

DIRECTIVES OMS POUR
**L'UTILISATION SANS RISQUE DES
EAUX USÉES, DES EXCRETA ET
DES EAUX MÉNAGÈRES**

VOLUME I
*CONSIDÉRATIONS D'ORDRE POLITIQUE
ET RÉGLEMENTAIRE*



Organisation
mondiale de la Santé



PNUE

Programme des Nations Unies
pour le Développement

**DIRECTIVES OMS POUR L'UTILISATION SANS
RISQUE DES EAUX USÉES, DES EXCRETA
ET DES EAUX MÉNAGÈRES**

**Volume I
Considérations d'ordre politique
et réglementaire**



**Organisation
mondiale de la Santé**

Catalogage à la source : Bibliothèque de l'OMS

Directives OMS pour l'utilisation sans risque des eaux usées, des excreta et des eaux ménagères.

v. I Considérations d'ordre politique et réglementaire – v. II Utilisation des eaux usées en agriculture – v. III Utilisation des eaux usées et des excreta en aquaculture – v. IV Utilisation des excreta et des eaux ménagères en agriculture.

1. Alimentation en eau – législation. 2. Agriculture. 3. Aquaculture.
5. Eaux usées 6. Recommandations comme sujet. I. Organisation mondiale de la Santé.

ISBN 978 92 4 254686 6 (set) (Classification NLM : WA 675)
ISBN 978 92 4 254682 8 (vol. I)
ISBN 978 92 4 254683 5 (vol. II)
ISBN 978 92 4 254684 2 (vol. III)
ISBN 978 92 4 254685 9 (vol. IV)

© Organisation mondiale de la Santé 2012

Tous droits réservés. Les publications de l'Organisation mondiale de la Santé sont disponibles sur le site Web de l'OMS (www.who.int) ou peuvent être achetées auprès des Éditions de l'OMS, Organisation mondiale de la Santé, 20 avenue Appia, 1211 Genève 27 (Suisse) (téléphone : +41 22 791 3264 ; télécopie : +41 22 791 4857 ; courriel : bookorders@who.int). Les demandes relatives à la permission de reproduire ou de traduire des publications de l'OMS – que ce soit pour la vente ou une diffusion non commerciale – doivent être envoyées aux Éditions de l'OMS via le site Web de l'OMS à l'adresse http://www.who.int/about/licensing/copyright_form/en/index.html

Les appellations employées dans la présente publication et la présentation des données qui y figurent n'impliquent de la part de l'Organisation mondiale de la Santé aucune prise de position quant au statut juridique des pays, territoires, villes ou zones, ou de leurs autorités, ni quant au tracé de leurs frontières ou limites. Les lignes en pointillé sur les cartes représentent des frontières approximatives dont le tracé peut ne pas avoir fait l'objet d'un accord définitif.

La mention de firmes et de produits commerciaux ne signifie pas que ces firmes et ces produits commerciaux sont agréés ou recommandés par l'Organisation mondiale de la Santé, de préférence à d'autres de nature analogue. Sauf erreur ou omission, une majuscule initiale indique qu'il s'agit d'un nom déposé.

L'Organisation mondiale de la Santé a pris toutes les précautions raisonnables pour vérifier les informations contenues dans la présente publication. Toutefois, le matériel publié est diffusé sans aucune garantie, expresse ou implicite. La responsabilité de l'interprétation et de l'utilisation dudit matériel incombe au lecteur. En aucun cas, l'Organisation mondiale de la Santé ne saurait être tenue responsable des préjudices subis du fait de son utilisation.

TABLE DES MATIÈRES

Liste des sigles et abréviations	v
Avant-propos	vii
Remerciements	xi
1. Considérations d'ordre politique	1
1.1 Politiques à la base de la gouvernance	1
1.2 Cadre politique international	3
1.3 Considérations d'ordre politique	4
1.3.1 Mise en œuvre des Directives OMS pour protéger la santé publique	4
1.3.2 Eaux usées, excréta et eaux ménagères	8
1.3.3 Bénéfices de l'utilisation des eaux usées, des excréta et des eaux ménagères	9
1.3.4 Implications politiques internationales : commerce international	10
1.3.5 Implications pour la santé des eaux usées, des excréta et des eaux ménagères	10
1.3.6 Stratégies efficaces sur le plan économique pour maîtriser les effets sanitaires préjudiciables	12
1.4 Formulation et ajustement des politiques : procédure par étapes	13
1.4.1 Mise en place d'un mécanisme de dialogue politique	13
1.4.2 Définition des objectifs	14
1.4.3 Analyse de la situation, évaluation des politiques et des besoins	14
1.4.4 Approbation politique, engagement du dialogue et légitimation des produits	15
1.4.5 Travail de recherche	15
1.5 Dispositions institutionnelles	16
1.5.1 Concept de collaboration intersectorielle	17
1.5.2 Mécanismes destinés à promouvoir la collaboration intersectorielle	17
2. Réglementation	21
2.1 Identification des dangers	21
2.2 Preuves des risques sanitaires	24
2.2.1 Agriculture	24
2.2.2 Aquaculture	24
2.2.3 Excréta et eaux ménagères	26
2.3 Objectifs liés à la santé	27
2.3.1 Utilisation des eaux usées en agriculture	28
2.3.2 Aquaculture	31
2.3.3 Utilisation des eaux usées et des excréta	32
2.4 Mesures de protection sanitaire	34
2.5 Surveillance et évaluation du système	34
3. Résumé d'orientation du Volume II	39
3.1 Introduction	40
3.2 Cadre de Stockholm	40
3.3 Évaluation du risque sanitaire	41
3.4 Objectifs liés à la santé	41
3.5 Mesures de protection sanitaire	44
3.6 Surveillance et évaluation du système	47
3.7 Aspects socioculturels	47

3.8 Aspects environnementaux.....	47
3.9 Considérations économiques et financières	48
3.10 Aspects politiques.....	48
3.11 Planification et mise en œuvre.....	50
4. Résumé d'orientation du Volume III.....	51
4.1 Introduction.....	52
4.2 Cadre de Stockholm	52
4.3 Évaluation du risque sanitaire	52
4.4 Objectifs liés à la santé	52
4.5 Mesures de protection sanitaire.....	53
4.6 Surveillance et évaluation du système	55
4.7 Aspects socioculturels, environnementaux et économiques.....	56
4.8 Considérations politiques	56
4.9 Planification et mise en œuvre.....	57
5. Résumé d'orientation du Volume IV.....	59
5.1 Introduction.....	60
5.2 Cadre de Stockholm	61
5.3 Évaluation du risque sanitaire	61
5.4 Objectifs liés à la santé	61
5.5 Mesures de protection sanitaire.....	64
5.6 Surveillance et évaluation du système.....	65
5.7 Aspects socioculturels, environnementaux et économiques.....	66
5.8 Aspects environnementaux.....	66
5.9 Considérations économiques et financières	67
5.10 Aspects politiques.....	67
5.11 Planification et mise en œuvre.....	68
Index des Volumes I-IV	69
Références.....	103
Annexe 1 : Glossaire des termes utilisés dans les Directives.....	105

LISTE DES SIGLES ET ABRÉVIATIONS

sida	Syndrome d'immunodéficience acquis
DBO ₅	Demande biochimique en oxygène à cinq jours
2,4-D	Acide dichlorophénoxyacétique
DALY	Année de vie corrigée de l'incapacité
DDT	Dichlorodiphényltrichloroéthane
VIH	Virus de l'immunodéficience humaine
IWRM	Gestion intégrée des ressources en eau
OMD	Objectifs du Millénaire pour le développement
UTN	Unité de turbidité néphélométrique
HPA	Hydrocarbures polycycliques aromatiques
PCB	Polychlorobiphényle
P _{inf}	Probabilité d'infection
QMRA	Évaluation quantitative des risques microbiens
2,4-5-T	Acide 2,4-5-trichlorophénoxyacétique
ONU	Organisation des Nations Unies
UNICEF	Fonds des Nations Unies pour l'Enfance
UV	Ultraviolet
OMS	Organisation mondiale de la Santé
OMC	Organisation mondiale du Commerce

AVANT-PROPOS

L'Assemblée générale de la Santé de 2000 a adopté les objectifs du Millénaire pour le développement (OMD) le 8 septembre 2000. Les OMD concernant le plus l'utilisation sans risque des eaux usées, des excréta et des eaux ménagères en agriculture et en aquaculture sont les objectifs N° 1 «Réduire l'extrême pauvreté et la faim» et N° 7 «Assurer un environnement durable». L'utilisation d'eaux usées, d'excréta et d'eaux ménagères en agriculture et en aquaculture peut aider les collectivités à obtenir davantage de récoltes pour l'alimentation et à tirer parti de ressources précieuses en eau et en nutriments. Cette utilisation doit cependant s'effectuer dans des conditions sûres pour que ses bénéfices pour la santé publique et l'environnement soient maximums.

En 1973, l'Organisation mondiale de la Santé (OMS) a publié le document *La réutilisation des effluents : méthodes de traitement des eaux usées et mesures de protection sanitaire*. Ce document de type normatif fournit des recommandations pour la protection de la santé publique et la promotion d'un usage rationnel des eaux usées et des excréta en agriculture et en aquaculture. Cette publication à visées techniques ne traite pas à proprement parler de questions politiques.

A l'issue d'une revue approfondie d'études épidémiologiques et d'autres informations récentes, une deuxième édition de ce document normatif a été publiée en 1989 : le *Guide pour l'utilisation sans risques des eaux ménagères et des excréta en agriculture et en aquaculture*. Ce Guide a fortement influencé l'élaboration des normes techniques et des politiques et de nombreux pays l'ont adopté ou adapté pour l'appliquer à leurs pratiques d'utilisation des eaux usées et des excréta.

Dans le cadre de cette troisième édition, le Guide a été actualisé à partir de nouvelles données sanitaires, développé pour mieux atteindre ses audiences cibles et réorienté pour refléter la conception actuelle de la gestion des risques.

L'utilisation sans risque des eaux usées, des excréta et des eaux ménagères en agriculture et en aquaculture est de plus en plus considérée comme une méthode associant recyclage de l'eau et des nutriments, renforcement de la sécurité alimentaire des ménages et amélioration de la nutrition des ménages pauvres. L'intérêt récent pour l'utilisation en agriculture et en aquaculture des eaux usées, des excréta et des eaux ménagères est motivé par la rareté de l'eau, le manque de disponibilité des nutriments et les préoccupations concernant ses effets sur la santé et l'environnement. Il a fallu actualiser la version précédente du Guide pour prendre en compte des données scientifiques sur les agents pathogènes, les produits chimiques et d'autres facteurs, et notamment des évolutions dans les caractéristiques des populations et les pratiques sanitaires, des méthodes améliorées d'évaluation des risques, des aspects sociaux ou relatifs à l'équité et des pratiques socio-culturelles. Il était particulièrement nécessaire d'examiner les données d'évaluation des risques et épidémiologiques.

Pour que sa présentation soit mieux adaptée au public visé, la troisième édition des *Directives pour l'utilisation sans risque des eaux usées, des excréta et des eaux ménagères* a été divisée en quatre volumes, *Volume I: Considérations d'ordre politique et réglementaire*, *Volume II: Utilisation des eaux usées en agriculture*, *Volume III: Utilisation des eaux usées et des excréta en aquaculture*, et *Volume IV: Utilisation des excréta et des eaux ménagères en agriculture*.

Les recommandations de l'OMS à propos des questions liées à l'eau reposent sur un consensus scientifique et sur les meilleures données disponibles. Leur élaboration a bénéficié d'une large participation. Les *Directives pour l'utilisation sans risque des eaux usées, des excréta et des eaux ménagères* vise à protéger la santé des agriculteurs (et de leurs familles), des collectivités locales et les consommateurs de leurs produits. Il est destiné à être adapté pour tenir compte de facteurs socioculturels, économiques et

environnementaux nationaux. Lorsque les Directives abordent des questions techniques – par exemple, le traitement des excréta et des eaux ménagères –, elles mentionnent explicitement les technologies facilement disponibles et applicables (du point de vue technique comme de celui de l'accessibilité économique), mais n'excluent pas les autres. Les normes trop strictes peuvent ne pas être applicables de façon durable et, paradoxalement, conduire à une moindre protection sanitaire car elles risquent d'être considérées comme irréalisables dans les circonstances locales et, donc, d'être ignorées. En proposant des procédures adaptables aux différentes circonstances, les Directives s'efforcent de maximiser les bénéfices globaux pour la santé publique et l'usage fait de ressources limitées.

Cette version des Directives remplace les versions antérieures de 1973 et 1989. Elle est reconnue comme représentant la position du système des Nations Unies sur les questions relatives aux eaux usées, aux excréta, aux eaux ménagères et à la santé, formulée par UN-Water, l'organisme coordonnateur des 24 agences et programmes des Nations Unies concernés par les problèmes liés à l'eau. Elle poursuit le développement de notions, de démarches et de connaissances présentées dans les éditions antérieures et contient des informations supplémentaires sur :

- la charge globale de maladies véhiculées par l'eau au sein d'une population et la façon dont l'utilisation des eaux usées, des excréta et des eaux ménagères en agriculture et en aquaculture peut contribuer à cette charge ;
- le cadre de Stockholm pour le développement de recommandations relatives à l'eau et la définition d'objectifs liés à la santé ;
- l'analyse des risques ;
- les stratégies de gestion des risques, y compris la quantification des différentes mesures de protection sanitaire ;
- les stratégies de mise en œuvre des Directives.

Cette version révisée des Directives sera utile à toutes les personnes confrontées à des problèmes liés à l'utilisation des eaux usées, des excréta et des eaux ménagères, à la santé publique et au traitement de l'eau et des déchets, et notamment les scientifiques des domaines de l'environnement et de la santé publique, les formateurs, les chercheurs, les ingénieurs, les décideurs, les normalisateurs et les personnes chargées d'élaborer la réglementation.

L'utilisation d'eaux usées, d'excréta et d'eaux ménagères en agriculture et en aquaculture a un intérêt stratégique pour la réduction de la pauvreté, la protection de la santé publique et de l'environnement, la sécurité alimentaire et l'indépendance énergétique. Dans les pays où cette utilisation est déjà pratiquée à grande échelle ou dans lesquels le potentiel de réutilisation est important, il est nécessaire de créer un cadre politique distinct pour l'utilisation des eaux usées, des excréta et des eaux ménagères. Dans d'autres pays, cette utilisation a des interactions avec plusieurs autres domaines politiques majeurs et sa gestion exige donc une harmonisation des politiques la concernant et son maintien parmi les questions plus essentielles.

Le présent volume des Directives est axé sur les dispositions d'ordre politique, réglementaire et institutionnel. Il vise par conséquent un lectorat de décideurs politiques et de responsables de la réglementation. Il fournit des conseils sur la formulation, l'harmonisation et l'intégration des politiques, sur les mécanismes réglementaires et sur l'établissement de liens institutionnels entre les divers secteurs et parties. Il présente également une synthèse des principales questions abordées par les Volumes II, III et IV dans le résumé

d'orientation constituant sa deuxième partie. Il contient en annexe 1 un index et un glossaire des termes mentionnés pour les quatre volumes.

Les informations que renferme ce volume sont destinées à donner aux décideurs politiques et aux responsables de la réglementation une vue globale des risques et des bénéfices de l'utilisation des eaux usées, des excréta et des eaux ménagères en agriculture et en aquaculture, sans rentrer dans les détails techniques. Le Volume I offre aussi une présentation générale de la nature et de la portée des options pour protéger la santé publique. Ces informations devraient être utiles dans la mise au point des politiques nationales d'utilisation sans risque des eaux usées, des excréta et des eaux ménagères. Des éléments techniques détaillés sur l'évaluation des risques pour la santé, les mesures de protection sanitaire, la surveillance et l'évaluation sont fournis dans les Volumes II, III et IV.

REMERCIEMENTS

L'Organisation mondiale de la Santé (OMS) souhaite exprimer sa gratitude à tous ceux dont les efforts ont permis la publication des *Directives pour l'utilisation sans risque des eaux usées, des excréta et des eaux ménagères, Volume I: Considérations d'ordre politique et réglementaire*, et en particulier le Dr Jamie Bartram (Coordonnateur du Département Eau, assainissement et santé de l'OMS, à Genève), M. Richard Carr (Responsable technique au Département Eau, assainissement et santé de l'OMS, à Genève) et M. Robert Bos (Spécialiste du Département Eau, assainissement et santé de l'OMS, à Genève), qui ont coordonné l'élaboration de ce volume.

Un groupe d'experts international a fourni les éléments et a participé à la rédaction et à la révision de plusieurs volumes des *Directives pour l'utilisation sans risque des eaux usées, des excréta et des eaux ménagères*. De nombreuses personnes ont contribué directement ou à travers des activités connexes à cet ouvrage. L'OMS remercie pour leur contribution au développement de ces Directives :

Mohammad Abed Aziz Al-Rasheed, Ministère de la Santé, Amman, Jordanie
Saqr Al Salem, WHO Regional Centre for Environmental Health Activities, Amman, Jordanie
John Anderson, New South Wales Department of Public Works & Services, Sydney, Australie
Andreas Angelakis, Fondation nationale pour la recherche en agriculture, Institut d'Héraklion, Héraklion, Grèce
Takashi Asano, University of California at Davis, Davis, Californie, Etats-Unis d'Amérique
Nicholas Ashbolt, University of New South Wales, Sydney, Australie
Lorimer Mark Austin, Council for Scientific and Industrial Research, Pretoria, Afrique du Sud
Ali Akbar Azimi, Université de Téhéran, Téhéran, Iran
Javed Aziz, University of Engineering & Technology, Lahore, Pakistan
Akiça Bahri, Institut national de recherche en Génie rural, Eau et forêt, Ariana, Tunisie
Mohamed Bazza, Organisation des Nations Unies pour l'Alimentation et l'Agriculture, Le Caire, Egypte
Ursula Blumenthal, London School of Hygiene and Tropical Medicine, Londres, Royaume-Uni
Jean Bontoux, Université de Montpellier, Montpellier, France
Laurent Bontoux, Commission européenne, Bruxelles, Belgique
Patrik Bracken, Deutsche Gesellschaft für Technische Zusammenarbeit (GTZ), Eschborn, Allemagne
François Brissaud, Université de Montpellier II, Montpellier, France
Stephanie Buechler, International Water Management Institute, Pantancheru, Andhra Pradesh, Inde
Paulina Cervantes-Olivier, Agence française de sécurité sanitaire de l'environnement et du travail, Maisons Alfort, France
Andrew Chang, University of California at Riverside, Riverside, Californie, Etats-Unis d'Amérique
Guéladio Cissé, Centre Suisse de Recherche Scientifique, Abidjan, Côte d'Ivoire
Joseph Cotruvo, J. Cotruvo & Associates, Washington, DC, Etats-Unis d'Amérique
Brian Crathorne, RWE Thames Water, Reading, Royaume-Uni
David Cunliffe, Environmental Health Service, Adelaïde, Australie

Anders Dalsgaard, Royal Veterinary and Agricultural University, Frederiksberg, Danemark

Gayathri Devi, International Water Management Institute, Andhra Pradesh, Inde

Jan Olof Drangert, Université de Linköping, Suède

Pay Drechsel, International Water Management Institute, Accra, Ghana

Bruce Durham, Veolia Water Systems, Derbyshire, Royaume-Uni

Peter Edwards, Institut asiatique de technologie, Klong Luang, Thaïlande

Dirk Engels, OMS, Genève, Suisse

Badri Fattal, Université hébraïque de Jérusalem, Jérusalem, Israël

John Fawell, Consultant indépendant, Flackwell Heath, Royaume-Uni

Pinchas Fine, Institute of Soil, Water and Environmental Sciences, Bet-Dagan, Israël

Jay Fleisher, Nova Southeastern University, Fort Lauderdale, Floride, Etats-Unis d'Amérique

Yanfen Fu, National Centre for Rural Water Supply Technical Guidance, Pékin, République populaire de Chine

Yaya Ganou, Ministère de la Santé, Ouagadougou, Burkina Faso

Alan Godfrey, United Utilities Water, Warrington, Royaume-Uni

Maria Isabel Gonzalez Gonzalez, National Institute of Hygiene, Epidemiology and Microbiology, La Havane, Cuba

Cagatay Guler, Université Hacettepe, Ankara, Turquie

Gary Hartz, Directeur de l'Indian Health Service, Rockville, Maryland, Etats-Unis d'Amérique

Paul Heaton, Power and Water Corporation, Darwin, Territoire du Nord, Australie

Ivanildo Hespanhol, Université de São Paulo, São Paulo, Brésil

José Hueb, OMS, Genève, Suisse

Petter Jenssen, Université des sciences de la vie, Aas, Norvège

Blanca Jiménez, Université nationale autonome de Mexico, Mexico, Mexique

Jean-François Junger, Commission européenne, Bruxelles, Belgique

Ioannis K. Kalavrouziotis, Université d'Ioannina, Agrinio, Grèce

Peter Kolsky, Banque mondiale, Washington, DC, Etats-Unis d'Amérique

Doulaye Koné, Institut fédéral pour les sciences et les technologies de l'environnement, Suisse (EAWAG)/Département Eau et assainissement dans les pays en développement (SANDEC), Duebendorf, Suisse

Sasha Koo-Oshima, Organisation des Nations Unies pour l'Alimentation et l'Agriculture, Rome, Italie

Elisabeth Kvarnström, Verna Ecology Inc., Stockholm, Suède

Alice Sipiyan Lakati, Department of Environmental Health, Nairobi, Kenya

Valentina Lazarova, Services ONDEO, Le Pecq, France

Pascal Magoarou, Commission européenne, Bruxelles, Belgique

Duncan Mara, University of Leeds, Leeds, Royaume-Uni

Gerardo Mogol, Département de la Santé, Manille, Philippines

Gerald Moy, OMS, Genève, Suisse

Rafael Mujeriego, Université technique de Catalogne, Barcelone, Espagne

Constantino Nurizzo, Politecnico di Milano, Milan, Italie

Gideon Oron, Université Ben-Gurion du Negev, Kiryat Sde-Boker, Israël

Mohamed Ouahdi, Ministère de la santé et de la population, Alger, Algérie

Albert Page, University of California at Riverside, Riverside, Californie, Etats-Unis d'Amérique

Genxing Pan, Université agricole de Nanjing, Nanjing, République populaire de Chine

Nikolaos Paranychianakis, Fondation nationale pour la recherche agricole, Institut d'Héraklion, Héraklion, Grèce

Martin Parkes, North China College of Water Conservancy and Hydropower, Zhengzhou, Henan, République populaire de Chine

Anne Peasey, Imperial College (auparavant à la London School of Hygiene and Tropical Medicine), Londres, Royaume-Uni

Susan Petterson, University of New South Wales, Sydney, Australie

Liqa Raschid-Sally, International Water Management Institute, Accra, Ghana

Anna Richert-Stinzing, Verna Ecology Inc., Stockholm, Suède

Kerstin Röske, Institut de médecine, de microbiologie et d'hygiène, Dresde, Allemagne

Lorenzo Savioli, OMS, Genève, Suisse

Jørgen Schlundt, OMS, Genève, Suisse

Caroline Schönning, Institut suédois pour la lutte contre les maladies infectieuses, Stockholm, Suède

Janine Schwartzbrod, Université de Nancy, Nancy, France

Louis Schwartzbrod, Université de Nancy, Nancy, France

Natalia Shapirova, Ministère de la Santé, Tachkent, Ouzbékistan

Hillel Shuval, Université hébraïque de Jérusalem, Jérusalem, Israël

Thor-Axel Stenström, Institut suédois pour la lutte contre les maladies infectieuses, Stockholm, Suède

Martin Strauss, Institut fédéral pour les sciences et les technologies de l'environnement, Suisse (EAWAG)/Département Eau et assainissement dans les pays en développement (SANDEC), Duebendorf, Suisse

Ted Thairs, EUREAU Working Group on Wastewater Reuse (ancien Secrétaire), Herefordshire, Royaume-Uni

Terrence Thompson, Bureau régional de l'OMS pour le Pacifique occidental, Manille, Philippines

Sarah Tibatemwa, National Water & Sewerage Corporation, Kampala, Ouganda

Andrea Tilche, Commission européenne, Bruxelles, Belgique

Mwakio P. Tole, Kenyatta University, Nairobi, Kenya

Francisco Torrella, Université de Murcia, Murcia, Espagne

Hajime Toyofuku, OMS, Genève, Suisse

Wim van der Hoek, consultant indépendant, Landsmeer, Pays-Bas

Johan Verink, ICY Waste Water & Energy, Hanovre, Allemagne

Marcos von Sperling, Université fédérale de Minas Gerais, Belo Horizonte, Brésil

Christine Werner, Deutsche Gesellschaft für Technische Zusammenarbeit (GTZ), Eschborn, Allemagne

Steve White, RWE Thames Water, Reading, Royaume-Uni

Nos remerciements vont aussi à Marla Sheffer pour l'édition du texte complet de ces Directives, à Windy Prohom et à Colette Desigaud pour leur aide dans l'administration du projet et à Peter Gosling, qui a joué le rôle de rapporteur lors de la dernière réunion d'examen, en vue de finaliser cette troisième édition, à Genève.

Nous n'aurions pu produire ces Directives sans le soutien généreux du Département du Développement international du Royaume-Uni, de l'Agence suédoise de Coopération

pour le Développement international (Sida), par l'intermédiaire de l'Institut environnemental de Stockholm, du Ministère des Affaires étrangères de Norvège, de la Deutsche Gesellschaft für Technische Zusammenarbeit (GTZ) et du Ministère des Affaires étrangères des Pays-Bas (DGIS), par l'intermédiaire de WASTE (conseillers en environnement urbain et développement).

CONSIDÉRATIONS D'ORDRE POLITIQUE

L'objectif ultime de ces Directives est de protéger et de promouvoir la santé publique. Il faut disposer de moyens suffisants au niveau national pour tirer un bénéfice maximal de l'utilisation des eaux usées, des excréta et des eaux ménagères en agriculture et en aquaculture, réduire au minimum les risques sanitaires qu'elle peut comporter et promouvoir une gestion correcte de l'environnement, assurant une viabilité à long terme. Parmi ces moyens, il est notamment essentiel de disposer, au niveau national, d'un environnement politique favorable. Le présent chapitre récapitule les données nécessaires pour établir des critères et des procédures de prise de décisions et prendre des dispositions institutionnelles efficaces pour leur application.

1.1 Politiques à la base de la gouvernance

Une gouvernance bien menée suppose une certaine cohérence dans la prise de décisions en direction d'objectifs convenus. Les politiques constituent le cadre dans lequel sont définies les priorités de développement nationales et fournissent des critères décisionnels pour guider le processus de développement vers la réalisation de ces priorités. Elles peuvent déboucher sur l'élaboration d'une législation. Cette législation définit les responsabilités et les droits des différents acteurs, ce qui – sur la base des dispositions institutionnelles mises en place entre les agences – permet de déterminer celle d'entre elles qui se chargera d'élaborer la réglementation et celle qui aura autorité pour faire appliquer les dispositions réglementaires. Transposer les politiques en stratégies nécessite d'allouer des ressources humaines et financières en fonction des objectifs à atteindre et des capacités des acteurs.

En développant un cadre politique national pour faciliter l'utilisation sans risque des eaux usées, des excréta et des eaux ménagères en agriculture et en aquaculture, il importe de définir les objectifs de ces politiques, d'évaluer la politique environnementale en vigueur, de formuler de nouvelles politiques ou d'ajuster celles déjà existantes et de développer une nouvelle stratégie.

L'utilisation des eaux usées, des excréta et des eaux ménagères peut avoir un ou plusieurs objectifs. La définition de ces objectifs est la première étape dans la mise au point d'un cadre politique national. Évaluer l'ampleur existante ou potentielle de cette utilisation en termes relatifs et absolus pour les différentes formes d'utilisation renseigne sur le type de formulation ou d'ajustement politique éventuellement nécessaire.

La protection de l'environnement est un objectif politique dans la plupart des pays, tant pour préserver les ressources naturelles et les écosystèmes que pour protéger la santé publique. Envisagés dans ce contexte, les eaux usées, les excréta et les eaux ménagères pourraient être considérés comme des sous-produits coûteux du processus d'urbanisation, nécessitant des investissements importants en stations d'épuration et en mécanismes d'élimination. Néanmoins, un tel point de vue néglige leur valeur en tant que source d'eau et/ou de nutriments pour l'agriculture et l'aquaculture.

Pour les gouvernements de nombreux pays en développement, atteindre et maintenir la sécurité alimentaire de la totalité de la population sont des objectifs politiques majeurs. Pour réaliser ces objectifs, certains pays mettent en place des incitations pour que les ressources naturelles disponibles (y compris les ressources en eau) servent davantage à la production alimentaire locale et d'autres accordent des subventions aux agriculteurs pour maintenir les ressources humaines indispensables à l'agriculture locale. Lorsque les ressources nationales pour la production alimentaire ne suffisent plus et qu'il est nécessaire d'importer des aliments essentiels, il est fréquent que les gouvernements accordent des subventions aux plus pauvres pour qu'ils satisfassent leurs besoins de base sur le plan nutritionnel. Dans un tel contexte, l'utilisation des eaux usées, des excréta et des

eaux ménagères est particulièrement pertinente. Dans les situations de tension sur l'eau, les eaux usées doivent être considérées comme une source d'eau intéressante et comme une contrepartie positive du processus d'urbanisation rapide. Lorsque les aliments essentiels doivent être importés, l'utilisation des eaux usées pour accroître la production agricole locale offre une alternative non négligeable.

A la lumière de ce qui précède, il semble essentiel de cartographier le paysage politique existant et de mettre à jour périodiquement le résultat de cette opération, pour disposer d'une base permettant d'évaluer si les options et les opportunités d'utilisation des eaux usées, des excreta et des eaux ménagères envisagées sont pleinement prises en compte et si les pratiques d'utilisation sans risques préconisées présentent un rapport coût/efficacité optimal.

L'évaluation des politiques doit s'effectuer selon deux points de vue : celui du décideur politique qui voudra s'assurer que les politiques nationales et la législation, le cadre institutionnel et la réglementation associés remplissent les objectifs fixés pour l'utilisation des eaux usées, des excreta et des eaux ménagères (par exemple maximiser le retour sur investissement sans nuire à la santé publique ou à l'environnement) ; et celui du responsable de projet, qui voudra être sûr que les activités actuelles et futures d'utilisation des déchets respectent de manière réaliste toutes les lois et réglementations nationales ou locales pertinentes.

En fonction des conditions locales, on peut considérer particulièrement l'utilisation des eaux usées, des excreta et des eaux ménagères dans le cadre de la sécurité alimentaire ou dans celui de la protection de l'environnement. Dans l'un et l'autre cas, pour que cette utilisation s'effectue *sans risque*, il faut établir des liens avec le cadre politique national de santé publique.

Les principaux points à examiner sont les suivants :

- *Santé publique* : Dans quelle mesure la gestion des déchets est-elle prise en compte dans les politiques nationales de santé publique ? Quels sont les risques et les dangers sanitaires spécifiques associés à l'utilisation des eaux usées, des excreta et des eaux ménagères en agriculture et en aquaculture ? Existe-t-il une politique nationale d'évaluation de l'impact sanitaire ? Existe-t-il une base politique pour des interventions autres que des traitements conformes aux concepts et aux procédures définis par le cadre de Stockholm ?
- *Protection de l'environnement* : Dans quelle mesure et comment la gestion des eaux usées, des excreta et des eaux ménagères est-elle prise en compte dans le cadre politique de protection de l'environnement existant ? Quelle est la situation actuelle et quelles sont les tendances et les perspectives pour la production d'eaux usées, d'excreta et d'eaux ménagères ? Quelle est la capacité de gestion des eaux usées, des excreta et des eaux ménagères ? Quels sont les impacts actuels et potentiels sur l'environnement ? Quelles sont les options de réutilisation en agriculture ou en aquaculture ?
- *Sécurité alimentaire* : Quels sont les objectifs et les critères fixés par la politique nationale de sécurité alimentaire ? L'eau est-elle un facteur limitant lorsqu'il s'agit d'assurer la sécurité alimentaire du pays à court, moyen ou long terme ? Existe-t-il de vraies opportunités d'utilisation des eaux usées, des excreta et des eaux ménagères en agriculture et en aquaculture pour (partiellement) faire face à ce problème ? La réutilisation est-elle actuellement pratiquée dans le système de production agricole ? Une analyse des risques et des bénéfices d'une telle utilisation de l'eau a-t-elle déjà été pratiquée ?

Les décideurs politiques doivent utiliser les données actualisées sur les impacts sanitaires de l'utilisation d'eaux usées, d'excreta et d'eaux ménagères en agriculture et en aquaculture, présentées dans ces Directives, pour élaborer des politiques rationnelles et économiques de protection de la santé publique et maximiser l'usage bénéfique fait des ressources naturelles.

■ 1.2 Cadre politique international

Avec l'adoption de la Déclaration du Millénaire, signée par 147 chefs d'Etat, les 189 nations assistant à la session extraordinaire de l'Assemblée générale des Nations Unies en septembre 2000 ont mis en place un cadre mondial complet pour appuyer les efforts concertés vers la réduction de la pauvreté et le développement durable. Cette Déclaration a conduit à la formulation de huit objectifs du Millénaire pour le développement (OMD), devant être atteints d'ici 2015, qui répondent aux principaux défis auxquels se heurte le développement mondial.

Les huit OMD se subdivisent en 18 cibles quantifiables, mesurées par 48 indicateurs.

- Objectif 1 : Réduire l'extrême pauvreté et la faim
- Objectif 2 : Assurer l'éducation primaire pour tous
- Objectif 3 : Promouvoir l'égalité des sexes et l'autonomisation des femmes
- Objectif 4 : Réduire la mortalité de l'enfant
- Objectif 5 : Améliorer la santé maternelle
- Objectif 6 : Combattre le VIH/sida, le paludisme et d'autres maladies
- Objectif 7 : Assurer un environnement durable
- Objectif 8 : Mettre en place un partenariat mondial pour le développement

La Déclaration du Millénaire a été signée par des chefs d'Etat et c'est ce niveau d'engagement qui conditionne son importance. Dans un premier temps, tous les secteurs publics se sont engagés à contribuer à la réalisation des mêmes objectifs. Ce point est particulièrement important pour les secteurs responsables du développement, de la gestion et de l'utilisation des ressources en eau. La segmentation aux niveaux politique et opérationnel est devenue un obstacle majeur pour surmonter le problème de ressources en eau du fait de la rareté de plus en plus grande de l'eau douce de bonne qualité. Lors du Sommet de Johannesburg sur le développement durable de 2003, la gestion intégrée des ressources en eau (IWRM) a été incluse dans le cadre politique international et il a été demandé en premier lieu aux pays de définir des objectifs politiques nationaux pour l'IWRM d'ici 2005. Pour les régions du monde où l'eau est particulièrement rare, l'utilisation des eaux usées, des excreta et des eaux ménagères est une composante importante de l'IWRM. Elle doit être envisagée sérieusement lors de l'élaboration de politiques nationales en matière d'IWRM.

En bref, les OMD :

- résumés, sous une forme unique, les principaux engagements les plus importants pris séparément dans le cadre des conférences et des sommets internationaux des années 90, et notamment ceux ayant trait à l'utilisation sans risque des eaux usées, des excreta et des eaux ménagères en agriculture et en aquaculture, en remontant jusqu'à la Conférence des Nations Unies de 1992 sur l'environnement et le développement de Rio de Janeiro ;

- reconnaissent explicitement l'interdépendance entre croissance, réduction de la pauvreté et développement durable;
- reconnaissent que le développement suppose les bases d'une gouvernance démocratique, à savoir la séparation constitutionnelle entre les pouvoirs exécutif et judiciaire, le respect des droits humains, la paix et la sécurité;
- sont basés sur des cibles évoluant en fonction du temps et mesurables, associées à des indicateurs permettant de suivre les progrès;
- regroupent dans le huitième objectif les responsabilités des pays en développement et celles des pays développés, sur la base d'un partenariat mondial, approuvé par la Conférence internationale sur le financement du développement de Monterrey (Mexique), en 2002 et, à nouveau, par le Sommet mondial de Johannesburg sur le développement durable, en août 2003.

Les liens entre les OMD et l'utilisation sans risque des eaux usées, des excreta et des eaux ménagères en agriculture et en aquaculture sont étudiés dans le Tableau 1.1.

1.3 Considérations d'ordre politique

Dans le processus de formulation et d'ajustement des politiques, plusieurs points liés à l'utilisation des eaux usées, des excreta et des eaux ménagères en agriculture et en aquaculture méritent d'être examinés de plus près. Ils sont recensés ci-après et seront discutés dans les sous-parties suivantes :

- La mise en œuvre des Directives de l'OMS contribuera à optimiser les bénéfices pour la santé et l'environnement de l'utilisation des eaux usées, des excreta et des eaux ménagères en agriculture et en aquaculture.
- Cette utilisation est très répandue, de manière formelle et informelle.
- La réutilisation peut contribuer au recyclage de l'eau et des nutriments et à l'amélioration de l'alimentation des ménages et de leur sécurité alimentaire.
- L'agriculture alimentée par des déchets a des implications sur le plan politique et international, dans le contexte du commerce international de produits alimentaires sains.
- Cette pratique peut entraîner des impacts sanitaires négatifs.
- Il existe des interventions d'un bon rapport coût/efficacité répondant à différentes situations pour lutter contre ces impacts négatifs.
- Les législations nationales de protection des consommateurs auront un impact international sur les politiques en matière d'utilisation sans risque des eaux usées, des excreta et des eaux ménagères.

1.3.1 Mise en œuvre des Directives OMS pour protéger la santé publique

Ces Directives ont pour objectif de maximiser les bénéfices pour la santé et l'environnement de l'utilisation des eaux usées, des excreta et des eaux ménagères en agriculture et en aquaculture. Il est possible de réaliser cet objectif en prévenant la transmission des maladies et l'exposition à des produits chimiques dangereux. Les mesures de protection sanitaire visent des groupes étendus de population et, dans les contextes locaux, peuvent s'adresser plus particulièrement à des groupes vulnérables. Il faut envisager les recommandations de ces Directives dans le contexte des conditions environnementales, sociales, économiques et culturelles du pays concerné.

Les présentes Directives suivent une démarche (voir Encadré 1.1) pour appuyer la mise en place de normes et de réglementations nationales faciles à mettre en œuvre et à

Tableau 1.1 Relation entre les OMD et l'utilisation des eaux usées, des excréta et des eaux ménagères en agriculture et en aquaculture

Objectifs du Millénaire pour le développement et leurs cibles	Relation avec l'utilisation des eaux usées, des excréta et des eaux ménagères
<p>Objectif 1. Réduire l'extrême pauvreté et la faim</p> <p>Cible 1 : Réduire de moitié, entre 1990 et 2015, la proportion de la population dont le revenu est inférieur à un dollar par jour</p> <p>Cible 2 : Réduire de moitié, entre 1990 et 2015, la proportion de la population qui souffre de la faim</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Les eaux usées, les excréta et les eaux ménagères constituent une ressource importante pour l'agriculture intensive pratiquée par les ruraux et les urbains pauvres et renforcent ainsi leurs moyens de subsistance. • Les produits agricoles cultivés grâce à l'utilisation d'eaux usées, d'excreta et d'eaux ménagères améliorent considérablement la sécurité alimentaire des communautés rurales et urbaines pauvres. • La dégradation moindre en aval de l'écosystème du fait de l'utilisation d'eaux usées, d'excreta et d'eaux ménagères renforce la sécurité des systèmes de subsistance de la population pauvre.
<p>Objectif 2. Assurer l'éducation primaire pour tous</p> <p>Cible 3 : D'ici à 2015, donner à tous les enfants, garçons et filles, partout dans le monde, les moyens d'achever un cycle complet d'études primaires</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Il n'y a pas de lien direct avec la scolarisation universelle, mais l'expérience acquise en Inde montre l'intérêt de l'utilisation sans risque des eaux ménagères pour maintenir un cadre d'enseignement plus hygiénique, facteur important pour que les parents collaborent en s'assurant que leurs enfants fréquentent l'école. La réduction des maladies diarrhéiques et parasitiques permettra aussi que les enfants s'absentent moins fréquemment.
<p>Objectif 3. Promouvoir l'égalité des sexes et l'autonomisation des femmes</p> <p>Cible 4 : Éliminer les disparités entre les deux sexes dans les enseignements primaire et secondaire d'ici à 2005 si possible et à tous les niveaux de l'enseignement en 2015 au plus tard</p>	<ul style="list-style-type: none"> • La productivité des jardins maraîchers et autres exploitations agricoles péri-domestiques à petite échelle est augmentée par l'utilisation d'eaux usées, d'excreta et d'eaux ménagères et, dans bien des parties du monde, ce phénomène améliore particulièrement la situation économique des femmes.
<p>Objectif 4. Réduire la mortalité de l'enfant</p> <p>Cible 5 : Réduire des deux tiers, entre 1990 et 2015, le taux de mortalité des enfants de moins de 5 ans</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Une amélioration de l'assainissement combinée à l'utilisation sans risque des eaux usées, des excréta et des eaux ménagères contribue à réduire les détériorations de l'état de santé dues à une hygiène et un assainissement insuffisants. • Une meilleure nutrition et une plus grande sécurité alimentaire diminuent la sensibilité des enfants aux maladies.
<p>Objectif 5. Améliorer la santé maternelle</p> <p>Cible 6 : Réduire de trois quarts, entre 1990 et 2015, le taux de mortalité maternelle</p>	<ul style="list-style-type: none"> • L'amélioration de l'état de santé et de la nutrition associée à l'utilisation de déchets aqueux en agriculture et en aquaculture diminue la sensibilité à l'anémie et autres pathologies influant sur la mortalité maternelle. • L'amélioration de la nutrition et de la sécurité alimentaire réduit la sensibilité à des maladies pouvant compliquer la grossesse.

