*, Washington (D.C.), Environmental Law Institute, 1984.

WILLIAMS, H.J. « Issues in the Control and Disposal of Hazardous Materials », *in* M. Chatterji, éd., *Hazardous Materials Disposal*, Aldershot (Royaume-Uni), Averbury-Gower, 1987, p. 59-70.

WILSON, D.G., éd. *Handbook of Solid Waste Management*, New York (New York), Van Nostrand Reinhold, 1977.

WOOD, C.M., et V. CAZIDELLIS. *A Guide to Training Materials for Environmental Impact Assessment*, Manchester (Royaume-Uni), Université de Manchester, 1985. Department of Town and Country Planning Paper 14.

YATES, E.D. *Environmental Impact Assessment: What it is and Why International Development Organizations Need it*, Washington (D.C.), Council on Environmental Quality, 1989.

YOUNG, K., éd. *Women and Economic Development: Local, Regional and National Planning Strategies*, New York (New York), Berg, 1988.

ZIYUN, F. « Environmental Impact Assessment of Yangtse Valley Projects », *International Water Power and Dam Construction*, vol. 4, p. 36-39 (1989).