Tableau 1.1 (suite)

Objectifs du Millénaire pour le développement et leurs cibles	Relation avec l'utilisation des eaux usées, des excréta et des eaux ménagères
<p>Objectif 6. Combattre le VIH/sida, le paludisme et d'autres maladies</p> <p>Cible 7 : D'ici à 2015, avoir stoppé la progression du VIH/sida et commencé à inverser la tendance actuelle</p> <p>Cible 8 : D'ici à 2015, avoir maîtrisé le paludisme et d'autres maladies, et avoir commencé à inverser la tendance actuelle</p>	<ul style="list-style-type: none"> • L'utilisation sans risque des eaux usées, des excréta et des eaux ménagères, ainsi que des installations d'assainissement de base, contribue à prévenir les maladies liées à l'eau, et notamment les maladies diarrhéiques, la schistosomiase, la filariose, le trachome,^a les infestations par des helminthes et les infestations par des trématodes transmis par les aliments. • L'amélioration de la santé et de la nutrition réduisent la susceptibilité au VIH/sida, ainsi que la gravité de cette maladie et des autres maladies importantes. • Une prise de conscience accrue et une plus grande connaissance des meilleures pratiques de gestion de l'eau appuieront les approches de gestion communautaire de l'environnement dans la réduction du risque de transmission du paludisme.
<p>Objectif 7. Assurer un environnement durable</p> <p>Cible 9 : Intégrer les principes du développement durable dans les politiques et programmes nationaux et inverser la tendance actuelle à la déperdition des ressources environnementales</p> <p>Cible 10 : Réduire de moitié, d'ici à 2015, le pourcentage de la population qui n'a pas accès de façon durable à un approvisionnement en eau de boisson salubre et à des services d'assainissement de base</p> <p>Cible 11 : Réussir, d'ici à 2020, à améliorer sensiblement la vie d'au moins 100 millions d'habitants de taudis</p>	<ul style="list-style-type: none"> • L'utilisation sans risque des eaux usées, des excréta et des eaux ménagères conduit à moins faire appel aux ressources d'eau douce et réduit les risques sanitaires pour les collectivités vivant en aval. • L'amélioration des services d'assainissement en plus de l'utilisation sans risque des excréta permet de réduire les flux de déchets humains dans les cours d'eau, ce qui contribue à protéger la santé humaine et l'environnement. • La gestion améliorée de l'eau, et notamment la lutte contre la pollution et la préservation de cette ressource, est un moyen clé pour maintenir l'intégrité de l'écosystème. • L'agriculture périurbaine utilisant des déchets aqueux peut améliorer de manière considérable la subsistance des habitants de taudis.
<p>Objectif 8. Mettre en place un partenariat mondial pour le développement</p> <p>Cible 12 : Développer des systèmes commerciaux et financiers ouverts</p> <p>Cibles 13 et 14 : Répondre aux besoins particuliers des pays les moins avancés sans littoral et des petits Etats insulaires en développement</p> <p>Cible 15 : Traiter le problème de la dette des pays en développement et accroître l'aide officielle au développement</p> <p>Cible 16 : Créer des emplois productifs pour les jeunes</p> <p>Cible 17 : Fournir des médicaments abordables</p> <p>Cible 18 : Etendre à tous les bénéfices des nouvelles technologies, en particulier celles de la communication et de l'information</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Les programmes et les partenariats de développement doivent reconnaître le rôle fondamental de l'utilisation sans risque des eaux usées, des excréta et des eaux ménagères en agriculture et en aquaculture, et les services d'assainissement de base jouent un rôle dans le développement économique et social. • Favoriser les opportunités d'utilisation sans risque des déchets dans l'agriculture permet d'accroître les possibilités d'exercer une activité indépendante. • Le respect des méthodes et des procédures décrites dans ces Directives OMS facilite le commerce international des produits issus de l'agriculture alimentée par des déchets.

^a La schistosomiase est une maladie chronique, habituellement tropicale, caractérisée par des troubles hépatiques, pulmonaires, urinaires ou nerveux. La filariose est une maladie causée par un ver de type filaire, qui est transmis par des moustiques et envahit les vaisseaux lymphatiques en provoquant un gonflement chronique des extrémités inférieures. Le trachome est une maladie contagieuse de la cornée et de la conjonctive d'origine bactérienne, qui induit une granulation et des lésions cicatricielles.

Encadré 1.1 Contenu des Directives

Ces Directives de l'OMS offrent un cadre de gestion intégrée et préventive, visant à optimiser les bénéfices pour la santé publique de l'utilisation des eaux usées, des excréta et des eaux ménagères en agriculture et en aquaculture. Elles sont organisées autour d'une composante santé et d'une composante mise en œuvre. La protection de la santé dépend de l'une et l'autre composantes.

La composante santé :

- détermine un niveau de risque associé à chaque danger pour la santé identifié;
- définit, pour chaque risque, un niveau de protection sanitaire, exprimé sous forme de cible en rapport avec la santé;
- définit des mesures de protection sanitaire qui, appliquées collectivement, peuvent permettre d'atteindre les cibles sanitaires spécifiées.

La composante mise en œuvre :

- définit des procédures de surveillance et d'évaluation des systèmes;
- fixe des responsabilités institutionnelles et en cas d'erreur involontaire;
- impose de rassembler des informations sur les systèmes;
- requiert une confirmation par un organisme de surveillance indépendant.

faire appliquer, dans le but de protéger la santé publique. Chaque pays doit examiner ses besoins et ses capacités concernant le développement d'un cadre réglementaire. Pour appliquer ces Directives avec succès, il est utile d'établir sur une large base un cadre politique d'incitations et de sanctions visant à modifier les comportements et à surveiller et améliorer la situation. Une coordination intersectorielle et une coopération aux niveaux national et local, ainsi que le développement de compétences et d'un savoir-faire appropriés, faciliteront la mise en œuvre des Directives. Enfin, le cadre réglementaire devra prendre la forme d'un plan de réutilisation sans risque des eaux usées, conforme au concept de plan de salubrité de l'eau dans d'autres domaines, comme la gestion de la qualité de l'eau, la protection et la promotion de la santé.

Dans de nombreuses situations, on pourra mettre en œuvre les Directives dans leur globalité, à un moment spécifique ou en une seule étape. Les Directives fixent des valeurs cibles conçues pour une application progressive et donc pour être atteintes avec le temps d'une manière incrémentale, ordonnée et systématique, dépendant des réalités de départ et des ressources existantes dans chaque pays ou région. Les plus grandes menaces pour la santé doivent être classées comme des priorités et traitées en premier. Les mesures les plus efficaces sur le plan économique dans un premier stade peuvent être remplacées par d'autres dont le rapport coût/efficacité devient meilleur à mesure que le processus d'évaluation et de gestion des risques progresse. Avec le temps, il devrait être possible d'ajuster le cadre de gestion des risques pour améliorer les conditions sanitaires. Dans la plupart des pays, les normes s'appliquant aux eaux usées, aux excréta et aux eaux ménagères ont évolué au cours du temps pour constituer une infrastructure des stratégies de gestion. Dans le même temps, de nouvelles technologies ont été mises au point. C'est un point important lorsqu'on élabore des politiques nationales pour l'utilisation sans risque des eaux usées, des excréta et des eaux ménagères en agriculture et en aquaculture. Ces politiques doivent être flexibles et réactives à l'égard des situations et des faits nouveaux.

1.3.2 Eaux usées, excreta et eaux ménagères

Plus de 10 % de la population mondiale consomment des produits alimentaires obtenus par irrigation par des eaux usées. Ce pourcentage est nettement plus élevé parmi les populations des pays à faible revenu, vivant sous des climats arides ou semi-arides. Les eaux usées traitées ou non traitées sont utilisées directement (c'est-à-dire sous forme d'eaux de surface présentant une contamination fécale) ou indirectement pour l'irrigation dans les pays développés et moins développés. Dans les endroits où l'on emploie des eaux usées non traitées ou de l'eau de surface fortement contaminée pour l'irrigation, on peut rencontrer des problèmes environnementaux et sanitaires de nature et d'ampleur identiques à ceux associés à l'usage direct des eaux usées en agriculture. Globalement, c'est principalement la croissance de la population qui conditionnera l'augmentation de la demande en eau. Il est de plus en plus reconnu que la production d'eaux usées augmente à mesure que l'urbanisation se poursuit et que les eaux usées doivent être mieux prises en compte dans la gestion globale des ressources en eau.

Les excreta sont traditionnellement utilisés en agriculture et en aquaculture depuis des siècles et cette pratique continue dans de nombreux pays. Dans l'agriculture urbaine et périurbaine des pays moins industrialisés, l'utilisation de boues fécales non traitées (c'est-à-dire le contenu des installations d'assainissement sur site telles que les toilettes familiales ou publiques et les fosses septiques) est largement répandue. La grande majorité des habitants urbains de ces pays bénéficie aujourd'hui ou bénéficiera dans l'avenir de telles installations; par conséquent, il est crucial pour la santé publique que ces boues soient traitées convenablement par une méthode appropriée pour obtenir des déchets solides biologiques ou un compost dépourvus de risque. Des dispositifs d'assainissement sur site ne nécessitant pas de transport et de traitement sur place, tels que les latrines à double fosse avec ou sans dérivation d'urines (dont l'installation dans les zones rurales ou périurbaines a été promue au cours des dernières années) peuvent aussi contribuer à préserver la santé publique. Les dispositifs qui séparent les déchets en courants séparés (urines et fèces, par exemple) nécessitent souvent moins d'eau pour fonctionner et sont de plus en plus considérés comme des alternatives aux réseaux d'égout véhiculant de l'eau, en particulier dans les régions arides ou semi-arides. Ces dispositifs doivent être gérés de manière à réduire les risques de transmission de maladies et à faire le meilleur usage possible des ressources.

L'aquaculture alimentée par des déchets se pratique principalement en Asie. L'usage délibéré d'eaux usées et d'excreta en aquaculture diminue en raison de l'urbanisation, qui réduit la quantité de terres disponibles pour les plans d'eau, et du passage à l'aquaculture intensive, incompatible avec les pratiques traditionnelles d'utilisation des déchets organiques. L'emploi non intentionnel d'eaux usées, d'excreta et d'eaux résiduelles en aquaculture est probablement en augmentation, car les eaux de surface utilisées dans ces activités sont de plus en plus polluées par des déchets humains, et la production aquacole globale s'accroît.

Ces tendances sont soumises à des variations locales. La formulation, l'harmonisation et l'ajustement des politiques réclament une analyse sérieuse des tendances pertinentes dans le contexte local et des options localement viables de gestion des risques. Les présentes informations doivent servir de base à l'élaboration de critères de prise de décisions et de procédures relatifs à l'utilisation d'eaux usées, d'excreta et d'eaux ménagères en agriculture et en aquaculture. Des investissements suffisants dans l'analyse des tendances sont un point de départ essentiel pour harmoniser au mieux les politiques et éviter celles ayant des effets pervers.

1.3.3 Bénéfices de l'utilisation des eaux usées, des excréta et des eaux ménagères

Les eaux usées, les excréta et les eaux ménagères sont de plus en plus utilisés en agriculture et en aquaculture dans les pays en développement comme dans les pays industrialisés. Les principales justifications de cet usage accru sont :

- la rareté grandissante de l'eau et les tensions croissantes qu'elle suscite ;
- la croissance démographique, s'accompagnant d'un accroissement de la pollution environnementale dû à une élimination inappropriée des eaux usées ;
- la reconnaissance de la valeur en tant que ressource des eaux usées, des excréta et des eaux ménagères.

On estime que dans les 50 prochaines années, plus de 40 % de la population mondiale vivra dans des régions confrontées à des tensions sur l'eau et à une rareté de cette ressource (Hinrichsen, Robey & Upadhyay, 1998). La concurrence croissante entre l'agriculture et les zones urbaines pour les approvisionnements en eau douce de qualité, notamment dans les régions arides, semi-arides et densément peuplées, augmentera la pression sur cette ressource. Dans les pays arides et semi-arides, on extrait et on utilise plus d'eau douce pour l'agriculture que pour tout autre usage (c'est-à-dire plus que pour les usages domestiques et industriels réunis). Dans nombre de cas, il est préférable d'employer pour l'agriculture des eaux usées, des excréta et des eaux ménagères plutôt que de l'eau douce de haute qualité, car les cultures bénéficient des nutriments que contiennent ces eaux. Ainsi, ces eaux usées, ces excréta et ces eaux ménagères peuvent contribuer à satisfaire la demande en eau et à préserver les ressources en eau de qualité pour l'approvisionnement en eau de boisson.

On s'attend à ce que la plus grande part de la croissance démographique se produise dans des zones urbaines et périurbaines des pays en développement (Division de la Population des Nations Unies, 2002). La croissance démographique accroît à la fois la demande en eau douce et la quantité de déchets rejetée dans l'environnement, d'où une plus forte pollution des sources d'eau propre. L'utilisation des eaux usées, des excréta et des eaux ménagères en agriculture et en aquaculture peut jouer le rôle de traitement peu onéreux, augmentant la production alimentaire au bénéfice des populations urbaines et périurbaines en développement. L'agriculture fera de plus en plus appel à ces rejets dans les zones urbaines et périurbaines, car c'est là qu'ils sont générés et disponibles et que la demande alimentaire est la plus forte.

Les eaux usées, les excréta et les eaux ménagères fournissent souvent des sources d'eau fiables tout au long de l'année et contiennent les nutriments nécessaires à la croissance des végétaux et des poissons. L'irrigation par des eaux usées peut dans la plupart des cas fournir tous les nutriments requis pour le développement des cultures. La valeur de ces substances est depuis longtemps reconnue par les agriculteurs du monde entier. Leur utilisation directe en agriculture ou en aquaculture est une forme de recyclage de l'eau et des nutriments et réduit souvent les impacts environnementaux en aval sur les ressources en eau et le sol, ainsi que les éventuels effets préjudiciables sur la santé des populations vivant en aval. Ces ressources en eau et en nutriments aident les gens à obtenir davantage de récoltes alimentaires, sans le coût d'un apport supplémentaire d'engrais. La fiabilité de ces approvisionnements en eau permet de pratiquer des cultures tout au long de l'année sous les climats chauds. Ces approvisionnements représentent aussi un actif important dans les cas où le changement climatique entraîne des évolutions conséquentes des schémas de précipitations. L'utilisation des eaux usées, des excréta et

des eaux ménagères constituera une composante importante des stratégies de réponse au changement climatique dans les zones touchées.

Les politiques visant à promouvoir les applications bénéfiques des eaux usées, des excréta et des eaux ménagères doivent tout d'abord être mises en œuvre au niveau national. Le cadre politique doit relier les politiques de protection de la santé et de l'environnement à celles visant à protéger la sécurité alimentaire et les consommateurs, afin d'optimiser les bénéfices sur le plan sanitaire d'une meilleure nutrition, tout en réduisant les risques liés aux maladies infectieuses. Les agences pour le développement bilatéral et multilatéral doivent elles aussi formuler et mettre en œuvre des politiques pour promouvoir l'utilisation sans risque des eaux usées, des excréta et des eaux ménagères en agriculture et en aquaculture, dans le cadre de leurs objectifs de conservation et de gestion des ressources naturelles et de réduction de la pauvreté.

1.3.4 Implications politiques internationales : commerce international

Les règles qui régissent le commerce international des produits alimentaires ont été convenues lors des Négociations commerciales multilatérales d'Uruguay et s'appliquent à tous les membres de l'Organisation mondiale du Commerce (OMC). Pour la sécurité alimentaire, les règles sont définies dans l'Accord sur l'application des mesures sanitaires et phytosanitaires. Selon cet Accord, les Etats Membres de l'OMC ont le droit de prendre les mesures nécessaires pour protéger la vie et la santé de leurs populations des risques alimentaires, à condition que ces mesures ne constituent pas des obstacles injustifiables au commerce (OMS, 1999). Il existe des cas documentés où l'importation de végétaux contaminés a déclenché des flambées épidémiques de maladies dans les pays de destination. Des agents pathogènes peuvent ainsi être (ré)introduits dans des collectivités dépourvues d'immunité naturelle contre eux, ce qui entraîne des flambées épidémiques considérables (Frost et al., 1995 ; Kapperud et al., 1995). Les recommandations relatives au commerce international des produits alimentaires obtenus par irrigation avec des eaux usées doivent reposer sur une évaluation et des principes de gestion des risques rigoureux sur le plan scientifique.

Les Directives OMS pour l'utilisation sans risque des eaux usées, des excréta et des eaux ménagères en agriculture et en aquaculture reposent sur une approche de type analyse des risques, reconnue internationalement comme la méthodologie de base pour le développement de normes de sécurité alimentaire destinées à assurer une protection sanitaire appropriée et à faciliter le commerce international. Le respect de ces Directives dans l'application des eaux usées, des excréta et des eaux ménagères à la production de denrées alimentaires destinées à l'exportation contribuera à garantir l'absence d'obstacle au commerce international de produits alimentaires sains. Cela nécessite à l'évidence un processus de surveillance rigoureux permettant de garantir le respect des mesures de gestion des risques et un contrôle de la qualité approprié, de la génération des eaux usées aux produits de consommation. Ces procédures de surveillance doivent être intégrées à des politiques et à des réglementations nationales sur la qualité de l'eau, applicables aussi à l'eau de boisson, aux eaux destinées à des activités récréatives et sans risque et aux plans de salubrité de l'eau en général.

1.3.5 Implications pour la santé des eaux usées, des excréta et des eaux ménagères

Les risques pour la santé les plus étudiés dans le cadre de l'utilisation des eaux usées, des excréta et des eaux ménagères sont ceux associés aux maladies infectieuses liées aux excréta. Les données sont moins abondantes concernant la propagation des maladies à transmission vectorielle et de la schistosomiase par le biais d'activités de réutilisation.

Les risques sanitaires pour chaque catégorie d'activité (à savoir utilisation des excréta et des eaux ménagères en agriculture, en aquaculture, et en général) sont présentés dans les sous-parties ci-après.

La planification et le développement des projets d'utilisation d'eaux usées, d'excréta ou d'eaux ménagères en agriculture ou en aquaculture doivent comprendre une évaluation de l'impact sanitaire ou environnemental, accompagnée d'une solide composante sanitaire. Les stratégies d'évaluation de l'impact sanitaire ou environnemental au niveau national doivent explicitement faire référence à ce type de projet et aux risques associés dans les critères d'examen qu'elles recensent. L'évaluation d'impact de ces projets doit notamment comprendre l'identification des groupes vulnérables. Dans la collectivité, trois groupes différents sont particulièrement exposés aux risques découlant des activités agricoles ou aquacoles utilisant des eaux usées, des excréta ou des eaux ménagères :

- les travailleurs agricoles ou aquacoles (et leurs familles, si tous les membres participent à ces activités ou vivent sur les lieux où elles se déroulent) ;
- les collectivités locales vivant à proximité de ces activités, ainsi que les personnes ayant par ailleurs des contacts avec les champs, les étendues d'eau, les eaux usées, les excréta, les eaux ménagères ou les produits contaminés ;
- les consommateurs des produits.

Agriculture

Dans les pays ou les régions où l'hygiène et l'assainissement sont insuffisants et où l'on utilise largement des eaux usées non traitées et des excréta en agriculture, les risques sanitaires sont le plus souvent dus aux helminthes. D'autres agents pathogènes liés aux excréta peuvent aussi comporter des risques sanitaires, comme l'indiquent les forts taux de diarrhée et d'autres maladies infectieuses, telles que la typhoïde et le choléra, et les taux d'incidence élevés des infestations par des protozoaires et des infections virales.

Dans les pays soumis à des normes exigeantes en matière d'hygiène et d'assainissement où il existe une infrastructure de traitement de l'eau et où les procédés de traitement sont bien gérés, les maladies virales représentent un plus grand risque que les autres agents pathogènes. En effet, les virus sont souvent difficiles à éliminer par les procédés de traitement des eaux usées en raison de leurs petites dimensions, mais aussi de la résistance de certains d'entre eux dans l'environnement et de leur infectiosité même à faible concentration. En outre, il est fréquent que les personnes vivant dans un environnement où s'appliquent des normes strictes en matière d'hygiène et d'assainissement n'aient jamais été exposées auparavant à l'agent viral et ne disposent donc pas d'une immunité acquise et soient plus vulnérables à l'infection ou à la maladie virales.

Aquaculture

Les études sur les risques sanitaires associés à l'aquaculture alimentée par des rejets sont rares. Il existe peu d'éléments prouvant l'existence d'une relation entre l'exposition à des activités aquacoles alimentées par des rejets ou à leurs produits et l'apparition de pathologies chez les consommateurs de ces produits ou parmi les collectivités locales en contact étroit avec les bassins contaminés. Des maladies de la peau comme des dermatites de contact (eczémas) peuvent se manifester chez les agriculteurs fortement en contact avec des bassins contaminés sur le plan fécal pendant la récolte de plantes aquatiques.

D'une manière générale, les poissons et les végétaux produits dans des eaux contaminées peuvent transmettre de manière passive les agents pathogènes présents à leur surface aux personnes qui manipulent ou consomment les produits qu'ils permettent

d'obtenir. Le phénomène de concentration des bactéries et autres microbes (et notamment des virus et des protozoaires) dans les intestins des poissons revêt cependant une grande importance pour la santé publique. Les plus grands risques pour les consommateurs sont ceux pouvant résulter de la contamination croisée entre le contenu des viscères et la chair de poisson comestible au cours d'une préparation des poissons non conforme aux règles d'hygiène. Un tel mode de préparation peut accroître d'un facteur 100 et plus la contamination microbienne des parties comestibles des poissons.

Dans certaines régions du monde, les trématodes transmis par les aliments peuvent représenter un risque sanitaire important dans le contexte de l'aquaculture alimentée par des rejets. Dans les zones où des infections comme la clonorchiose, l'opisthorchiase, la fascioliose et la fasciolopsiose sont courantes et où les poissons et les végétaux sont souvent consommés crus, les taux d'incidence de ces infestations peuvent être attribués pour partie à l'aquaculture alimentée par des rejets. Parmi des groupes vulnérables comme les enfants, les trématodes peuvent occasionner des maladies graves et, parfois, des décès. Un certain nombre d'animaux servent de réservoirs à ces maladies et leur présence dans les zones touchées contribue à maintenir leur incidence et leur transmission. D'après une revue systématique récente de la littérature, les infestations par des trématodes transmis par les aliments seraient en augmentation dans les zones où l'aquaculture alimentée par de l'eau douce est aussi en développement (Keiser & Utzinger, 2005).

Utilisation des excreta et des eaux ménagères

Les risques associés à l'utilisation d'excreta (y compris les urines et les fèces séparées à la source) proviennent principalement des agents pathogènes liés aux excreta. L'urine ne contient généralement pas de fortes concentrations de pathogènes, mais peut en renfermer certaines quantités comme conséquence d'une contamination croisée avec les matières fécales pendant la collecte. Les œufs de la douve sanguine *Schistosoma haematobium* font exception à cette règle.

L'utilisation de matières fécales provenant d'installations d'assainissement sur site, telles que les fosses septiques et les toilettes familiales et publiques non reliées à un réseau d'égout, peut comporter d'importants risques sanitaires si ces matières ne sont pas correctement traitées au préalable. Les principaux risques sont liés à la présence d'œufs de vers dans les zones où l'on rencontre fréquemment des helminthes. Les œufs de ces parasites peuvent survivre pendant des mois, voire des années, dans les matières fécales et le sol.

On considère que les risques sanitaires liés à l'utilisation d'eaux ménagères en agriculture sont plus faibles que ceux découlant de l'utilisation d'eaux usées et de fèces. Les eaux ménagères contiennent généralement des concentrations moindres d'agents pathogènes que les eaux usées, mais peuvent néanmoins renfermer quelques germes, provenant du lavage des couches pour enfant, de la lessive, des produits d'hygiène personnelle ou d'autres sources.

1.3.6 Stratégies efficaces sur le plan économique pour maîtriser les effets sanitaires préjudiciables

La gestion des risques est facilitée par une analyse du cycle complet de production, de la génération des déchets à la consommation des produits. On utilise ensuite la connaissance du système pour déterminer quelles mesures de protection sanitaire seraient susceptibles de réduire les risques sanitaires en différents points, en vue d'atteindre les objectifs d'ordre sanitaire convenus.

Les politiques de santé publique appliquées aux interventions doivent s'assurer qu'en fonction du contexte particulier, les mesures les plus efficaces sur le plan économique sont mises en œuvre. Des mesures de natures très diverses peuvent être appliquées en différents stades du cycle et sont normalement utilisées sous forme combinée pour atteindre les objectifs visés, et notamment :

- le traitement des eaux usées, des excréta et des eaux ménagères afin de prévenir la pénétration des contaminants dans l'environnement ;
- l'application de restrictions à la consommation des récoltes ou des produits (c'est-à-dire que ceux-ci ne doivent pas être consommés directement par des êtres humains ou doivent toujours être traités ou cuits avant d'être consommés) pour réduire au minimum les risques sanitaires pour les consommateurs ;
- des techniques d'application des déchets (irrigation par goutte à goutte, par exemple) et des périodes de retrait visant à limiter la contamination des produits ou à laisser aux agents pathogènes assez de temps pour être détruits dans l'environnement avant la récolte ;
- des mesures de prévention de l'exposition (équipements de protection et bonne hygiène, par exemple) empêchant la contamination de l'environnement d'atteindre les groupes exposés ;
- le lavage, le rinçage et la désinfection des produits et leur cuisson afin de limiter l'exposition des consommateurs de ces produits ;
- la lutte antivectorielle pour limiter l'exposition des travailleurs et des collectivités locales ;
- le traitement médicamenteux ou la vaccination pour prévenir la maladie chez les personnes exposées et traiter celles déjà malades, et réduire ainsi les futurs rejets d'agents pathogènes dans les eaux usées, les excréta ou les eaux ménagères.

La détermination du rapport coût/efficacité des différentes mesures dans les conditions locales nécessite une analyse économique, pour laquelle il est recommandé de faire appel à un économiste de la santé.

■ 1.4 Formulation et ajustement des politiques : procédure par étapes

Le développement et le maintien d'un cadre politique national pour l'utilisation sans risque des eaux usées, des excréta et des eaux ménagères font partie d'un processus par étapes et itératif, couvrant la formulation et l'intégration des nouvelles politiques, ainsi que l'ajustement et l'harmonisation de celles déjà existantes. Au cœur de ce processus, intervient un dialogue politique productif entre l'ensemble des parties intéressées. Les étapes de ce processus comprennent :

- la mise en place d'un mécanisme de dialogue politique ;
- la définition d'objectifs ;
- l'analyse de la situation, l'évaluation des politiques et des besoins ;
- l'approbation politique, l'engagement du dialogue et la légitimation des produits ;
- un travail de recherche.

1.4.1 Mise en place d'un mécanisme de dialogue politique

L'identification des acteurs et des parties intéressées contribuera à définir le meilleur mécanisme pour lancer et entretenir un dialogue politique productif, couvrant l'ensemble

des questions. Dans certains pays, ces partenaires et parties intéressées seront surtout des décideurs politiques des ministères compétents et la mise en place d'un groupe de travail interministériel spécial pour entamer ce dialogue sera suffisante pour garantir la rapide évolution du cadre politique nécessaire. Dans les pays fortement décentralisés, il faudra mettre en place, dans le cadre de ce dialogue, des mécanismes fournissant une boucle de retour d'information efficace permettant l'implication à bon escient des responsables politiques et des décideurs aux niveaux administratif, provincial et local. Dans certains pays où la décentralisation a parfois atteint un stade où l'élaboration des politiques débute au niveau du district, par exemple dans le cadre de conseils pour le développement districtaux, il peut être nécessaire que le dialogue politique sur l'utilisation sans risque des eaux usées, des excréta et des eaux ménagères en agriculture et en aquaculture soit également lancé au niveau des districts où cette utilisation se pratique déjà ou présente un potentiel de développement. L'engagement de la société civile dans le débat politique contribue à créer une solide plate-forme de soutien aux nouvelles politiques. Il requiert des mécanismes supplémentaires, tels que des forums spéciaux, des groupes de discussion thématique et des consultations collectives, pour s'assurer que le cadre politique reflète ces points de vue plus larges.

1.4.2 Définition des objectifs

La définition d'objectifs clairs est une étape essentielle dans le développement d'un cadre politique national (Mills & Asano, 1998). Des objectifs politiques génériques sont présentés dans la partie 1.1. Plus spécifiquement, les objectifs de l'utilisation des eaux usées, des excréta et des eaux ménagères en agriculture et en aquaculture peuvent être :

- d'accroître le développement économique national ou local ;
- d'augmenter la production de récoltes ;
- de renforcer l'approvisionnement en eau douce et par ailleurs de tirer le plus grand parti possible des eaux usées en tant que ressource ;
- d'éliminer les eaux usées d'une manière à la fois peu coûteuse et respectueuse de l'environnement ;
- d'améliorer le revenu des ménages, leur sécurité alimentaire et/ou leur nutrition.

Lorsqu'on utilise déjà des eaux usées, on peut se donner comme objectif subsidiaire d'intégrer des garde-fous d'ordre sanitaire ou environnemental dans les stratégies de gestion ou d'augmentation des rendements de produits, à travers une amélioration des pratiques.

1.4.3 Analyse de la situation, évaluation des politiques et des besoins

Dans la plupart des pays, il existe déjà, dans un certain nombre de secteurs, diverses politiques qui influent sur la prise de décisions concernant l'utilisation des eaux usées, des excréta et des eaux ménagères en agriculture et en aquaculture. Comme indiqué dans la partie 1.1, il faut garder à l'esprit dans l'évaluation des politiques existantes le point de vue des décideurs et celui du coordonnateur du projet. Un premier recensement de toutes les politiques pertinentes, sans quantification des attributions, fournira un panorama des critères et des procédures s'appliquant au sujet concerné. Une évaluation de la capacité de ces politiques à exercer des effets positifs ou négatifs sur la santé fixera ensuite la trame de l'évaluation des besoins, qui débouchera sur des recommandations

pour harmoniser et ajuster les politiques et élaborer de nouvelles politiques complémentaires, susceptibles de combler les lacunes identifiées.

Les résultats de l'analyse de la situation et des évaluations des politiques et des besoins fourniront une base pour élaborer la procédure à suivre. Dans certains cas, les lacunes identifiées peuvent avoir une ampleur qui oriente principalement le processus ultérieur vers la formulation de nouvelles politiques. Dans d'autres cas, il existe déjà un ensemble important de politiques influant sur la prise de décisions, mais l'harmonisation entre les politiques s'appliquant aux différents secteurs peut être insuffisante. Enfin, il est possible qu'on détecte un déséquilibre politique, avec une bonne prise en compte par certains secteurs des questions sanitaires dans leur cadre politique, tandis que les politiques d'autres secteurs comportent des lacunes limitées, mais notables.

1.4.4 Approbation politique, engagement du dialogue et légitimation des produits

Le système politique devra tôt ou tard adopter de nouvelles politiques et ajuster celles existantes. L'approbation du processus politique à un stade le plus précoce possible contribuera à garantir une acceptation et une intégration ultérieures sans difficulté des propositions politiques. Le moyen le plus évident pour obtenir cette approbation est l'organisation d'un séminaire national, dans lequel tous les partenaires seront invités à développer un processus politique et à le présenter sous forme de plan d'action. A la fin de ce séminaire, les responsables politiques de tous les secteurs impliqués seront priés d'examiner ce plan, de le commenter et de l'approuver. Cette approbation légitimera la participation de tous les acteurs impliqués dans le processus et garantira que le produit final est conforme aux attentes et aux avis politiques.

La mise en place d'un mécanisme de dialogue politique est habituellement moins difficile que le maintien du fonctionnement de ce mécanisme. L'examen, la formulation et les négociations peuvent prendre du temps, en particulier si le dialogue doit se tenir dans un contexte multisectoriel. Un groupe spécial, doté d'un mandat clair, doit être établi et bénéficier de ressources suffisantes pour que des réunions périodiques puissent être organisées et que des missions partielles lui soient confiées. Une direction forte contribuera à accélérer l'avancement, mais devra être suffisamment neutre pour garantir un engagement sans rupture de l'ensemble des parties.

Ce processus politique débouchera sur un jeu de recommandations concernant les nouvelles politiques et l'ajustement des politiques existantes. Le rapport du groupe spécial devra être soumis à l'autorité qui l'a établi, avec copies à tous les responsables politiques des différents secteurs intéressés. A l'issue de l'examen final et des négociations, les propositions seront susceptibles d'être acceptées et le processus de formalisation des ajouts et des modifications débutera. Ce processus peut différer selon les pays. Dans certains, un simple décret du Bureau du Premier Ministre suffit pour mettre en place les nouvelles politiques. Ailleurs, le cadre politique peut devoir être soumis au parlement avant d'entrer en vigueur. Il est judicieux à ce stade de maintenir une implication active des membres du groupe spécial car un appui ou un travail supplémentaire peuvent s'avérer soudainement nécessaires. Une fois la politique entrée en vigueur, il importe de diffuser les informations aux acteurs à tous les niveaux.

1.4.5 Travail de recherche

Tout développement d'une politique doit s'appuyer sur une base factuelle. Les travaux de recherche sur la réduction au minimum des impacts sanitaires de l'utilisation des eaux usées et des excreta en agriculture doivent donc être menés dans des établisse-

ments, des universités ou d'autres centres de recherche nationaux. Il importe de réaliser ces recherches au niveau national ou infranational, car les jeux de données contextuels sur l'évaluation et la gestion des risques et sur les mesures de protection sanitaire efficaces constitueront des apports utiles dans le processus de prise de décisions. Une grande part de ces données est très spécifique au pays. Dans les pays où l'utilisation d'eaux usées et d'excreta en agriculture est récente ou n'a pas encore été pratiquée à grande échelle, il peut falloir mettre en place des schémas pilotes pour le recueil des jeux de données essentielles. Dans les cas où l'irrigation par des eaux usées est pratiquée à petite échelle dans des installations disséminées, souvent au niveau des ménages, les travaux de recherche nationaux peuvent servir à valider les mesures de protection sanitaire. Une planification systématique des projets pilotes doit garantir l'étude de la gamme complète des options ne comportant pas de traitement, de manière à ce que les politiques puissent se concentrer sur les interventions les plus critiques dans les circonstances locales.

Autre aspect à prendre en compte: les politiques de recherche. Comme de nombreuses autres questions de santé publique, l'utilisation sans risque des eaux usées, des excreta et des eaux ménagères en agriculture et en aquaculture nécessite des recherches de type multidisciplinaire, qui doivent renforcer les bases de connaissances concernées. Il est donc essentiel que les politiques de recherche nationales soient axées sur la promotion de la recherche multidisciplinaire et sur la transposition de ses résultats en politiques sectorielles harmonisées. Les questions relatives aux politiques de recherche sont habituellement traitées par les conseils nationaux des sciences et des technologies.

■ 1.5 Dispositions institutionnelles

De nombreux acteurs influent sur le processus de prise de décisions concernant l'utilisation sans risque des eaux usées, des excreta et des eaux ménagères en agriculture et en aquaculture. Au niveau national, les ministères et autres agences du secteur public exerçant des responsabilités dans les domaines gestion de l'eau, gestion des déchets, agriculture et pêche, santé publique, environnement, commerce et industrie et gouvernance locale sont en mesure d'influencer la planification, la conception et la pratique des activités de réutilisation des eaux usées, des excreta et des eaux ménagères, et de faire face aux conséquences préjudiciables qu'elles peuvent avoir. Une part de la prise de décisions peut être déléguée à des niveaux administratifs inférieurs: autorités provinciales, municipales ou districales. Les projets d'utilisation des eaux usées, des excreta et des eaux ménagères à petite échelle peuvent être complètement informels et lancés par des collectivités locales, avec ou sans l'aide d'organisations non gouvernementales locales.

L'organisation sectorielle des gouvernements est efficace pour traiter les grandes questions sociétales, mais cette segmentation est moins favorable à la gestion de questions transversales, dont par exemple l'utilisation sans risque des eaux usées, des excreta et des eaux ménagères en agriculture et en aquaculture. Les obstacles sectoriels résultent de la concurrence entre différents ministères pour l'affectation de ressources financières limitées et s'expriment par des incompréhensions entre professionnels, qui parlent des « langages » différents.

Le présent chapitre contient une brève introduction du concept de collaboration intersectorielle, des mécanismes susceptibles de promouvoir une telle collaboration au niveau national, de l'intégration au niveau local et des étapes vers la mise en place de dispositions institutionnelles efficaces entre les secteurs.

1.5.1 Concept de collaboration intersectorielle

Dans le secteur de la santé, le concept de collaboration intersectorielle a été mis en avant depuis la Déclaration d'Alma-Ata de 1978. C'est sur cette Déclaration conjointe OMS/UNICEF (http://www.who.int/hpr/NPH/docs/declaration_almaata.pdf) que se fondent les objectifs de la Santé pour tous, la stratégie de soins de santé primaires (SSP) visant à réaliser ces objectifs et les huit piliers étayant cette stratégie, dont la collaboration intersectorielle. La Déclaration d'Alma-Ata reconnaît que l'état de santé des collectivités ne résulte pas seulement de la planification et de l'action dans le secteur de la santé, mais aussi, de manière plus importante, de la prise de décisions dans d'autres secteurs. Ces décisions ont un impact sur des déterminants environnementaux et sociaux de la santé et, par conséquent, ont la capacité de modifier involontairement en bien ou en mal l'état de santé des collectivités.

En clair, il est pertinent d'envisager l'utilisation des eaux usées, des excréta et des eaux ménagères en agriculture et en aquaculture dans ce contexte. Les décisions concernant l'utilisation des ressources sont prises en dehors du secteur de la santé et si les barrières intersectorielles ne sont pas surmontées, leurs impacts négatifs accroîtront la charge de travail des services sanitaires. En d'autres termes, le secteur de la santé devra faire face à une charge de morbidité accrue. Ainsi, la planification de projets de réutilisation des eaux usées sans prise en compte appropriée des risques sanitaires et sans les garde-fous correspondants nécessaires implique un transfert de coûts cachés au secteur de la santé et une charge onéreuse pour la société dans son ensemble.

Parmi les enseignements tirés des expériences d'action intersectorielle en faveur de la santé figurent les nécessités :

- d'affecter l'ensemble de la fonction de coordination à un seul ministère;
- d'allouer des ressources suffisantes à la coordination elle-même;
- d'effectuer des évaluations économiques des actions intersectorielles pour réunir des données sur leurs rapports coût/bénéfice respectifs;
- de définir les responsabilités et les obligations dans un document d'accord formel;
- de tenir les électeurs des différents secteurs bien informés des bénéfices procurés par une collaboration intersectorielle;
- d'intégrer les négociations et la prise de décisions intersectorielles dans le programme d'études des établissements d'enseignement supérieur.

1.5.2 Mécanismes destinés à promouvoir la collaboration intersectorielle

Une première étape dans la mise en place d'une collaboration intersectorielle consiste à préparer un inventaire des mécanismes intersectoriels existants au niveau national. Dans la plupart des pays, la coordination entre les divers secteurs publics est axée sur la mise en œuvre de politiques macro-économiques nationales. La plupart des pays en développement disposent d'un conseil économique et social, chargé de coordonner la planification du développement en vue de réduire la pauvreté (OMD, documents stratégiques pour la réduction de la pauvreté) et le progrès économique; ce conseil est un point de rencontre pour tous les secteurs. Dans les pays à économie fortement centralisée, le ministère de la planification peut continuer à jouer un rôle dans l'orchestration du processus de planification, mais encore une fois en y impliquant tous les autres secteurs.

La préservation des ressources naturelles constitue dans la plupart des pays un autre domaine d'intérêt commun. Si les ministères de l'environnement peuvent jouer un rôle normatif et doivent veiller au respect des obligations prévues par les instruments nationaux et internationaux légalement contraignants (législation, conventions internationales

sur l'environnement), la plupart des pays disposent d'une agence de protection de l'environnement qui fonctionne de manière plus ou moins autonome, comme une extension des pouvoirs du ministère de l'environnement. De telles agences sont par exemple responsables de l'évaluation de l'impact environnemental et de la publication de plans de gestion de l'environnement. Des responsabilités similaires pourraient être développées pour les aspects sanitaires de l'utilisation des eaux usées, des excréta et des eaux ménagères.

Comme indiqué précédemment, le troisième type de structure dans lequel interagissent les différents secteurs correspond aux conseils des sciences et des technologies. Axés sur la recherche, ces conseils offrent de très bons forums pour promouvoir le renforcement des connaissances et des bases de données sur lesquelles se fondent les politiques et la réglementation en faveur de pratiques d'utilisation sans risque et efficaces. Ils fournissent aussi des liens entre les différents secteurs publics et les universités, avec la possibilité de soumettre à celles-ci des sujets de recherche intéressants et de transposer les résultats de la recherche en cadres politiques et réglementaires pertinents.

Une partie de la coordination intersectorielle nécessaire à l'utilisation sans risque des eaux usées, des excréta et des eaux ménagères peut être accueillie dans une ou plusieurs des structures génériques précédemment mentionnées. Il restera néanmoins à mettre en place des dispositions institutionnelles spécifiques entre les secteurs publics concernés – en principe l'agriculture, la santé et l'environnement. Un certain nombre d'options sont possibles :

- *Etablissement d'une commission intersectorielle.* Dans nombre de pays, c'est la démarche classique adoptée régulièrement pour faire face aux problèmes de nature intersectorielle. Cependant, c'est aussi une démarche qui assez souvent n'aboutit pas ou fournit des solutions inadaptées. Les commissions intersectorielles disposent généralement de ressources insuffisantes, ne sont pas mandatées pour formuler des recommandations contraignantes, manquent souvent de membres assumant un rôle directeur et peuvent être perçues par la plupart de leurs membres comme un moyen pour le secteur de faire valoir ses propres intérêts. De sorte que, même si la mise en place d'une telle commission peut soulager temporairement les pressions politiques, elle apporte rarement une solution efficace aux problèmes intersectoriels.
- *Mise en place d'un protocole d'accord.* C'est une solution axée sur un projet, plutôt qu'une solution stratégique, mais dans le contexte d'un projet, il a été prouvé qu'elle constituait un moyen valable et efficace pour obtenir une action intersectorielle. En précisant la nature des tâches concernées, en définissant les responsabilités et en déterminant les flux de ressources, un protocole d'accord fournit un cadre clair à la collaboration intersectorielle, dont on peut facilement surveiller le respect. C'est un mécanisme régulièrement examiné par les donateurs bilatéraux ou multilatéraux. En raison de sa nature limitée dans le temps, c'est un contexte dans lequel les partenaires des différents secteurs ont la possibilité de faire connaissance, de développer une confiance et un respect mutuels, et de poser les bases de dispositions institutionnelles plus durables.
- *Elaboration d'une législation spéciale.* Lorsqu'on prévoit la nécessité d'interactions à long terme entre les secteurs, il peut valoir la peine d'élaborer une législation spéciale car celle-ci offrira un niveau inégalé de contrôle de son application par l'intermédiaire du système judiciaire. Cette législation peut aussi prévoir l'affectation d'un budget pour couvrir les coûts supplémentaires de

l'action intersectorielle, ce qui garantira l'existence d'une incitation à maintenir les liens intersectoriels permettant de dépasser la fragmentation. L'élaboration d'une législation peut prendre beaucoup de temps et cette démarche convient mieux pour établir des dispositions institutionnelles génériques plutôt que spécifiques à des projets.

- *Renforcement ciblé des capacités et réseautage informel.* Pour réaliser une action intersectorielle, une démarche plus informelle consiste à mettre en œuvre un programme de renforcement des capacités pour les négociations et la prise de décisions intersectorielles. L'apprentissage par problèmes dans un contexte réaliste (par exemple comment parvenir à une utilisation sans risque des eaux usées, des excréta et des eaux ménagères en agriculture et en aquaculture) amènera collectivement les professionnels des différents secteurs concernés à suivre un programme systématique pour la prise de décisions critiques. Les liens qui se nouent pendant les cours peuvent entraîner un réseautage informel entre les personnes travaillant à des niveaux d'encadrement intermédiaire de ces secteurs. La création d'un environnement politique favorable pour l'action intersectorielle est un élément essentiel dans le succès de cette démarche.

Si l'on descend du niveau national à des niveaux subsidiaires de l'administration, la concurrence entre les secteurs diminue et les possibilités de collaboration efficace se multiplient. Cependant, même dans une structure de gouvernance décentralisée, la collaboration entre différents secteurs à l'échelle d'une collectivité peut subir des contraintes si les décisions financières continuent de dépendre de niveaux plus élevés. Le partage des ressources et les solutions globales aux problèmes de développement peuvent ainsi être entravés.

Dans le cas de l'utilisation sans risque des eaux usées en agriculture par exemple, il est possible de transmettre aux communautés agricoles des messages pertinents sur l'évaluation et la gestion des risques sanitaires par les canaux agricoles existants, à savoir les programmes de vulgarisation agricole classiques ou les écoles agricoles de terrain, qui bénéficient d'une plus grande participation. Cela nécessite au départ une bonne communication entre les autorités sanitaires et agricoles pour déterminer quels messages il conviendrait de délivrer effectivement et de quelle manière. Il sera ensuite nécessaire de constituer des unités d'enseignement ou, dans le cas des écoles agricoles de terrain, de composer des programmes d'études. Il est plus probable que les agriculteurs acceptent ces messages, destinés à influencer sur leurs pratiques, de la part d'agents vulgarisateurs dignes de confiance que de travailleurs sanitaires peu ou pas crédibles dans le domaine agricole, ce qui justifie cette approche intersectorielle. Du point de vue des agents vulgarisateurs, cela implique que le message délivré soit fiable et corroboré par des faits, car la principale crainte est que leur crédibilité soit entamée par des informations inexacts ou imprécises.

2 RÉGLEMENTATION

Cette partie présente un panorama des aspects techniques que les législateurs doivent considérer lors de l'élaboration ou de la modification d'une réglementation concernant l'utilisation sans risque des eaux usées, des excréta et des eaux ménagères en agriculture et en aquaculture. Le chapitre précédent apporte des conseils sur la manière d'établir un cadre politique favorable à cette utilisation. Une fois ce cadre mis en place, il est possible de définir des fonctions réglementaires pratiques et de concevoir les mécanismes pour leur mise en œuvre. La conception de toutes ces fonctions doit s'inspirer d'objectifs politiques larges et être réaliste en ce qui concerne les moyens (ou les moyens disponibles à développer), les capacités et la juridiction. C'est le champ d'application du présent chapitre.

Les principales fonctions à réglementer sont :

- l'identification des dangers ;
- la production d'éléments factuels concernant les risques sanitaires et l'efficacité des mesures de protection sanitaire pouvant permettre de les gérer ;
- la fixation d'objectifs liés à la santé pour gérer les risques sanitaires ;
- la mise en œuvre de mesures de protection sanitaire pour réaliser les objectifs liés à la santé ;
- l'évaluation et la surveillance du système.

■ 2.1 Identification des dangers

Les principaux dangers pour la santé associés à l'utilisation des eaux usées, des excréta et des eaux ménagères en agriculture et en aquaculture proviennent des agents pathogènes liés aux excréta, de certaines maladies à transmission vectorielle et de certains produits chimiques. Le risque sanitaire décrit la probabilité, dans certaines circonstances, qu'un danger pour la santé puisse effectivement avoir un effet préjudiciable sur la santé humaine.

Les agents pathogènes peuvent survivre suffisamment longtemps dans l'environnement (eaux usées, eau, sol, récoltes) pour être transmis sous forme viable aux personnes. Certains d'entre eux peuvent se multiplier dans l'environnement. Certains facteurs environnementaux contribuent plus ou moins fortement à la destruction de ces agents, notamment le temps, la température, l'humidité, l'exposition à la lumière ou au rayonnement ultraviolet (UV), la présence d'hôtes intermédiaires appropriés, le type de végétaux et autres. Le traitement des eaux usées, des excréta et des eaux ménagères peut réduire notablement les concentrations de certains contaminants (organismes indicateurs provenant des excréta, agents pathogènes et certains produits chimiques, par exemple) et par là même le risque de transmission de maladies. Dans nombre de pays en développement, le traitement des eaux usées n'est pas une option praticable et des stratégies sans traitement doivent être envisagées pour prévenir la transmission des agents pathogènes ou l'exposition à des produits chimiques dangereux. Cette situation est plus exigeante pour les personnes élaborant la réglementation car les mesures qu'elle implique varient dans le temps et dans l'espace.

Les dangers associés à l'utilisation des eaux usées, des excréta et des eaux ménagères en agriculture et en aquaculture sont présentés dans le Tableau 2.1. Le cadre réglementaire doit transposer les indications politiques générales sur l'identification des dangers en actions adaptées au système, axées sur des dangers concrets et sur des mesures de protection sanitaire contextuelles efficaces, pouvant être déployées pour éliminer ou réduire leurs effets négatifs.

Tableau 2.1 Exemples de dangers et de voies d'exposition associés à l'utilisation des eaux usées, des excreta et des eaux ménagères en agriculture et en aquaculture

Danger	Voie d'exposition	Observations
Agents pathogènes liés aux excreta		
Bactéries (<i>Escherichia coli</i> , <i>Vibrio cholerae</i> , <i>Salmonella</i> spp., <i>Shigella</i> spp.)	Contact Consommation	Les bactéries meurent plus rapidement sur les cultures que certains autres agents pathogènes (comme les helminthes, par exemple), mais peuvent encore présenter un risque sanitaire. Des flambées épidémiques de choléra, de typhoïde et de dysenterie ont été associées à l'utilisation d'eaux usées, d'excreta ou d'eaux ménagères pour irriguer des légumes. Les agents pathogènes pouvant survivre dans l'environnement suffisamment longtemps pour présenter des risques sanitaires, la désinfection ou le lavage des produits et leur cuisson sont des mesures de protection sanitaire importantes.
Helminthes		
– Helminthes transmis par le sol (<i>Ascaris</i> , <i>Ancylostoma</i> , <i>Necator</i> , <i>Hymenolepis</i> , <i>Strongyloides</i> , <i>Toxocara</i> , <i>Trichuris</i> , <i>Taenia</i> spp.)	Contact Consommation	Principal risque en agriculture, notamment lorsqu'on utilise des eaux usées et des excreta non traités et que les normes d'assainissement sont peu exigeantes. Les œufs peuvent survivre longtemps dans l'environnement. Les ankylostomiasés (<i>Ancylostoma duodenale</i> , <i>Necator americanus</i>) sont courantes dans certaines zones où les agriculteurs ne portent ni chaussures, ni bottes adaptées.
– Trématodes (<i>Clonorchis</i> , <i>Opisthorchis</i> , <i>Fasciola</i> , <i>Schistosoma</i> spp.)	Contact Consommation	Principal risque en aquaculture, où l'on rencontre des parasites de type trématode. La distribution de ces parasites se limite à certaines aires géographiques. Certains trématodes sont transmis par la consommation d'aliments (notamment de poissons crus non transformés); la schistosomiase se répand par contact cutané avec de l'eau douce contaminée.
Protozoaires (<i>Giardia</i> , <i>Cyclospora</i> , <i>Cryptosporidium</i> , <i>Entamoeba</i> spp.)	Contact Consommation	Des protozoaires ont été trouvés sur des végétaux irrigués par des eaux usées au moment de la récolte et sur le marché. Ces organismes peuvent survivre dans l'environnement suffisamment longtemps pour représenter un risque sanitaire.
Virus (virus des hépatites A et E, adénovirus, rotavirus, norovirus)	Contact Consommation	Les virus sont présents en grand nombre dans les eaux usées et les excreta et certaines espèces peuvent survivre dans l'environnement suffisamment longtemps pour représenter un risque sanitaire. La contamination des cultures a provoqué des flambées épidémiques.

Tableau 2.1 (suite)

Danger	Voie d'exposition	Observations
Agents pathogènes à transmission vectorielle (<i>Plasmodium</i> spp., virus de la dengue, <i>Wuchereria bancrofti</i> , virus de l'encéphalite japonaise)	Contact avec des vecteurs	Toute activité de développement des ressources en eau comporte un risque dans certaines zones géographiques où sévissent des maladies à transmission vectorielle. La plupart des insectes vecteurs se reproduisent dans de l'eau propre, à l'exception des vecteurs de la filariose lymphatique, dont la reproduction s'effectue dans une eau polluée sur le plan organique.
Irritants cutanés	Contact	A l'origine des irritations cutanées telles que les dermatites de contact (eczémas), on a une grande probabilité de trouver une combinaison de dangers microbiens et chimiques.
Produits chimiques		Risques potentiels pour les consommateurs de produits aquacoles lorsque ces produits chimiques sont utilisés pour élever des poissons.
Antibiotiques (chloramphénicol)	Consommation	
Toxines cyanobactériennes (microcystine-LR)	Contact Consommation	Risques potentiels pour les consommateurs de produits de l'aquaculture – en particulier les compléments alimentaires à base d'algue verte (<i>Spirulina</i>).
Métaux lourds (arsenic, cadmium, plomb, mercure)	Consommation	Peuvent s'accumuler dans les végétaux – aquatiques ou terrestres.
Phtalates et phénols	Consommation d'eau provenant d'aquifères rechargés par l'irrigation par des eaux usées	On a trouvé ces éléments dans des aquifères utilisés pour l'approvisionnement humain en eau de boisson, rechargés involontairement par l'irrigation par des eaux usées. Certains de ces éléments chimiques ont des propriétés perturbantes pour le système endocrinien.
Hydrocarbures halogénés (dioxines, furanes, PCB)	Consommation	Ces produits ne sont pas absorbés par les végétaux, mais peuvent contaminer leurs surfaces et doivent être pelés ou lavés avant consommation. Il existe un potentiel de bioaccumulation chez les grands poissons carnivores élevés dans des fermes piscicoles alimentées par des rejets.
Pesticides et résidus de pesticides (aldrine, DDT, par exemple)	Contact Consommation	Les risques sont liés principalement aux pratiques d'application du pesticide.

Sources: WHO (1995, 1999); BGS-CNA (1998); Chorus & Bartram (1999); Blumenthal et al. (2000a, 2000b); Gilroy et al. (2000); van der Hoek et al. (2005).

■ 2.2 Preuves des risques sanitaires

En fonction des circonstances locales, les dangers sanitaires associés à l'utilisation des eaux usées, des excreta et des eaux ménagères peuvent se transformer en risques sanitaires. La probabilité de cette transformation (c'est-à-dire le niveau de risque) dépend d'un certain nombre de déterminants environnementaux et sociaux et se détermine à partir des données disponibles. Les principales données concernant les risques sanitaires associés à cette pratique en agriculture et en aquaculture sont résumées ci-après.

2.2.1 Agriculture

On a utilisé des études épidémiologiques et l'évaluation quantitative des risques microbiens (QMRA) pour estimer les risques microbiens et chimiques pour des groupes soumis à divers niveaux d'exposition du fait de l'utilisation d'eaux usées, d'excreta ou d'eaux ménagères. Les données sont résumées dans les Tableaux 2.2 et 2.3.

Le Tableau 2.3 récapitule les résultats de la QMRA pour la transmission des infections à rotavirus résultant de différentes expositions. Les risques de transmission des rotavirus ont toujours été estimés comme supérieurs à ceux liés aux infections à *Campylobacter* ou à *Cryptosporidium*.

On dispose de moins d'éléments pour les risques sanitaires associés aux produits chimiques. Les données dont nous disposons reposent sur l'évaluation quantitative des risques et indiquent que l'absorption de produits chimiques par les végétaux dépend fortement de la nature de ces produits, ainsi que des propriétés physiques et chimiques du sol. Le Tableau 2.6 ci-après présente les valeurs limites que doivent respecter les concentrations de produits chimiques compte tenu de considérations sanitaires.

2.2.2 Aquaculture

Les impacts sanitaires de l'aquaculture alimentée par des rejets ont rarement été étudiés. Il existe des preuves que les poissons et les végétaux obtenus par aquaculture alimentée par des rejets aqueux peuvent être contaminés par des agents pathogènes humains liés aux excreta, en surface ou, pour les poissons seulement, au niveau des intestins. Les relations rapportées entre les indicateurs de qualité microbienne de l'eau et la contamination des tissus comestibles des poissons sont contradictoires et controversées. Un bilan des données laisse à penser que lorsqu'on élève des poissons dans des conditions stressantes (par exemple faible teneur en oxygène dissous, forte concentration d'ammoniaque ou situation de surpeuplement), il peut y avoir une pénétration microbienne dans les tissus comestibles de ces animaux. Néanmoins, le niveau de contamination est toujours très faible et sera généralement insignifiant en comparaison de la contamination des tissus comestibles qui se produit pendant un nettoyage ou une transformation de poissons non conforme aux règles d'hygiène.

Dans le cas des trématodes, les faits sont plus clairs. Si des trématodes sont présents dans les fèces d'êtres humains ou d'animaux infestés, si un hôte intermédiaire approprié est disponible (certaines espèces d'escargots aquatiques) et si le poisson ou la plante est consommé cru ou insuffisamment cuit, la transmission à l'homme peut se produire. C'est pourquoi dans les zones où ces conditions sont réunies, la présence ou l'absence d'œufs de trématode viables constitue un indicateur approprié de la qualité microbienne de l'eau des bassins de pisciculture.

Une étude de l'état de santé des communautés pratiquant l'aquaculture alimentée par des rejets et de ses tendances a indiqué qu'un contact prolongé avec des bassins alimentés par des rejets et la consommation de poissons élevés dans ces bassins pouvaient avoir des effets mesurables sur la santé des individus. Une autre étude a montré que les

Tableau 2.2 Résumé des risques associés à l'utilisation d'eaux usées pour l'irrigation

Menaces pour la santé	
Helminthes	Protozoaires
<p>Consommateurs</p> <p>Risques significatifs d'infestation des adultes et des enfants par des helminthes provenant d'eaux usées non traitées</p>	<p>Mise en évidence de protozoaires parasitiques à la surface de végétaux irrigués par des eaux usées, mais sans preuve directe d'une transmission de la maladie</p>
<p>Travailleurs agricoles et leurs familles</p> <p>Risques significatifs d'infestation par des helminthes des adultes et des enfants en contact avec des eaux usées non traitées; risque accru d'ankylostomiase pour les travailleurs ne portant pas de chaussures; le risque d'infestation par des helminthes persiste, en particulier pour les enfants, même si les eaux usées sont traitées jusqu'à obtenir moins d'un œuf d'helminthe par litre, les adultes ne courant pas de risque supplémentaire en présence de cette concentration d'helminthes</p>	<p>Risque d'infestation par <i>Giardia intestinalis</i> signalé comme insignifiant en cas de contact avec des eaux usées traitées ou non traitées; une autre étude menée au Pakistan a estimé que le risque d'infestation par <i>Giardia</i> est augmenté d'un facteur 3 pour les agriculteurs utilisant des eaux usées brutes, par rapport à l'irrigation par de l'eau douce; risque accru d'ambiasé observé en cas de contact avec des eaux usées non traitées</p>
<p>Communautés voisines</p> <p>La transmission de l'infestation par des helminthes n'a pas été étudiée pour l'irrigation par aspersion, mais les constatations sont les mêmes pour l'irrigation par submersion et par rigoles d'infiltration avec contact prolongé</p>	<p>Pas de données sur la transmission des protozoaires lors de l'irrigation par aspersion avec des eaux usées</p>
<p>Bactéries/virus</p> <p>Signalement de flambées épidémiques de choléra, de typhoïde et de shigellose, dues à l'utilisation d'eaux usées non traitées; tests sérologiques positifs pour <i>Helicobacter pylori</i> (absence de traitement); augmentation des diarrhées non spécifiques lorsque l'eau contient plus de 10⁴ coliformes thermotolérants pour 100 ml</p> <p>Risque accru de maladie diarrhéique pour les jeunes enfants en contact avec des eaux usées si ces eaux contiennent plus de 10⁶ coliformes thermotolérants pour 100 ml; risque majoré de salmonellose pour les enfants exposés à des eaux usées non traitées; augmentation de la séropositivité pour les norovirus chez les adultes exposés à des eaux usées partiellement traitées</p>	<p>L'irrigation par aspersion avec de l'eau de qualité médiocre (coliformes totaux: 10⁶-10⁸/100 ml) et une forte exposition aux aérosols sont associées à des taux accrus d'infection; il n'y a pas d'association entre l'utilisation d'eau partiellement traitée (10⁶-10⁷ coliformes thermotolérants/100 ml ou moins) pour l'irrigation par aspersion et une augmentation des taux d'infection virale</p>

Sources: Shuval, Yekutieli & Fattal (1984); Fattal et al. (1986); Shuval et al. (1989); Blumenthal et al. (2000a); Armon et al. (2002); Blumenthal & Peasey (2002); J.H.J. Ensink, W. van der Hoek & F.P. Amerasinghe (données non publiées, 2005).

Tableau 2.3 Récapitulation des résultats de l'évaluation quantitative des risques microbiens pour les risques d'infection à rotavirus^a associés à différentes expositions

Scénario d'exposition	Qualité de l'eau ^b (<i>E. coli</i> /100 ml d'eau usée ou 100 mg de sol)	Médiane du risque d'infection par personne et par an	Notes
Irrigation sans restriction (consommateurs des cultures)			
Laitues	10 ³ –10 ⁴	10 ⁻³	100 g consommés crus par personne tous les 2 jours 10–15 ml d'eau usée restant sur les cultures
Oignons	10 ³ –10 ⁴	5 × 10 ⁻²	100 g consommés crus par personne et par semaine pendant 5 mois 1–5 ml d'eau usée restant sur les cultures
Irrigation soumise à restrictions (agriculteurs ou autres populations fortement exposées)			
Forte mécanisation	10 ⁵	10 ⁻³	100 jours d'exposition par an 1–10 mg de sol consommés par exposition
Forte intensité de main-d'œuvre	10 ³ –10 ⁴	10 ⁻³	150 à 300 jours d'exposition par an 10–100 mg de sol consommés par exposition

^a Les risques estimés pour *Campylobacter* et *Cryptosporidium* sont plus faibles.

^b Effluents non désinfectés. L'utilisation d'organismes indicateurs sensibles aux désinfectants conduirait à une sous-estimation des risques dans les réseaux désinfectés.

agriculteurs cultivant des plantes aquatiques dans des bassins contaminés par des eaux usées et des effluents industriels développent souvent des maladies de la peau telles que des dermatites de contact. Ces études ont servi à mettre au point des objectifs liés à la santé et ont été incluses dans le Volume III de ces Directives.

2.2.3 Excreta et eaux ménagères

On a toujours considéré que l'exposition à des fèces non traitées comportait des risques, en raison de la présence potentielle d'organismes pathogènes en fortes quantités, dont les concentrations dépendent de la prévalence de ces organismes dans une population donnée. Ces agents pathogènes sont notamment des bactéries, des virus, des protozoaires parasitiques ou des helminthes. Ils peuvent provoquer diverses maladies infectieuses, touchant en grande majorité le système gastro-intestinal. Dans les pays industrialisés (Svensson, 2000), les virus entériques sont maintenant considérés comme responsables de la plus grande part des infections gastro-intestinales. Dans les zones rurales de nombreux pays en développement, la défécation à l'air libre et l'utilisation de fèces non traitées sont souvent associées à la transmission de vers intestinaux aux agriculteurs et aux consommateurs de leurs produits.

C'est particulièrement vrai pour les enfants de moins de 15 ans participant souvent aux activités agricoles, qui peuvent avoir un contact prolongé avec des champs fertilisés par des excreta non traités. Dans les zones d'endémie où la terre est fertilisée avec des fèces humaines non traitées, les travailleurs sans protection appropriée (gants, chaussures, par exemple) courent un risque élevé de contracter une ankylostomiase. Les risques de

maladie infectieuse diminuent notablement lorsque les excréta sont traités au seuil proposé dans la partie 2.3, lorsque les agriculteurs portent des équipements de protection et appliquent de bonnes pratiques d'hygiène et lorsque les consommateurs lavent et rincent les produits alimentaires avant de les consommer.

L'utilisation en agriculture d'urine séparée à la source comporte habituellement des risques sanitaires faibles, comme le prédit la QMRA. Certains agents pathogènes, tels que *Leptospira interrogans*, *Salmonella typhi*, *Schistosoma haematobium* et certains virus, sont excrétés avec les urines. Les bactéries pathogènes et les œufs de *Schistosoma* meurent rapidement si les urines sont stockées dans les conditions recommandées. La plupart des risques sanitaires associés à l'utilisation des urines proviennent de la contamination croisée avec des matières fécales. Ces risques peuvent être réduits à un niveau très faible en stockant les urines dans une cuve ou un conteneur fermé. Selon les cultures à fertiliser, la température ambiante et la température de stockage, les urines doivent être stockées pendant un à six mois avant d'être utilisées dans des systèmes collectifs et non individuels. Les risques sont généralement bien plus faibles que ceux liés à l'utilisation d'eaux usées. Lorsqu'on épand de l'urine dans des champs, il est recommandé de porter des équipements de protection individuelle.

De même, l'utilisation d'eaux ménagères en agriculture et en aquaculture comporte moins de risques sanitaires que celles d'eaux usées ou de matières fécales. Il peut subsister certains risques pour la santé, généralement liés à une contamination fécale croisée. Ces risques peuvent néanmoins être réduits par des mesures de protection sanitaire ou un traitement adéquat. Les eaux ménagères peuvent contenir des concentrations considérables de composés organiques facilement dégradables, qui favorisent le développement d'indicateurs fécaux. Le dosage de ces indicateurs peut donc parfois donner des résultats faux positifs (Manville et al., 2001).

■ 2.3 Objectifs liés à la santé

Il peut être difficile d'estimer la charge de morbidité associée à l'utilisation d'eaux usées, d'excréta et d'eaux ménagères. Il est possible d'utiliser la mesure de la morbidité liée à certaines maladies ou pathologies comme indicateur du niveau de risque sanitaire. Néanmoins, dans la plupart des cas, la mesure de l'événement sanitaire ne permet pas de catégoriser le risque, dans la mesure où de nombreux événements sanitaires sont multifactoriels : ils résultent de voies de transmission (agents pathogènes) ou d'expositions (produits chimiques dangereux) multiples. On utilise souvent la mesure de la morbidité due aux diarrhées et aux infestations intestinales par des helminthes comme indicateur général des maladies liées aux excréta. On peut prendre en compte les infestations par des trématodes lorsque ces parasitoses sont présentes dans la population. Les maladies associées à une exposition chimique sont plus difficiles à détecter car les événements sanitaires peuvent mettre du temps à apparaître et résultent souvent de l'exposition à de nombreux produits chimiques par diverses voies. On peut mesurer la morbidité due aux maladies de peau chez les personnes en contact prolongé avec des eaux usées – en particulier lorsque ces eaux ne sont pas suffisamment traitées et contiennent des rejets chimiques toxiques provenant de l'industrie.

Les personnes qui élaborent la réglementation sanitaire utilisent pour ce faire les objectifs liés à la santé ; elles définissent un niveau de protection sanitaire pour chaque exposition. Cette opération peut reposer sur la mesure de la morbidité liée à une maladie [par exemple 10^{-6} DALY (année de vie ajustée de l'incapacité par personne et par an)] ou sur l'absence de lien entre cette exposition et une maladie particulière (pas de transmission de trématodes résultant de la consommation de produits de l'aquaculture

alimentée par des rejets, par exemple). Une fois l'objectif lié à la santé défini, on spécifie une combinaison de mesures de protection sanitaire qui permettrait d'atteindre cet objectif. Il peut s'agir notamment de restrictions portant sur les cultures ou les produits, de techniques d'irrigation, de mesures de contrôle de l'exposition aux dangers, de procédés ou de technologies de traitement des eaux usées, des excreta ou des eaux ménagères et d'autres interventions pour réduire les risques (par exemple lavage et rinçage systématiques des végétaux irrigués, cuisson complète des aliments avant leur consommation, etc.). Les objectifs liés à la santé doivent être fixés au niveau national et applicables dans les circonstances locales et s'intégrer dans le cadre réglementaire global.

Les objectifs liés à la santé concernant l'agriculture, l'aquaculture et l'utilisation des excreta et des eaux ménagères en général sont présentés dans les sous-parties ci-après.

2.3.1 Utilisation des eaux usées en agriculture

Les objectifs liés à la santé pour l'utilisation des eaux usées en agriculture sont exposés dans le Tableau 2.4. La Figure 2.1 indique les combinaisons de mesures de protection sanitaire applicables pour atteindre ces objectifs. Le Tableau 2.5 décrit différentes combinaisons de mesures de protection sanitaire visant à atteindre ces objectifs. Les objectifs liés à la santé, comme les combinaisons de mesures de protection sanitaire, doivent être adaptés en fonction de chaque contexte particulier.

La Figure 2.1 montre les réductions de concentrations d'agents pathogènes obtenues en appliquant plusieurs options de combinaison de traitement des eaux usées et d'autres mesures de protection sanitaire pour atteindre l'objectif lié à la santé correspondant à une perte de DALY $\leq 10^{-6}$ par personne et par an. Les options de la Figure 2.1 représentent des combinaisons typiques de mesures de protection sanitaire, mais ne sont fournies qu'à

Tableau 2.4 Objectifs liés à la santé et objectifs en matière de réduction des helminthes pour l'utilisation des eaux usées traitées en agriculture

Type d'irrigation	Objectif lié à la santé pour les agents pathogènes viraux, bactériens et protozoaires	Objectif en matière de réduction microbienne pour les œufs d'helminthes
Sans restriction	$\leq 10^{-6}$ DALY par personne et par an ^a	≤ 1 par litre (moyenne arithmétique) ^{b,c}
Soumise à restrictions	$\leq 10^{-6}$ DALY par personne et par an ^a	≤ 1 par litre (moyenne arithmétique) ^{b,c}
Localisée (irrigation par goutte à goutte, par exemple)	$\leq 10^{-6}$ DALY par personne et par an ^a	a) cultures de faible hauteur ^d ≤ 1 par litre (moyenne arithmétique) b) cultures de grande hauteur ^{d,e} Pas de recommandation

^a Pour une irrigation sans restriction et localisée, l'objectif lié à la santé peut être atteint par une réduction des agents pathogènes de 6 à 7 unités logarithmiques (obtenue en combinant un traitement des eaux usées et d'autres mesures de protection sanitaire); pour une irrigation soumise à des restrictions, cet objectif est atteint par une réduction des agents pathogènes de 2 à 3 unités logarithmiques.

^b Lorsque des enfants de moins de 15 ans sont exposés, il faut recourir à des mesures de protection sanitaire supplémentaires.

^c Il convient de déterminer une moyenne arithmétique sur l'ensemble de la saison d'irrigation. Il faut obtenir en moyenne ≤ 1 œuf par litre pour au moins 90 % des échantillons afin qu'occasionnellement un échantillon puisse atteindre une valeur élevée (c'est-à-dire >10 œufs/litre). Pour certains procédés de traitement des eaux usées (bassins de stabilisation, par exemple), le temps de séjour hydraulique peut être utilisé comme paramètre pour garantir le respect de la limite de ≤ 1 œuf par litre.

^d Les cultures de grande hauteur incluent les arbres fruitiers, les oliviers, etc.

^e Pas de cultures à extraire du sol.

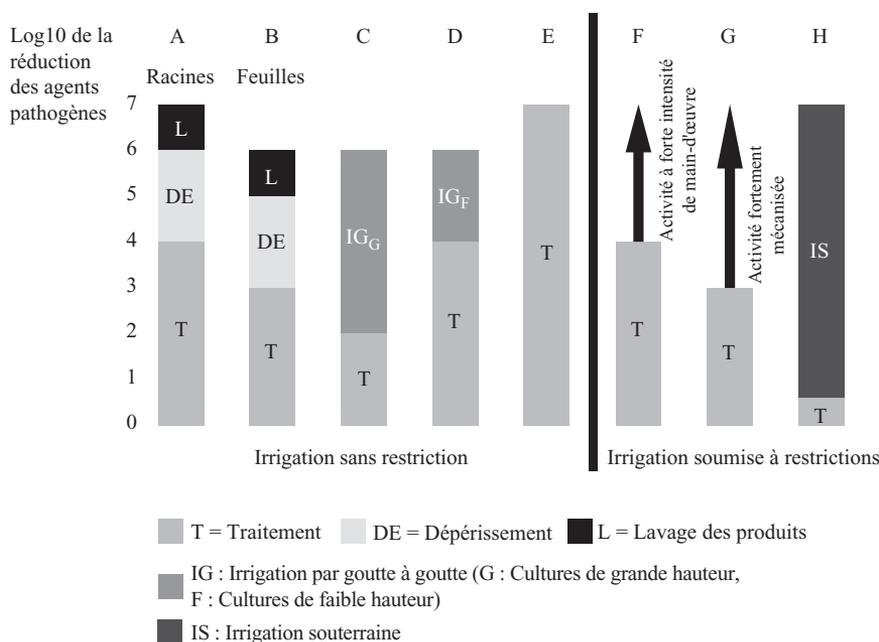


Figure 2.1

Exemples d'options pour la réduction de la concentration d'agents pathogènes viraux, bactériens et protozoaires par différentes combinaisons de mesures de protection sanitaire permettant d'atteindre l'objectif lié à la santé de $\leq 10^{-6}$ DALY par personne et par an

titre illustratif. Les planificateurs et les concepteurs de schémas d'utilisation des eaux usées peuvent souhaiter étudier et employer d'autres combinaisons de mesures de protection sanitaire et les nouvelles technologies de traitement offriront des opportunités de développer de nouvelles options.

L'option A de la Figure 2.1 montre que la réduction nécessaire des agents pathogènes s'obtient en combinant a) un traitement des eaux usées, fournissant une réduction de 4 unités logarithmiques (approximativement équivalente à une concentration de *E. coli* de $10^3/100$ ml dans des effluents non chlorés), b) une réduction de 2 unités logarithmiques résultant du dépérissement des agents pathogènes entre la dernière opération d'irrigation et la consommation, et c) une réduction d'une unité logarithmique grâce au lavage à l'eau des salades ou des végétaux avant leur consommation, habituellement pratiqué par les ménages. Cette option, qui fournit une réduction de 7 unités logarithmiques de la concentration de pathogènes, convient dans le cas de légumes racines susceptibles d'être consommés crus, irrigués par des eaux usées traitées.

L'option B comprend un traitement des eaux usées moins poussé que l'option A (réduction de 3 unités logarithmiques au lieu de 4), combiné à deux mesures de protection sanitaire post-traitement : une réduction de 2 unités logarithmiques par dépérissement et une réduction de 1 unité logarithmique par lavage à l'eau des salades ou des végétaux avant consommation. Cette option, qui fournit une réduction de 6 unités logarithmiques, convient dans le cas où l'on irrigue des légumes tiges ou feuilles (laitues ou choux, par exemple) et des végétaux qui seront consommés crus.

Tableau 2.5 Niveau de surveillance/vérification^a (nombres d'*E. coli* pour 100 ml d'eaux usées traitées) pour les divers degrés de traitement des eaux usées des options A à G présentées sur la Figure 2.1

Type d'irrigation	Option (Figure 2.1)	Réduction des agents pathogènes par le traitement (unités log) nécessaire	Niveau de surveillance/vérification (<i>E. coli</i> pour 100 ml)	Notes
Sans restriction	A	4	$\leq 10^3$	Légumes racines
	B	3	$\leq 10^4$	Légumes feuilles
	C	2	$\leq 10^5$	Irrigation par goutte à goutte des cultures de grande hauteur
	D	4	$\leq 10^3$	Irrigation par goutte à goutte des cultures de faible hauteur
	E	6 ou 7	$\leq 10^1$ ou $\leq 10^0$	Le niveau de vérification dépend des exigences de l'agence de réglementation locale ^b
Avec restrictions	F	3	$\leq 10^4$	Agriculture à forte intensité de main-d'œuvre (protection des adultes et des enfants de moins de 15 ans)
	G	2	$\leq 10^5$	Agriculture fortement mécanisée
	H	0,5	$\leq 10^6$	Élimination des agents pathogènes dans une fosse septique

^a « Les niveaux de «surveillance/vérification» désignent ce qu'on a précédemment appelé niveaux des «effluents standards» ou niveaux conformes aux «recommandations sur les effluents».

^b Par exemple, pour un traitement secondaire, comprenant filtration et désinfection : demande biochimique en oxygène à cinq jours (DBO₅) <10 mg/l, turbidité <2 unités de turbidité néphélométrique (UTN), chlore résiduel : 1 mg/l, pH : 6–9, et coliformes fécaux : non détectables dans 100 ml (Etat de Californie, 2001).

L'option C associe un traitement encore moins poussé (2 unités logarithmiques) à une irrigation par goutte à goutte de cultures de grande hauteur (arbres fruitiers, oliviers, par exemple), permettant d'atteindre la réduction requise de 4 unités logarithmiques.

L'option D comprend l'irrigation par goutte à goutte des légumes tiges ou feuilles de faible hauteur (réduction des pathogènes de 2 unités logarithmiques) de manière à obtenir un degré plus poussé de traitement (4 unités logarithmiques) (une alternative valable consisterait par exemple en une réduction de 2 unités logarithmiques par traitement, suivie d'une réduction de 1 unité logarithmique par dépérissement des pathogènes et d'une autre réduction de 1 unité par lavage des produits).

L'option E repose uniquement sur le traitement des eaux usées pour obtenir la réduction des agents pathogènes requise de 6 à 7 unités logarithmiques. Une séquence typique de traitement des eaux usées pour atteindre ce résultat comprend un traitement classique de ces eaux (par exemple sédimentation primaire, boues activées, y compris une sédimentation secondaire), suivi d'opérations de coagulation chimique, floculation, sédimentation, filtration et désinfection (chloration ou irradiation par des UV). Une telle séquence est utilisée par exemple en Californie (Etats-Unis d'Amérique), pour garantir la conformité avec les critères de l'Etat relatifs au recyclage de l'eau pour l'irrigation sans restriction (coliformes totaux $\leq 2,2$ pour 100 ml et turbidité ≤ 2 UTN) (Etat de Californie, 2001).

Cependant, cette option ne prend pas en compte la réduction des agents pathogènes due a) au dépérissement naturel entre la dernière irrigation et la consommation et b) à certaines pratiques de préparation des aliments telles que le lavage, la désinfection, l'épluchage et/ou la cuisson. En outre, les coûts très élevés et la complexité d'exploitation des procédés de traitement des eaux usées pour cette option feront généralement obstacle à son application dans de nombreux pays en développement.

L'option F de la Figure 2.1 représente une irrigation à forte intensité de main-d'œuvre et soumise à restrictions ; une réduction des agents pathogènes de 4 unités logarithmiques permet d'atteindre l'objectif lié à la santé consistant à ne pas dépasser une charge de morbidité supplémentaire de 10^{-6} DALY par personne et par an.

L'option G représente une irrigation soumise à restrictions dans le cadre de pratiques agricoles fortement mécanisées (tracteurs, dispositifs d'aspersion automatiques, par exemple). Un traitement des eaux usées jusqu'à la concentration de 10^5 – 10^6 *E. coli* pour 100 ml est nécessaire (c'est-à-dire une réduction des agents pathogènes de 3 unités logarithmiques).

L'option H de la Figure 2.1 illustre la situation typique pour un ménage unique ou un établissement : traitement minimal dans une fosse septique (réduction des pathogènes de 0,5 unité logarithmique), suivi d'une irrigation souterraine utilisant un système d'absorption par le sol avec les effluents de la fosse septique. Il n'y a pas de contact entre les cultures et les agents pathogènes contenus dans les effluents de la fosse septique, de sorte que le système d'irrigation souterraine est considéré comme assurant le reste de la réduction de 6,5 unités logarithmiques, nécessaire pour les légumes racines.

Comme indiqué précédemment, chaque pays peut et doit établir des critères et des procédures au niveau national qui répondent aux besoins épidémiologiques, sociaux et économiques. Ceux-ci doivent permettre de concevoir et de mettre en œuvre une combinaison optimale d'éléments de réduction des risques dans le système. Le Comité d'experts de l'OMS qui a revu et approuvé ces Directives a estimé que les analyses approfondies des risques fournissaient une base épidémiologique solide pour conclure que les options A, B, C et D fournissaient un degré poussé de réduction des risques sanitaires, qui devraient répondre aux besoins des pays pour un rapport coût/efficacité raisonnable. Il a conclu que ces nouvelles études d'évaluation des risques, ainsi que l'examen et l'évaluation poussés qu'il avait effectués, validaient d'une manière générale la valeur guide fournie en 1989 par l'OMS à propos de l'utilisation sans restriction des eaux usées en agriculture, soit 1000 *E. coli*/100 ml.

2.3.2 Aquaculture

Les objectifs liés à la santé pour différents dangers de l'aquaculture alimentée par des rejets sont présentés dans le Tableau 2.7. Les risques associés étant mal définis, il est plus difficile de définir à bon escient un niveau de risque tolérable. Néanmoins, on peut développer différents objectifs liés à la santé pour la prévention d'un événement sanitaire particulier (transmission de la clonorchiose, par exemple) dans le cadre de l'aquaculture alimentée par des rejets. L'objectif lié à la santé couvrirait alors des combinaisons de mesures de protection sanitaire devant conduire à ce résultat – par exemple, le traitement des eaux usées ou des excréta, des restrictions portant sur les produits, un traitement des poissons après leur cueillette (séchage, salage, application d'une solution acide) et/ou une cuisson des poissons avant consommation.

Pour chaque voie d'exposition (consommation, contact ou transmission vectorielle, par exemple), on met au point un objectif lié à la santé différent à partir de chaque événement sanitaire pertinent. C'est un point important car les événements sanitaires qui se

produisent différent selon la voie d'exposition, tout comme les mesures de protection sanitaire nécessaires. Par exemple, le traitement des eaux usées et des excreta peut réduire efficacement les maladies associées à la consommation d'aliments ou au contact avec cette eau, mais ne pourra rien faire pour prévenir la transmission des maladies à transmission vectorielle. De même, le traitement des poissons dans des conditions conformes à l'hygiène limite la contamination croisée par des bactéries et des virus, mais ne diminue pas le risque associé à la présence de trématodes enkystés ou métacercaires, qui demeurent infectieux.

2.3.3 Utilisation des eaux usées et des excreta

La réduction des agents pathogènes que doit réaliser le traitement sur site et hors site des excreta est exprimée sous forme de valeur indicative et d'objectif en matière de performances concernant la fraction fécale traitée et les boues fécales. La valeur indicative se réfère aux œufs d'helminthes et à *E. coli*, les chiffres étant harmonisés avec ceux mentionnés dans le Volume II. Concernant la qualité des eaux ménagères, des valeurs indicatives harmonisées de ces paramètres sont également fournies, accompagnées d'une recommandation de prudence motivée par la possibilité de recroissance d'*E. coli* sur les fractions organiques facilement dégradables des eaux ménagères. Il est ainsi possible d'appliquer moins strictement ces valeurs indicatives s'il est probable que ce phénomène intervient ou si l'on a des preuves qu'il se produit dans des conditions similaires.

En outre, le Volume IV souligne l'importance des objectifs en matière de performances, qui doivent être pris en compte à la fois dans la validation et dans la vérification/surveillance et sont particulièrement utiles dans la surveillance opérationnelle. Ces objectifs sont explicitement mentionnés pour les urines séparées à la source, en raison de la possibilité de résultats faux négatifs, si l'on se base sur la présence d'*E. coli* pour évaluer le dépérissement des agents pathogènes. On utilise également des objectifs en matière de performances pour les fèces traitées et les boues fécales. Il n'est jamais possible de suivre totalement sur le site la conformité du traitement avec les valeurs indicatives. Les critères de conception et de validation prennent par ailleurs cela en compte. L'objectif en matière de performances pour les excreta traités suppose un temps de stockage de 6 à 24 mois, selon les conditions rencontrées. Une période de retrait d'au moins un mois permet de garantir plus sûrement encore la salubrité des produits agricoles pour les consommateurs. Cette période débute avec l'application des excreta traités en tant qu'engrais lors de l'amendement du sol et diffère des valeurs appliquées dans le cas des eaux usées, car l'eau sert alors principalement à l'irrigation.

Strauss & Blumenthal (1990) ont suggéré qu'une année de stockage pourrait suffire en conditions tropicales (28–30° C), tandis que pour des températures moyennes plus basses (17–20° C), 18 mois seraient nécessaires. Le traitement des excreta, la digestion thermophile (50° C pendant 14 jours) et le compostage en tas aérés pendant un mois à 55–60° C (plus 2 à 4 mois de maturation supplémentaire) sont des opérations qui permettent d'obtenir la réduction des agents pathogènes nécessaire pour réaliser les objectifs liés à la santé.

La contamination croisée par des matières fécales est la principale source d'agents microbiens dans les urines si l'on applique un traitement hors site supplémentaire. D'après les mesures effectuées, cette contamination est habituellement inférieure à 10^{-4} fois celle des excreta et similaire à celle que l'on obtiendrait par une dilution dans un rapport 1:100 des eaux usées, d'où l'objectif de réduire les agents pathogènes à moins de 4–5 unités logarithmiques, pour atteindre une charge de morbidité supplémentaire

Tableau 2.6 Objectifs liés à la santé pour l'aquaculture alimentée par des rejets

Groupe exposé	Danger	Objectif lié à la santé ^a		Surveillance/verification – Qualité de l'eau des bassins		Mesure de protection sanitaire
		<i>E. coli</i> (moyenne arithmétique du nombre pour 100 ml)	Œufs de trématodes viables (nombre pour 100 ml)			
Consommateurs, travailleurs et communautés locales	Maladies liées aux excréta	≤10 ⁻⁶ DALY par personne et par an	Non détectés	≤10 ⁴ (consommateurs) ≤10 ³ (contact)	Non détectés	Traitement des eaux usées Traitement des excréta Promotion de l'hygiène et de la santé Chimiothérapie et vaccination
	Maladies liées aux excréta Trématodes transmis par les aliments Produits chimiques	≤10 ⁻⁶ DALY par personne et par an Absence d'infestation par des trématodes Doses journalières admissibles telles que spécifiées par la Commission du Codex Alimentarius	Non détectés	≤10 ⁴	Non détectés	Restrictions portant sur les produits Calendrier d'application des déchets Dépuration Manipulation et préparation des aliments Lavage/désinfection des produits Cuisson des aliments
Travailleurs et communautés locales	Maladies liées aux excréta	≤10 ⁻⁶ DALY par personne et par an	≤10 ² (contact)	≤10 ⁵ (contact)		Accès contrôlé Port d'équipements de protection individuelle
	Irritants cutanés Schistosomiase	Absence de maladie cutanée Absence de schistosomiase	Absence d'œufs de schistosome viable			Lutte contre les vecteurs de la maladie Lutte contre les hôtes intermédiaires Accès à une eau de boisson saine et à des moyens d'assainissement dans les installations aquacoles et dans les communautés locales Réduction du contact avec les vecteurs (moustiquaires de lit, répulsifs)
	Maladies à transmission vectorielle	Absence de maladie à transmission vectorielle				

^a Absence de maladie associée aux expositions résultant de l'aquaculture alimentée par des rejets.

tolérable $\leq 10^{-6}$ DALY par personne et par jour, dans le cas d'une irrigation sans restriction.

Dans le cas de systèmes d'adsorption souterraine traitant des eaux ménagères, aucune valeur indicative n'est applicable. Le choix du site ne devrait cependant pas influencer sur la qualité des eaux souterraines. Les systèmes de bassins destinés au traitement des eaux ménagères comportent un risque de reproduction des moustiques vecteurs et doivent faire l'objet d'une évaluation à cet égard.

■ 2.4 Mesures de protection sanitaire

Pour atteindre les objectifs liés à la santé présentés dans la partie 2.3, il peut falloir mettre en œuvre diverses mesures de protection sanitaire. Le cadre réglementaire doit garantir l'application de mesures adéquates dans des contextes appropriés.

Si, dans certains cas, une mesure peut suffire pour réaliser l'objectif lié à la santé (par exemple un traitement poussé des eaux usées), il sera généralement préférable dans la pratique d'utiliser une combinaison de mesures. Par exemple, un traitement des eaux usées, complété par une période de retrait pour assurer le dépérissement des agents pathogènes avant la récolte, plus de bonnes pratiques d'hygiène alimentaire et une cuisson des produits, pourraient permettre de réduire suffisamment les risques sanitaires. Le fait de combiner différentes mesures de protection sanitaire ajoute des barrières supplémentaires dans la prévention de l'exposition aux dangers et réduit ainsi les risques sanitaires potentiels. Les mesures de protection sanitaire disponibles varient en fonction des conditions socioculturelles, économiques et environnementales propres à chaque situation. Dans la pratique, il est possible de prendre de telles mesures pour réduire les risques sanitaires potentiels même dans les pays à faibles ressources. Dans ce type de contexte, il peut néanmoins être nécessaire de classer par priorités les mesures à mettre en place, de manière à prévenir d'abord l'exposition aux dangers sanitaires liés aux risques les plus graves (helminthes en agriculture ou trématodes transmis par les aliments en aquaculture).

Des informations détaillées sur les mesures de protection sanitaire figurent dans les Volumes II, III et IV de ces Directives. Le Tableau 2.8 ci-après donne une présentation générale de ces mesures.

■ 2.5 Surveillance et évaluation du système

Les trois fonctions de la surveillance sont mises en œuvre chacune à des fins et à des moments différents. Le Tableau 2.9 présente brièvement chaque type de surveillance. La *validation* est effectuée au départ, lorsqu'on met au point un nouveau système ou lorsqu'on ajoute de nouveaux procédés et sert à vérifier ou à prouver que le système est capable de remplir les objectifs fixés. On fait appel en routine à la *surveillance opérationnelle* pour s'assurer que les procédés fonctionnent comme prévu. Une telle surveillance repose sur des mesures simples et rapides à lire, permettant de prendre en temps utile des décisions pour remédier à d'éventuels problèmes. On recourt à la *vérification* pour montrer que le produit final (eaux usées et excreta traités; végétaux ou poissons, par exemple) remplit les objectifs du traitement (spécifications de qualité microbienne, absence de métacercaires infectieux dans la chair de poisson, par exemple) et *in fine* aux objectifs liés à la santé (absence d'infestation par des trématodes dans la population exposée aux activités aquacoles alimentées par des rejets). Les données de surveillance/vérification ne sont collectées que périodiquement et parviendraient trop tard aux responsables pour qu'ils puissent prendre des décisions visant à prévenir la survenue d'un danger. Cependant, la surveillance/vérification peut indiquer les tendances au cours du

Tableau 2.7 Réductions des agents pathogènes réalisables par diverses mesures de protection sanitaire

Mesure de lutte	Réduction des agents pathogènes (unités logarithmiques)	Notes
Stockage des excréta sans introduction d'excreta frais	6	La réduction des agents pathogènes à réaliser par le traitement des excréta s'obtient avec les temps de stockage indiqués, sans addition d'excreta frais non traités. Les réductions des agents pathogènes réalisables par différentes options de traitement sont présentées au chapitre 5 du Volume IV
Traitement des eaux ménagères	1-4	Ces valeurs s'appliquent aux options de traitement concernées. En général, la plus forte réduction de l'exposition s'obtient avec une irrigation souterraine
Irrigation localisée (goutte à goutte) par de l'urine (cultures de grande hauteur)	2-4	Cultures dont les parties récoltées n'ont pas été en contact avec le sol
Introduction directe des matières dans le sol	1	Cette opération doit s'effectuer au moment où les fèces ou les urines sont appliquées comme engrais
Dépérissement des agents pathogènes (période de retrait d'un mois)	4-6	Un dépérissement de 0,5 à 2 unités logarithmiques par jour est cité pour l'irrigation par des eaux usées. Les valeurs de réduction indiquées intègrent un facteur de sécurité pour tenir compte du dépérissement plus lent d'une partie des organismes restants
Lavage à l'eau des produits	1	Lavage des salades, des légumes et des fruits avec de l'eau propre
Désinfection des produits	2	Lavage des salades, des légumes et des fruits avec une solution peu concentrée de désinfectant, suivi d'un rinçage à l'eau propre
Epluchage des produits	2	Fruits, légumes racines
Cuisson des produits	6-7	L'immersion dans de l'eau bouillante ou proche de l'ébullition jusqu'à la cuisson des aliments garantit la destruction des agents pathogènes

Sources : Beuchat (1998); Petterson & Ashbolt (2003); NRMCC & EPHCA (2005).

temps (par exemple si l'efficacité d'un procédé particulier va en s'améliorant ou en se dégradant). Le Tableau 2.10 présente la surveillance nécessaire pour vérifier que les objectifs de qualité microbienne de l'eau sont satisfaits.

Le moyen le plus efficace pour s'assurer régulièrement de l'absence de risque de l'utilisation des eaux usées, des excréta ou des eaux ménagères est d'appliquer une approche globale d'évaluation et de gestion des risques, couvrant toutes les étapes de la génération, du traitement et de l'emploi des déchets à l'utilisation et à la consommation des produits. Cette approche comprend les composantes suivantes, importantes dans le contexte réglementaire, pour réaliser les objectifs liés à la santé : évaluation du système,

Tableau 2.8 Définitions des fonctions de surveillance

Fonction	Définition
Validation	Test du système et de ses différents composants pour prouver sa capacité à remplir les objectifs spécifiés (objectifs en matière de réduction microbienne, par exemple). A effectuer lors du développement d'un nouveau système ou de l'adjonction d'un nouveau procédé
Surveillance opérationnelle	Exécution d'une séquence planifiée d'observations ou de mesures de paramètres de contrôle en vue d'évaluer si l'application d'une mesure de protection sanitaire permet de se maintenir à l'intérieur des spécifications de conception (turbidité dans le traitement des eaux usées, par exemple). L'accent est mis sur la surveillance de paramètres mesurables facilement et rapidement et indicateurs du bon fonctionnement du système. Les données de surveillance opérationnelle doivent aider les responsables à opérer des corrections pouvant prévenir l'apparition d'un danger
Vérification	Application de méthodes, de procédures, de tests et d'autres évaluations, en plus de celles utilisées dans la surveillance opérationnelle, pour déterminer si le système fonctionne conformément aux paramètres de conception et/ou s'il remplit des exigences spéciales (par exemple résultat d'analyse microbienne de l'eau pour <i>E. coli</i> ou les œufs d'helminthes, analyse microbienne ou chimique des cultures irriguées)

identification des mesures de protection sanitaire à prendre et des méthodes de surveillance de ces mesures, élaboration d'un plan de gestion.

Pour la mise au point d'un système de gestion des risques, il faut, dans une première étape, constituer une équipe d'experts multidisciplinaire, connaissant pleinement les pratiques locales d'utilisation des eaux usées, des excreta et des eaux ménagères. Typiquement, une telle équipe devra comprendre des experts en agriculture et/ou en aquaculture, des ingénieurs, des spécialistes de la qualité de l'eau et de la santé de l'environnement, des représentants des autorités de santé publique et des experts en sécurité sanitaire des aliments. Dans la plupart des situations, cette équipe inclura des membres de plusieurs établissements et certains membres indépendants, appartenant par exemple à des universités.

Une gestion efficace des activités d'utilisation des eaux usées, des excreta et des eaux ménagères exige une connaissance complète du système, de la diversité et de l'ampleur des dangers éventuels et de la capacité des infrastructures et des procédés en place à prendre en charge les risques potentiels. Elle nécessite aussi une évaluation de la capacité du système à remplir les objectifs. Lors de la planification d'un nouveau système ou de la modernisation d'un système existant, la première étape dans le développement du plan de gestion des risques consiste à collecter et à évaluer toutes les informations pertinentes disponibles et à examiner les risques susceptibles d'intervenir dans l'ensemble du processus d'utilisation des déchets. La Figure 2.2 illustre la mise au point d'un plan de gestion des risques.

L'établissement d'un schéma de circulation des fluides permet d'évaluer plus facilement l'utilisation des eaux usées, des excreta et des eaux ménagères. Un tel schéma fournit une description d'ensemble du système, en identifiant notamment les sources de danger et les mesures de protection sanitaire. Il importe que la représentation du réseau d'eaux usées soit exacte dans son principe. Si le schéma de circulation des fluides est inexact, on risque de négliger des dangers potentiellement importants. Pour s'assurer de son exactitude, il convient de valider ce schéma en vérifiant visuellement que ses caractéristiques correspondent à celles observées sur le terrain.

Les données concernant la survenue des dangers dans le système combinées aux informations relatives à l'efficacité des contrôles existants permettent d'évaluer si les

Tableau 2.9 Surveillance/vérification minimale recommandée de la conformité avec les objectifs en termes microbiens pour l'utilisation des eaux usées et des excreta en agriculture et en aquaculture

Activité/exposition	Paramètres de surveillance de la qualité de l'eau ^a	
	<i>E. coli</i> pour 100 ml ^b (moyenne arithmétique)	Œufs d'helminthes par litre ^b (moyenne arithmétique)
Agriculture		
<i>Irrigation sans restriction</i>		
Légumes racines	≤10 ³	≤1
Légumes feuilles	≤10 ⁴	
Irrigation par goutte à goutte, cultures de grande hauteur	≤10 ⁵	
<i>Irrigation soumise à restrictions</i>		
Agriculture à forte intensité de main-d'œuvre et impliquant un contact important	≤10 ⁴	≤1
Agriculture hautement mécanisée	≤10 ⁵	
Fosse septique	≤10 ⁶	
Aquaculture		
<i>Consommateurs des produits</i>		
Bassin d'aquaculture	≤10 ⁴	Inf. niveau de détection
Eaux usées	≤10 ⁵	Inf. niveau de détection
Excreta	≤10 ⁶	Inf. niveau de détection
<i>Travailleurs, communautés locales</i>		
Bassin d'aquaculture	≤10 ³	Absence d'œufs de trématodes viables
Eaux usées	≤10 ⁴	Absence d'œufs de trématodes viables
Excreta	≤10 ⁵	Absence d'œufs de trématodes viables

^a La surveillance doit s'effectuer au point d'utilisation ou de rejet des effluents. Elle doit être pratiquée à la fréquence suivante :

- Zones urbaines : un échantillon toutes les deux semaines pour *E. coli* et un échantillon par mois pour les œufs d'helminthes.
- Zones rurales : un échantillon tous les mois pour *E. coli* et un échantillon tous les 1 à 2 mois pour les œufs d'helminthes.

La détermination de la concentration d'œufs d'helminthes s'opère sur des échantillons composites de cinq litres, préparés à partir de prélèvements pratiqués six fois par jour. L'inactivation des œufs de trématodes doit être évaluée dans le cadre de la validation du système.

^b Pour les excreta, les poids peuvent être remplacés par des volumes en fonction du type d'excreta : 100 ml d'eaux usées équivalant à 1–4 g de matières solides totales ; 1 litre = 10–40 g de matières solides totales. Les exigences portant sur le nombre d'*E. coli* ou d'œufs d'helminthes par unité de poids sont identiques.

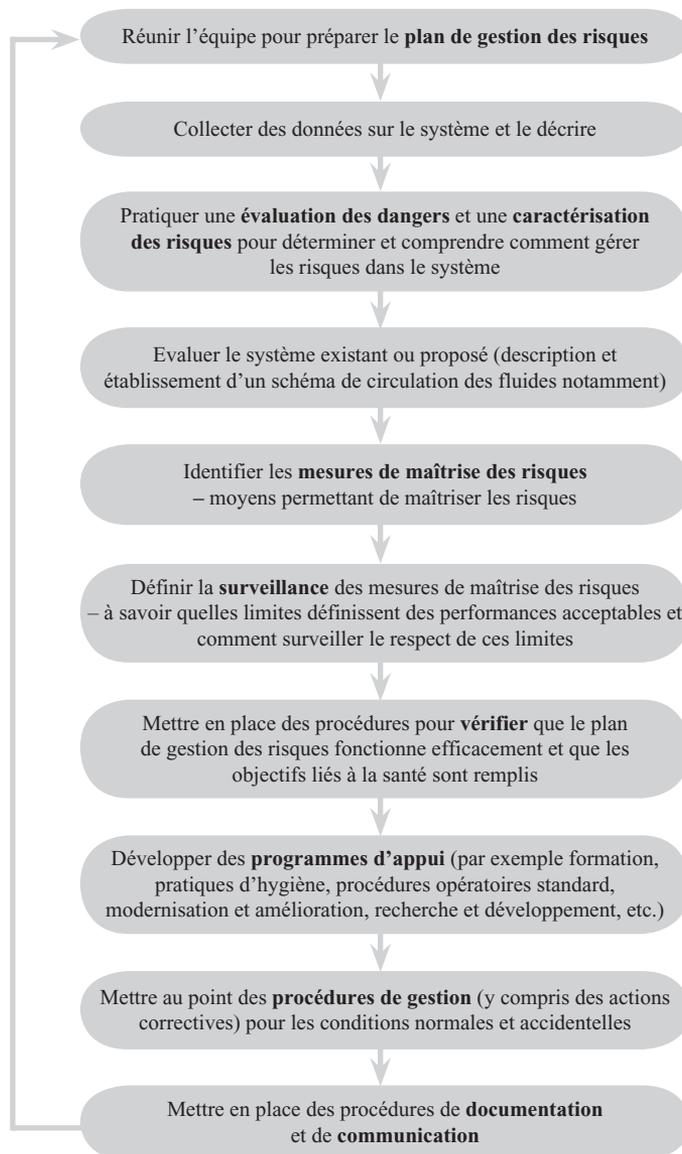


Figure 2.2
Elaboration d'un plan de gestion des risques (d'après OMS, 2004)

objectifs liés à la santé sont réalisables avec les mesures de protection sanitaire en place. Elles aident aussi à identifier les mesures de ce type qui devraient raisonnablement permettre d'atteindre ces objectifs si des améliorations sont nécessaires.

Pour que cette évaluation soit juste, il est essentiel de prendre en compte simultanément tous les éléments du système d'utilisation des déchets, les interactions et les influences entre ces différents éléments, ainsi que leur effet global.

RÉSUMÉ D'ORIENTATION DU VOLUME II

Le Volume II des *Directives pour l'utilisation sans risque des eaux usées, des excréta et des eaux ménagères* de l'Organisation mondiale de la Santé décrit l'état actuel des connaissances concernant l'impact de l'utilisation d'eaux usées en agriculture sur la santé des consommateurs des produits, des travailleurs, de leurs familles et des communautés locales. Pour chaque groupe vulnérable, les dangers pour la santé sont identifiés et des mesures de protection sanitaire appropriées pour atténuer les risques sont examinées.

L'objectif principal de ces Directives est d'obtenir la meilleure protection possible de la santé publique et de faire un usage optimal de ressources importantes. Le présent volume a pour but de rendre l'utilisation des eaux usées en agriculture aussi sûre que possible, de manière à ce que ses bénéfices pour les ménages sur le plan de la nutrition et de la sécurité alimentaire puissent être largement partagés au sein des communautés qui dépendent, pour leur subsistance, de l'agriculture irriguée par des eaux usées. Ainsi, les effets préjudiciables pour la santé de l'utilisation d'eaux usées en agriculture doivent être soigneusement pesés par rapport à ses avantages sanitaires et environnementaux. Cependant, il ne s'agit pas d'un simple arbitrage. Quelle que soit la contribution de l'utilisation des eaux usées en agriculture à la sécurité alimentaire et à l'état nutritionnel, il importe d'identifier les dangers qui lui sont associés, de définir les risques qu'elle présente pour les groupes vulnérables et de concevoir des mesures visant à réduire ces risques.

Le Volume II de ces Directives est destiné à servir de base au développement d'approches internationales et nationales (et notamment de normes et de réglementations) pour gérer les risques sanitaires découlant des dangers associés à l'utilisation des eaux usées en agriculture, et à fournir un cadre pour la prise de décisions aux niveaux national et local. Les informations qu'il apporte s'appliquent à l'usage intentionnel des eaux usées en agriculture et également à l'utilisation involontaire pour l'irrigation d'eau contaminée sur le plan fécal.

Ces Directives offrent un cadre de gestion préventive et intégrée de la sécurité, s'appliquant du point de génération des eaux usées à celui de consommation des produits cultivés avec des eaux usées et ces excréta. Elles présentent les exigences minimales raisonnables en matière de bonnes pratiques pour protéger la santé des personnes utilisant des eaux usées ou des excréta ou consommant des produits cultivés avec ces eaux ou ces excréta et fournissent des informations servant ensuite à formuler des objectifs liés à la santé. Ni les bonnes pratiques minimales, ni les objectifs liés à la santé, ne sont des limites contraignantes. L'approche privilégiée par les autorités nationales ou locales pour mettre en œuvre les Directives, et notamment les objectifs liés à la santé, peut varier selon les conditions sociales, culturelles, environnementales ou économiques locales et selon les connaissances que ces autorités ont des voies d'exposition, de la nature et de la gravité des dangers, ainsi que de l'efficacité des mesures de protection sanitaire disponibles.

Cette version révisée des *Directives pour l'utilisation sans risque des eaux usées, des excréta et des eaux ménagères* sera utile aux personnes confrontées à des problèmes relatifs à la sécurité d'utilisation des eaux usées, des excréta et des eaux ménagères, à la santé publique, au développement des ressources en eau et à la gestion des eaux usées. Elle s'adresse notamment aux spécialistes de la santé publique, de l'agronomie et de l'environnement, aux professionnels de l'agriculture, aux éducateurs, aux chercheurs, aux ingénieurs, aux décideurs politiques et aux personnes responsables de l'élaboration des normes et des réglementations.

3.1 Introduction

Les eaux usées sont de plus en plus utilisées dans l'agriculture des pays en développement et des pays industrialisés. Cette utilisation est motivée principalement par :

- la rareté grandissante des ressources en eau et les tensions de plus en plus fortes sur ces ressources ; la dégradation des sources d'eau douce résultant de l'élimination incorrecte des eaux usées ;
- l'accroissement de la population et l'augmentation résultant de la demande en nourriture et en fibres ;
- la prise de conscience grandissante de la valeur en tant que ressource des eaux usées et des nutriments qu'elles contiennent ;
- les objectifs du Millénaire pour le développement (OMD), en particulier ceux visant à garantir la durabilité de l'environnement et l'élimination de la pauvreté et de la faim.

On estime que, dans les 50 années à venir, plus de 40 % de la population mondiale vivra dans des pays confrontés à des tensions sur l'eau ou à la rareté de cette ressource. La concurrence grandissante entre les usages agricole et urbain des approvisionnements en eau douce de qualité, notamment dans les régions arides ou semi-arides densément peuplées, accroît la pression sur cette ressource toujours plus rare.

La Division de la Population des Nations Unies s'attend à ce qu'en majeure partie, la croissance de la population se produise dans les zones urbaines et périurbaines des pays en développement. L'accroissement de la population augmente à la fois la demande en eau douce et la quantité de déchets rejetés dans l'environnement, d'où une plus forte pollution des sources d'eau propre.

Les eaux usées constituent souvent une source d'eau disponible tout le long de l'année et contiennent les nutriments nécessaires à la croissance des végétaux. La valeur de ces eaux est reconnue depuis longtemps par les agriculteurs du monde entier. Leur utilisation en agriculture est une forme de recyclage de l'eau et des nutriments et réduit souvent l'impact environnemental qu'elles auraient sinon en aval sur le sol et les ressources en eau.

L'Assemblée générale des Nations Unies a adopté les OMD le 8 septembre 2000. Les OMD les plus directement liés à l'utilisation des eaux usées en agriculture sont l'objectif 1 : « Réduire l'extrême pauvreté et la faim » et l'objectif 7 : « Assurer un environnement durable ». L'utilisation des eaux usées en agriculture peut aider les communautés à accroître leurs récoltes et à préserver des ressources précieuses en eau et en nutriments.

3.2 Cadre de Stockholm

Le Cadre de Stockholm est une approche intégrée qui associe évaluation et gestion des risques pour lutter contre les maladies liées à l'eau. Il constitue un cadre harmonisé pour la mise au point des directives et des normes relatives à la santé sous l'aspect des dangers microbiens liés à l'eau et à l'assainissement. Ce Cadre prévoit une évaluation des risques préalable à la définition des objectifs liés à la santé et à la mise au point de valeurs indicatives, l'élaboration de stratégies de contrôle de base et l'évaluation de l'impact de cette combinaison d'approches sur la santé publique. C'est le cadre contextuel de ces Directives et des directives de l'OMS concernant l'eau.

■ 3.3 Évaluation du risque sanitaire

Pour évaluer ce risque, on fait appel à trois types d'évaluations : analyses chimiques et microbiologiques en laboratoire, études épidémiologiques et évaluation quantitative des risques microbiens (et chimiques).

Les eaux usées contiennent divers agents pathogènes, dont beaucoup sont capables de survivre dans l'environnement (dans les eaux usées, sur les cultures ou dans le sol) suffisamment longtemps pour se transmettre aux hommes. Le Tableau 3.1 résume les informations fournies par des études épidémiologiques sur la transmission des maladies infectieuses liées à l'utilisation d'eaux usées en agriculture. Aux endroits où l'on utilise des eaux usées sans traitement adéquat, les risques sanitaires les plus importants proviennent des helminthes.

Le Tableau 3.2 présente un résumé des éléments fournis par l'évaluation quantitative des risques microbiens (QMRA) sur la transmission des infections à rotavirus résultant de diverses expositions. Les risques de transmission des infections à rotavirus sont toujours considérés comme supérieurs à ceux des infections à *Campylobacter* ou à *Cryptosporidium*.

On dispose de moins d'éléments sur les risques sanitaires liés aux produits chimiques. Les données disponibles sont tirées de l'évaluation quantitative des risques et indiquent que l'absorption des produits chimiques par les végétaux dépend fortement de la nature de ces produits et des propriétés physiques et chimiques des sols.

■ 3.4 Objectifs liés à la santé

Les objectifs liés à la santé définissent un niveau de protection sanitaire pour chaque niveau de risque. Ces objectifs peuvent reposer sur une mesure standard de la maladie, telle que les DALY (10^{-6} DALY, par exemple) ou sur un résultat sanitaire approprié comme la prévention de la transmission des maladies à transmission vectorielle résultant de l'exposition à des eaux usées servant à des pratiques agricoles. Pour réaliser un objectif lié à la santé, des mesures de protection sanitaire sont mises au point. Habituellement, la réalisation d'un objectif s'obtient en combinant diverses mesures de protection sanitaire visant différents composants du système. La Figure 3.1 présente différentes combinaisons de mesures de protection sanitaire applicables pour atteindre l'objectif lié à la santé de 10^{-6} DALY pour les maladies liées aux excréta.

Le Tableau 3.3 décrit les objectifs liés à la santé concernant l'agriculture. Les objectifs liés à la santé pour les rotavirus sont établis d'après la QMRA, qui indique le logarithme décimal de la réduction des agents pathogènes nécessaire pour atteindre 10^{-6} DALY pour différentes expositions. Les objectifs liés à la santé pour les infestations par des helminthes ont été mis au point en utilisant des données épidémiologiques. Ces données ont montré qu'on ne pouvait mesurer d'infestation en excès par des helminthes (chez les agriculteurs et les consommateurs de produits) lorsque dans l'eau servant à l'irrigation, le nombre d'œufs d'helminthes ne dépassait pas 0,1 par litre. Ce niveau de protection sanitaire peut aussi être atteint en traitant les eaux usées ou en associant un traitement de ces eaux et un lavage des produits pour protéger les consommateurs des végétaux crus, ou encore un traitement des eaux usées et le port d'équipements de protection individuelle (chaussures, gants) pour protéger les travailleurs. Si des enfants de moins de 15 ans sont exposés dans les champs, il faut envisager un traitement supplémentaire des eaux usées (pour obtenir une qualité de l'eau plus poussée avec $\leq 0,1$ œuf d'helminthe par litre) ou l'adjonction d'autres mesures de protection sanitaire (traitement antihelminthique, par exemple).

Tableau 3.1 Résumé de l'évaluation des risques sanitaires associés à l'utilisation des eaux usées pour l'irrigation

Menaces pour la santé	
Groupe exposé	
	Menaces pour la santé
	Infestation par des nématodes
Consommateurs	<p>Risque significatif d'infestation des enfants et des adultes par des <i>Ascaris</i> provenant des eaux usées non traitées</p>
Travailleurs agricoles et leurs familles	<p>Risque significatif d'infestation par des <i>Ascaris</i> des enfants et des adultes en contact avec des eaux usées non traitées; il subsiste un risque, en particulier pour les enfants, même si le nombre d'œufs de nématodes par litre dans ces eaux est <1; risque accru d'ankylostomiase pour les travailleurs agricoles</p>
Communautés proches	<p>Transmission des <i>Ascaris</i> non encore étudiée pour l'irrigation par aspersion, mais observations identiques pour l'irrigation par submersion et par rigoles d'infiltration impliquant un contact important</p>
	Bactérie/virus
	Protozoaire
	<p>Flambées de choléra, de typhoïde et de shigellose signalées comme résultant de l'utilisation d'eaux usées non traitées, cas de séropositivité pour <i>Helicobacter pylori</i> (eaux non traitées); augmentation de la fréquence des diarrhées non spécifiques lorsque l'eau contient plus de 104 coliformes thermotolérants/100 ml</p> <p>Risque accru de maladie diarrhéique chez les jeunes enfants en contact avec des eaux usées si ces eaux contiennent plus de 10⁴ coliformes thermotolérants/100 ml; risque élevé de salmonellose chez les enfants exposés à des eaux usées non traitées; forte séropositivité pour les norovirus des adultes exposés à des eaux usées partiellement traitées</p> <p>Relation entre l'irrigation par aspersion avec de l'eau de qualité médiocre (coliformes totaux: 10⁶-10⁸/100 ml) et une forte exposition à des aérosols d'une part, et une augmentation des taux d'infection; on ne constate pas d'association entre l'utilisation d'eau partiellement traitée (10⁴-10⁵ coliformes thermotolérants/100 ml ou moins) pour l'irrigation par aspersion et un accroissement du taux d'infections virales</p>
	<p>Preuves de la présence de protozoaires parasitiques à la surface de végétaux irrigués par des eaux usées, mais pas de preuve directe de la transmission de la maladie</p> <p>Risque d'infestation par <i>Giardia intestinalis</i> insignifiant en cas de contact avec des eaux usées traitées ou non traitées; risque accru d'amibiase observé en cas de contact avec des eaux usées non traitées</p> <p>Pas de données sur la transmission des infections à protozoaires pendant l'irrigation par aspersion avec des eaux usées</p>

Tableau 3.2 Résumé des résultats de la QMRA pour les risques d'infection à rotavirus^a pour différentes expositions

Scénario d'exposition	Qualité de l'eau ^b (<i>E. coli</i> /100 ml d'eaux usées ou 100 g de sol)	Risque infectieux médian par personne et par an	Notes
Irrigation sans restriction (consommateurs des cultures)			
Laitues	10 ³ -10 ⁴	10 ⁻³	100 g consommés crus par personne tous les 2 jours 10-15 ml d'eaux usées restant sur les cultures
Oignons	10 ³ -10 ⁴	5 × 10 ⁻²	100 g consommés crus par personne et par semaine sur 5 mois 1-5 ml d'eaux usées restant sur les cultures
Irrigation avec restrictions (agriculteurs ou autres populations fortement exposées)			
Agriculture fortement mécanisée	10 ⁵	10 ⁻³	100 jours d'exposition par an
Agriculture à forte intensité de main-d'œuvre	10 ³ -10 ⁴	10 ⁻³	1-10 mg de sol consommés par exposition 150-300 jours d'exposition par an 10-100 mg de sol consommés par exposition

^a Les risques estimés pour *Campylobacter* et pour *Cryptosporidium* sont plus faibles.

^b Effluents non désinfectés.

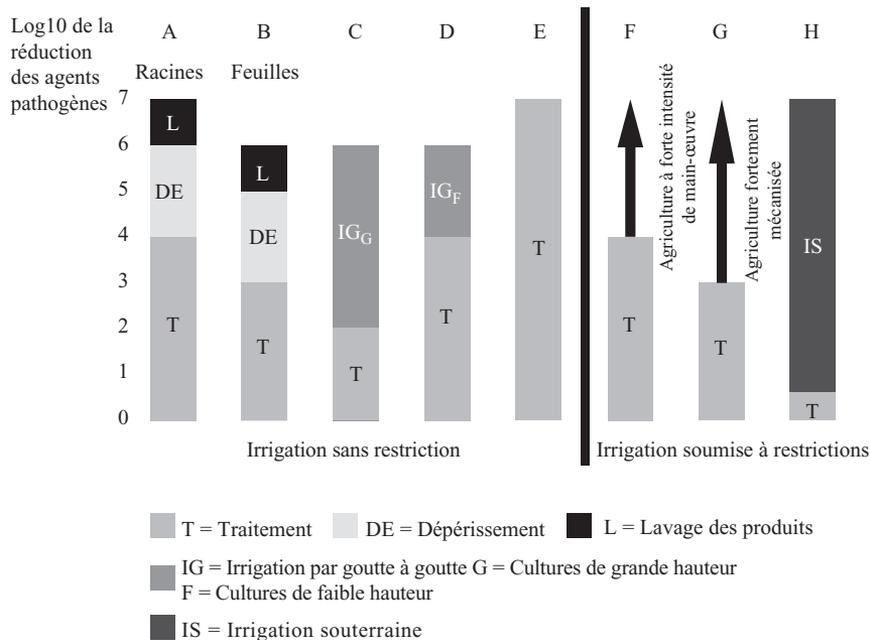


Figure 3.1

Exemples d'options pour réduire les concentrations d'agents pathogènes viraux, bactériens et protozoaires par différentes combinaisons de mesures de protection sanitaire permettant d'atteindre l'objectif lié à la santé de $\leq 10^{-6}$ DALY par personne et par an

Tableau 3.3 Objectifs liés à la santé pour l'utilisation des eaux usées en agriculture

Scénario d'exposition	Objectif lié à la santé (DALY par personne et par jour)	Log ¹⁰ de la réduction des agents pathogènes nécessaire	Nombre d'œufs d'helminthes par litre
Irrigation sans restriction	≤10 ^{-6a}		
Laitues		6	≤1 ^{b,c}
Oignons		7	≤1 ^{b,c}
Irrigation soumise à restrictions	≤10 ^{-6a}		
Fortement mécanisée		3	≤1 ^{b,c}
Forte intensité de main-d'œuvre		4	≤1 ^{b,c}
Irrigation localisée (goutte à goutte)	≤10 ^{-6a}		
Cultures de grande hauteur		2	Pas de recommandation ^d
Cultures de faible hauteur		4	≤1 ^c

^a Réduction des rotavirus. Dans le cas d'une irrigation sans restriction et localisée, l'objectif lié à la santé peut être atteint par une réduction des agents pathogènes de 6 à 7 unités logarithmiques (obtenue par une combinaison de traitement des eaux usées et d'autres mesures de protection sanitaire). Dans celui d'une irrigation avec restrictions, il est atteint par une réduction des agents pathogènes de 2 à 3 unités logarithmiques.

^b En cas d'exposition d'enfants de moins de 15 ans, il faut appliquer des mesures de protection sanitaire supplémentaires (traitement pour parvenir à ≤0,1 œuf par litre, port d'équipements de protection tels que des gants et des chaussures ou des bottes, ou encore chimiothérapie).

^c Une moyenne arithmétique doit être déterminée sur l'ensemble de la saison d'irrigation. La valeur moyenne de ≤1 œuf par litre doit être obtenue pour 90 % au moins des échantillons de manière à permettre occasionnellement des valeurs élevées pour certains échantillons (c'est-à-dire plus de 10 œufs par litre). Avec certains procédés de traitement de l'eau (par exemple les bassins de stabilisation des déchets), on peut utiliser le temps de séjour hydraulique comme variable de remplacement pour s'assurer de la conformité avec l'objectif de ≤1 œuf/l.

^d Ne pas récolter de plantes dans le sol.

Le Tableau 3.4 présente les concentrations maximales dans le sol de différents produits chimiques d'après l'évaluation des risques sanitaires. Les concentrations de produits chimiques ayant un impact sur la productivité agricole sont indiquées dans l'annexe I du Volume II.

3.5 Mesures de protection sanitaire

Diverses mesures de protection sanitaire peuvent être appliquées pour réduire les risques sanitaires pour les consommateurs, pour les travailleurs agricoles et leurs familles et pour les communautés locales.

Parmi les dangers associés à la consommation de produits obtenus par irrigation avec des eaux usées figurent les agents pathogènes associés aux excréta et certains produits chimiques toxiques. Consommer les produits après une cuisson complète permet de réduire notablement le risque lié aux agents pathogènes infectieux. En revanche, la cuisson n'a que peu ou pas d'effet sur les concentrations de produits chimiques toxiques éventuellement présents. Les mesures de protection sanitaire suivantes ont un effet sur les consommateurs des produits :

Tableau 3.4 Concentrations maximales tolérables dans le sol de divers produits chimiques toxiques sur la base des exigences de protection de la santé humaine

Produit chimique	Concentration dans le sol (mg/kg)
Elément	
Antimoine	36
Arsenic	8
Baryum ^a	302
Béryllium ^a	0,2
Bore ^a	1,7
Cadmium	4
Fluor	635
Plomb	84
Mercure	7
Molybdène ^a	0,6
Nickel	107
Sélénium	6
Argent	3
Thallium ^a	0,3
Vanadium ^a	47
Composé organique	
Aldrine	0,48
Benzène	0,14
Chlordane	3
Chlorobenzène	211
Chloroforme	0,47
2,4-D	0,25
DDT	1,54
Dichlorobenzène	15
Dieldrine	0,17
Dioxines	0,00012
Heptachlore	0,18
Hexachlorobenzène	1,40
Lindane	12
Méthoxychlore	4,27
PAH (comme le benzo[a]pyrène)	16
PCB	0,89
Pentachlorophénol	14
Phtalate	13 733
Pyrène	41
Styrène	0,68
2,4,5-T	3,82
Tétrachloroéthane	1,25
Tétrachloroéthylène	0,54
Toluène	12
Toxaphène	0,0013
Trichloroéthane	0,68

^a Les limites numériques calculées pour ces éléments se situent à l'intérieur des plages typiques pour les sols.

- traitement des eaux usées ;
- restrictions portant sur les récoltes ;
- techniques d'application des eaux usées permettant de réduire au minimum la contamination (irrigation par goutte à goutte, par exemple) ;
- périodes de retrait permettant le dépérissement des agents pathogènes après la dernière application d'eaux usées ;
- pratiques hygiéniques sur les marchés alimentaires et pendant la préparation des aliments ;
- promotion de la santé et de l'hygiène ;
- lavage, désinfection et cuisson des produits ;
- chimiothérapie et vaccination.

Les activités utilisant des eaux usées peuvent entraîner l'exposition des travailleurs et de leurs familles à des maladies liées aux excréta (notamment la schistosomiase), à des irritants cutanés et à des maladies à transmission vectorielle (à certains endroits). Le traitement des eaux usées est une mesure de lutte contre les maladies liées aux excréta, les irritants cutanés et la schistosomiase, mais n'a guère d'impact sur les maladies à transmission vectorielle. Les mesures destinées à protéger la santé des travailleurs et de leurs familles incluent :

- l'utilisation d'équipements de protection individuelle ;
- l'accès à une eau de boisson saine et à des installations d'assainissement dans les fermes ;
- la promotion de la santé et de l'hygiène ;
- la chimiothérapie et la vaccination ;
- la lutte contre les vecteurs et les hôtes intermédiaires ;
- la réduction du contact avec les vecteurs.

Les communautés locales sont exposées au même risque que les travailleurs, notamment si leurs membres ont accès aux champs irrigués par des eaux usées. S'ils n'ont pas accès à une eau de boisson saine, il peut arriver que ces membres utilisent l'eau d'irrigation contaminée pour la boisson ou à d'autres fins domestiques. Il se peut aussi que les enfants jouent ou nagent dans de l'eau contaminée. De même, si l'irrigation par des eaux usées entraîne une intensification de la reproduction des vecteurs, les communautés locales peuvent être touchées par des maladies à transmission vectorielle, même si elles n'ont pas d'accès direct aux champs irrigués. Afin de réduire ces dangers pour la santé, les communautés locales peuvent recourir aux mesures de protection sanitaire suivantes.

- Traitement des eaux usées ;
- Accès restreint aux champs irrigués et aux structures hydrauliques ;
- Accès à une eau saine pour les usages récréatifs, notamment pour les adolescents ;
- Accès à une eau de boisson saine et à des installations d'assainissement dans les communautés locales ;
- Promotion de la santé et de l'hygiène ;
- Chimiothérapie et vaccination ;
- Lutte contre les vecteurs et les hôtes intermédiaires ;
- Limitation des contacts avec les vecteurs.

■ 3.6 Surveillance et évaluation du système

La surveillance a trois objectifs différents : la validation du système, c'est-à-dire la confirmation de la capacité de celui-ci à remplir les exigences de conception ; la surveillance opérationnelle, qui fournit des informations sur le fonctionnement des différentes composantes des mesures de protection sanitaire ; et la vérification, qui habituellement s'effectue à la fin du processus, pour s'assurer que le système atteint les objectifs fixés.

Les trois fonctions de la surveillance sont mises en œuvre chacune à des fins et à des moments différents. La validation est effectuée au départ, lorsqu'on met au point un nouveau système ou qu'on ajoute de nouveaux procédés ; elle sert à vérifier ou à prouver que le système est capable de remplir les objectifs fixés. On fait appel en routine à la surveillance opérationnelle pour s'assurer que les procédés fonctionnent comme prévu. Ce type de surveillance repose sur des mesures simples et rapides à lire, permettant donc de prendre en temps utile des décisions pour remédier aux problèmes éventuels. On recourt à la vérification pour montrer que le produit final (eaux usées traitées, récoltes, par exemple) remplit les objectifs du traitement (spécifications de qualité microbienne, par exemple) et finalement les objectifs liés à la santé. Les données de surveillance/vérification ne sont collectées que périodiquement et parviendraient trop tard aux responsables pour qu'ils puissent prendre des décisions pour prévenir l'apparition d'un danger. Cependant, la surveillance/vérification peut indiquer les tendances au cours du temps (par exemple si l'efficacité d'un procédé particulier va en s'améliorant ou en se dégradant).

Le moyen le plus efficace pour s'assurer régulièrement de l'absence de risque de l'utilisation en agriculture des eaux usées est d'appliquer une approche globale d'évaluation et de gestion des risques couvrant toutes les étapes du processus, de la génération des déchets au traitement, et à l'emploi des eaux usées et à l'utilisation et à la consommation des produits. Cette approche est intégrée au Cadre de Stockholm. Elle comprend trois composantes importantes pour réaliser les objectifs liés à la santé : évaluation du système, sélection des mesures de lutte et des méthodes de surveillance de ces mesures, et développement d'un plan de gestion.

■ 3.7 Aspects socioculturels

Les schémas comportementaux humains sont des facteurs essentiels dans la transmission des maladies liées aux excréta. La possibilité sur le plan social de modifier certains schémas comportementaux pour introduire des schémas d'utilisation des eaux usées ou pour réduire la transmission des maladies dans le cadre des schémas existants doit être évaluée individuellement pour chaque projet. Les croyances culturelles peuvent varier si fortement entre les différentes parties du monde qu'il est impossible de supposer qu'on puisse transposer facilement ailleurs une pratique en rapport avec l'utilisation des eaux usées que l'on a réussi à faire évoluer.

La perception par le public de l'utilisation des eaux usées est étroitement associée aux croyances culturelles. Même des projets techniquement bien planifiés et intégrant toutes les mesures de protection sanitaire pertinentes peuvent échouer s'ils ne prennent pas correctement en compte la perception du public.

■ 3.8 Aspects environnementaux

Les eaux usées constituent une importante source d'eau et de nutriments pour de nombreux agriculteurs sous les climats arides et semi-arides. C'est parfois la seule source d'eau disponible pour l'agriculture. Lorsqu'elles sont bien gérées, les eaux usées peuvent aider au recyclage des nutriments et de l'eau et ainsi à réduire les dépenses en engrais

ou simplement rendre l'amendement des terres accessible aux agriculteurs. En l'absence de services de traitement des eaux usées, l'utilisation de ces eaux en agriculture joue en fait le rôle de procédé de traitement peu onéreux, exploitant la capacité du sol à éliminer naturellement la contamination. L'emploi des eaux usées pour l'irrigation contribue donc à réduire l'impact sanitaire et environnemental en aval qui sinon résulterait du rejet direct de ces eaux dans les étendues d'eau de surface.

Néanmoins, les eaux usées présentent des risques pour l'environnement. Les effets potentiels et leurs possibilités de réalisation dépendent de la situation et de la manière dont ces eaux sont utilisées. Dans de nombreux endroits, l'irrigation par des eaux usées est apparue spontanément et sans planification – il s'agit alors souvent d'eaux non traitées. Dans d'autres situations, l'utilisation des eaux usées en agriculture est strictement contrôlée. Ces diverses pratiques auront des impacts différents sur l'environnement.

Les eaux usées domestiques et industrielles présentent des caractéristiques différentes. En général, l'utilisation d'eaux usées domestiques pour l'irrigation comporte moins de risques pour l'environnement que celle des eaux usées industrielles, en particulier lorsque celles-ci proviennent d'industries utilisant ou produisant des produits chimiques hautement toxiques. Dans nombre de pays, les rejets industriels contenant des produits chimiques toxiques sont mélangés aux eaux usées domestiques, ce qui crée de graves problèmes environnementaux et, lorsque ces eaux usées servent à irriguer des cultures, menace la santé des agriculteurs et des consommateurs des produits. Des efforts doivent être consentis pour réduire ou éliminer les pratiques comportant le mélange d'eaux usées domestiques et industrielles, notamment si ces eaux usées doivent être employées en agriculture.

L'utilisation des eaux usées en agriculture peut avoir des impacts à la fois positifs et négatifs sur l'environnement. Moyennant une planification et une gestion soigneuses, cette utilisation peut être bénéfique pour l'environnement. Nombre de ses impacts environnementaux (salinisation des sols, contamination des ressources en eau, par exemple) peuvent être réduits par de bonnes pratiques agricoles (comme indiqué dans l'annexe 1 du Volume II).

■ **3.9 Considérations économiques et financières**

Les facteurs économiques sont particulièrement importants lorsqu'on évalue la viabilité d'un nouveau schéma d'utilisation des eaux usées, mais même un projet valable sur le plan économique peut échouer en l'absence d'une planification financière soignée.

L'analyse économique et les considérations financières jouent un rôle capital dans l'incitation à utiliser sans risque des eaux usées. L'analyse économique s'efforce d'établir la faisabilité économique d'un projet et de permettre des comparaisons entre différentes options. Il faut aussi prendre en compte dans cette analyse les coûts de transfert vers d'autres secteurs (par exemple les impacts environnementaux et sanitaires sur les communautés vivant en aval). Cette opération peut être facilitée par le recours à des processus de prise de décisions multi-objectifs.

La planification financière examine la façon dont le projet sera financé. Lors de l'établissement de la faisabilité économique d'un projet, il importe de déterminer les sources de revenus et de déterminer qui paiera quoi. La possibilité de vendre avec profit les produits cultivés avec ces eaux usées doit aussi être étudiée.

■ **3.10 Aspects politiques**

La gestion sans risque des eaux usées en agriculture est rendue plus facile par des politiques, des législations, des cadres institutionnels et des réglementations appropriés aux

niveaux international, national et local. Dans nombre de pays où l'on utilise des eaux usées en agriculture, ces cadres font défaut.

Les politiques sont des ensembles de procédures, de règles et de mécanismes d'allocation qui constituent la base des programmes et des services. Elles définissent des priorités et les stratégies associées affectent les ressources nécessaires à leur mise en œuvre. Les politiques sont appliquées par quatre types d'instruments : lois et réglementations, mesures économiques, programmes d'information et d'éducation, et affectation de droits et de responsabilités pour la prestation de services.

Dans le développement d'un cadre politique national pour faciliter une utilisation sans risque des eaux usées en agriculture, il importe de définir les objectifs, d'évaluer l'environnement politique actuel et de développer une approche nationale. Les approches nationales des pratiques d'utilisation sans risque des eaux usées inspirées des Directives de l'OMS offrent une protection maximale de la santé publique lorsqu'elles sont intégrées à des programmes complets de santé publique incluant d'autres mesures sanitaires, telles que la promotion de la santé et de l'hygiène et l'amélioration de l'accès à une eau de boisson saine et à un assainissement convenable. D'autres programmes complémentaires, comme les campagnes de chimiothérapie, doivent être accompagnés d'une promotion de la santé et d'une éducation dans ce domaine visant à modifier des comportements qui conduiraient autrement à des réinfections (par des helminthes ou d'autres agents pathogènes, par exemple).

Les approches nationales doivent être adaptées aux circonstances socioculturelles, environnementales et économiques, mais doivent aussi viser à l'amélioration progressive de la santé publique. La priorité doit être donnée aux interventions qui répondent aux plus fortes menaces sur le plan local. À mesure que les ressources et les données deviennent disponibles, on pourra introduire des mesures de protection sanitaire supplémentaires.

L'utilisation d'eaux usées en agriculture peut avoir un ou plusieurs objectifs. La définition de ces objectifs est une étape importante dans le développement d'un cadre politique national. Des politiques appropriées peuvent faciliter l'utilisation sans risque des eaux usées en agriculture. Il existe déjà souvent des politiques pouvant influencer sur ces activités, tant négativement que positivement. Il est souvent utile de réaliser une évaluation des politiques actuelles pour développer une nouvelle politique nationale ou réviser les politiques existantes. Cette évaluation doit s'effectuer sous deux angles : du point de vue du décideur politique et du directeur de projet. Les décideurs politiques voudront évaluer les politiques, les législations, les cadres institutionnels et les réglementations nationales pour s'assurer qu'ils répondent aux objectifs nationaux concernant l'utilisation des eaux usées (par exemple maximiser le rendement économique sans nuire à la santé publique ou à l'environnement). Les coordonnateurs de projet souhaiteront s'assurer que les activités actuelles et futures d'utilisation des eaux usées sont en mesure de respecter toutes les lois et réglementations nationales et locales pertinentes.

Principaux points à considérer :

- *Politique* : Les politiques concernant l'utilisation des eaux usées sont-elles claires ? L'utilisation de ces eaux est-elle encouragée ou découragée ?
- *Législation* : L'utilisation des eaux usées est-elle régie par une législation ? Quels sont les droits et les responsabilités des différentes parties prenantes ? Une juridiction particulière a-t-elle été définie pour l'utilisation des eaux usées ?
- *Cadre institutionnel* : Quel ministère ou quelle agence, organisation, etc., exerce l'autorité de contrôle sur l'utilisation des eaux usées au niveau national et à celui

du district ou de la communauté? Les responsabilités des différents ministères ou agences sont-elles clairement définies? Ces activités relèvent-elles d'un ministère principal ou de plusieurs ministères ou agences dont les juridictions empiètent les unes sur les autres? Quel ministère ou quelle agence est chargé d'élaborer la réglementation, de veiller au respect de cette réglementation, de la faire appliquer?

- *Réglementation*: Existe-t-il une réglementation? La réglementation actuelle est-elle suffisante pour atteindre les objectifs relatifs à l'utilisation des eaux usées (protéger la santé publique, prévenir les dommages environnementaux, satisfaire aux normes de qualité pour le commerce national et international, préserver les moyens de subsistance, conserver l'eau et les nutriments, etc.)? La réglementation actuelle est-elle appliquée? Quel est le ministère ou l'agence chargé de la faire respecter?

Il est plus facile de formuler des réglementations que de les faire appliquer. Lors de l'élaboration d'une nouvelle réglementation (ou lors de la sélection des prescriptions réglementaires existantes à appliquer), il est important de prévoir les établissements, le personnel et les moyens nécessaires pour s'assurer que cette réglementation est respectée. Il importe aussi de s'assurer que cette réglementation est réaliste et applicable dans le contexte où elle doit l'être. Il sera souvent avantageux d'adopter une démarche par étapes ou de tester une nouvelle série de prescriptions réglementaires en persuadant une administration locale de les voter comme des arrêtés avant qu'elles ne soient étendues au reste du pays.

■ 3.11 Planification et mise en œuvre

La planification et la mise en œuvre des programmes d'irrigation par des eaux usées requièrent une approche progressive et globale, répondant d'abord aux priorités sanitaires les plus urgentes. Les stratégies de développement de programmes nationaux doivent prévoir des volets sur la communication avec les parties prenantes, sur les interactions avec elles et sur la collecte et l'exploitation des données.

En outre, la planification des projets au niveau local nécessite d'évaluer plusieurs facteurs sous-jacents importants. La durabilité de l'utilisation des eaux usées en agriculture est tributaire de l'évaluation et de la compréhension de huit critères importants: santé, faisabilité économique, impact social et perception par le public, faisabilité financière, impact environnemental, ainsi que faisabilité commerciale, institutionnelle et technique.

Le Volume III des *Directives pour l'utilisation sans risque des eaux usées, des excreta et des eaux ménagères* de l'Organisation mondiale de la Santé (OMS) décrit l'état actuel des connaissances concernant l'impact de l'aquaculture alimentée par des rejets sur la santé des consommateurs des produits de cette aquaculture, sur les travailleurs aquacoles et leurs familles et sur les communautés locales. Pour chaque groupe vulnérable, les dangers pour la santé sont identifiés et des mesures de protection sanitaire appropriées pour atténuer les risques sont examinées.

L'objectif principal de ces Directives est de protéger au mieux la santé publique et de faire que l'utilisation de ces ressources importantes soit aussi bénéfique que possible. Le présent volume vise à rendre les activités aquacoles alimentées par des rejets aussi sûres que possible, de manière à ce que leurs bénéfices pour les ménages sur le plan de la nutrition et de la sécurité alimentaire puissent être largement partagés au sein des communautés concernées. Ainsi, les effets préjudiciables à la santé de l'aquaculture alimentée par des rejets doivent être soigneusement pesés par rapport à ses avantages sanitaires et environnementaux. Cependant, il ne s'agit pas d'un simple arbitrage. Quelle que soit la contribution de ce type d'aquaculture à la sécurité alimentaire et à l'état nutritionnel, il importe d'identifier les dangers qui lui sont associés, de définir les risques qu'elle présente pour les groupes vulnérables et de concevoir des mesures visant à réduire ces risques.

Le présent volume de ces Directives est destiné à servir de base au développement de démarches internationales et nationales (et notamment de normes et de réglementations) pour gérer les risques sanitaires découlant des dangers de l'aquaculture alimentée par des rejets, et à fournir un cadre pour la prise de décisions aux niveaux national et local.

Les informations qu'il contient s'appliquent aux pratiques aquacoles utilisant délibérément des eaux usées et également à l'utilisation involontaire en aquaculture d'eau présentant une contamination fécale.

Ces Directives offrent un cadre pour la gestion préventive et intégrée de la sécurité, qui s'applique du point de génération des déchets à la consommation des produits cultivés avec les eaux usées et les excreta. Elles décrivent les exigences minimales raisonnables en matière de bonnes pratiques pour protéger la santé des personnes utilisant des eaux usées ou des excreta ou encore consommant des produits cultivés avec ces eaux ou avec ces excreta et fournissent des informations qui seront ensuite utilisées pour formuler des objectifs liés à la santé. Ni les bonnes pratiques minimales, ni les objectifs liés à la santé, ne constituent des limites contraignantes. L'approche privilégiée par les autorités nationales ou locales pour mettre en œuvre les Directives, et notamment les objectifs liés à la santé, peut varier selon les conditions sociales, culturelles, environnementales ou économiques locales et selon les connaissances qu'elles ont des voies d'exposition, de la nature et de la gravité des dangers, ainsi que de l'efficacité des mesures de protection sanitaire disponibles.

Cette version révisée des *Directives pour l'utilisation sans risque des eaux usées, des excreta et des eaux ménagères* sera utile à toute personne confrontée à des problèmes de sécurité d'utilisation des eaux usées, des excreta et des eaux ménagères, de santé publique, de développement des ressources en eau et de gestion des eaux usées. Elle s'adresse notamment aux spécialistes de la santé publique et environnementale, aux éducateurs, aux chercheurs, aux ingénieurs, aux décideurs politiques et aux personnes responsables de l'élaboration des normes et de la réglementation.

■ **4.1 Introduction**

Un certain nombre de forces influent tant négativement que positivement sur le développement de la production aquacole alimentée par des rejets. Nombre des zones où ce type d'aquaculture est traditionnellement pratiqué se réduisent de plus en plus sous l'effet de l'urbanisation, de l'accroissement de la pollution des eaux de surface et du développement de l'aquaculture intensive pour produire des cultures de rapport. La plus grande part de la production aquacole alimentée par des rejets s'effectuait dans certaines parties de l'Asie. Bien que l'aquaculture délibérément alimentée par des rejets soit en déclin, l'usage involontaire d'eau contaminée en aquaculture peut augmenter dans certaines régions.

■ **4.2 Cadre de Stockholm**

Le Cadre de Stockholm est une approche intégrée qui associe évaluation et gestion des risques pour lutter contre les maladies liées à l'eau. Il constitue un cadre harmonisé pour la mise au point des directives et des normes relatives à la santé sous l'aspect des dangers microbiens en rapport avec l'eau et l'assainissement. Ce Cadre prévoit une évaluation des risques sanitaires avant la définition des objectifs liés à la santé et la mise au point de valeurs indicatives, l'élaboration de stratégies de base pour lutter contre la maladie et l'évaluation de l'impact de cette combinaison d'approches sur la santé publique. C'est également le cadre contextuel de ces Directives et des directives de l'OMS concernant l'eau.

■ **4.3 Évaluation du risque sanitaire**

Pour évaluer ce risque, on fait appel à trois types d'évaluations : analyses chimiques et microbiologiques en laboratoire, études épidémiologiques et évaluation quantitative des risques biologiques (ou chimiques). Globalement, on dispose d'informations limitées sur les impacts sanitaires des pratiques aquacoles utilisant des déchets. D'après les éléments disponibles, les eaux usées et les excreta non traités contiennent souvent des agents pathogènes à des concentrations non négligeables, ces agents peuvent survivre suffisamment longtemps dans l'environnement pour être transmissibles aux humains et la transmission de maladies associées à l'aquaculture alimentée par des rejets peut se produire.

L'éventuelle présence de parasites trématodes transmis par les aliments fait peser des risques sanitaires importants sur les personnes qui consomment des poissons ou des végétaux crus ou insuffisamment cuits. La priorité doit être accordée, si nécessaire, à la mise en œuvre de mesures de lutte contre la transmission des infestations à trématodes d'origine alimentaire. Les agents pathogènes associés aux excreta comportent des risques sanitaires pour les consommateurs des produits et pour les personnes pouvant avoir des contacts avec l'eau contaminée. Pour les consommateurs des produits, le risque sanitaire provient pour une grande part des pratiques inappropriées de nettoyage des poissons entraînant une contamination croisée entre le contenu des intestins et la chair de poisson comestible. Ainsi, l'amélioration de l'hygiène sur les marchés et dans la préparation et le nettoyage des poissons constitue une intervention importante en matière de protection sanitaire.

■ **4.4 Objectifs liés à la santé**

Pour chaque danger, les objectifs liés à la santé définissent un niveau de protection sanitaire. Ces objectifs peuvent reposer sur une mesure standard de la maladie, comme le nombre d'années de vie ajustée sur l'incapacité ou DALY (10^{-6} DALY, par exemple) ou

sur un événement sanitaire approprié, comme la prévention de la transmission des trématodes associée aux pratiques aquacoles alimentées par des rejets. Pour atteindre un objectif lié à la santé, on développe des mesures de protection sanitaire. Habituellement, la réalisation d'un objectif s'obtient en combinant diverses mesures de protection sanitaire visant différents composants du système d'aquaculture alimentée par des rejets. Le Tableau 4.1 présente des objectifs liés à la santé pour répondre à différents dangers de l'aquaculture alimentée par des rejets.

■ 4.5 Mesures de protection sanitaire

Diverses mesures de protection sanitaire peuvent être appliquées pour réduire les risques sanitaires pour les consommateurs des produits, les travailleurs et leurs familles et les communautés locales.

Les dangers liés à la consommation de produits de l'aquaculture alimentée par des rejets proviennent entre autres des agents pathogènes, des trématodes transmis par les aliments et de certains produits chimiques toxiques. Le risque de maladie infectieuse diminue notablement si les aliments sont consommés après une cuisson complète. La cuisson n'a qu'un impact faible ou inexistant sur les concentrations de produits chimiques toxiques éventuellement présents. En présence de trématodes (y compris *Schistosoma* spp.), des mesures spéciales de gestion peuvent s'imposer. Parmi les mesures de protection sanitaire ayant un effet sur les consommateurs des produits, figurent les dispositions suivantes :

- traitement des eaux usées et des excréta ;
- restrictions portant sur les produits ;
- périodes de retrait après application des déchets ;
- lutte contre les hôtes intermédiaires des trématodes ;
- dépuración ;
- manipulation et préparation des aliments conformes aux règles d'hygiène ;
- traitement post-récolte ;
- promotion de la santé et de l'hygiène ;
- lavage, désinfection et cuisson des produits ;
- chimiothérapie et vaccination.

Par l'intermédiaire des activités d'aquaculture alimentée par des rejets ou de contacts avec des sources de danger, les travailleurs et leurs familles peuvent être exposés à des maladies associées aux excréta, à des irritants cutanés, à la schistosomiase ou à des maladies à transmission vectorielle. Le traitement des eaux usées et des excréta est une mesure de lutte contre les maladies associées aux excréta, l'exposition à des irritants cutanés et la schistosomiase, mais n'ont guère d'impact sur les maladies à transmission vectorielle. On peut également mettre en œuvre les mesures de protection sanitaire suivantes :

- port d'équipements de protection individuelle ;
- accès à une eau de boisson saine et à des installations d'assainissement dans les installations aquacoles ;
- promotion de la santé et de l'hygiène ;
- chimiothérapie et vaccination ;
- lutte contre les vecteurs et leurs hôtes intermédiaires ;
- limitation des contacts avec les vecteurs.

Tableau 4.1 Objectifs liés à la santé pour l'aquaculture alimentée par des rejets

Groupe exposé	Danger	Objectif lié à la santé ^a	Mesure de protection sanitaire
Consommateurs, travailleurs et communautés locales	Maladies associées aux excreta	10 ⁻⁵ DALY	Traitement des eaux usées
			Traitement des excreta
Consommateurs			Promotion de la santé et de l'hygiène
			Chimiothérapie et vaccination
	Maladies associées aux excreta	10 ⁻⁶ DALY	Restrictions portant sur les produits
	Trématodes transmis par les aliments	Absence d'infestation par des trématodes	Méthodes et calendrier d'application des déchets
Travailleurs et communautés locales			Dépuraton
	Produits chimiques	Doses journalières admissibles fixées par la Commission du Codex Alimentarius	Manipulation et préparation des aliments
			Lavage ou désinfection des produits
			Cuisson des produits
Travailleurs et communautés locales		10 ⁻⁶ DALY	Accès contrôlé
	Maladies associées aux excreta	Absence de maladie de la peau	Port d'équipements de protection individuelle
	Irritants cutanés		Lutte antivectorielle
	Schistosomes	Absence de schistosomiase	Lutte contre les hôtes intermédiaires
Travailleurs et communautés locales	Agents pathogènes transmis par les aliments	Absence de maladie d'origine alimentaire	Accès à une eau de boisson saine et à des installations d'assainissement dans les établissements aquacoles et dans les communautés locales
			Limitation des contacts avec les vecteurs (moustiquaires traitées par un insecticide, répulsifs)

^a Absence de maladie associée à une exposition aux pratiques d'aquaculture alimentée par des rejets.

Les communautés locales sont exposées aux mêmes dangers que les travailleurs, notamment si leurs membres ont accès aux bassins alimentés par des déchets. Si ceux-ci n'ont pas accès à une eau de boisson saine, il est possible qu'ils utilisent l'eau contaminée pour la boisson ou à d'autres fins domestiques, comme le lavage du linge et de la vaisselle et l'hygiène personnelle. Il se peut aussi que les enfants jouent ou nagent dans l'eau contaminée. De même, si les activités d'aquaculture alimentée par des déchets provoquent une intensification de la reproduction des vecteurs, les communautés locales peuvent être affectées par des maladies à transmission vectorielle, même si elles n'ont pas accès aux installations aquacoles. Pour réduire ces dangers pour la santé, on peut recourir aux mesures de protection sanitaire suivantes :

- traitement des eaux usées et des excréta ;
- accès restreint aux installations aquacoles ;
- accès à une eau de boisson saine et à des installations d'assainissement dans les installations aquacoles ;
- promotion de la santé et de l'hygiène ;
- chimiothérapie et vaccination ;
- lutte contre les vecteurs et les hôtes intermédiaires de la maladie ;
- limitation des contacts avec les vecteurs.

4.6 Surveillance et évaluation du système

La surveillance a trois objectifs différents : la validation du système, c'est-à-dire la confirmation de la capacité de celui-ci à remplir les exigences de conception ; la surveillance opérationnelle, qui fournit des informations sur le fonctionnement des différentes composantes des mesures de protection sanitaire ; et la vérification, qui habituellement s'effectue à la fin du processus pour s'assurer que le système atteint les objectifs fixés.

Les trois fonctions de la surveillance sont mises en œuvre chacune à des fins et à des moments différents. La validation est pratiquée au départ, lors de la mise au point d'un nouveau système ou de l'adjonction de nouveaux procédés ; on l'utilise pour vérifier ou prouver que le système est capable de remplir les objectifs fixés. On fait appel en routine à la surveillance opérationnelle pour s'assurer que les procédés fonctionnent comme prévu. Ce type de surveillance repose sur des mesures simples et rapides à lire, permettant de prendre à temps des décisions pour remédier aux problèmes éventuels. On recourt à la vérification pour montrer que le produit final (eaux usées, excréta ou eau des bassins traités, poissons ou végétaux, par exemple) remplit les objectifs du traitement (en matière de réduction microbienne, par exemple) et finalement les objectifs liés à la santé. Les données de surveillance/vérification ne sont collectées que périodiquement et parviendraient donc trop tard aux responsables pour qu'ils soient en mesure de prendre des décisions pour prévenir l'apparition d'un danger. Cependant, la surveillance/vérification peut indiquer les tendances au cours du temps (par exemple si l'efficacité d'un procédé particulier va en s'améliorant ou en se dégradant).

Le moyen le plus efficace pour s'assurer régulièrement de l'absence de risque de l'aquaculture alimentée par des rejets est d'appliquer une démarche complète d'évaluation et de gestion des risques couvrant toutes les étapes de cette aquaculture, de la génération et de l'utilisation des eaux usées et des excréta jusqu'à la consommation des produits. Cette démarche est intégrée au Cadre de Stockholm. Elle comprend trois composantes importantes pour réaliser les objectifs liés à la santé : l'évaluation du système, la sélection des mesures de lutte et des méthodes de surveillance de ces mesures, et le développement d'un plan de gestion.

■ **4.7 Aspects socioculturels, environnementaux et économiques**

Les schémas comportementaux humains sont des facteurs essentiels dans la transmission des maladies liées aux excréta. La possibilité sur le plan social de modifier certains schémas comportementaux pour introduire des schémas d'utilisation des eaux usées ou des excréta ou pour réduire la transmission des maladies dans le cadre des schémas existants ne peut être évaluée qu'après avoir compris au préalable la valeur culturelle attachée à des pratiques qui semblent privilégiées sur le plan social, mais qui facilitent la transmission des maladies. La perception par le public de l'utilisation des eaux usées et des excréta est étroitement liée aux croyances culturelles.

Moyennant une planification et une gestion soigneuses, l'utilisation des eaux usées et des excréta, tout en produisant des poissons et des végétaux, peut avoir un impact bénéfique sur l'environnement. Les progrès sur le plan environnemental peuvent être liés à :

- une pollution évitée des eaux de surface ;
- la préservation ou à un usage plus rationnel des ressources en eau douce, notamment dans les zones arides ou semi-arides, de l'eau douce destinée à la demande urbaine, des eaux usées à usage aquacole ;
- une diminution des risques d'inondation des zones urbaines, dans la mesure où les canaux, les bassins et les lacs drainant les eaux usées jouent un rôle de « tampon » en cas de fortes précipitations ;
- une réduction des besoins en engrais artificiels, s'accompagnant en même temps d'une baisse des dépenses en énergie et de la pollution industrielle en d'autres endroits.

Les impacts environnementaux négatifs sont souvent pour l'essentiel liés à la contamination des eaux de surface ou souterraines à proximité des installations aquacoles alimentées par des déchets. D'autres effets préjudiciables peuvent résulter des activités aquacoles en général (introduction d'espèces non indigènes ou destruction des mangroves, par exemple) et ne concernent pas spécifiquement l'aquaculture alimentée par des déchets.

Les facteurs économiques sont particulièrement importants lors de l'évaluation de la viabilité d'un nouveau schéma d'utilisation des eaux usées et des excréta, mais même un projet valable économiquement peut échouer si son financement n'est pas soigneusement planifié. L'évaluation économique détermine si un projet vaut la peine d'être lancé, tandis que la planification financière examine comment ce projet sera financé. Il faut, sous une forme ou sous une autre, payer les améliorations des pratiques existantes, qui devront donc aussi faire l'objet d'une planification financière.

■ **4.8 Considérations politiques**

La gestion sans risque des activités d'aquaculture alimentée par des déchets est facilitée par des politiques, des législations, des cadres institutionnels et des réglementations appropriés aux niveaux international, national et local. Dans nombre de pays où l'on utilise des eaux usées en aquaculture, ces cadres font défaut.

Les politiques sont des ensembles de procédures, de règles, de critères de prise de décisions et de mécanismes d'allocation qui constituent la base des programmes et des services. Elles définissent des priorités et les stratégies associées affectent des ressources en vue de leur mise en œuvre. Les politiques sont appliquées par quatre types d'instruments : lois et réglementations, mesures économiques, programmes d'information

et d'éducation, et attribution de droits et de responsabilités pour la prestation de services.

Dans le développement d'un cadre politique national pour faciliter la pratique sans risque d'une aquaculture alimentée par des déchets, il importe de définir les objectifs de la politique, d'évaluer l'environnement politique actuel et de développer une approche nationale. Les approches nationales des pratiques sans risque d'aquaculture alimentée par des déchets qui s'inspirent des Directives de l'OMS protègent au mieux la santé publique lorsqu'elles sont intégrées à des programmes complets de santé publique incluant d'autres mesures sanitaires, telles que la promotion de la santé et de l'hygiène et l'amélioration de l'accès à une eau de boisson saine et à un assainissement convenable. D'autres programmes complémentaires, tels que des campagnes de chimiothérapie, doivent s'accompagner d'une promotion de la santé et d'une éducation sanitaire visant à modifier des comportements qui conduiraient autrement à des réinfections par des trématodes transmis par les aliments ou d'autres helminthes intestinaux.

Les approches nationales doivent être adaptées aux circonstances socioculturelles, environnementales et économiques, mais elles doivent viser à l'amélioration progressive de la santé publique. La priorité doit être donnée aux interventions qui répondent aux plus fortes menaces au plan local. A mesure que les ressources et les données deviennent disponibles, on pourra introduire des mesures de protection sanitaire supplémentaires.

4.9 Planification et mise en œuvre

La planification et la mise en œuvre des programmes d'aquaculture alimentée par des déchets requièrent une approche progressive et de grande portée, répondant d'abord aux priorités sanitaires les plus urgentes. Les stratégies de développement de programmes nationaux doivent comprendre des volets sur la communication avec les parties prenantes, sur les interactions avec elles et sur la collecte et l'exploitation des données.

En outre, la planification des projets au niveau local nécessite l'évaluation de plusieurs facteurs sous-jacents importants. La durabilité de l'utilisation de l'aquaculture alimentée par des déchets est tributaire de l'évaluation et de la compréhension de huit critères importants: santé, faisabilité économique, impact social et perception par le public, faisabilité financière, impact environnemental, ainsi que faisabilités commerciale, institutionnelle et technique.

Le Volume IV des *Directives pour l'utilisation sans risque des eaux usées, des excreta et des eaux ménagères* de l'Organisation mondiale de la Santé (OMS) décrit l'état actuel des connaissances concernant l'impact de l'utilisation en agriculture des excreta et des eaux ménagères sur la santé des consommateurs des produits de cette agriculture, sur les travailleurs agricoles et leurs familles et sur les communautés locales. Pour chaque groupe vulnérable, les dangers pour la santé sont identifiés et des mesures de protection sanitaire appropriées, visant à atténuer les risques, sont examinées.

L'objectif principal de ces Directives est de protéger au mieux la santé publique et de rendre l'utilisation de ces ressources importantes aussi bénéfique que possible. Le présent volume vise à rendre l'utilisation des excreta et des eaux ménagères en agriculture la plus sûre possible, de manière à ce que ses bénéfices sur le plan nutritionnel et de la sécurité alimentaire des ménages puissent être largement partagés au sein des communautés concernées. Ainsi, les effets préjudiciables pour la santé de l'utilisation d'excreta et d'eaux ménagères en agriculture doivent être soigneusement pesés par rapport à ses avantages sanitaires et environnementaux. Cependant, il ne s'agit pas d'un simple arbitrage. Quelle que soit la contribution de l'utilisation des excreta et des eaux ménagères à la sécurité alimentaire et à l'état nutritionnel, il importe d'identifier les dangers qui lui sont associés, de définir les risques qu'elle présente pour les groupes vulnérables et de concevoir des mesures visant à réduire ces risques.

Le Volume IV de ces Directives est destiné à servir de base au développement de démarches internationales et nationales (et notamment de normes et de réglementations) pour gérer les risques sanitaires découlant des dangers que comporte l'utilisation d'excreta et d'eaux ménagères en agriculture, et à fournir un cadre pour la prise de décisions aux niveaux national et local.

Les informations qu'il contient concernent l'usage intentionnel d'excreta et d'eaux ménagères en agriculture, mais s'applique également à leur utilisation involontaire.

Ces directives offrent un cadre de gestion préventive et intégrée de la sécurité, s'appliquant du point de génération des excreta et des eaux ménagères à la consommation des produits cultivés avec les excreta traités, appliqués comme engrais, ou avec les eaux ménagères traitées, utilisées pour l'irrigation. Elles décrivent les exigences minimales raisonnables en matière de bonnes pratiques pour protéger la santé des personnes utilisant des excreta ou des eaux ménagères traités ou encore consommant des produits cultivés avec ces déchets à des fins de fertilisation ou d'irrigation et fournissent des informations qui seront ensuite utilisées pour formuler des objectifs liés à la santé. Ni les bonnes pratiques minimales ni les objectifs liés à la santé ne constituent des limites contraignantes. L'approche privilégiée par les autorités nationales ou locales pour mettre en œuvre les Directives, et notamment les objectifs liés à la santé, peut varier selon les conditions sociales, culturelles, environnementales ou économiques locales et selon les connaissances qu'elles ont des voies d'exposition, de la nature et de la gravité des dangers, ainsi que de l'efficacité des mesures de protection sanitaire disponibles.

Cette version révisée des *Directives pour l'utilisation sans risque des eaux usées, des excreta et des eaux ménagères* sera utile à toutes les personnes confrontées à des problèmes de sécurité d'utilisation des eaux usées, des excreta et des eaux ménagères, de santé publique, de développement des ressources en eau et de gestion des eaux usées. Elle s'adresse notamment aux spécialistes de la santé publique, de l'agronomie et de l'environnement, aux professionnels de l'agriculture, aux éducateurs, aux chercheurs, aux ingénieurs, aux décideurs politiques et aux personnes responsables de l'élaboration des normes et de la réglementation.

■ 5.1 Introduction

Dans un avenir prévisible, les systèmes d'égouttage hydriques resteront les principaux dispositifs d'assainissement utilisés. Comme une partie seulement des installations de traitement des eaux usées de par le monde parviennent à une réduction optimale des concentrations de micro-organismes pathogènes et comme la majorité des habitants des zones rurales et urbaines ne sont pas connectés à un réseau d'eaux usées centralisé, des stratégies d'assainissement de remplacement doivent être développées en parallèle.

L'Assemblée générale des Nations Unies a adopté les objectifs du Millénaire pour le développement (OMD) le 8 septembre 2000 (Assemblée générale des Nations Unies, 2000). Les OMD s'appliquant le plus directement à l'utilisation des excreta et des eaux ménagères en agriculture sont l'objectif 1 «Réduire l'extrême pauvreté et la faim» et l'objectif 7 «Assurer un environnement durable». La cible relative à l'assainissement associée à l'objectif 7 prévoit de «Réduire de moitié, d'ici 2015, le pourcentage de la population qui n'a pas accès de façon durable à des services d'assainissement de base». La séparation à la source, centralisée au niveau des ménages ou de la communauté, est l'une des solutions alternatives qui se développe rapidement pour répondre à cette cible. Cette opération aide également à prévenir la dégradation de l'environnement et à promouvoir un recyclage durable des nutriments utiles aux végétaux présents dans les excreta humains pour la production d'aliments.

L'utilisation des excreta et des eaux ménagères en agriculture est motivée principalement par :

- la rareté grandissante des ressources en eau et les tensions de plus en plus fortes qui s'exercent sur elles, ainsi que la dégradation des ressources d'eau douce du fait de l'élimination incorrecte des eaux usées, des excreta et des eaux ménagères ;
- l'accroissement de la population et l'augmentation associée de la demande en nourriture et en fibres ;
- la prise de conscience grandissante de la valeur en tant que ressources des eaux usées et des nutriments qu'elles contiennent ;
- les OMD, en particulier ceux visant à garantir la durabilité de l'environnement et l'élimination de la pauvreté et de la faim.

La concurrence grandissante entre les zones agricole et urbaine pour les approvisionnements en eau douce de qualité, notamment dans les régions arides, semi-arides et densément peuplées, accroît la pression sur cette ressource toujours plus rare. On s'attend à ce qu'en majeure partie, la croissance de la population s'effectue dans les zones urbaines et périurbaines des pays en développement (Division de la Population des Nations Unies, 2002). L'accroissement de la population augmente à la fois la demande en eau douce et la quantité de déchets rejetés dans l'environnement, d'où une plus grande pollution des sources d'eau propre. La séparation à la source centralisée au niveau des ménages et l'utilisation sans risques des excreta et des eaux ménagères en agriculture contribueront à atténuer ces tensions et aideront les communautés à obtenir davantage de récoltes alimentaires et à préserver des ressources précieuses en eau et en nutriments. L'utilisation des nutriments comme engrais provenant des excreta comporte les avantages supplémentaires d'une moindre contamination par des produits chimiques industriels des « produits » obtenus que lorsqu'on utilise des eaux usées et d'une économie d'eau en vue d'autres usages.

Le présent volume est axé principalement sur les applications à petite échelle. Il est applicable aux pays industrialisés comme aux pays en développement.

■ 5.2 Cadre de Stockholm

Le Cadre de Stockholm est une approche intégrée, qui associe évaluation et gestion des risques pour lutter contre les maladies liées à l'eau. Il constitue un cadre harmonisé pour la mise au point des directives et des normes en rapport avec la santé sous l'aspect des dangers microbiens liés à l'eau et à l'assainissement. Ce Cadre prévoit une évaluation des risques sanitaires avant la définition des objectifs liés à la santé et la mise au point de valeurs indicatives, l'élaboration de stratégies de base pour lutter contre la maladie et l'évaluation de l'impact de cette combinaison d'approches sur la santé publique. C'est également le cadre contextuel de ces Directives et des directives de l'OMS relatives à l'eau.

■ 5.3 Évaluation du risque sanitaire

Pour évaluer ce risque, on fait appel à trois types d'évaluations : analyses microbiologiques, études épidémiologiques et évaluation quantitative des risques microbiens (QMRA). Les fèces humaines contiennent divers agents pathogènes, reflétant la prévalence des infections dans la population ; à l'opposé, seules quelques espèces pathogènes peuvent être excrétées dans les urines. Les risques associés à la réutilisation des urines en tant qu'engrais et à l'emploi des eaux ménagères à des fins d'irrigation sont liés à la possibilité de contamination croisée avec des matières fécales. Les données épidémiologiques qui permettraient d'évaluer les risques découlant de l'exposition à des fèces, des boues fécales, des urines ou des eaux ménagères traitées sont rares et peu fiables ; tandis que les éléments sont abondants dans le cas des matières fécales non traitées. En outre, il est partiellement impossible de se fier aux analyses microbiologiques pour prédire le risque sanitaire en raison du dépérissement plus rapide des organismes indicateurs tels qu'*Escherichia coli* dans les urines, d'où une sous-estimation du risque de transmission d'agents pathogènes. Le phénomène opposé peut se produire dans les eaux ménagères, où la croissance des bactéries indicatrices sur des substances organiques facilement dégradables peut conduire à surestimer les risques. Sur la base des limitations précédemment évoquées, la QMRA est la principale approche adoptée, compte tenu également de la série d'organismes présentant des caractéristiques de transmission communes et de leur prévalence dans la population. Les facteurs suivants ont été pris en compte :

- caractéristiques épidémiologiques (et notamment dose infectieuse, période de latence, hôtes et hôtes intermédiaires) ;
- persistance dans différents environnements extérieurs à l'organisme humain (et potentiel de croissance) ;
- principales voies de transmission ;
- efficacité relative de différentes barrières de traitement ;
- mesures de gestion des risques.

■ 5.4 Objectifs liés à la santé

Pour chaque danger, les objectifs liés à la santé définissent un niveau de protection sanitaire. Ces objectifs peuvent reposer sur une mesure standard de la maladie, comme le nombre d'années de vie ajustée sur l'incapacité ou DALY (10^{-6} DALY, par exemple) ou sur un événement sanitaire approprié, comme la prévention de l'exposition à des agents

Tableau 5.1 Valeurs indicatives pour la surveillance/vérification dans les systèmes de traitement à grande échelle des eaux ménagères, des excreta et des boues fécales en vue de leur utilisation en agriculture

	Œufs d'helminthes (nombre par gramme de matières solides totales ou par litre)	<i>E. coli</i> (nombre pour 100 ml)
Fèces et boues fécales traitées	<1 g/matières solides totales	<1000/g de matières solides totales
Eaux ménagères destinées à être utilisées pour :		
• L'irrigation avec restrictions	<1/litre	<10 ^{5a} Valeur assouplie à <10 ⁶ lorsque l'exposition est limitée ou que la recroissance est probable.
• L'irrigation sans restriction des cultures consommées crues	<1/litre	<10 ³ Valeur assouplie à <10 ⁴ pour les légumes feuilles de grande hauteur ou pour l'irrigation goutte à goutte

^a Ces valeurs sont acceptables en raison du potentiel de recroissance d'*E. coli* et d'autres coliformes fécaux dans les eaux ménagères.

pathogènes présents dans les excreta ou les eaux ménagères à tout instant entre la génération de ces excreta ou des eaux ménagères au niveau des ménages et leur utilisation en agriculture. Pour atteindre un objectif lié à la santé, on développe des mesures de protection sanitaire. Habituellement, la réalisation d'un tel objectif s'obtient en combinant diverses mesures de protection sanitaire visant différentes étapes du procédé.

Les objectifs liés à la santé peuvent être atteints par diverses barrières de traitement ou mesures de protection sanitaire. Ces barrières concernent la surveillance/vérification, principalement dans les systèmes à grande échelle, comme indiqué dans le Tableau 5.1 pour les excreta et les eaux ménagères. La surveillance/vérification ne s'applique pas aux urines.

Les objectifs liés à la santé peuvent aussi concerner la surveillance opérationnelle, par exemple le stockage en tant que mesure de traitement sur site ou un traitement plus poussé hors site après collecte. Le Tableau 5.2 présente des exemples de ce type pour des systèmes à petite échelle.

On applique aux urines collectées des critères de stockage établis principalement à partir d'études d'évaluation des risques compilées. Les informations obtenues ont été converties en valeurs guides opérationnelles pour limiter le risque à un niveau inférieur à 10⁻⁶ DALY, supposant également des mesures de protection sanitaire supplémentaires. Les valeurs guides opérationnelles reposent sur la séparation à la source des urines (Tableau 5.3). En cas de contamination croisée importante avec des matières fécales, il peut falloir prolonger les temps de stockage proposés. Si les urines sont destinées à fertiliser des cultures servant uniquement à la consommation du ménage, elles peuvent être utilisées directement sans stockage. La probabilité de transmission de maladies à l'intérieur du ménage par manque d'hygiène est bien plus importante que celle de transmission par le biais des urines appliquées comme engrais.

Pour tous les types d'excreta traités, des mesures de sécurité supplémentaires sont à appliquer. Il s'agit notamment de la période de retrait recommandée d'un mois entre le moment de l'application de l'excreta traité comme engrais et celui de la récolte des

Tableau 5.2 Recommandations pour le stockage en tant que traitement des excréta et des boues fécales séchés avant leur utilisation au niveau domestique ou municipal^a

Traitement	Critère	Observation
Stockage, température ambiante 2–20° C	1,5–2 ans	Ce traitement éliminera les agents pathogènes bactériens; recroissance d' <i>E. coli</i> et de <i>Salmonella</i> éventuellement à envisager en cas de réhumidification; réduction des virus et des protozoaires parasites en deçà des niveaux dangereux. Quelques œufs associés au sol peuvent persister
Stockage, température ambiante >20–35° C	>1 an	Inactivation substantielle à totale des virus, des bactéries et des protozoaires, inactivation des œufs de schistosome (<1 mois); inactivation des œufs de nématodes (vers ronds), par exemple d'ankylostomes (<i>Ancylostoma/Necator</i>) et de trichures (<i>Trichuris</i>), survie d'un certain pourcentage (10 à 30 %) des œufs d' <i>Ascaris</i> (≥4 mois), alors que l'inactivation plus ou moins complète des œufs d' <i>Ascaris</i> s'effectuerait en l'espace d'un an
Traitement alcalin	pH > 9 pendant plus de 6 mois	Lorsque la température >35° C et l'humidité <25 %, un pH plus faible et/ou une humidité plus forte du matériau prolongeront le temps nécessaire pour l'élimination totale

^a Sans nouvelle adjonction de matières.

Tableau 5.3 Durées de stockage recommandées pour les mélanges d'urines^a d'après la teneur estimée en agents pathogènes^b et cultures recommandées pour les systèmes à grande échelle^c

Température de stockage (° C)	Durée de stockage (mois)	Agents pathogènes pouvant être présents dans le mélange d'urines après stockage	Cultures recommandées
4	≥1	Virus, protozoaires	Cultures alimentaires et fourragères à traiter
4	≥6	Virus	Cultures alimentaires à traiter, cultures fourragères ^d
20	≥1	Virus	Cultures alimentaires à traiter, cultures fourragères ^d
20	≥6	Probablement aucun	Toutes cultures ^e

^a Urines ou urines et eau. Une fois dilué, on suppose que le mélange d'urines présente un pH de 8,8 au moins et une teneur en azote de 1 g/l au moins.

^b Les bactéries à Gram positives et formant des spores ne sont pas comprises dans les évaluations des risques sous-jacentes, mais sont normalement reconnues comme à l'origine de toute infection préoccupante.

^c Dans ce cas, un système à grande échelle est un système dans lequel le mélange d'urines est utilisé pour fertiliser des cultures qui seront consommées par des individus n'appartenant pas au ménage chez lequel les urines ont été collectées.

^d Pas d'herbages pour la production de fourrage.

^e Dans le cas des cultures consommées crues, il est recommandé d'appliquer les urines au moins un mois avant la date de la récolte et de les incorporer dans le sol si les parties comestibles poussent au-dessus de la surface du sol.

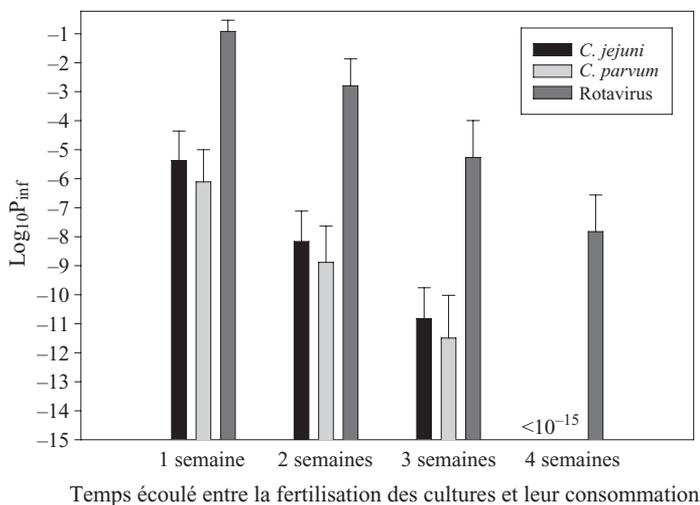


Figure 5.1

Probabilité moyenne d'infection par des agents pathogènes suite à l'ingestion de cultures fertilisées par des urines non stockées, après diverses périodes de retrait (P_{inf} = probabilité d'infection)

cultures (Figure 5.1). Il a été démontré à partir de la QMRA que cette période ramenait la probabilité d'infection à moins de 10^{-4} , ce qui reste inférieur au seuil de 10^{-6} DALY.

5.5 Mesures de protection sanitaire

Diverses mesures de protection sanitaire peuvent être appliquées pour réduire les risques sanitaires des produits fertilisés ou irrigués pour les communautés locales, les travailleurs agricoles et leurs familles et les consommateurs.

Parmi les dangers associés à la consommation de produits fertilisés par des excreta figurent notamment les agents pathogènes associés aux excreta. Consommer ces aliments après une manipulation appropriée et une cuisson suffisante permet de réduire notablement le risque de maladie infectieuse. Les mesures de protection sanitaire suivantes ont un impact sur les consommateurs des produits :

- traitement des excreta et des eaux ménagères ;
- restrictions portant sur les récoltes ;
- mode d'application des déchets et périodes de retrait entre la fertilisation et la récolte permettant le dépérissement des agents pathogènes ;
- manipulation et préparation des aliments selon les règles d'hygiène ;
- promotion de la santé et de l'hygiène ;
- lavage, désinfection et cuisson des produits.

Les activités utilisant des excreta et des eaux ménagères peuvent entraîner l'exposition des travailleurs et de leurs familles à des agents pathogènes associés aux excreta ou transmis par des vecteurs (à certains endroits). Le traitement des excreta et des eaux ménagères est une mesure de prévention des maladies liées aux excreta et aux eaux ménagères, mais n'influe pas directement sur les maladies à transmission vectorielle.

Pour protéger la santé des travailleurs et de leurs familles, on peut notamment appliquer les autres mesures de protection sanitaire suivantes :

- utilisation d'équipements de protection individuelle;
- accès à une eau de boisson saine et à des installations d'assainissement dans les fermes;
- promotion de la santé et de l'hygiène;
- lutte contre le vecteur et les hôtes intermédiaires des agents pathogènes;
- limitation des contacts avec les vecteurs.

Les communautés locales sont exposées aux mêmes dangers que les travailleurs. Si leurs membres n'ont pas accès à une eau de boisson saine, ils peuvent utiliser l'eau d'irrigation contaminée pour la boisson ou à d'autres fins domestiques. Les enfants peuvent aussi jouer ou nager dans l'eau contaminée. De même, si ces activités entraînent une intensification de la reproduction des vecteurs, des maladies à transmission vectorielle peuvent toucher les communautés locales, sans qu'elles aient directement accès aux champs concernés. Pour réduire les dangers sanitaires pour ces communautés, on peut appliquer les mesures de protection sanitaire suivantes :

- traitement des excréta et des eaux ménagères;
- contacts limités lors de la manipulation et accès contrôlé aux champs;
- accès à une eau de boisson saine et à des installations d'assainissement dans les communautés locales;
- promotion de la santé et de l'hygiène;
- lutte contre les vecteurs et les hôtes intermédiaires des agents pathogènes;
- limitation des contacts avec les vecteurs.

■ 5.6 Surveillance et évaluation du système

La surveillance a trois objectifs différents: la validation du système, c'est-à-dire la confirmation de la capacité de celui-ci à remplir les exigences de conception; la surveillance opérationnelle, qui fournit des informations sur le fonctionnement des différentes composantes des mesures de protection sanitaire; et la vérification, qui s'effectue habituellement à la fin du processus, pour s'assurer que le système atteint les objectifs fixés.

Les trois fonctions de la surveillance sont mises en œuvre chacune à des fins et à des moments différents. La validation est pratiquée lors de la mise au point d'un nouveau système ou de l'adjonction de nouveaux procédés; elle sert à vérifier ou à prouver que le système est capable de remplir les objectifs fixés. On fait appel en routine à la surveillance opérationnelle pour s'assurer que les procédés fonctionnent comme prévu. Ce type de surveillance repose sur des mesures simples et rapides à lire, permettant de prendre à temps des décisions pour remédier à un problème éventuel. On recourt à la vérification pour montrer que le produit final (excréta ou eaux ménagères traités, cultures, par exemple) remplit les objectifs du traitement et finalement les objectifs liés à la santé. Les données de surveillance/vérification ne sont collectées que périodiquement et parviendraient trop tard aux responsables pour qu'ils puissent prendre des décisions visant à prévenir la survenue d'un danger. Dans les systèmes à plus grande échelle cependant, les données de surveillance/vérification peuvent indiquer les tendances au cours du temps (par exemple si l'efficacité d'un procédé particulier va en s'améliorant ou en se dégradant).

Le moyen le plus efficace pour s'assurer régulièrement de l'absence de risque dans l'utilisation en agriculture des excreta et des eaux ménagères est d'appliquer une démarche complète d'évaluation et de gestion des risques, couvrant toutes les étapes du processus : génération et traitement des déchets, utilisation des excreta comme engrais ou des eaux ménagères à des fins d'irrigation et utilisation ou consommation des produits. Cette démarche comprend trois composantes importantes pour réaliser les objectifs liés à la santé : l'évaluation du système, la sélection des mesures de lutte et des méthodes de surveillance de ces mesures, et le développement d'un plan de gestion.

■ **5.7 Aspects socioculturels, environnementaux et économiques**

Les schémas comportementaux humains sont des facteurs essentiels dans la transmission des maladies liées aux excreta. La faisabilité sur le plan social de modifier certaines habitudes comportementales pour introduire des schémas d'utilisation des eaux ménagères ou des excreta ou pour réduire la transmission des maladies dans le cadre des schémas existants doit être évaluée individuellement pour chaque projet. Les croyances culturelles et les perceptions par le public des excreta et des eaux ménagères peuvent varier si fortement entre les différentes parties du monde qu'on ne peut envisager de transposer facilement dans un autre endroit des pratiques locales en rapport avec cette utilisation que l'on a réussi à faire évoluer en un endroit donné. Même des projets techniquement bien planifiés et intégrant toutes les mesures de protection sanitaire appropriées peuvent échouer si les croyances culturelles et les perceptions du public n'ont pas été correctement prises en compte.

■ **5.8 Aspects environnementaux**

Les excreta sont une importante source de nutriments pour de nombreux agriculteurs. L'utilisation directe des excreta et des eaux ménagères sur les terres arables tend à réduire au minimum l'impact environnemental des pratiques agricoles, tant au plan local que mondial. La réutilisation des excreta sur les terres arables assure un apport d'engrais précieux pour les cultures et limite l'impact négatif sur les étendues d'eau. On peut mesurer l'impact environnemental de divers systèmes d'assainissement en termes de conservation et d'utilisation des ressources naturelles, de rejets dans les étendues d'eau, d'émissions dans l'atmosphère et d'effets sur les sols. Dans ce type d'évaluation, la séparation à la source et les systèmes d'utilisation centrés sur les ménages obtiennent souvent des résultats plus favorables que les systèmes classiques.

L'application d'excreta et d'eaux ménagères sur des terres agricoles diminue l'impact direct sur les étendues d'eau. Cependant, comme pour tout engrais, les nutriments peuvent migrer par percolation dans les eaux souterraines s'ils sont appliqués en excès ou être entraînés dans les eaux de surface en cas de très fortes précipitations. Cet impact sera néanmoins toujours plus faible que celui d'un rejet direct dans des étendues d'eau de la plus grande partie des excreta et des eaux ménagères. Les étendues d'eau de surface sont polluées par les eaux de drainage et les entraînements provenant des terres agricoles. L'impact produit dépend du type d'étendue d'eau (rivière, canal agricole, lac ou retenue), de son usage, du temps de séjour hydraulique et du rôle qu'elle joue au sein de l'écosystème.

Le phosphore est un élément essentiel pour la croissance des végétaux et on applique habituellement en agriculture du phosphore externe tiré de phosphate minier pour accroître la productivité végétale. Les réserves accessibles de phosphate minier sont en baisse. Environ 25 % du phosphore extrait des mines se retrouve dans des environnements

aquatiques ou enterré dans des décharges ou autres puits. Ces rejets dans les environnements aquatiques sont préjudiciables car ils provoquent une eutrophisation des étendues d'eau. Les urines à elles seules contiennent plus de 50 % du phosphore excrété par les êtres humains. Ainsi, le détournement et l'utilisation des urines en agriculture peuvent aider la production agricole et réduire les coûts et les besoins en procédés avancés de traitement des eaux usées pour éliminer le phosphore des effluents traités.

■ 5.9 Considérations économiques et financières

Les facteurs économiques sont particulièrement importants lorsqu'on évalue la viabilité d'un nouveau projet, mais même un projet valable sur le plan économique peut échouer en l'absence de planification financière approfondie.

L'analyse économique et les considérations financières jouent un rôle capital dans l'incitation à une utilisation sans risque des excréta. L'analyse économique s'efforce d'établir la faisabilité d'un projet et de permettre des comparaisons entre différentes options. Il faut aussi prendre en compte dans cette analyse les coûts de transfert vers d'autres secteurs (par exemple les impacts sanitaires et environnementaux sur les communautés vivant en aval). Cette opération peut être facilitée par la mise en œuvre de processus de prise de décisions multi-objectifs.

La planification financière examine la façon dont le projet sera financé. Lors de l'établissement de la faisabilité économique d'un projet, il importe de déterminer les sources de revenus et qui paiera quoi. La possibilité de vendre avec profit les produits fertilisés par des excréta ou irrigués par des eaux ménagères doit aussi être étudiée.

■ 5.10 Aspects politiques

L'existence de politiques, de législations, de cadres institutionnels et de réglementations appropriés aux niveaux international, national et local facilite la gestion sans risque des excréta et des eaux ménagères. Dans nombre de pays où une telle gestion se pratique, ces cadres et ces réglementations font défaut.

Les politiques sont des ensembles de procédures, de règles, de critères de prise de décisions et de mécanismes d'affectation qui constituent la base de programmes et de services. Elles définissent des priorités et les stratégies associées affectent des ressources pour leur mise en œuvre. Les politiques sont appliquées par quatre types d'instruments : lois et réglementations, mesures économiques, programmes d'information et d'éducation et affectation de droits et de responsabilités pour la prestation de services.

Dans le développement d'un cadre politique national pour faciliter l'utilisation sans risque des excréta comme engrais, il importe de définir les objectifs de ce cadre, d'évaluer l'environnement politique actuel et de développer une approche nationale. Les stratégies nationales pour obtenir un assainissement approprié qui s'inspirent des Directives de l'OMS fournissent une protection maximale de la santé publique lorsqu'elles sont intégrées à des programmes complets de santé publique, incluant d'autres mesures sanitaires, telles que la promotion de la santé et de l'hygiène et l'amélioration de l'accès à une eau de boisson saine.

Les approches nationales doivent être adaptées aux circonstances socioculturelles, environnementales et économiques locales, mais elles doivent viser à l'amélioration progressive de la santé publique. La priorité doit être donnée aux interventions qui répondent aux plus fortes menaces sur le plan local. A mesure que des ressources et des données deviennent disponibles, on pourra introduire des mesures de protection sanitaire supplémentaires.

■ 5.11 Planification et mise en œuvre

La planification et la mise en œuvre des programmes d'utilisation en agriculture des excreta et des eaux ménagères requièrent une approche par étapes, progressive et de grande portée, répondant d'abord aux priorités sanitaires les plus urgentes. Cette approche intégrée doit reposer sur une évaluation de la situation sanitaire actuelle et prendre en compte les aspects locaux de l'approvisionnement en eau et de la gestion des déchets solides. Les Principes de Bellagio, qui spécifient que les parties prenantes doivent recevoir les informations pertinentes, leur permettant de faire des « choix éclairés », fournissent une base solide pour concevoir une telle approche. Il est ainsi possible d'appliquer une gamme plus large de critères de décision et d'évaluation pour les services d'assainissement.

En outre, la planification des projets nécessite de prendre en compte plusieurs aspects, identifiés grâce à l'implication des parties prenantes appliquant des méthodes participatives et considérant le traitement, les restrictions portant sur les récoltes, l'application des déchets, la maîtrise de l'exposition humaine, les coûts, les aspects techniques, les services d'appui et la formation, afin de réduire les risques et de maximiser les bénéfices tant pour l'individu que pour la communauté.

INDEX DES VOLUMES I-IV

Notes

1. Les chiffres **en gras** font référence aux tableaux et ceux en *italique* aux figures.
2. Les résumés d'orientation ne sont pas indexés.

A

- abattoirs, définition 2.219, 3.153, 4.203
Accord sur l'application des mesures sanitaires et phytosanitaires 1.10, 2.78, 4.4
acide, fulvique 2.129
humique 2.129
acides gras, importance nutritionnelle 3.40
activités récréatives, eau 4.21
adénovirus
aquaculture alimentée par des rejets 3.17
données épidémiologiques 4.35
entériques 4.36, 4.38
excrétés dans les fèces 4.36
excrétés dans l'urine 4.40, 4.41
liés aux excréta 3.25
organismes indicateurs 2.30
voies d'exposition 1.22
administration régionale ou fédérale, collaboration interagence 3.108
adsorption, comme mécanisme d'élimination dans le sol 2.126, 2.137, 2.143, 4.135
Aeromonas spp. 3.65–66, 3.70, 4.38, 4.44
aérosols 2.51, 2.88, 4.57, 4.59–60
Afrique du Sud
agents pathogènes stockés dans les fèces 4.43
E. coli O157:H7 2.61
excrétion de nutriments 4.11
expériences, pisciculture alimentée par des eaux usées 3.11
méthode SARAR 4.176
réglementation relative à la construction des toilettes 4.164
toilettes à dérivation d'urine 4.94, 4.126
Afrique subsaharienne
schistosomiase 3.76–77
trématodose 3.27, 3.29
Afrique
agriculture urbaine 4.126
aquaculture alimentée par des eaux usées 3.11
manipulation/utilisation des excréta 3.92, 4.123, 4.128
schistosomiase 3.76–77
trématodose 3.27, 3.28
utilisation de l'urine 4.12, 4.124
agence(s)
de protection de l'environnement, rôle et fonction 1.18
dispositions institutionnelles 1.1
gestion 4.158–159
internationales de développement 4.154
responsabilités 1.16
responsables de la mise en œuvre 4.113
sans but lucratif 2.160, 4.154
agenda 21 3.97
agents pathogènes
caractérisation et occurrence 4.27
contamination des étendues d'eau de surface 2.143
dans les eaux ménagères 4.41–42
dans les plantes aquatiques 3.6
dans les viscères ou tissus de poissons 3.32
définition 2.219, 3.153, 4.203
effets sur l'environnement 2.121–124
élimination
avant la consommation 2.89, 4.87
dans des systèmes à petite échelle 4.76–77
dans les bassins de stabilisation 2.92–98, 4.107–108
dans les fosses septiques 4.98
facteurs environnementaux 1.21
filtre à lit bactérien 4.109
marais artificiels 4.109
mesures de protection sanitaire 1.36
réduction des agents pathogènes 2.71, 2.72
surveillance 2.77–78, 2.79
toilettes à déshydratation 4.92–93
en aquaculture alimentée par des rejets 3.17–18
excrétés dans les urines 4.37–40
inactivation 2.31, 4.45, 4.49, 4.83, 4.101–102, 4.117
indicateurs indirects 2.28–29
liés aux excréta 1.12
opportunistes 3.66
organismes indicateurs 2.30
recroissance 4.69, 4.70
risque d'infection tolérable 2.65–67
survie 3.16
dans l'environnement 1.21, 1.22–23, 3.31, 3.33
dans le sol, dans les cultures 2.30–36, 4.49–50
dans l'urine 4.44–46
transmission, identification des dangers 4.34–35
transmission sexuelle 4.39, 4.41
zoonoses 4.36
agriculture de subsistance
système à petite échelle 4.120
utilisation des eaux usées 2.27
utilisation des excréta/eaux ménagères 4.1, 4.8, 4.152
agriculture
douve intestinale 3.96
eaux usées, irrigation *voir* utilisation des eaux usées en agriculture
fasciolases humaines 3.96
identification des dangers 1.22–23

- mécanisée vs. à forte densité de main d'œuvre 1.30, 2.56
- paragonimiase 3.96
- produits chimiques *voir* produits chimiques
- risques sanitaires et utilisation des eaux usées et des excréta 1.11
- services d'appui 1.19, 2.180
- urbaine/périurbaine 1.8, 1.9, 2.3–4, 4.7, 4.8, 4.9, 4.130, 4.173
- utilisation d'eau douce 2.5
- alcalinité, effets sur les sols, cultures et bétail 2.133
- aldrine 1.23, 2.82, 3.18
- algues produisant des toxines 2.143
- aliments,
 - pour animaux 3.62
 - pour poissons 3.73, 3.74
- aliments et produits alimentaires
 - commerce international 1.10, 2.160, 3.51, 3.104, 4.4, 4.154–155
 - contamination fêco-orale 4.24
 - contaminés 3.19
 - digestion thermophile et compostage 4.70–71
 - disponibilité 2.6
 - facteurs culturels 4.125–126
 - inspection 3.89–90
 - lavage/rinçage/désinfection 1.28, 3.66–67, 4.73
 - manipulation et préparation
 - hygiène 4.55
 - mesures de protection sanitaire 1.33, 2.89–90, 2.103, 3.53, 3.54
 - risques sanitaires 4.3–4
 - surveillance/vérification 3.87
 - non cuits/crus 1.12, 3.75, 3.68, 3.86, 3.95, 3.113, 4.49
 - pratiques socioculturelles 3.96
 - production 4.8–9
 - réponse hédonique 3.95
 - surveillance sanitaire 2.114, 3.75, 3.88–89
- Allemagne
 - aquaculture alimentée par des eaux usées 3.6, 3.12
 - contacteurs biologiques tournants 4.110
 - eaux ménagères, production 4.16
 - exemple de comparaison des coûts 4.144–145
- aluminium
 - oxydes 4.106, 4.109
 - toxicité 2.133, 2.202
- Amérique
 - aquaculture alimentée par des eaux usées 3.12
 - trématodose 3.28
 - utilisation des excréta 3.92–93, 4.123
- amibiases (dysenterie amibienne) 3.25, 4.38
- ammoniacque
 - action inactivante sur *Cryptosporidium* 4.46
 - concentration 3.142
 - dans les eaux usées 2.127
 - dans l'urine 4.12
 - évaporation 4.77–78
 - hygiénisation 4.97
 - niveau élevé 4.101
 - survie dans l'urine 4.44
- anaérobies sulfito-réductrices 4.47, 4.48
- analyse coût/bénéfice
 - définition 2.219, 3.153, 4.203
 - de l'utilisation des excréta/eaux ménagères en agriculture 4.141–143
 - de l'utilisation des eaux usées en agriculture 2.147, 2.150–154
- analyse(s)
 - de la situation 1.14–15
 - des différents acteurs 4.160–164
 - des flux de matière 4.133–134
 - du cadre politique 4.166–167
 - du cycle de vie 4.134
 - du risque
 - définition 4.25
 - pour les normes de sécurité alimentaire 1.10
 - microbiennes 2.28, 2.27–36, 3.31–36, 3.89 et surveillance/vérification 3.88
 - quantitative du risque microbien 4.54–63
- Ancylostoma*
 - voies d'exposition 1.22
 - voir aussi* ankylostomiase
- anémie, prévention 3.67
- animaux
 - abattoirs 2.90
 - chimiothérapie 3.75–76
 - hôtes intermédiaires 1.12, 3.73
 - traitement 3.73
 - voir aussi* bétail
- ankylostomiase
 - agent pathogène 3.25
 - concentration d'organismes excrétés 2.29
 - infection 2.42, 2.43, 3.25, 4.30
 - liée aux fèces 4.38
 - travailleurs qui ne portent pas de chaussures 1.25, 1.26–27
 - voies d'exposition 1.22
 - voir aussi* *Ancylostoma*
- années de vie ajustées sur l'incapacité (DALYs)
 - analyse coût-bénéfice 2.147
 - charge de morbidité 4.66, 4.68
 - comme indicateur multicritères 4.141, 4.142
 - comme mesure à l'exposition 1.28
 - définition 2.219, 3.153, 4.203
 - évaluation du risque sanitaire 2.154, 3.15, 3.20–21, 4.21
- Anopheles* spp. *voir* moustiques
- antibiotiques 1.23, 3.18
- antimoine 2.82

- application
 - de la législation/réglementation 3.111, 3.111–112
 - de la restriction des cultures 2.157, 4.176, 4.178
- épandage, techniques
 - stratégie de gestion des risques 3.22
- approvisionnement en eau et assainissement, Collaborative Council (WSSCC) 4.174–175
- approvisionnement en eau
 - mélanges 2.200, 2.201
 - relatif à la planification urbaine 4.173
- aquaculture alimentée par des rejets/eaux usées
 - aspects
 - politiques 3.103–115
 - sanitaires 1.11–12, 1.24, 2.122, 3.109, 3.122
 - socioculturels 3.91–96, 3.122
 - contamination chimique 3.9, 3.48
 - définition 2.219, 3.153, 4.203
 - Directives OMS 3.112–113
 - études de faisabilité 3.122–124
 - évaluation du système 3.80–82
 - faisabilité financière/économique 3.99–100, 3.122–123
 - FAO, Code de conduite pour une pêche responsable 3.145–147
 - gestion des risques 3.22–23
 - identification des dangers 1.22–23
 - impact
 - de l'urbanisation 1.8
 - environnemental 3.123
 - irritation cutanée 1.23
 - justification 1.9
 - limitation d'accès 3.70
 - mesures de protection sanitaire 3.53–55
 - objectifs liés à la santé 1.31–32
 - panorama historique 3.5
 - planification et mise en œuvre 3.117–125
 - pratiques actuelles 3.6–12
 - protection des consommateurs de produits 3.43–48
 - qualité microbienne 3.45, 3.46–47, 3.49
 - réglementation 3.110
 - schistosomiase 3.77
 - surveillance/vérification 1.37
 - systèmes à petite échelle 3.48, 3.89
 - trématodes transmis par la consommation d'aliments 1.12
- aquaculture, travailleurs
 - définition 2.219, 3.3, 3.153, 4.203
 - intensive 1.8
 - systèmes de monoculture 3.4
 - emploi non intentionnel d'eaux usées 1.8
 - voir aussi* aquaculture alimentée par des rejets/eaux usées
- aquifères/eaux souterraines
 - contamination 2.62, 2.121–123, 2.142, 4.91
 - définition 2.219, 3.153, 4.203
 - impacts des eaux usées 2.138–142
 - impacts des excreta/eaux ménagères 4.5, 4.106, 4.138
 - métaux 2.142
 - protection 2.6–8
 - qualité et salubrité 2.62
 - recharge 2.138, 2.139, 2.140–141
- arachides (cacahouètes) 2.199
- arbres fruitiers 4.76, 4.129, 4.130
- argent 2.82
- arsenic 1.23, 2.82, 2.202, 3.18, 3.47
- arthrite 3.25, 4.38
- ascaridiase
 - infection liée aux excreta 3.25, 4.50
 - mortalité et charge de morbidité 4.30
 - risque
 - dû à des légumes crus 2.39
 - dû à l'exposition aux eaux usées 2.39, 2.43–44
 - population agricole 2.50, 4.53
 - symptômes 4.38
- Ascaris lombricoïdes* (vers rond) 2.29, 3.17
 - concentration d'organismes excrétés 2.29, 3.32
 - dans les eaux usées 2.29
 - dans les fèces 4.38
 - dépérissement 4.43
 - données épidémiologiques 4.35
 - inactivation 4.44
 - infection *voir* ascaridiase
 - œufs, survie 2.32, 3.33, 4.52, 4.76, 4.93
 - organismes indicateurs 2.30, 4.37
 - surveillance 3.88
 - survie 3.57, 4.46
 - voies d'exposition 1.22
- Asie
 - aquaculture 1.8, 3.6, 3.7, 3.94
 - alimentée par des déchets 1.8
 - schistosomiase 3.77
 - trématodose 3.28
 - utilisation des excreta 4.123
- Asie du Sud-Est
 - fièvre dengue 3.30
 - sécurité alimentaire 3.7
- aspects environnementaux de l'utilisation des eaux usées en agriculture 2.121–144
- aspects socioculturels
 - aquaculture alimentée par des eaux usées 3.91–96
 - évaluation
 - d'un projet 2.177
 - qualitative 2.154, 4.144
 - importance de l'assainissement 4.6–7
 - utilisation
 - des eaux usées 2.115–119
 - des excreta/eaux ménagères 4.123–131

- assainissement
 - hors site
 - définition 2.219, 3.153, 4.203
 - sur site
 - définition 2.219, 3.153, 4.203
 - matières fécales non traitées 1.8
- astrovirus 3.25, 4.38
- atrazine 2.125
- Australie
 - eaux ménagères 4.16, 4.18
 - eaux usées, irrigation, études 2.209
 - moustiques 2.99
 - toxines cyanobactériennes (microcystines) 2.62
- autorité(s)
 - financière, réglementation 3.111, 4.166
 - locales 4.162
 - principaux acteurs 4.162
 - rôle et responsabilités 2.165, 3.108, 4.156
 - sanitaires 4.159
 - obligations internationales 4.154
 - optimisation coûts/bénéfices, hygiène et assainissement 4.6
 - priorités au développement 2.159, 3.103
 - prise de décision 4.3
 - responsabilités 2.160, 2.163–164, 3.104
- Azolla* (moustique) 3.71
- azote
 - analyses des flux de matière 4.134
 - besoins 2.143
 - dans le compost fécal 4.13
 - dans les eaux ménagères 4.17
 - dans les eaux usées 2.5, 2.62, 2.127
 - dans les excréta 4.9–12
 - dans les fertilisants artificiels 4.9
 - effets sur les sols, cultures et bétail 2.130
 - en excès 2.62, 2.200, 3.39
 - eutrophisation 4.138
 - impact sur les aquifères et étendues d'eau de surface 2.138
 - lixiviation, mesures de prévention 2.144
 - mesures de prévention 2.143
- B
- bactérie gram-négatif, survie dans l'urine 4.44, 4.46
- bactéries
 - dans les eaux usées 2.29
 - dans les fèces 4.36, 4.38
 - élimination dans l'urine 4.45
 - niches dans les installations sanitaires domestiques 4.47
 - objectifs en matière de réduction des agents microbiens 2.70–76
 - organismes indicateurs 2.30
 - risques pour les groupes exposés 1.25
- survie
 - dans l'environnement 2.32, 3.31–32, 3.33
 - dans les cultures 2.32–33, 4.52
 - dans les fèces, les boues et le sol 3.57, 4.51
 - taux de dégradation 4.48
 - voies d'exposition 1.22
 - Voir aussi* agents pathogènes
- bactériophages 2.30, 4.43, 4.47, 4.48
- Bacteroides fragilis* B40–8 4.49
- Balantidium coli* 3.25
- bananes 2.199
- Bangladesh, aquaculture alimentée par des eaux usées 3.6, 3.7
- barrières multiples 4.65
 - définition 2.219, 3.153, 4.203
- baryum 2.82
- bassin(s)
 - anaérobies
 - considérations économiques 2.148
 - définition 2.219, 3.153, 4.203
 - de décantation 2.95, 4.100
 - de grossissement, définition 2.219, 3.153, 4.203
 - de maturation 3.61, 3.85, 3.97
 - définition 2.219, 3.153, 4.203
 - de sédimentation
 - considérations économiques 2.148
 - facultatifs
 - considérations économiques 2.148
 - définition 2.219, 3.153, 4.203
 - mise à disposition d'installations d'assainissement 3.69–70
 - primaire 4.100
 - prolifération des vecteurs 4.75
 - qualité microbienne de l'eau 1.34–36
 - réduction de la contamination par les trématodes 3.72–75
 - utilisation en aquaculture 3.6
- bassins de stabilisation des déchets
 - avantages et inconvénients 2.94
 - définition 2.219, 3.153, 4.203
 - dimensionnement 2.98–99, 3.139–140
 - élimination des agents pathogènes 3.31–322
 - œufs de schistosome 3.62
 - pour les eaux ménagères 4.107–108
 - pour le traitement des boues fécales 3.58
- Bassin du Mékong, opisthorchiase 3.76
- Belgique, production d'eaux ménagères 4.16
- benzène 2.82
- béryllium 2.82, 2.202
- bétail
 - effets des composants des eaux usées 2.130–136
 - ingestion d'œufs d'helminthes 2.90
 - voir aussi* ruminants
- bicarbonates 2.133, 2.137, 2.200

- bilharziose 3.25, 4.38
 bioaccumulation 1.23
 biocarburant 4.85, 4.86
 biogaz 4.17, 4.88, 4.89, 4.97, 4.102–103
 digesteurs 4.102, 4.103, 4.143
 fermenteurs à 3.58
 production 4.102, 4.152
 biphényles 2.125
 BK virus (BKV), excrétés dans l'urine 4.40, 4.41
 blé 4.86
 blessures, infections secondaires 3.70
 bois à croissance rapide 4.86
 Bolivie, fascioliose 3.28
 bore
 concentration maximale admissible dans le sol 2.82
 dans l'eau d'irrigation 2.200, 2.209
 effets sur les sols, cultures et bétail 2.63, 2.132
 impact sur les eaux souterraines et les étendues d'eau de surface 2.139
 bottes *voir* équipement personnel de protection
 boues
 activées 2.93, 2.95, 2.149, 4.110
 définition 2.219, 3.154, 4.203–204
 lits de séchage 4.100, 4.101
 séparation solides/liquide 4.100
 transport 4.98–99
 utilisation comme engrais 3.58
 boues fécales
 activité rentable 4.149
 définition 2.220, 3.154, 4.204
 digestion thermophile et compostage 4.70
 manipulation et transport 4.75–76, 4.77, 4.98–99, 4.149
 matières organiques 3.58
 œufs d'helminthes 4.72
 période de retrait 4.76, 4.77
 points critiques 4.84
 risques sanitaires et temps de stockage 4.99
 techniques d'épandage 4.86
 traitement 1.8, 3.58–59, 4.74, 4.75, 4.100–103
 voir aussi excreta; boues
 boues provenant des fosses septiques/de vidange
 définition 2.220, 3.154, 4.204
 traitement, options 4.100–104
 utilisation en aquaculture 3.6
 Brésil
 contamination par les helminthes 2.34
 eaux usées, traitement 2.99
 effluent d'un bassin utilisé pour l'irrigation 2.74
 réseaux condominaux d'égouts 2.153
 toxines cyanobactériennes (microcystines) 2.62
 Burkina Faso, entreprise de collecte de boues fécales 4.150
 C
 cadmium
 absent dans les aquifères 2.142
 aquaculture alimentée par des rejets 3.18, 3.47
 dans le sol 2.63, 2.82, 2.138
 dans les plantes 2.63, 3.38
 eaux usées 2.125, 2.209–212
 excreta/eaux ménagères 4.136
 toxicité 2.134, 2.202
 voies d'exposition 1.23
 Cadre de Stockholm 2.9–25, 3.13–30, 4.21–31
 cadre politique national
 analyses 4.166–169
 approprié 2.159–160
 développement et maintien 1.1, 1.7, 1.13–16,
 et utilisation des eaux usées 1.1–2, 1.10–11
 mise au point 2.168–172, 3.110–115
 objectifs 1.10, 4.165–166
 priorités 2.173, 2.177, 3.105, 3.113, 3.117
 voir aussi politiques
 calcium 2.63
 calcul de risque
 collecte et utilisation de l'urine 4.57–61
 eaux ménagères 4.55–57
 stockage des excreta non traités 4.60–63
 calicivirus 3.25, 4.36, 4.38
 Cambodge
 problèmes dermatologiques 2.42, 3.36
 trématodose 3.28
Campylobacter jejuni
 agent pathogène 3.25
 concentration d'organismes excrétés 3.32
 dans les eaux usées 2.29
 dans les fèces 4.38
 dégradation 4.44–45, 4.47, 4.48
 données épidémiologiques 4.35
 organismes indicateurs/index 2.30, 4.68
 Canada
 cyanotoxines (microcystines) 2.62
 eaux ménagères 4.18
 Cap Vert, irrigation goutte à goutte peu onéreuse 2.88, 2.153, 2.157
 carbamazépine, persistance 2.126, 4.136
 carbone organique total (COT), dans l'eau de boisson 2.142
 carbone/azote, ratio, pour le compostage 4.102
 carbones 2.133, 2.137
 carottes 4.12
 carpe
 à grosse tête (*Aristichthys nobilis*) 3.8
 aquaculture 3.6, 3.8, 3.9, 3.10, 3.11, 3.34, 3.39
 argentée (*Hypophthalmichthys molitrix*) 3.8, 3.9, 3.11, 3.34

- catla (*Catla catla*) 3.8
- commune (*Cyprinus carpio*) 3.8, 3.34
- herbivore (*Ctenopharyngodon idellus*) 3.8, 3.9
- mrigal (*Cirrhinus mrigala*) 3.8
- rohu (*Labeo rohita*) 3.8, 3.11
- céleri annamite 3.8
- cendres, addition de 4.13, 4.50, 4.90–93, 4.94
- chaîne alimentaire, transfert des polluants 2.81
- changement(s)
 - climatique, stratégies de réponse au 1.10
 - dans les méthodes de travail 4.170
 - sociaux 4.123
- charriage des déjections
 - définition 2.220, 3.154, 4.204
- châtaigne d'eau 3.6, 3.8, 3.35
- chaussures voir équipement personnel de protection
- chaux 4.15, 4.29, 4.76–77, 4.93, 4.94, 4.116, 4.118
- Chili
 - infections bactériennes dues aux légumes crus 2.42
 - schémas de restriction des cultures 2.86–87
- chimio prophylaxie 3.53, 3.54
- chimiothérapie/traitement médicamenteux
 - à base communautaire 3.75–76
 - campagnes de masse 2.103
 - helminthes 2.91
 - mesures de protection sanitaire 1.12–13, 1.33, 3.54, 3.67
 - trématodoses 3.75–76
 - validation et surveillance 2.110, 3.86
- Chine
 - aliments crus 3.96
 - ankylostome, infection 4.50
 - aquaculture alimentée par des eaux usées 3.5, 3.6, 3.7–8, 3.63
 - clonorchiose 3.27, 3.96
 - dengue 3.30
 - eaux ménagères, production 4.16
 - eaux usées industrielles 2.62
 - herbe à canard, culture 3.63
 - infestation par *Ascaris* 4.50
 - nutriments dans les eaux usées et excreta 4.11
 - pénurie d'eau 4.7
 - rareté de l'eau 2.3–4
 - recherches 3.71
 - schistosomiase 3.77
 - toilettes à dérivation d'urine 4.95
 - toxines cyanobactériennes (microcystines) 2.62
 - traitement ovicide 4.52
 - trématodose 3.28, 4.37
 - utilisation traditionnelle des déchets 2.115, 3.35–36, 3.93, 4.123
 - viabilité des œufs d'helminthes 4.76, 4.94
- chloramphénicol 1.23, 3.18
- chloration 2.93, 2.96
- chlordane 2.82
- chlorures 2.133, 2.142, 2.200
- cholangiocarcinomes 3.28
- cholangiohépatites 3.28
- choléra
 - contamination de l'eau de boisson 4.36
 - irrigation avec des eaux usées 1.25, 2.38
 - maladies liées aux excreta 3.25, 3.26, 4.29, 4.30, 4.38
 - voir aussi *Vibrio cholerae*
- choux de Bruxelles, survie des agents pathogènes 2.31
- chromate 2.63
- chrome 2.209, 2.212, 3.38, 4.133, 4.136
- clonorchiose 1.12, 3.25, 3.28, 3.96
- Clonorchis* spp. (douve hépatique)
 - agent pathogène 3.25
 - concentration des organismes excrétés 3.32
 - en Chine 3.27, 3.96
 - et aquaculture alimentée par des rejets 3.17, 3.28
 - et consommation de poisson cru 3.96
 - hôtes animaux 3.73
 - métacercaires enkystées 3.35, 3.72
 - objectifs liés à la santé 3.22
 - temps d'inactivation 3.56
 - voies d'exposition 1.22
- Clostridium perfringens* 2.30
- clôtures et barrières 2.103
- coagulation, définition 2.220, 3.154, 4.204
 - floculation 2.93, 2.95, 2.101
- cobalt 2.63, 2.202, 2.211–212, 3.40
- coliformes 4.47, 4.57, 4.94, 4.107
- coliformes thermotolérants
 - concentration dans les eaux usées 2.29
 - concentration d'organismes excrétés 3.32
 - définition 2.220, 3.154, 4.204
 - élimination rapide 3.65
 - organismes indicateurs 2.28–31, 2.30, 3.31
 - survie
 - dans l'environnement 2.32, 3.33
 - dans les cultures 4.52
 - dans les fèces, boues et sol 3.57, 4.51
- coliphages 2.30, 4.47
- collaboration intersectorielle 1.7, 1.17–19
- colza 4.86
- comité de résidents pour la promotion de la santé 4.179
- Commission du Codex Alimentarius 2.114
 - marges de tolérance 3.47
- Commission européenne, Programme REACH 4.125–126
- Commission sur le Développement durable 2.160, 3.103, 3.104, 4.154
- communautés locales
 - accès à l'eau de boisson et l'assainissement 3.54
 - exploitation et maintenance 2.174, 3.118

- groupe à risque 1.11–12
- implication 2.175, 3.92, 3.114, 3.121
- mesures de protection sanitaire 3.48–51, 3.54, 3.55–56
- objectifs liés à la santé pour l'aquaculture alimentée par des eaux usées 1.33
- organisations 2.176, 3.118–119, 4.160, 4.162
- risques liés
 - à l'irrigation par aspersion 2.51
 - aux eaux usées, excréta/eaux ménagères 1.10–11, 2.43–49, 2.52–53
 - surveillance/vérification, conformité avec les objectifs en terme microbien 1.37
- communication
 - interactive 3.120
 - sur le risque, définition 4.25
- comportement alimentaire
 - changements 3.68, 375, 3.95
 - et trématodose 3.95
- comportement humain
 - changement 1.7, 3.91, 4.29, 4.123, 4.125–127, 4.176
 - transmission de maladies 2.115, 3.91
 - us et coutumes 4.76–77
- composés organiques
 - adsorption et biodégradation dans le sol 4.135
 - concentration maximale admissible dans le sol 2.82
 - dans les eaux usées 2.64, 2.125–127
 - effets sur les sols, cultures et bétail 2.135
 - halogénés 2.64
 - impact sur les aquifères et étendues d'eau de surface 2.139
 - normes relatives aux concentrations dans les poissons et les légumes 3.47
 - persistants 4.134–137
 - toxiques 2.125–127, 2.135, 2.144
- compostage 3.58, 4.13, 4.44, 4.52, 4.70, 4.74, 4.92, 4.101–4.103
- compte rendu et communication 3.119–121
- concentration d'oxygène dissous dans les bassins à poisson 3.97
- concombres 4.87
- conduit de ventilation (FVA), toilettes 4.90, 4.91, 4.92, 4.118
- Conférence internationale sur le financement du développement, Monterey, Mexique 1.4
- Conseil des érudits musulmans responsables d'Arabie Saoudite 2.115–116
- Conseil économique et social, rôle 1.17
- conseils nationaux des sciences et des technologies 1.16, 1.17–18
- considérations/faisabilité économique(s)
 - aquaculture alimentée par des eaux usées 3.122–123
 - planification des projets 2.177
- utilisation
 - des eaux ménagères 4.141–152
 - des eaux usées 2.152, 2.160, 3.97–100
 - des excréta 2.152, 2.160, 3.97–100, 4.141–152
- consommateurs
 - interaction avec les 3.121
 - limitation de l'exposition 2.90–91
 - mesures de protection sanitaire 3.54
 - objectifs liés à la santé pour l'utilisation des eaux usées en aquaculture 1.33
 - produits sains 4.164
 - protection 3.43–48
 - risques
 - légumes crus 2.39–40
 - liés à l'aquaculture alimentée par des eaux usées 1.11–12, 3.53
 - liés à l'utilisation des eaux usées 1.25, 2.36, 2.37–41
 - surveillance/vérification 1.33
- contacteurs biologiques tournants/rotatifs 2.149, 4.110
- contaminants
 - environnementaux, concentration par les mollusques 3.3
 - microbiens, accumulation passive 3.33
- contamination
 - chimique
 - des rejets 3.18, 3.39, 3.47–48
 - évaluation des risques 2.62–63
 - croisée, lors de la transformation du poisson 3.43–46, 3.66, 3.70
 - fécale
 - croisée 4.54, 4.58, 4.71, 4.72, 4.77, 4.78
 - de l'urine 4.72, 4.77
 - gestion des risques 4.116
 - indicateurs 2.28–30, 3.31, 4.37, 4.47
 - prévention 3.73, 4.82–85
 - sources 4.54
 - identification des dangers 1.21
 - surveillance 4.117
- Convention
 - de Bâle 4.154
 - de Rotterdam 4.154
 - de Stockholm 4.154
- coopération
 - entre les ministères/agences 3.107–108
 - intersectorielle 1.7, 2.2
- coprostanol 4.47
- Corée (République de)
 - poisson cru/fruits de mer 3.96
 - programmes de chimiothérapie de masse 3.76
 - trématodose 3.28
- coronavirus 3.25
- coton 2.86, 4.86
- courge 4.49

- courges d'été 2.31, 2.31
- coût-efficacité
 - mise en œuvre des directives 1.4, 1.7
 - projet d'utilisation des eaux usées/excreta 3.98
- covo 4.15
- crabes 3.96
- cresson des rivières 3.6, 3.8, 3.35, 3.75, 3.96
- crevettes 3.4
- critères
 - de planification de projets 2.177–180, 3.121–125
 - d'évaluation innovants 4.174
- croissance démographique
 - demande croissante de ressources en eau 1.9
 - en zones urbaines et périurbaines 2.3–4, 4.19
 - et utilisation des eaux usées 1.9, 2.4–5 projetée 4.7
- CROPWAT, FAO programme informatique 2.199
- croyanances culturelles et religieuses 2.115–116, 3.94, 3.95, 3.123, 4.123
- croyanances et pratiques traditionnelles
 - Chine 2.115, 3.35, 4.123
 - impact social 3.122–123
 - Inde 2.115, 4.123
 - Indonésie 2.115, 3.93
 - utilisation de l'urine 4.124
 - utilisation des excreta 1.56, 4.124
 - Viet Nam 2.115, 4.50, 4.123
- Cryptosporidium parvum*
 - agent de maladie 3.25, 4.37
 - concentration 2.29, 3.32
 - dans les aquifères 2.123
 - dans les fèces 4.38
 - dégradation 4.48
 - dépérissement 4.43
 - données épidémiologiques 4.35
 - oocystes comme organismes indicateurs 2.30
 - organisme index 4.68
 - risques tolérables 2.67
 - survie 2.32, 3.33, 3.57, 4.46, 4.51, 4.52
 - voies d'exposition 1.22, 3.17
- cuisine, pratiques d'hygiène inadaptées 4.24
- cuisson
 - mesure de réduction des risques pathogènes 2.13–14, 2.18, 2.89, 3.62, 3.66–67
 - mesures de protection sanitaire 1.33, 1.53, 1.54
 - paramètres de surveillance 2.110
 - pour prévenir la transmission des trématodes 3.73, 3.74–75
 - stratégie de gestion des risques 4.30
- cuivre
 - dans le poisson 3.40
- dans les eaux usées 2.125, 2.209–212
- dans les excreta/eaux ménagères 4.136
- dans le sol 2.63, 2.134, 2.138
- toxicité 2.134, 2.202
- Culex* spp. 3.19, 3.27, 3.30, 3.71
- cultures
 - besoin de cuisson 4.87
 - besoin en azote 2.143–144
 - de faible hauteur 1.28, 1.29, 1.30
 - définition 2.220, 3.154, 4.204
 - de grande hauteur 1.28, 1.29, 1.30
 - définition 2.220, 3.154, 4.204
 - endommagées par l'arrosage 2.201
 - helminthes 2.34–35
 - impacts des métaux lourds 2.125
 - non-alimentaires 4.86
 - plantes consommées crues 2.37–41, 4.85
 - procédés avant la consommation 4.86
 - recontamination sur les marchés 2.33
 - rendements et prix attendus 4.180
 - revenus liés à la vente 4.20
 - sélection 2.204, 4.81
 - sensibilité
 - à l'apport hydrique 2.199
 - aux produits chimiques 2.113–114
 - surveillance de la contamination microbienne 4.121
 - survie des agents pathogènes 2.31
 - utilisation de l'urine comme fertilisant 4.77–79
- cultures (alimentaires)
 - consommées crues 1.29
 - irrigation restreinte 2.86
- cultures bouddhistes, utilisation des eaux usées 2.116
- cultures des racines
 - pelage 4.87
 - risques sanitaires 4.49
 - surveillance/vérification 1.37
 - survie des agents pathogènes 2.31
- cultures des salades
 - contamination bactérienne 2.32–34
 - lavage/rinçage 1.28, 2.89–90, 4.73, 4.87
 - risques sanitaires 4.49
 - voir aussi légumes, non cuisinés
- cuves de stockage de carburant 2.125
- cyanobactérie 3.39
- cycle de production, analyses et gestion des risques 1.12–13
- Cyclospora* spp. 1.22, 2.35, 3.25, 4.37, 4.38
- cysticercose
 - bovine 2.90
 - définition 2.220, 3.154, 4.204
- cytomégalovirus, excrété de l'urine 4.40, 4.41
- D
- 2,4-D 2.82, 2.126
- dalits 4.128
- Danemark, *ascaris* 4.436

- danger, pour l'aquaculture alimentée par des eaux usées 3.23
- dangers pour la santé
- identification 1.21
 - voies d'exposition 1.22–23
- DDT 1.23, 2.82, 2.126, 3.18, 3.47
- Déclaration d'Alma-Ata 1.17
- défécation, en plein air 4.86, 4.120, 4.128–129
- dégradation biologique 2.126, 4.203
- demande biochimique en oxygène (DBO) 4.17, 4.18, 4.19, 4.109
- définition 2.220, 3.154, 4.204
- demande chimique en oxygène (DCO) 4.17
- démarche PHAST 4.176
- démarches participatives, planification d'un projet 4.176
- dengue 1.23, 3.18, 3.19, 3.30
- densité démographique 2.115, 3.91, 4.123
- dépuración
- définition 2.220, 3.154, 4.204
 - et aquaculture alimentée par des eaux usées 3.65
 - mesures de protection sanitaire 1.33, 3.53, 3.54
 - surveillance/vérification 3.87
- dermatite de contact (eczéma) 3.36, 3.50
- voir aussi* maladies de la peau
- désinfection
- avantages et inconvénients 2.96
 - définition 2.220, 3.154, 4.204
 - efficacité de l'élimination des agents pathogènes 2.102
 - et lavage 2.89, 3.66–67, 4.87
 - sous-produits 2.125, 2.142
- détergents
- contenant du phosphore 4.17
 - élimination des œufs d'helminthes 2.74, 2.89, 3.66–67, 4.72, 4.87
 - en excès 4.17, 4.105
 - ménagers 2.201
 - voir aussi* savons
- développeurs et investisseurs 4.160–161, 4.163
- diarrhées 3.24, 3.25, 3.27, 4.38
- chez l'enfant 3.36–37
 - complications 3.27, 3.45, 4.30–31
 - définition 2.220, 3.154, 4.204
 - eaux usées liées aux 2.38, 2.41, 2.47
 - et légumes crus 2.40
 - incidence 2.80
 - mortalité et charge de morbidité 3.24, 3.27, 4.30–31, 4.68
 - surveillance 4.121
 - traitement 3.67
- dichlorobenzène 2.82, 2.126
- dieldrine 2.82, 2.125
- digestion
- anaérobie 4.97, 4.102–103
 - mésophile 4.103
 - thermophile 4.52, 4.70, 4.103
- dignité humaine 4.127–128
- dioxines
- concentration maximale admissible dans le sol 2.82
 - dangers 1.23 2.64, 3.18
 - dans l'aquaculture alimentée par des rejets 3.18, 3.39, 3.47
 - normes pour les poissons et les légumes 3.47
 - voies d'exposition 1.23, 3.18
- Diphyllbothrium latum* (ver plat infestant les poissons) 3.25
- directives internationales 3.51–52, 4.4
- dispositions institutionnelles et responsabilités 1.16–19, 3.79, 4.113
- distomatose
- hépatique 3.28
 - intestinale 3.29
- donateurs, protocole d'accord 1.18
- données épidémiologiques
- agents pathogènes 4.35
 - et chimiothérapie 3.75–76
 - évaluation des risques 4.50–53, 4.56, 4.66
 - sur l'utilisation des excréta/eaux ménagères en agriculture 4.65, 4.68
- données très spécifiques au pays 1.16
- dose infectieuse médiane, ID₅₀ 4.36
- dose journalière admissible (DJA)
- définition 2.220, 3.154, 4.204
- drain, définition 2.220, 3.154, 4.204
- drainage 2.203–204, 4.137, 4.138
- droits d'accès 2.163, 2.166, 3.106, 3.109, 4.161, 4.166
- droits et responsabilités, affectation 3.104, 4.154
- E
- eau
- augmentation de la consommation 2.4–5
 - droits d'accès 2.163, 2.166, 3.106, 3.109
 - évaporation et pertes dues à l'infiltration 2.144
 - éviter la pollution 3.95
 - quantité, pour l'irrigation 2.199
 - recyclage 1.7–8, 1.9, 2.73, 4.5
- eau de boisson
- accès 1.33, 3.48, 3.54, 3.54–55
 - contamination 2.143, 3.20, 4.36–37, 4.142, 4.179
 - évaluation des risques 2.55
 - qualité 1.10, 2.65
 - sécurité 2.65, 3.54, 3.55, 4.179
- eau de surface
- contamination/pollution 1.8, 2.3, 3.5, 3.6
 - définition 2.220, 3.154, 4.204
 - impacts de l'utilisation des eaux usées 2.142–143
 - impacts des excréta/eaux ménagères 4.5

- eau douce
 - concurrence pour la demande 1.9, 4.7
 - dégradation 2.3
 - préservation 3.150, 3.162
 - rareté 3.3, 3.5
 - ressources 2.161
- eaux ménagères
 - agents pathogènes 1.12, 4.41–42
 - valeurs indicatives 4.69, 4.71, 4.75
 - azote 4.17
 - collecte, manipulation et transport 4.54, 4.81, 4.88, 4.103, 4.105
 - comme fertilisants 4.33
 - composés organiques persistants 4.134–137
 - contamination fécale 1.27, 4.41–42, 4.47, 4.54, 4.56, 4.71–72, 4.82–83
 - contenant du phosphore 4.17
 - définition 2.220, 3.154, 4.3, 4.204
 - demande biochimique en oxygène (DBO) 4.18, 4.105
 - environnement 4.5
 - et malnutrition 4.33–34
 - gestion des risques 4.29–30
 - matières organiques dégradables 4.17, 4.33, 4.46
 - métaux lourds 4.133–134, 4.135, 4.136
 - mesures de prévention de l'exposition 4.30
 - nutriment 4.9–10, 4.11–12, 4.15, 4.16–17, 4.19
 - option sans traitement 1.21
 - paramètres de la qualité de l'eau 4.18
 - prétraitement 4.98, 4.106
 - prolifération d'insectes vecteurs 4.82
 - résidus pharmaceutiques 4.135, 4.136
 - risques liés à l'exposition 1.26
 - risques sanitaires 1.13
 - sources 4.15–16
 - systèmes de séparation à la source 4.41, 4.106
 - techniques
 - d'application 1.46
 - d'épandage 4.86
 - de traitement 4.29, 4.178–179
 - usage domestique 4.111
 - valeur en tant que ressources 1.9–10
 - valorisation des ressources 4.3, 4.9, 4.33, 4.155, 4.156
 - volume et composition 4.15–17
- eaux ménagères, traitement
 - choix 4.174, 4.175, 4.180
 - mesures de protection sanitaire 1.12–13, 1.33
 - méthodes 4.103–110
 - surveillance/vérification 4.74–75
 - systèmes
 - à petite échelle 4.105
 - de bassins 4.54, 4.83, 4.107–108
 - technologie 4.144
- eaux ménagères, utilisation
 - acceptabilité 4.124–128
 - à la charge de l'utilisateur 4.143, 4.147, 4.152
 - analyse
 - coût-bénéfices 4.141–144
 - quantitative du risque microbien 4.54–63
 - aspects
 - environnementaux 4.133–139, 4.155
 - politiques 1.1, 4.153–171
 - socioculturels 4.123–131
 - techniques 4.180–181
 - associations d'utilisateurs 4.160
 - bénéfices 1.9–10, 4.180–181
 - calcul de risque 4.55–57
 - changement de comportement 4.126
 - considérations économiques 4.2, 4.141–152
 - coûts 4.180
 - directives locales 4.170
 - directives OMS 3.58
 - données épidémiologiques 4.50–54, 4.65
 - en agriculture 3.58
 - faisabilité
 - commerciale 4.152
 - financière 4.146–152
 - gestion
 - équipe multidisciplinaire 4.114
 - intégrée des ressources en eau 4.156
 - informelle/illégal 4.179
 - islam 4.124
 - mesures de prévention 4.118
 - mesures techniques 4.89–111
 - objectifs 1.1, 1.14, 4.165–166
 - liés à la santé 1.32–34
 - organisme de coordination national 4.157
 - pauvreté 4.7, 4.19–20
 - perceptions et attitudes 4.123–125
 - pilotage 4.170
 - plan de gestion des risques 4.115
 - planification et mise en œuvre 4.173–181
 - plans d'action 4.167–171
 - points d'exposition 4.85
 - près de la source 4.7
 - programmes d'information et d'éducation 4.171
 - questions de genre 4.128–131
 - recherche 4.171
 - recyclage, nutriments 4.6–9
 - réforme institutionnelle 4.167–170
 - réglementation 4.153, 4.164–165
 - responsabilités 4.155, 4.156–160
 - schéma de circulation des flux 4.115
 - surveillance opérationnelle 4.116–117
 - systèmes à petite échelle 4.120
 - validation 4.116
 - vérification 4.117

- eaux souterraines
 définition 2.220, 3.155, 4.205
- eaux usées
 aérosols 2.51
 comme ressources 1.9–10, 2.5, 2.6, 3.5, 3.116
 composants 2.121–129
 composés organiques toxiques 2.125–127, 2.142, 2.144
 concentration d'organismes excrétés 3.32
 contamination chimique 2.3
 dangers pour les humains et les animaux 3.17–18
 définition 2.220–221, 3.155, 4.205
 domestiques vs industrielles 2.61, 2.124, 2.142
 et agents pathogènes 2.27–30, 4.30–31
 évaluation des risques 2.27
 exposition 3.36–37, 3.50
 gestion intégrée des ressources en eau 2.162
 impact
 de l'urbanisation 2.4, 2.5
 préoccupations
 environnementales 3.95–97
 métaux 2.142, 3.88
 municipales 2.5
 organismes indicateurs 2.30
 pH 2.129
 pollution liée à une élimination inappropriée 1.9
 qualité 2.59–60
 recharge des aquifères 2.7–8, 2.139
 réduction des agents pathogènes 2.59–60, 3.59, 3.60, 3.73
 stratégies sans traitement 1.21
 techniques d'épandage 2.87–89
 traitées vs. non traitées 1.8, 2.102–104, 2.115
 valeur en tant que ressource 1.1, 1.9–10, 2.3, 2.5, 3.105, 4.175
 valeur, nutriments 2.6, 2.199, 3.5
- eaux usées municipales
 composants 2.130–136
 produits chimiques 2.61
 salinisation 2.123, 2.124
 substances toxiques 2.201
- eaux usées, irrigation
 analyse du risque 2.85–86
 culture, augmentation des revenus des agriculteurs 2.5
 et environnement durable 2.6–7
 largement utilisées 1.8
 métaux lourds et éléments traces 2.209–212
 Mexique 2.140–141
 Objectifs du Millénaire pour le développement 2.5–7
 objectifs liés à la santé 1.28
- protozoaire, contamination 2.35
 risques sanitaires 1.25
- eaux usées, traitement
 avancé (tertiaire) 2.93, 2.101–102
 définition 2.224, 3.158, 4.208
 avantages et inconvénients 2.94
 comme stratégie de gestion des risques 3.22
 considérations économiques 1.31, 2.73, 2.92, 2.148, 2.150–152, 2.155–158,
 co-traitement avec les boues fécales 4.101
 coûts 2.150, 3.99
 élimination des contaminants chimiques 3.50
 et contamination bactérienne 2.32–34
 évaluation économique 4.142
 faisabilité/priorité 1.34
 mesures de protection sanitaire 1.12–13, 1.33, 2.71, 3.43–44, 3.54, 3.55–56, 3.59–62
 peu onéreux 2.151–152
 primaire 2, 93–94, 3.60
 définition 2.224, 3.158, 4.208
 procédés 1.28, 1.31, 3.60
 à haut débit 2.99–100
 réduction
 des agents pathogènes 1.28, 2.71, 2.72, 2.73, 2.91–102
 helminthes 2.34–35
 réservoirs de stockage 2.98–99
 secondaire
 avantages et inconvénients 2.94
 définition 2.224, 3.158, 4.208
 options 3.61
 réduction des agents pathogènes 2.100–101, 3.60
 surveillance 2.77–78, 2.79, 2.109, 3.59
 systèmes biologiques bas débit 2.92, 2.96, 2.98–99
 systèmes de base, herbe à canard 3.63
 vérification et surveillance 1.30, 3.85
- eaux-vannes 4.97, 4.99, 4.100–104, 4.205
 définition 2.220, 3.155, 4.205
 utilisation en aquaculture 3.6
 voir aussi excreta; eaux ménagères
- Echinostoma malayanum* 3.96
 échovirus 2.48, 2.51–52, 3.26, 4.38
 écorce de noix de coco, média pour les filtres à lit bactérien 4.109
 écrevisse 3.78, 3.96
 éducation primaire 1.5
 éducation sanitaire/information
 comme instrument politique 4.154
 communication 2.175–176, 3.120
 évolution des comportements 4.127
 facteurs culturels 4.176
 hygiène domestique 4.178
 messages pertinents 1.19
 mesures de protection sanitaire 1.33, 3.67, 3.68, 3.76, 3.92

- surveillance/vérification 2.110
- effets sur la santé
 - d'après des données épidémiologiques 4.67
 - mesure directe 4.121
 - objectifs 4.28, 4.66
- effluents
 - définition 2.221, 3.155, 4.205
 - de papeterie 2.212
 - stockage, réservoirs 4.108
 - voir aussi* fosses septiques; eaux usées
- effluents des fosses septiques
 - irrigation souterraine 1.31
 - systèmes gravitaires 4.98
- égalité des sexes
 - Objectifs du Millénaire pour le développement 1.5
 - voir aussi* femmes
- égouts, définition 2.221, 3.155, 4.205
- Égypte
 - cadmium dans l'eau d'irrigation 2.211
 - concentrations de métaux lourds 3.39
 - eaux usées, bassins de stabilisation 3.39
 - expérimentation, aquaculture alimentée par des eaux usées 3.11
 - qualité des aquifères 2.139
- éléments traces
 - toxiques 2.202–203
 - voir aussi* métaux lourds
- Eliocharis tuberosa* voir châtaigne d'eau
- encéphalite 4.38
- encéphalite japonaise 3.19, 3.30
 - virus, voies d'exposition 1.23
- endosulphan 2.125
- endrine 2.126
- enfants
 - diarrhées 3.46, 3.49
 - éducation 4.127
 - exposition aux eaux usées 2.52, 2.80, 3.70
 - helminthes 1.25, 2.42–43, 2.74, 2.76
 - maladies liées aux excreta 3.26, 4.31
 - malnutrition 4.33
 - Salmonella* 1.25
 - sensibles aux trématodes transmis par la consommation d'aliments 1.12
- engagement du dialogue 1.15–16
- enkystement, définition 2.221, 3.155, 4.205
- Entamoeba coli*, au Pérou 2.35
- Entamoeba histolytica*
 - agent pathogène 3.25, 4.37
 - concentration 2.29, 3.32
 - dans les fèces 4.38
 - kystes, survie 2.32, 3.32, 3.33, 4.52
- Entamoeba* spp.
 - en aquaculture alimentée par des rejets 3.17
 - survie, dans les fèces et le sol 4.51
 - voies d'exposition 1.22
- entérite, symptômes 4.38
- entérocoques 4.47, 4.48
 - organismes indicateurs 2.30
- entérovirus/virus entériques
 - agents pathogènes 4.36
 - concentration 2.29, 3.32
 - dans les fèces 4.38
 - organismes indicateurs 2.30
 - risques pour les populations exposées 2.49
 - survie 2.32, 3.33, 4.52
- environnement durable, Objectifs du Millénaire pour le développement 1.6, 2.6–7
- environnement sain pour les bassins alimentés par des rejets 3.97
- épandage des eaux usées
 - calendrier 1.33, 2.110, 3.54
 - période de retrait 3.64–65
- épidémiologie, définition 2.221, 3.155, 4.205
- épinard d'eau 3.6, 3.8, 3.35, 3.38, 3.41
- épinards 4.12, 4.15
- épluchage/pelage des fruits et légumes 2.78, 2.85, 2.89, 3.66–67, 4.87
- équilibre acides et bases (pH) eaux usées 2.129
- équipe multidisciplinaire 2.105–106, 3.80, 4.114
- équipement personnel de protection
 - confort/accessibilité 2.153, 3.70
 - et ankylostome 1.22, 1.25
 - et manipulation 4.77, 4.79, 4.83, 4.99
 - gestion des risques 4.29, 4.30, 4.85
 - inspection et vérification 2.111, 3.87
 - mesures de protection sanitaire 1.13, 1.33, 3.54, 3.55–56, 4.86
 - pour l'épandage d'urine 1.27
 - pour les travailleurs agricoles 2.88, 2.90
 - pour les travailleurs en aquaculture 3.48, 3.69
 - utilisation 4.127, 4.179
- équité sociale 4.1
- Escherichia coli*
 - agent pathogène 3.25
 - bactérie indicatrice 4.75
 - contamination microbienne des poissons 3.34
 - dans les eaux ménagères 4.69
 - dans les rejets 3.17
 - définition 2.221, 3.155, 4.205
 - élimination 2.92, 2.96, 3.59
 - entérohémorragique (EHEC) 4.35, 4.36, 4.38, 4.42
 - entérotoxigènes, organismes indicateurs 2.30
 - O157:H7 2.61, 3.25
 - objectifs, qualité microbienne 3.45
 - organismes indicateurs 2.28–30, 2.112–113, 3.31, 4.47, 4.117
 - surveillance 3.88, 4.74
 - survie 3.57, 4.44, 4.49, 4.51
 - valeurs indicatives pour les excreta/eaux ménagères 4.68–69, 4.69

- vérification 4.114
- voies d'exposition 1.22
- espèces
 - élevées dans le cadre de l'aquaculture
 - alimentée par des eaux usées 3.8
 - introduction à la lutte biologique 3.77–78
- États-Unis d'Amérique
 - aquifères 2.142
 - Californie 1.30, 2.5, 2.73, 2.117
 - critères pour le recyclage de l'eau 2.73
 - distribution de l'eau 2.3–4, 4.7
 - eaux ménagères 4.16, 4.16
 - eaux usées
 - aérosols 2.51
 - irrigation, études 2.209
 - traitement 1.30, 4.106
 - utilisation 2.5, 2.117, 3.92–93
 - E. coli* O157:H7 2.61
 - gastro-entérite aiguë 3.26, 4.31
 - méthémoglobinémie 2.62
 - moustiques 2.99
 - QMRA études 2.53
 - toxines cyanobactériennes (microcystines) 2.62
 - utilisation de l'eau 2.4
 - utilisation des excreta 3.92
- étendues d'eau
 - contamination, mesures de prévention 2.145
 - impact environnemental de l'utilisation des excreta/eaux ménagères 4.138
 - limitation d'accès 3.70
 - oxygène dissout 4.138
- études/preuves épidémiologiques
 - aquaculture alimentée par des eaux usées 3.15, 3.19, 3.36–39
 - évaluation des risques sanitaires 2.27, 2.28, 4.23, 4.24–25
 - identification des dangers 1.24
 - utilisation des eaux usées en agriculture 2.36–53
- études sérologiques 2.51–52
- EUREPGAP 2.79
- Europe de l'Est, méthémoglobinémie 2.62
- Europe
 - cresson cru 3.96
 - eaux ménagères, production 4.16
 - expérimentation, aquaculture alimentée par des eaux usées 3.12
 - utilisation des excreta 2.115, 3.92, 4.123
- eutrophisation
 - due à un excès de phosphore 2.128, 2.138, 2.143, 4.138–139, 4.155–156
 - et toxines cyanobactériennes 2.62, 2.143, 3.39
- évaluation
 - définition 2.221, 3.155, 4.205
 - de l'exposition 4.27
 - de l'impact 3.120
 - de l'impact sanitaire
 - définition 2.221, 3.155, 4.205
 - lois et réglementations 1.2, 2.159, 2.167–168
 - planification des projets 1.11, 2.177–178, 3.122
 - procédures et méthodes 2.215–216, 3.149–150
 - des besoins 1.14–15
 - des risques, définition 2.221, 3.155, 4.205
 - du système 2.105–108
 - et surveillance, financement 4.146–147
- évaluation quantitative des risques microbiens (QMRA)
 - définition 2.221, 3.155, 4.205
 - et détermination de la réduction des agents pathogènes 2.67, 2.68
 - évaluation
 - des systèmes d'assainissement 4.65
 - du risque sanitaire 2.27, 2.28, 2.53–60, 3.15, 3.19–20, 4.23, 4.24–25, 4.25
 - modèle de Monte Carlo 2.70
 - modèles dose-réponse 2.54–55
 - pour les excreta/eaux ménagères 4.47, 4.54–63
 - rotavirus 1.26
 - stockage des urines 1.27
 - transmission des infections 1.24
- évapotranspiration 2.199
- excreta
 - addition de cendres ou de chaux 4.76, 4.77, 4.90–91
 - collecte, manutention et transport 4.54, 4.75–76, 4.77, 4.84, 4.88, 4.98–100
 - comme ressource 4.9, 4.10–11
 - composés organiques persistants 4.134–137
 - compostage 4.52, 4.70
 - considérations financières 4.141–144, 4.148
 - définition 2.221, 3.155, 4.3, 4.205
 - dignité humaine 4.127–128
 - et agents pathogènes 4.30–31
 - valeurs indicatives 4.69, 4.71
 - et malnutrition 4.33
 - gestion des risques 4.29–30
 - liés aux agents pathogènes
 - identification des dangers 1.21
 - risques sanitaires 1.12
 - voies d'exposition 1.22
 - mauvaise gestion 4.30–31, 4.33
 - méthodes de prévention de l'exposition 4.30–31
 - organismes excrétés 3.32
 - période de retrait 4.76, 4.87
 - préoccupations environnementales 3.95–97
 - quantités et composition 4.9
 - rapport carbone/azote 4.92

- réduction/dépérissement des agents pathogènes 3.73, 4.81
- résidus pharmaceutiques 4.135
- risques
 - liés à l'exposition 1.25
 - pour les consommateurs et les employés 4.53, 4.126
- séparation à la source 4.178
- stockage 1.32, 4.90, 4.126
 - mesures de protection sanitaire 1.35
- techniques de traitement 4.7, 4.29, 4.34, 4.143
- utilisation
 - en aquaculture 3.36–37
 - indirecte 3.91
 - voir aussi eaux-vannes; fèces; eaux ménagères; eaux usées
- exposition
 - définition 2.221, 3.155, 4.205
 - évaluation de l' 4.25–26
 - définition 2.221, 3.1554.205
 - travailleurs, objectifs en matière de qualité microbiologique 3.45
- F
- facteurs environnementaux, et destruction des agents pathogènes 1.21
- faisabilité
 - commerciale 2.157–158, 4.152
 - économique 2.178
 - financière, des systèmes d'utilisation des excreta/eaux ménagères 4.146–151
 - planification des projets 2.179
 - institutionnelle, planification des projets 2.179
 - technique, planification des projets 2.179
- FAO
 - Bulletins d'irrigation et de drainage et rapports sur l'eau 2.206
 - Code de conduite pour une pêche responsable 3.97, 3.145–147
 - CROPWAT programme informatique 2.199
- Fasciola* spp. (douve hépatique)
 - agent pathogène 3.25, 3.27, 3.28
 - aquaculture alimentée par des rejets 3.17
 - hôte animal 3.74
 - hôtes intermédiaires 3.28, 3.73, 3.74
 - plantes aquatiques 3.35
 - survie 3.56
 - voies d'exposition 1.22
- fasciolose 1.12, 3.96
- Fasciolopsis buski* (douve intestinale) 3.25, 3.27, 3.29, 3.35, 3.75
- fèces
 - addition
 - de cendres 4.50
 - de chaux 4.29
 - compostage 4.13, 4.92
 - compostées au sol 4.15
- concentration
 - d'organismes excrétés 3.32
 - en métaux lourds 4.133–134, 4.136
- contenu d'agents pathogènes 4.12, 4.24, 4.36–39
- desséchées 4.13
- manipulation 4.128
- pH pendant le stockage 4.43–44
- protozoaires 4.38
- quantité 4.9
- réduction microbienne 4.71–72
- stockage 3.56, 3.73, 4.43–44, 4.51
- survie des agents pathogènes 4.42–45
- teneur en nutriments 4.11
- traitement
 - complémentaire des eaux usées 4.101
 - traditionnel 4.50
 - utilisation comme engrais 4.12–17
 - voir aussi excreta
- Fédération de Russie, trématodose 3.28
- femmes
 - autonomisation 1.3, 1.5
 - éducation 4.129–130
 - engagement dans la prise de décision 4.130–131
 - responsabilités 4.128–130
 - sécurité
 - alimentaire 4.129
 - d'accès 4.6, 4.127, 4.128–129
- fer 2.133, 2.200, 2.202, 3.40, 4.106, 4.109
- fertilisants/engrais
 - artificiels, emploi 2.5, 2.142, 3.97, 4.8–9
- fièvre paratyphoïde, symptômes 4.38
- fièvre typhoïde
 - dans les pays en développement 4.36
 - liée à l'utilisation d'eaux usées non traitées 1.25, 2.42
 - liée aux excreta 3.25, 3.26, 4.30
 - mortalité et charge de morbidité 4.30
 - symptômes 4.38
 - vaccination 2.91, 3.67
 - voir aussi *Salmonella typhi*
- filarioses 1.23, 3.19, 3.24, 3.27, 3.30, 3.71
- filtration 2.93, 2.95, 2.101, 4.106
 - sur média filtrant double
 - définition 2.221, 3.156, 4.205
 - sur membrane 2.101, 4.111
 - définition 2.221, 3.155, 4.205
- filtre
 - à lit bactérien 4.109
 - à sable 4.109
- fleurs de jasmin 2.87
- floculation, définition 2.221, 3.156, 4.206
- fluor/fluorure 2.63, 2.82, 2.202
- flux monétaire, dans la gestion des boues fécales 4.150–151
- fonction de coordination 1.17
- fosses septiques
 - considérations économiques 2.149

- définition 2.221, 3.156, 4.206
 eaux ménagères, prétraitement 4.104–106
 matières fécales non traitées 1.8, 1.12
 systèmes sur site 4.88–89, 4.98
 vidange 4.149
- fougères aquatiques azolla (*Azolla* spp.) 3.8
- fruits
 pelage 4.87
 lavage 1.35
- furanes 1.23, 3.18, 3.39
- G**
- gants *voir* équipement personnel de protection
- gastro-entérites 3.25, 3.26
voir aussi diarrhées
- gestion des ressources, système
 circulaire 4.176
- gestion des risques
 approche harmonisée 3.13, 4.21
 définition 2.222, 3.156, 4.25, 4.206
 élaboration d'un plan 1.38, 1.38, 2.107
 en santé publique, amélioration 1.8
 évaluation du système 4.114–115
 mesures 4.85
 modèle 3.20
 objectifs 4.66
 liés à la santé 4.67
 stratégies 3.22–23
 utilisation des excréta, eaux ménagères et
 eaux usées 4.29–30
- gestion du drainage 2.203–204
- gestion intégrée
 des nuisibles 2.145
 des ressources en eau 1.3, 2.162, 3.105,
 4.7, 4.156
- Ghana, petites entreprises privées 4.149
- Giardia*
 agent pathogène 3.25, 4.35
 concentration dans les eaux usées 2.29
 concentration d'organismes excrétés 3.32
 dans les eaux souterraines 2.123
 dans les eaux usées 1.25
 dans les fèces 4.38
 données épidémiologiques 4.35
 élimination 4.43, 4.48
 en aquaculture alimentée par des
 rejets 3.17
 organismes indicateurs 2.30
 survie 3.57, 4.51
 voies d'exposition 1.22
- giardiose/giardiose 2.44, 3.25, 4.38
- gouvernement décentralisé 1.14, 1.19
- graisses *voir* huile et graisses
- groupe à risques *voir* groupes exposés/
 populations
- Groupe de travail, assainissement de
 l'environnement 4.174
- groupes d'entraide, comme parties
 prenantes 4.160, 4.162
- groupes exposés/populations
 et aquaculture alimentée par des eaux
 usées 1.33, 3.54
 exposition 2.27, 3.54, 3.68–70, 4.85
 identification 1.10–12
 infection hépatique 2.45
 mesures de protection sanitaire 3.53–55
 risques sanitaires
 et agents pathogènes 1.25, 3.54
 et infections entériques 2.45–49
 et produits chimiques 3.54
- H**
- Haïti, excrétion des nutriments 4.11
- harcèlement sexuel/abus 4.127–128
- Helicobacter pylori* 1.25, 2.40, 2.41
- helminthes
 agent pathogène 3.25
 aquaculture alimentée par des rejets 3.17,
 3.47
 concentration 2.29, 3.32
 dans les fèces 4.38
 infections 3.26–27
 chimiothérapie 2.91, 3.69, 4.179
 consommation de légumes crus 2.37,
 2.41
 dans les pays en développement 4.37
 et irrigation avec des eaux usées 2.34
 liées aux excréta 4.30, 4.49
 objectifs en matière de réduction des
 agents microbiens 2.73–75, 2.76
 travailleurs agricoles et leurs
 familles 2.42
- objectifs:
 qualité microbienne 3.45
 réduction de l'utilisation des eaux usées
 en agriculture 1.28
- organismes indicateurs 2.30
- risques
 pour les groupes exposés 1.25
 utilisation des eaux usées/excréta 1.12
- survie 2.32, 2.34–35, 3.33, 4.52
 voies d'exposition 1.22
- hépatite A
 infections 4.27
 liée aux excréta 3.26
 mortalité et charge de morbidité 4.30, 4.30
 symptômes 4.38
- heptachlore 2.82
- herbe à canard
 alimentation animale
 hyper-protéinée 3.63–64
 aquaculture alimentée par des eaux
 usées 3.6, 3.8, 3.9
 contamination bactérienne 3.35
 traitement des eaux usées 3.9–10
- herbe de Para 2.87, 2.152
- herbes fourragères, irrigation avec des eaux
 usées 2.209

- herpangine 3.26
 hexachlorobenzène 2.83
 homme
 besoins en assainissement et priorités 4.128–129
 responsabilités 4.128–129
 Hong Kong, eaux usées, bassins de stabilisation 3.38
 Hongrie, aquaculture alimentée par des eaux usées 3.12
 hormones 2.125, 4.133, 4.135, 4.136
 voir aussi perturbateurs endocriniens
 hôtes intermédiaires
 définition 2.222, 3.156, 4.206
 prévention 1.33, 2.111, 3.53, 3.54
 voir aussi mollusques
 huiles et graisses
 biogaz 4.17
 dans les eaux ménagères 4.17, 4.103
 humains, hôtes définitifs dans le cycle de la schistosomiase 3.77
 hydrocarbures aromatiques polycycliques (HAP) 2.64, 2.83
 hydrocarbures chlorés 3.38, 3.39, 3.88
 hydrocarbures halogénés (HAP)
 concentration maximale admissible dans le sol 2.83
 en aquaculture alimentée par des eaux usées 3.18, 3.38–39
 risques pour la santé 2.14, 2.64
 voies d'exposition 1.23, 3.18
 hygiène
 changement comportemental 4.5, 4.99–100, 4.126–127, 4.176
 domestique 4.81
 éducation et promotion 2.89–90, 2.103, 2.173, 3.117, 4.86–87
 mesures de protection sanitaire 1.12
 personnelle 3.17, 3.23, 3.48, 3.55, 3.69, 3.70 3.73
Hymenolepis, voies d'exposition 1.22
 hypochlorite 2.89, 3.66, 4.87
 définition 2.222, 3.156, 4.206
I
 impact environnemental
 coûts indirects 4.142
 évaluation 1.11, 1.17–18, 4.134
 planification des projets 2.179
 réduction 2.143–145
 schémas d'utilisation des excreta et des eaux usées 3.95, 3.97, 3.98
 impératif nutritionnel 2.115, 3.91, 4.123
 incidence, définition 4.35
 incinération des excreta et des boues fécales 4.13, 4.74
 Inde
 amélioration de l'assainissement 4.130
 aquaculture alimentée par des eaux usées 3.6, 3.9–10
 dalits 4.128
 défécation en plein air 4.128–130
 dose journalière totale de métaux 3.38
 eaux usées, études sur l'irrigation 2.210
 effluents de papeterie 2.212
 excrétion de nutriment 4.11
 irrigation 2.88, 2.153, 2.157
 restreinte 2.87
 marché de Calcutta 3.94
 protozoaires 2.50
 rareté de l'eau 2.3–4, 4.7
 toilettes à dérivation d'urine 4.129
 utilisation
 des eaux usées en agriculture 2.6, 2.152
 traditionnelle des déchets 2.115, 4.123
 index, pathogènes 4.34
 individus séropositifs, agents pathogènes excrétés dans l'urine 4.40
 Indonésie
 aquaculture alimentée par des eaux usées 3.6, 3.10, 3.36
 utilisation traditionnelle des déchets 2.115, 3.93
 infection
 à *Campylobacter* 2.54, 2.56, 2.57, 2.67, 4.38
 à *Cryptosporidium* 2.54–60, 3.25, 4.38
 définition 2.222, 3.156, 4.206
 risque tolérable 2.65–68
 infection entérique
 liée à l'irrigation par aspersion 2.51
 risque pour les populations exposées 2.45–46, 2.48–49
 symptômes 4.38
 infections à trématodes
 contamination 3.35–36, 3.74
 en aquaculture alimentée par des eaux usées 3.28–29
 mortalité et DALYs 3.24
 plantes vectrices 3.96
 prévention, nourriture pour poisson 3.62
 infections
 bactériennes
 dues à des légumes crus 2.42
 études sérologiques 2.51–52
 du tractus urinaire 4.39, 4.41
 hépatiques, dans les populations exposées aux eaux usées 2.45
 virales
 associées aux eaux usées 2.36, 2.46
 dues à des légumes crus 2.41
 études sérologiques 2.51–52
 QMRA, études 2.53–54
 risques sanitaires 1.11
 infiltration rapide, considérations économiques 2.149

- information
 communication 1.19, 3.118
 sur l'utilisation des excreta/eaux ménagères 4.174
- insectes vecteurs *voir* vecteurs
- inspection
 des marchés 3.73, 3.75, 3.89–90
 des systèmes
 d'irrigation 2.102
 d'utilisation des eaux usées 2.173
 gestion des risques 4.29–30
- institutions, rôles et responsabilités 1.16, 1.17, 2.163–164, 3.106–107, 3.112, 4.157–158
- investisseurs 4.160–161, 4.163
- iode 3.40
- Ipomoea aquatica* *voir* épinard
- Iran
Ascaris, infection 4.50
 eaux usées, études d'irrigation 2.210
- irradiation par les ultraviolets 2.93, 2.96
- irrigation
 accumulation de métaux 2.124–125
 arrêt 2.89
 bonnes pratiques 2.199–207
 bouchage des systèmes 2.144
 incidence de la schistosomiase 3.76–77
 localisée 2.79, 2.88
 définition 2.222, 3.156, 4.206
 réduction des agents pathogènes 2.71, 2.76–77
 objectifs liés à la santé 2.65–83
 par submersion et par rigoles d'infiltration, risques 2.87, 2.88
 pratiques de gestion 2.205–206
 qualité de l'eau 2.137, 4.173
 réduction des agents pathogènes 2.76
 restreinte 1.30–31, 2.75–76, 2.86–87
 définition 2.222, 3.156, 4.206
 sans restriction 1.29–30, 1.37, 2.70–75
 définition 2.222, 3.156, 4.206
 souterraine 1.31, 4.86
 définition 2.222, 3.156, 4.206
 surveillance opérationnelle 1.36
 techniques 4.86
 types 1.30, 1.31, 2.206
 utilisation des eaux usées 1.8–10
voir aussi irrigation par goutte à goutte
- irrigation par aspersion
 eaux usées 1.25
 endommagement des cultures 2.201
 risques 2.51, 2.88
 vs irrigation superficielle 2.157
- irrigation, pulvérisations
 réduction des agents pathogènes 2.71
 risques 2.88
 surveillance 2.79
- irrigation par goutte à goutte
 Cap Vert 2.153
 définition 2.222, 3.156, 4.206
- Inde 2.153
- Israël 2.162
 mesures de protection sanitaire 1.13, 1.30, 2.152
 peu onéreuse 2.102, 2.153
 surveillance/vérification 1.37
 utilisation des eaux ménagères 4.107
voir aussi irrigation localisée
- irritations cutanées 1.23, 1.33, 3.18
- irritants cutanés 3.24, 3.50, 3.53, 3.54
- Isospora* 4.37
- Israël
 contamination bactérienne liée à l'irrigation par des eaux usées 2.33–34
 eaux usées, irrigation 2.5
 études sérologiques 2.51–52
 gestion intégrée des ressources en eau 2.162
 infections bactériennes dues à des légumes crus 2.42
 prévention de la salinisation 2.124
 risque lié aux aérosols d'eaux usées 2.51
 salmonelloses 3.37
- J
- Japon
 attitudes pour l'utilisation des excreta 3.93
 JCV excrétés dans l'urine 4.40
 maladie Itai-itai 2.62
 programmes de lutte contre la schistosomiase 3.77
 réutilisation des eaux ménagères 4.41
Schistosoma japonicum éradiqué 3.77
 utilisation de fertilisants chimiques vs excreta 4.123–124
- jardins domestiques 4.8
- JC (JCV) virus, excrété dans l'urine 4.40, 4.41
- jojoba 2.86
- Jordanie, infiltration d'eau 2.141
- juvéniles 3.6, 3.7, 3.9, 3.11, 3.62–63, 3.72, 3.73, 3.74, 3.75
- K
- Kazakhstan, trématodose 3.28
- Kenya, lutte biologique contre les mollusques 3.78
- Kirghizstan, méthode SARAR 4.176
- kyste, définition 2.222, 3.156, 4.206
- L
- lagunes aérées 2.95
- laitues
 contamination
 bactérienne 2.33, 2.34–35
 par les helminthes 2.34–35
 eaux usées, irrigation 2.35, 2.55
 évaluation quantitative pour les risques microbiens 1.26
 fertilisées avec des excreta 4.15

- inactivation des virus 2.36, 4.49
- lavage 4.87
- rétenion d'eau 4.49
- risques sanitaires 4.49
- scénario, irrigation sans restriction 2.66
- stockage après la récolte 2.31
- survie des agents pathogènes 2.32
- latrines
 - à chasse d'eau avec siphon 3.36
 - à deux fosses 3.58
 - à fosse ventilée 3.58
 - boues 3.93, 3.97
 - stockage du contenu 3.58
 - suspendues 3.6, 3.10, 3.11, 3.36, 3.56, 3.65, 3.73, 3.112
 - définition 2.222, 3.156, 4.206
 - types 3.93
 - voir aussi toilettes
- lavage de la salade/légumes crus 2.89–90, 4.73, 4.87
 - dans l'eau 2.89–90, 3.66, 4.73, 4.87
 - dans un désinfectant 3.66–67
 - dans une solution détergente 2.74, 2.90, 3.66–67, 4.87
 - mesures de protection sanitaire 3.53, 3.54
 - paramètres de validation/vérification 2.110–111
- lavage des mains 3.75, 4.29
- Legionella* 2.30, 4.41
- légionellose 2.48
- législation
 - application 4.168–169
 - comme instrument politique 3.103
 - définition 2.222, 3.156, 4.206
 - droit d'accès aux eaux usées 2.166
 - eaux usées/utilisation des excréta 2.161–167, 3.105–106, 3.110
 - la santé au travail 4.179
 - nouvelle 4.153–154, 4.156, 4.169
 - protection du consommateur 1.4
 - rôle 4.156
 - salubrité des aliments 3.51–52
 - sécurité sanitaires des aliments 1.10, 2.167, 3.111
 - spéciale 1.18–19
- légitimation des produits 1.15
- légumes
 - épluchage/pelage, cuisson 2.89, 3.66–67, 4.87
 - feuilles, conformité avec les objectifs en termes microbiens 1.37
 - non cuits
 - lavage 1.35, 2.89, 4.73, 4.87
 - risque d'infection 2.37–41, 2.39–40
 - voir aussi cultures des salades
- Lemna* spp. voir herbe à canard
- Leptospira* spp. 1.27, 3.25, 4.41
- leptospirose 4.39
- lésions
 - cutanées, infections secondaires 3.69
 - hépatiques 3.39
 - oculaires 3.41
- limitation de l'exposition humaine 2.90–92
- lindane 2.83, 2.125
- linge ou lessive, contamination fécale 4.41, 4.42
- lisier provenant des réacteurs à biogaz, fertilisant 4.102–103
- lithium 2.202
- lits de
 - mulch 4.110
 - séchage des boues 4.100–101
- lixiviation 2.204–205
- lois 2.159, 4.153
 - voir aussi législation
- lotus 3.6, 3.8, 3.11, 3.69
- luzerne fourragère 2.201
- M
- macre nageante 3.8, 3.35
- magnésium 2.210
- maïs 4.12
- maladie(s)
 - cardiaques 3.26
 - charge de morbidité 2.65–70, 4.5, 4.66–68
 - définition 2.222, 3.156, 4.206
 - dues à des régimes alimentaires déficients 4.34
 - niveau, indicateur 1.27
 - prévention, cible des objectifs du Millénaire pour le développement 1.5–6
 - réduction de la transmission 4.81
 - rénales 3.26
 - respiratoires 3.26
 - transmission fécale-orale 3.16, 4.1, 4.24, 4.29
 - vecteurs 3.54, 3.55
- maladies à transmission vectorielle/agents pathogènes
 - définition 2.222, 3.156, 4.206
 - en aquaculture alimentée par des rejets 3.18
 - groupes exposés 3.54
 - identification des dangers 1.21
 - lutte 3.70–71
 - objectifs liés à la santé 1.33, 3.50–51
 - transmission 4.82
 - trématodose 3.28–29
 - voies d'exposition 1.23
- maladies cutanées
 - dues au contact avec les eaux usées 1.27
 - objectif sanitaire 3.50
 - recherches 3.36
 - risque en aquaculture 1.11, 1.23, 2.42, 3.50, 3.69
 - surveillance 3.87

- maladies infectieuses
 - directives sanitaires 3.13
 - fluctuations saisonnières 4.29
 - liées aux excreta 1.10–12
- Malaisie
 - eaux ménagères, paramètres de qualité 4.18
 - écorce de noix de coco broyée, filtre à lit bactérien 4.109
- malnutrition 3.41, 4.33–34
- manganèse 2.200, 2.202, 2.210, 3.40
- manipulation
 - des plantes aquatiques 3.69–70
- marais artificiels/marécages construits à écoulement vertical 4.109
 - avantages et inconvénients 2.93, 2.94, 2.99
 - considérations économiques 2.149
 - définition 2.222, 3.157, 4.206
 - et traitement des eaux ménagères 4.108–109
 - moustiques 2.99
 - planification urbaine 4.173
- marchés
 - assainissement et eau saine 2.89–90, 3.70
 - contamination croisée des aliments 4.164–165
 - inspection 3.73, 3.89–90, 3.108, 4.159, 4.164, 4.166
 - lucratif, utilisation des excreta/eaux ménagères 4.151
 - mesures de
 - prévention contre l'exposition 4.179
 - protection sanitaire 3.72
 - règles d'hygiène 3.110, 3.111, 4.164, 4.166
- matériau de foisonnement, ajouté aux excreta 4.92
- matière de vidange
 - Chine 3.7–9
 - collecte 3.93
 - définition 2.222, 3.157, 4.207
 - traitée vs non traitée 4.50
 - utilisation en aquaculture 3.6, 3.9, 3.10–11
 - Viet Nam 3.10–11
- matières organiques
 - dans les eaux usées 2.128–129
 - décomposition 2.128
 - effets sur les sols, cultures et bétail 2.131
 - impact sur les aquifères et les étendues d'eau de surface 2.139, 2.143
 - lixiviation, limitation 2.144
 - mesures de limitation, agent polluant 2.144
 - recyclage, toilettes à fosse 4.89
- matières solides dissoutes totales (TDS), comme paramètre de la qualité de l'eau 2.200
- matières solides en suspension
 - dans les eaux usées 2.129
 - effets sur les sols, cultures et bétail 2.136
 - mesures de prévention 2.144
- matières solides totales en suspension (TSS) 3.84
 - comme paramètre de la qualité de l'eau 2.200
 - concentrations d'helminthes 2.112, 3.88
- mécanismes financiers 2.155
- médiane, définition 2.222, 3.157, 4.207
- Méditerranée orientale, trématodose 3.29
- melon 4.49
- membranes (perméat) 4.111
- ménages
 - acteurs 4.160, 4.162
 - amélioration de la nutrition due à l'utilisation des déchets 1.4
 - bénéfices sanitaires 3.40
 - équipements d'assainissement 4.6, 4.147, 4.148, 4.160
 - générer un revenu 4.33
 - ressources financières 2.154–155
 - subventions 4.153
- méningite 3.26, 4.38
- menthe (*Mentha* spp.) 3.8
- mercure 1.23, 2.82, 2.142, 3.18, 3.38
- mesures
 - de limitation de l'exposition 3.66, 3.68, 3.69, 3.80, 3.82, 3.84
 - de maîtrise des risques 3.84, 3.85–87
 - de prévention aux expositions 3.69–70
 - validation et surveillance 2.111
- mesures de protection sanitaire 1.35, 2.68, 2.70, 3.54
 - après les récoltes 3.53, 3.72, 3.87
 - aquaculture alimentée par des rejets/eaux usées 1.33, 3.43, 3.53–78
 - combinaisons 1.28–31, 1.34, 1.43
 - composants des systèmes aquacoles 3.83
 - considérations financières 2.156
 - coût-efficacité 1.7, 1.12–13, 3.123–124
 - dépérissement des organismes avant consommation 4.87
 - efficacité 3.55–71
 - facteurs socioculturels, économiques et environnementaux 1.34
 - faisabilité et efficacité 4.82
 - groupes exposés 3.53–55
 - identification 1.35–36
 - législation 2.167–168
 - mesures techniques 4.88–111
 - mise au point d'approches nationales 2.170–171, 3.113–114
 - politique nationale 3.108
 - priorité 1.7, 1.34
 - recherche 4.171
 - réduction des agents pathogènes 1.35, 2.71, 2.72, 4.73
 - restrictions relatives aux cultures 4.86
 - sélection 2.85
 - stratégie de gestion et d'évaluation 4.65
 - techniques d'épandage 4.86

- toilettes à compostage 4.92
- trématodes 3.73
- utilisation des excréta/eaux ménagères en agriculture 4.81–111
- mesures économiques, comme instrument politique 2.159–160, 3.103–104
- métacercaires
 - dans le poisson 3.35, 3.74
 - définition 2.223, 3.157, 4.207
 - élimination 3.73
- métaux
 - effets sur le sol, cultures et bétail 2.133–134
 - mesures de prévention 2.144
 - voir aussi* métaux lourds
- métaux lourds
 - accumulation dans les végétaux 1.23
 - biodisponibilité 2.63
 - contamination 2.122
 - dans les aquifères et étendues d'eau de surface 2.139, 2.141
 - dans les eaux usées 2.124–125, 3.37–38
 - dans les excréta/eaux ménagères 4.17, 4.133–134
 - dans le sol 2.125, 2.137–138, 2.201, 4.133
 - détermination de la concentration 3.89–90
 - en aquaculture alimentée par des rejets 3.18
 - impact
 - sanitaire 2.124–125
 - sur les cultures 4.134
 - voies d'exposition 1.23
- méthémoglobinémie (syndrome du «bêbé bleu») 2.62, 2.127
- méthoxychlore 2.83, 2.125
- méthyle mercure 3.38, 3.47
- Mexique
 - diarrhée 2.41, 2.50–51, 2.58
 - eaux usées
 - droits d'accès 2.166
 - irrigation 2.6, 2.139, 2.140–141, 2.211
 - traitement 2.98
 - études 2.24, 2.51, 2.56
 - helminthes 2.50, 2.74
 - infections bactériennes liées aux légumes crus 2.41
 - infiltration d'eau 2.141
 - matière fécale 4.43
 - méthode SARAR 4.176
 - qualité de l'aquifère 2.139
 - recharge de l'aquifère 2.140–141
 - règlement municipal 4.165
 - restriction portant sur les cultures 2.86–87
- microcystines-LR 1.23, 3.18
- micro-organismes, durée de survie 3.57
- microsporidies, excrétées dans l'urine 4.40, 4.41
- mimosa d'eau 3.6, 3.8, 3.35
- ministère chargé des ressources en eau 4.158
- miracide, survie 3.61
- modèle dose-réponse 2.53, 2.54, 2.55, 4.26
- molluscicides 2.90, 3.74, 3.77
- mollusques, hôtes intermédiaires
 - Bulinus* sp. 4.39
 - clonorchiose 3.28
 - dans les bassins à poisson 3.35
 - dans les systèmes de traitement des eaux usées 3.61
 - distomatose 3.28–29
 - lutte contre les 3.53, 3.74, 3.77
 - mesures de protection sanitaire 3.72
 - opisthorchiase 3.28
 - Parafossarulus manchouricus* 3.28
 - prévention 3.74, 3.77–78
 - risques sanitaires 3.3
 - schistosomiase 3.26, 3.29
 - surveillance 3.49
 - tests en laboratoire 3.49
 - trématodes 3.27, 3.28, 3.33
- molybdène
 - absorption par les plantes 2.125, 2.202
 - concentration maximale admissible dans le sol 2.82
 - risques pour les animaux 2.135, 2.202
 - toxicité pour l'homme 2.63, 2.125, 3.40
- Mongolie, méthode SARAR 4.176
- morbidité, liée aux excréta
 - aquaculture alimentée par des eaux usées 2.27–28
 - comportement humain 2.115
 - importante 3.26
 - indicateurs 1.27
 - mesures de protection sanitaire 3.54
 - objectifs liés à la santé 1.33, 3.48–49
- mortalité
 - de l'enfant, réduction de la 1.5
 - et charge de morbidité 2.65–68, 4.30, 4.66–71
- moustiquaires 3.50, 3.54, 3.55
- moustiques
 - Aedes aegypti* 3.30, 3.71
 - Anopheles* spp. 3.30, 3.71
 - dans les bassins alimentés par des rejets 3.71
 - dans les eaux ménagères et bassins de traitement 4.75
 - dans les marais artificiels 2.99
 - prolifération 4.117
 - reproduction 3.70–71
 - vecteurs de maladie 1.6, 3.27
- moyenne
 - arithmétique, définition 2.223, 3.157, 4.207
 - géométrique, définition 2.223, 3.157, 4.207
- moyens/systèmes d'assainissement, accès 1.33, 3.48, 3.70, 4.146–147, 4.178–179
- aspects
 - économiques 4.6

- socioculturels et utilisation 4.6
- au niveau des ménages 4.6, 4.160, 4.175
- changement de comportement 4.125–127
- choix 4.176
- contraintes et motivations 4.161
- coûts et bénéfices 4.6, 4.142, 4.180
- couverture 4.17
- dans les écoles 4.129–130
- dans les pays à faible ou haut niveau de revenus 4.88
- durabilité 4.5–7
- et prévention contre les maladies liées aux excréta 4.124–125
- évaluation 4.144
- faisabilité financière 4.146–148
- mesure des impacts environnementaux 4.135
- motivation pour les familles 4.146
- participation du secteur privé 4.151
- planification 4.81, 4.173–176
- pour l'utilisation des excréta en aquaculture 3.97
- renforcement 4.81
- subventions pour l'installation 4.147, 4.153
- sur site 4.88–90
- voir aussi* toilettes
- Mozambique, méthode SARAR 4.176
- mycobactéries 4.40, 4.41
- Mycobacterium*, organismes indicateurs 2.30
- N
- najassa* 2.115, 3.93, 4.124
- Nasturtium officinale* *voir* cresson d'eau
- Nauru, élevage de poissons-lait 3.12
- Necator americanus* *voir* ankylostome
- négociations commerciales multilatérales d'Uruguay 1.10, 2.78, 3.51, 4.4
- Nelumbo nucifera* *voir* lotus
- Népal, petites entreprises privées 4.149
- Neptunia oleracea* *voir* mimosa d'eau
- nettoyage/toilette anal(e) 4.90
 - contamination fécale 4.41
 - eau 4.4
 - pratiques 4.91, 4.128
- nickel
 - dans les eaux usées 2.125, 2.209
 - dans les excréta/eaux ménagères 4.136
 - dans le sol 2.63, 2.82, 2.138
 - toxicité 2.134, 2.203
- nitrate 2.62, 2.127, 2.142
- normes et règles
 - définition 4.2–4
 - locales 2.80, 3.51–52, 4.3–4, 4.169
 - nationales, Directives OMS 2.3, 2.170–172, 34.4
- norovirus 2.30, 2.40, 2.51, 3.17, 3.26, 4.35, 4.36, 4.38
 - voies d'exposition 1.22, 1.25
- Norvège, eaux ménagères 4.16, 4.18
- nutriments
 - dans les eaux usées 2.127, 2.199–200
 - et recyclage 1.4, 1.9, 4.5, 4.8, 4.9
 - utilisation plus efficiente 4.5
- nutrition 4.33
- O
- Objectifs du Millénaire pour le développement (OMD) et politique nationale/internationale 2.159–160, 3.103, 3.104, 4.17–19
 - utilisation des eaux usées et excréta 1.3, 1.5–6, 2.3, 2.5–8
- objectifs
 - définition 1.1, 1.14,
 - de la Santé pour tous 1.17
 - en matière de performance 3.21, 4.28, 4.54, 4.66, 4.67
 - liés à la santé
 - basés sur des données épidémiologiques 4.66
 - cadre de Stockholm 4.23–24
 - définition 1.27–28, 2.223, 3.157, 4.207
 - et aquaculture alimentée par des eaux usées 1.31–32, 3.43–52
 - et charge de morbidité tolérable 2.65–70
 - et risque admissible 4.27–28
 - et utilisation des eaux usées en agriculture 1.28, 2.65–83
 - mise au point 1.26, 1.28
 - nature, application et évaluation 4.67
 - options et combinaisons 3.21–22
 - produits chimiques 2.81–83
 - réalistes 3.21, 4.65
 - qualité 4.67
 - réduction microbienne 2.68–76, 2.112, 3.45, 4.71–73
 - surveillance/vérification 1.37, 4.121
- obstruction des goutteurs 2.88
- Oenanthe stolonifera* *voir* céleri annamite
- œufs d'helminthe
 - dans les eaux usées, les matières fécales et les boues 4.71, 4.72
 - élimination
 - dans les bassins de stabilisation 2.92, 2.94, 2.96, 2.98
 - par lavage/rinçage 2.74, 3.47, 4.72
 - solutions à faible coût 4.104, 4.104
 - inactivés 3.56
- objectifs en matière de réduction des agents microbiens 4.72
- organismes indicateurs 2.30
- survie 1.12, 2.30, 3.57, 4.50, 4.51
- valeurs indicatives pour les excréta/eaux ménagères 4.69
- viabilité 2.89, 4.101

- oignons 1.26, 2.31, 2.40, 2.41, 4.12, 4.15, 4.49, 4.71
- oocystes, définition 2.223, 3.157, 4.207
voir aussi *Cryptosporidium parvum*
- opisthorchiase 1.12, 3.25, 3.28, 3.76
- Opisthorchis* spp. (douve hépatique)
- agent pathogène 1.21, 3.25, 3.27, 3.28, 3.56
 - dans le poisson 3.28, 3.35
 - hôte animal 3.73–74
 - réduction de la contamination 3.72
 - voies d'exposition 1.22, 3.17
- ordures ménagères organiques 4.97
- Oreochromis* spp. voir tilapia
- Organisation mondiale de la Santé (OMS)
- Directives
 - analyse des risques 4.4
 - but et objectifs 2.1–3, 3.1–2
 - comme base d'approche nationale 2.170–172
 - composante santé 1.7
 - considérations économiques et financières 4.2
 - définitions et portée 2.2, 3.2–3
 - eau à usage récréatif 3.20, 4.21
 - mise en œuvre 1.4, 1.6, 2.2, 3.2
 - organisation des directives 2.7–8
 - salubrité des aliments 2.78
 - États Membres 4.3
 - utilisation sans risque des eaux usées et excreta en aquaculture 3.51
 - et assainissement 4.21
 - public visé/cible 3.3, 4.3
 - qualité de l'eau 3.31, 3.23, 4.21
- Organisation mondiale du Commerce (OMC) 1.10, 2.78, 2.160, 3.104, 4.4
- organisations
- internationales, comme parties prenantes 4.161, 4.163
 - non gouvernementales 4.3, 4.160, 4.162
- organismes
- de développement multilatéral 2.159
 - indicateurs/index
 - agents pathogènes 4.34–35
 - contamination fécale 2.28–30
 - dans les eaux ménagères 4.47
 - dans les eaux usées 2.30
 - définition 2.223, 3.157, 4.207
 - suresstimation des risques 4.83
 - surveillance/vérification 2.77
- orge 4.14
- Ouganda
- assainissement, comparaison des coûts 4.145
 - Comité de pilotage interministériel 4.159
 - nutriment, excréation 4.11
- o*-xylène 2.126
- ozonation 2.93, 3.60
- P
- Pacifique occidental 3.12
- Pakistan
- eaux souterraines, qualité 2.139
 - eaux usées et droits d'accès 2.6, 2.156, 2.166
 - helminthes 2.50
 - maladies à transmission vectorielle 2.23
 - protozoaires 2.28
 - sécurité alimentaire 2.167
- paludisme 1.6, 3.16, 3.30, 3.55
- pangasius (*Pangasius hypophthalmus*) 3.8
- Parafossarulus manchouricus* (mollusque hôte) 3.28
- paragonimiase 3.25, 3.96
- Paragonimus westermani* (douve pulmonaire) 3.25
- Paragonimus*, infection à, crabe cru 3.96
- paralysies 3.26
- paramètres physicochimiques 2.83, 2.112, 3.84
- parasites, taux de dégradation 4.48
- partenariat mondial
- de l'eau 4.156
 - pour le développement 1.6
- participation publique dans la prise de décision 2.119, 2.119
- parties prenantes
- approbation politique 1.15
 - communication et information 1.15, 2.175, 2.176
 - identification 1.13–144
 - implication 2.171
 - voir aussi utilisateurs
- parvovirus 3.26
- pays en développement
- helminthes 4.37
 - zones urbaines et périurbaines 4.8
- pays industrialisés
- adénovirus entérique 4.36
 - assainissement urbain 4.88
 - eaux ménagères 4.16, 4.104–105
 - fosses septiques 4.98
 - infections gastro-intestinales 4.36
 - production d'eaux ménagères 4.16
 - systèmes d'assainissement 4.88–89
 - traitement des boues fécales ou eaux-vannes 4.103–104
 - utilisation de détergent 4.17
- pays islamiques, utilisation des excreta/eaux usées 2.115–116, 3.94, 4.124
- pentachlorophénol 2.83
- perception par le public
- eaux usées et l'utilisation des excreta 2.116–119, 3.91–92
 - planification des projets 2.177–178
- période de retrait
- comme stratégie de gestion des risques 4.30, 4.68
 - définition 2.223, 3.157, 4.207

- excreta et boues fécales 4.76, 4.77
- mesures de protection sanitaire 1.13, 4.86
- pour les excreta traités 1.32
- recommandée 4.50, 4.72
- réglementation 4.164
- permis/autorisations 2.165, 4.159, 4.161
- Pérou
 - aquaculture 3.12, 3.100
 - concentrations en métaux lourds 3.38, 3.39
 - contamination
 - bactérienne liée aux eaux usées, irrigation 2.34
 - recontamination sur les marchés 2.90
 - distomatose hépatique 3.28
 - infiltration d'eau 2.141
 - protozoaires, des eaux usées 2.35
 - schémas de restriction des cultures 2.86–87
 - traitement des eaux usées 2.155
- persil 4.87
- personnes manipulant les aliments
 - hygiène 2.89–90, 2.103, 4.86, 4.87–88
 - limitation de l'exposition 4.179
- perturbateurs endocriniens 2.64, 2.125–126, 4.137
- pesticides 1.23, 2.126, 2.145, 3.18
- pH 2.129
 - définition 2.223, 3.157, 4.207
 - effets sur les sols, cultures et bétail 2.136
- PHAST, méthode 4.127
- phénols 1.23
- Philippines, aliments crus 3.96
- phosphore
 - dans les détergents 4.17
 - dans les eaux ménagères 4.17
 - dans les eaux usées 2.5, 2.62, 2.127–128
 - dans les excreta 4.9–12, 4.13, 4.15
 - dans les fertilisants artificiels 4.9
 - effets sur les sols, cultures et bétail 2.130
 - en excès 2.62, 3.39
 - impact sur les aquifères et étendues d'eau de surface 2.138
 - recyclage 4.89, 4.138, 4.155–156
 - ressources limitées 4.9
 - source de minéraux 3.40
- phtalates 1.23, 2.64, 2.83, 2.125
- phytoplancton 3.62
- planification
 - approche appropriée 4.173–176
 - aspects techniques 4.180–181
 - décentralisée 4.174–176
 - démarches participatives 4.176
 - des projets individuels 4.176–181
 - processus 1.17
 - urbaine 4.173
- plans
 - d'action, développement 4.167–171
 - de salubrité de l'eau 1.10
- plantes
 - consommées crues 3.96
 - contamination 3.35–36
 - cuisson 3.74–75
 - cultivées en aquaculture alimentée par des rejets 3.8
 - de zones humides, lits d'humification 4.101
 - lavage dans une solution détergente 3.47
 - nutriments, dans les eaux usées et excreta 4.9–12
 - stockage après la récolte 2.30–31
 - toxicité des éléments traces 2.202–203
 - transmission passive des agents pathogènes 1.11–12
- Plasmodium* spp., voies d'exposition 1.23
- plastifiants (phtalates) 1.23, 2.64, 2.83, 2.125
- Plesiomonas shigelloides* 4.38
- plomb
 - absent dans les aquifères 2.142
 - concentration maximale admissible dans le sol 2.82
 - dans les eaux usées d'irrigation 2.209, 2.210, 2.211
 - dans les excreta/eaux ménagères 4.136
 - normes relatives aux concentrations dans les poissons et les légumes 3.47
 - plantes, toxicité 2.203
 - voies d'exposition 1.23, 3.18
- p*-nonylphénol 2.125
- poireaux 4.12
- poisson-chat 3.6, 3.8
 - à grosse tête (*Clarias macrocephalus*) 3.8
- poisson mandarin (*Siniperca chuatsi*) 3.8
- poisson-lait (*Chanos chanos*) 3.8
- poisson
 - aquaculture alimentée par des rejets 3.5, 3.6, 3.7, 3.8
 - bénéfices nutritionnels 3.40
 - consommé cru 3.17, 3.47
 - contamination 1.24, 3.31–32, 3.34–35, 3.65–66
 - cuisson 3.10, 3.17, 3.22, 3.23, 3.27, 3.43, 3.83
 - métacercaires 3.35, 3.72, 3.74
 - nettoyage/transformation 1.12, 1.24, 3.46, 3.65–66
 - rendements, en aquaculture 3.139, 3.91
- poivre (*Capsicum*) 4.15
- poliomyélite 3.26, 4.30, 4.38
- poliovirus 2.48, 2.51, 3.26, 4.38
- politique(s)
 - à la base de la gouvernance 1.1–3
 - analyse de la situation/évaluation 1.2, 1.14–15, 2.169–170
 - approbation 1.15
 - définition 2.223, 3.157, 4.207
 - dialogue 1.13–14
 - évaluation de l'environnement 3.111–112
 - existantes 3.111
 - formulation 1.13–16

- harmonisations et ajustement 1.8–9, 1.13, 1.15
- impact environnemental 3.117, 3.121, 3.122, 3.123
- instruments 3.103–104
- internationales
 - implications 1.3–4, 1.10, 4.154
- mise en place 4.167
- objectifs 1.1
- voir aussi* cadre politique national
- polluants
 - atmosphériques, dépose 2.125
 - dose journalière admissible (DJA) 2.81
 - voies d'exposition 2.81
 - voir aussi* produits chimiques
- pollueur-payeur, principe 4.7
- pollution en aval, réduction/prévention 2.161, 4.5, 4.19
- polyomavirus, excrété dans les urines 4.40, 4.41
- potassium
 - dans les excreta 4.9–11
 - effets sur les sols, cultures et bétail 2.130
 - faible concentration dans les eaux usées 2.128
 - fertilisants artificiels 4.9
 - source de minéraux 3.40
- poudres nettoyantes *voir* détergents
- pouvoirs d'expropriation 3.109, 4.161
- pratiques de gestion, irrigation 2.205–206
- praziquantel 3.76
- préparations pour nourrissons, nitrates 2.127
- préservation des ressources naturelles 1.17–18
- prestataires de services comme parties prenantes 4.160, 4.163
- prévalence, définition 4.34
- prévention, limitation de l'exposition
 - après les récoltes 4.87
 - des groupes exposés 2.27, 3.53–55, 3.68–70, 4.85
 - en aquaculture alimentée par des eaux usées 3.22–23
 - mesures de protection sanitaire 1.13
 - réglementations 3.111
 - sites agricoles ou sites d'utilisation 4.86–87
 - stratégie de gestion des risques 3.22
 - utilisation de l'urine, fèces et eaux ménagères 4.82–87
- prévention des contacts 3.70
- primes/subventions
 - liées à l'utilisation des eaux usées 2.159
 - objectifs 4.147
 - pour la décharge des boues fécales 4.150
 - pour les travailleurs agricoles 1.1
- primidone 2.126, 4.136
- Principes de Bellagio 4.174–175
- priorités régionales 2.173, 2.177, 3.117
- prise de décision
 - critère 4.174–176
 - dispositions institutionnelles 1.16–19
 - objectifs multiples 2.154, 4.143–144
 - transparente et responsable 4.3
- PRISM (Project in Agriculture, Rural Industry Science and Medicine), Bangladesh 3.7
- procédés de traitement à haut débit, définition 2.223, 3.157, 4.207
- processus opérationnel, gestion des risques 4.29
- production, gaz méthane 3.58
- produits
 - acceptables par le consommateur 2.158, 4.152
 - lavage/épluchage/désinfection/cuisson
 - aquaculture alimentée par des eaux usées 1.33
 - mesures de protection sanitaire 1.13, 1.33, 1.64, 2.110–111, 3.53, 3.54, 3.66–67, 4.73
 - réduction des agents pathogènes 2.71, 2.72
 - surveillance 2.77–78, 2.79
- produits animaux, contaminés 3.19
- produits chimiques
 - agriculture 3.39
 - cancérogènes, dans l'eau de boisson 3.20, 4.28
 - concentration maximale tolérable dans le sol 2.82–83
 - danger pour les groupes exposés 3.54
 - dégradation 2.126
 - et aquaculture alimentée par des rejets 1.33, 3.18
 - et eaux usées 2.81–83, 2.121, 3.23, 3.37–39, 3.47–48, 3.59
 - et excreta 3.19
 - impacts
 - environnementaux 4.5
 - sanitaires 1.24, 2.62
 - industriels 2.121–122, 2.125–126
 - ménagers 4.104–105, 4.134–135
 - morbidity 1.27
 - objectifs liés à la santé 1.33
 - toxiques 2.61–64, 3.22, 3.50
 - voies d'exposition 1.23
- produits pharmaceutiques et résidus
 - dans les aquifères et l'eau de boisson 2.125–127
 - dans les eaux usées 2.64
 - dans les excreta/eaux ménagères 4.137
- programme
 - de formation 2.180, 3.124–125, 4.181
 - de gestion des déchets solides, planification 4.174
 - d'information et d'éducation 2.118, 2.119, 2.160, 3.104, 4.154, 4.170–171

- projet pilote
 - eaux usées utilisées en agriculture 2.172
 - objectifs 3.114–115
 - planification 3.115
 - utilisation des excreta/eaux ménagères 4.170
 - prolifération des mouches dans les toilettes à fosse 4.90
 - propriétaires terriens 2.165–166, 4.159
 - propriété foncière 2.166–167, 3.109
 - protection de l'environnement, objectif politique 1.2
 - protocole d'accord 1.18
 - protozoaire
 - agents pathogènes 2.70–73, 2.75–76, 3.25, 4.36–37
 - concentration
 - dans les eaux usées 2.29
 - d'organismes excrétés 3.33
 - culture, contamination 2.35
 - en aquaculture alimentée par des rejets 3.17
 - infections liées à l'irrigation avec des eaux usées 2.38
 - kystes, élimination des déchets des bassins de stabilisation 2.92–93
 - lié aux excreta 4.36–37
 - organismes indicateurs 2.30
 - parasites, dans les fèces 4.38
 - réduction microbienne, objectifs 2.70–73, 2.75–76
 - risques pour les groupes exposés 1.25
 - survie
 - à la surface des plantes 4.70
 - dans l'environnement 2.32, 3.31, 3.33
 - dans les fèces, boues et sol 3.57, 4.51
 - voies d'exposition 1.22
 - Pseudomonas aeruginosa* 4.41, 4.44
 - public cible 4.3–4
 - purin 2.60
 - pyrène 2.83
- Q
- qualité de l'eau
 - Directives OMS 3.13
 - objectifs 4.23–24
 - paramètres de surveillance 1.37
 - pour l'irrigation 2.199–201
 - questions
 - de genre et utilisation des excreta/eaux ménagères 4.128–131
 - transversales 1.16
- R
- radis 2.33, 4.49
 - raffinerie, traitement des effluents 2.212
 - rareté de l'eau/stress hydrique
 - augmentation 2.3, 4.7
 - en Israël 2.162
 - implications politiques 2.159–161
 - justifications de l'utilisation des eaux usées 1.9
 - rayonnement ultraviolet, définition 2.223, 3.157, 4.207
 - réacteur anaérobie à flux ascendant à couverture de boues 2.95, 2.100, 2.149
 - définition 2.223, 3.157, 4.207
 - recherche
 - aux niveaux national/subnational 1.15–16, 2.172, 3.113–115, 4.171
 - institutions, comme parties prenantes 4.161, 4.163
 - politique 1.15–16
 - sur l'utilisation des excreta/eaux ménagères en agriculture 4.171
 - réduction des agents pathogènes
 - épluchage/pelage et cuisson des légumes 2.89–90, 3.66–67, 4.87
 - mesures de
 - prévention 4.73
 - protection sanitaire 4.73
 - nécessité 2.69
 - objectifs
 - de performance 4.69
 - liés à la santé 4.71–74
 - options 1.29–32
 - par le compostage 4.91
 - réduction
 - des risques d'inondation 3.97
 - logarithmique, définition 2.223, 3.158, 4.208
 - réforme institutionnelle, plan d'action 4.167–170
 - réglementation
 - aspects techniques 1.21–38
 - basée sur le concept de risque 4.65
 - comme instrument politique 3.103–104
 - création 4.153
 - définition 2.223, 3.158, 4.208
 - mise en application 3.111, 3.112
 - objectif 4.166
 - produits alimentaires 2.167–168, 3.111
 - réaliste 2.169–170
 - régissant
 - l'aquaculture 3.110
 - la sécurité alimentaire 1.10, 3.51–52
 - l'utilisation des eaux usées 2.159–160, 2.167–168, 2.168
 - voir aussi* législation
 - rejets
 - agriculture, implications, politiques internationales 1.4
 - bassins à poisson
 - Calcutta, Inde 3.9
 - et l'environnement 3.95–97
 - procédure de dimensionnement 3.139–143

- industriels
 - acide 2.129
 - concentrations en métaux
 - lourds 2.124–125
 - dans les eaux usées 2.113, 2.201, 3.88
 - évacuation 3.37–38
 - impacts sanitaires 2.61–62
 - prétraitement 3.37–38
 - toxiques 2.121, 2.125–126
 - renforcement des capacités 1.19, 2.171, 3.114, 4.171, 4.174
 - République démocratique populaire Lao
 - métacercaires, contamination 3.72
 - Opisthorchis viverrini*, transmission 3.72, 3.74
 - trématodose 3.28
 - réseau d'égouts
 - bas prix/ systèmes simplifiés 4.7, 4.19, 4.88, 4.98
 - coûts 4.143
 - dans les zones urbaines 2.4
 - définition 2.224, 3.158, 4.208
 - systèmes conventionnels/centralisés 4.19, 4.88
 - réseautage, informel 1.19
 - réserves de phosphore, dommage à l'environnement 2.128
 - réservoirs 2.93, 2.94,
 - responsabilités des salariés 4.179
 - ressources en eau
 - gestion intégrée 3.105
 - ressources financières, privées/publiques 4.147
 - restriction portant sur les produits
 - comme limitation 2.102
 - comme stratégie de gestion des risques 3.1, 3.22, 4.30
 - dans l'utilisation des excreta ou des boues fécales 4.86
 - éducation sanitaire 4.127
 - faisabilité commerciale 4.152
 - législation/réglementation 2.158, 2.159, 2.167–168, 3.111
 - mesures de protection sanitaire 1.13, 1.33, 2.86–87, 3.23, 3.53, 3.54, 3.62–64, 4.82–83
 - mise en œuvre et application 2.157, 4.176–177
 - paramètres de la surveillance 2.110
 - validation et surveillance 3.86
 - risque(s)
 - caractérisation 3.81, 4.25, 4.27
 - définition 2.224, 3.158, 4.25, 4.208
 - données 2.106, 2.108
 - microbiennes 3.31–36
 - évaluation 3.81, 3.82
 - identification 4.25, 4.27, 4.34
 - limitation de l'exposition 4.85
 - limites localement acceptables 4.65
 - tolérables 3.15, 3.20–21, 4.23, 4.27
 - risques sanitaires
 - admissibles, définition 2.224, 3.158, 4.208
 - et utilisation des eaux usées 2.38
 - évaluation/gestion
 - cadre de Stockholm 2.13–15, 4.21–22
 - études épidémiologiques 4.23, 4.24
 - et utilisation des eaux usées 2.216, 3.31–41, 3.150–151
 - QMRA 4.24, 4.25
 - transmission des messages 1.19
 - mesure relative 3.121
 - preuve 1.24–27
 - sensibilisation 2.103
 - surestimation 4.83
 - rivière, pieux plantés 3.6
 - riz 2.90, 2.145, 2.199, 2.211
 - rôles des agences gouvernementales 2.163, 3.106–107
 - rotavirus
 - agent pathogène 3.26, 4.36
 - comme organisme index 4.68
 - concentration
 - dans les eaux usées 2.29
 - d'organismes excrétés 3.32
 - dans les fèces 4.38
 - données épidémiologiques 4.35
 - effet du stockage 4.70
 - élimination 4.43, 4.48
 - évaluation quantitative des risques microbiens 1.25, 1.26
 - infection 2.54–58, 2.80, 4.29
 - organismes indicateurs 2.30
 - réduction des agents pathogènes 4.70
 - risques
 - liés à l'aquaculture 3.17
 - liés à l'utilisation des eaux ménagères 4.56
 - pour les travailleurs et communautés locales 2.49
 - survie 3.57, 4.45, 4.46
 - tolérables 2.67
 - voies d'exposition 1.22
 - Royaume-Uni
 - contamination par les helminthes dans les eaux usées d'irrigation 2.35
 - toxines cyanobactériennes (microcystines) 2.62
 - ruissellements 2.125, 4.138
 - superficiels, considérations économiques 2.149
 - ruminants 3.28
 - voir aussi bétail
- S
- safran 2.199
 - salinité/salinisation
 - comme paramètre de la qualité de l'eau 2.201–202
 - dans les aquifères 2.139

- dans les régions arides/semi-arides 4.137
- de l'eau utilisée pour l'irrigation 2.200, 2.201–203
- effets sur le sol 2.137
- impact
 - des eaux ménagères/eaux usées 2.123–124, 4.137
 - sur les aquifères et les étendues d'eau de surface 2.138
 - sur les sols, cultures et bétail 2.123–124, 2.131–132
- mesures 2.137
 - limitation 2.123–124, 2.143, 2.144
- surveillance 2.123–124
- Salix* 4.86
- Salmonella paratyphi* 4.38, 4.39, 4.41
- Salmonella typhi* 1.27, 3.25, 4.36, 4.38, 4.39, 4.41
- Salmonella typhimurium* 4.48
- Salmonella*
 - agent pathogène 3.25
 - concentration
 - dans les rejets 2.29
 - d'organismes excrétés 3.32
 - contamination des poissons 3.34
 - dans les fèces 4.38
 - dans les rejets 3.17
 - données épidémiologiques 4.35
 - élimination
 - de l'urine 4.44, 4.45
 - dépérissement 4.43
 - des eaux ménagères 4.47
 - excrétés dans l'urine 4.39
 - survie
 - dans l'environnement 2.32, 3.33
 - dans les cultures 4.52
 - dans les fèces, boues et sol 3.57, 4.51
 - voies d'exposition 1.22
- salmonellose 1.25, 2.45, 2.49, 3.37, 4.38
- Salvador
 - méthode SARAR 4.176
 - toilettes à dérivation d'urine 4.44, 4.94
- santé
 - améliorée grâce à l'accès à l'eau 2.163
 - état de santé de référence 4.29
 - implications
 - de l'aquaculture alimentée par des eaux usées 3.122
 - des eaux usées, utilisation des excréta/eaux ménagères 1.10–12
 - interventions réussies 4.126–127
 - maternelle 1.5
- santé publique
 - amélioration 2.170
 - barrières multiples 4.29
 - cadre de Stockholm 3.13, 3.14, 3.16
 - connaissances locales 3.29–30
 - état 3.24–30, 4.24
 - évaluation des risques 4.24
 - législation/réglementation 2.167, 2.169, 3.109, 4.161, 4.163, 4.164
 - politiques coût-efficacité 1.13
 - priorités 3.113
 - régionales 2.171
 - protection 1.2, 1.7, 2.173
 - surveillance 2.113, 3.88, 3.89, 4.24
 - voir aussi* mesures de protection sanitaire
- savons 4.29, 4.105
 - voir aussi* détergents
- schémas de circulation des flux 2.106, 3.81, 3.82, 4.115
- Schistosoma haematobium* 1.12, 1.27, 3.29, 4.37, 4.39, 4.40, 4.41, 4.78
- Schistosoma intercalatum* 3.29
- Schistosoma japonicum* 3.29, 3.77, 4.37
- Schistosoma mansoni* 2.29, 3.29, 3.32, 4.37
- Schistosoma mekongi* 3.29, 4.37
- Schistosoma* spp. (douve sanguine) 1.22, 3.17, 3.25, 3.29, 3.76–77, 4.38
- schistosomiase
 - chimiothérapie 2.91, 3.67
 - danger pour les groupes exposés 3.54
 - dans le monde 3.26–29
 - incidence 3.76–78
 - maladies liées aux fèces 4.30, 4.38
 - mortalité et DALYs 3.24
 - objectifs liés à la santé 1.33, 3.49
 - transmission, précautions 2.90
- seaux, latrines 4.124
- secteur
 - privé 2.160, 4.54, 4.149, 4.151
 - public 2.160, 4.147, 4.154
 - sanitaire, collaboration intersectorielle 1.17–18
- sécurité alimentaire
 - accroissement des revenus 3.92, 3.110
 - améliorée 1.5, 4.23, 4.33
 - aquaculture alimentée par des eaux usées 3.4–5
 - bénéfices pour la santé 3.40
 - diffuser les informations 3.89
 - en Asie du Sud-Est 3.7
 - législation/réglementation 1.10, 2.169, 3.51–52, 4.4
 - objectif politique 1.1–2
 - questions de genre 4.129
- sédimentation primaire 2.93, 2.94, 2.96
- sélénium 2.82, 2.201, 2.203, 3.40
- Self-esteem, Associative strengths, Resourcefulness, Action-planification, and Responsibility (SARAR) 4.176
- Sénégal
 - agriculteurs 2.103
 - assainissement, secteur privé 4.149
 - eaux usées, irrigation 2.6
- séparation
 - à la source, définition 2.224, 3.158, 4.208
 - matières solides-matières liquides 4.106

- services d'appui 2.180, 2.181, 3.124
shampooing voir détergents
Shigella
agent pathogène commun 3.25, 4.36
concentration
dans les eaux usées 2.29
d'organismes excrétés 3.32
dans les fèces 4.38
organismes indicateurs 2.30
survie
dans l'environnement 2.32, 3.33
dans les cultures 4.52
voies d'exposition 1.22
shigellose 1.25, 2.21, 2.38, 2.42, 2.45, 4.36, 4.38
silvex 2.126
simazine 2.125
simulations de Monte Carlo 2.55, 2.56, 2.57, 2.58, 2.59, 2.60, 2.70, 2.75, 4.27
Singapour, valorisation des eaux ménagères 4.41
sites agricoles, prévention de l'exposition 4.86
société civile, engagement dans le débat politique 1.14
sodicité 2.137, 2.144
sodium
absorption 2.123–124, 2.132, 2.200, 2.201
dans l'eau d'irrigation 2.200, 2.201, 2.203, 2.205
soins aux enfants, source de contamination fécale 4.41
sol
amélioration par l'ajout de matières organiques 2.128
augmentation du pH 4.13, 4.15
caractéristiques 2.201–204
dénitrification biologique 2.140, 2.144
impact des eaux usées 2.129, 2.137
infiltration 2.126, 2.201, 2.203, 4.88, 4.98, 4.104, 4.105, 4.106–107
oxydes de fer et d'aluminium 4.106, 4.109
salinité 2.123
solutions
de financement innovantes 4.147
de lixiviation, sols pollués 2.125
solvants industriels 2.64
Sommet mondial sur le développement durable, Johannesburg 1.4, 4.17
soufre, dans les fertilisants artificiels 4.9
spécifications techniques 4.29, 4.67
critère de durabilité 4.6
Spirodela polyrhiza voir herbe à canard
Spirulina spp./spiruline 1.23, 3.8, 3.18, 3.24, 3.39
stérols fécaux 4.37
stratégie(s)
des soins de santé primaires 1.17
efficaces sur le plan économique pour maîtriser les impacts sanitaires préjudiciables 1.12–13
streptocoques fécaux gram-positif, élimination de l'urine 4.44–45
Strongyloides, voies d'exposition 1.22
styrène 2.83
Suède
Code de l'environnement 4.157
eaux ménagères 4.16, 4.18, 4.19
moustiques dans les marais artificiels 2.99
nutriments dans les eaux usées et excreta 4.10, 4.10
utilisation de l'urine comme fertilisant 4.12, 4.14
sulfure d'hydrogène 2.200
surveillance
des mesures de protection sanitaire 3.79–80
évaluation du système 1.34–38
fonctions 2.105, 2.106, 3.80, 4.113–114
pouvoir de l'opinion publique 2.117
responsabilité 2.105
site spécifique 4.113
surveillance opérationnelle
composants des systèmes 3.85–86
définition 1.36, 2.77, 2.105, 2.106, 2.224, 3.80, 3.158, 4.74, 4.208
en aquaculture 3.84–90
fréquence 2.109, 3.84
mesures de prévention 4.118–119
observations ou tests 2.112, 3.88
paramètres 2.109,
routine 4.74, 4.113
système pour les excreta/eaux ménagères 4.117–120
surveillance/vérification 1.37, 2.68, 2.69, 2.112–113, 3.88, 4.74–79
composant des systèmes 3.85–86
définition 2.224, 3.159, 4.208
de l'aquaculture alimentée par des eaux usées 1.37
du traitement des eaux usées 1.30
mesures de prévention 4.118
objectifs liés à la santé 2.77–78
paramètres 2.109–111, 3.85–86
systèmes à petite échelle 4.120
valeurs indicatives 4.69
sylviculture, utilisation des excreta/eaux ménagères 4.173
symbiose algue-bactérie dans les bassins de stabilisation 3.140
syndrome
de Guillain-Barré 4.38
de Reiter 4.38
urémique hémolytique 3.25
systèmes à double chasse 4.95
systèmes de traitement
à petite échelle 4.76–77
au niveau de la municipalité 4.76

- biologiques à faible débit, définition 2.224, 3.158, 4.208
- T
- 2-(2,4,5-trichlorophénoxy) acide propanoïque (2,4,5-TP) 2.126
- 2,4,5-trichlorophénol (2,4,5-T) 2.83
- Taenia* spp. (vers plats)
- danger de l'aquaculture alimentée par des rejets 3.17
 - lié aux fèces 3.25, 4.38
 - survie 2.32, 3.33, 4.37, 4.52
 - voies d'exposition 1.22
- taille de l'échantillon dans les études épidémiologiques 2.27
- Tanzanie, écoles, équipements sanitaires inadaptés 4.129
- tarif pour les usagers
- collecte des redevances 2.155
 - comme mesure économique 4.153
 - pour les eaux ménagères 4.143, 4.147–148, 4.153
 - pour les eaux usées 2.156, 2.159, 3.99–101
 - pour les excréta 2.156, 2.159, 3.99–101, 4.143, 4.147–148, 4.153
- taux d'infiltration dans le sol 2.201, 2.203
- techniques de traitement, comme gestion des risques 4.29
- temps de séjour, définition 2.224, 3.158, 4.208
- téniose (taeniose) 3.25, 4.38
- TepozEco Municipal Ecological, projet d'assainissement écologique 4.177
- Territoires palestiniens autogérés, acceptation socioculturelle de l'utilisation des eaux usées 2.116
- testostérone 2.126
- tétanie d'herbage 2.130
- tétrachloréthane 2.83
- tétrachloro-diphénylthane (TDE) 3.47
- tétrachloro-éthylène 2.83, 2.126
- Thaïlande
- agriculture urbaine 4.8
 - coliformes thermotolérants 3.65
 - contamination, trématodes 3.72
 - crabe cru 3.96
 - distomatose intestinale 3.29
 - herbe à canard, expériences 3.63
 - infiltration d'eau 2.141
 - opisthorchiase 3.28, 3.68, 3.73–74, 3.76
- thallium 2.82
- tilapia du Mozambique (*Oreochromis mossambicus*) 3.8
- tilapia du Nil (*Oreochromis niloticus*) 3.8, 3.34
- tilapia
- Amérique 3.12
 - aquaculture alimentée par des eaux usées 3.8, 3.34
 - contamination microbienne 3.34
 - Inde 3.9–10
 - Indonésie 3.10
 - nourris avec de l'herbe à canard 3.63
 - Pérou 3.12
 - travaux expérimentaux 3.39
 - Viet Nam 3.10–11
- toilettes
- à chasse d'eau 4.88, 4.89–92, 4.124
 - à compostage 4.88, 4.91–92
 - à déshydratation 4.92–93
 - à fosse 4.88, 4.89–90, 4.149
 - à tonnelle 4.130
 - gravitaires 4.97, 4.97
 - non reliées au réseau d'égouts 1.8, 1.12
 - pauvreté 1.5, 4.19–20, 4.33–34
 - publiques, non raccordées au réseau d'égouts 4.99, 4.101
 - réglementation pour la construction, Afrique du Sud 4.164
 - séparation à la source 4.77–78, 4.88
 - sous vide 4.97, 4.97
 - systèmes 4.88
- toilettes avec dérivation d'urines
- Afrique du Sud 4.94, 4.126
 - bénéfices économiques 4.129
 - Chine 4.94
 - dans les pays à faible revenu 4.88
 - design 4.93–97
 - dispositif 1.8
 - El Salvador 4.44, 4.94
 - localisation 4.129
 - promotion par les gouvernements 4.124
 - stockage des fèces 4.60, 4.70, 4.94
- toluène 2.83
- tomates 2.145, 4.15, 4.87
- touristes, vaccination contre la typhoïde et l'hépatite A 2.91
- toxaphène 2.83, 2.126
- toxines cyanobactériennes 1.23, 2.62, 3.18, 3.24
- Toxocara*, voies d'exposition 1.22
- traitement
- aérobie des déchets organiques 4.103
 - alcalin 4.74, 4.77, 4.93
 - de l'eau
 - coûts 3.100, 4.7
 - mesures de protection sanitaire 3.83
 - de masse 3.76
 - des excréta/eaux usées
 - avancé (tertiaire) 2.93, 2.101–102, 2.224, 3.158, 4.208
 - bassins à haut débit, considérations économiques 2.148
 - bénéfices pour la santé publique 4.128
 - choix et adoption d'un système 4.88, 4.176
 - contaminants chimiques 3.47
 - échelonné 3.76
 - en zones urbaines 4.173

- hors-site (secondaire) 4.74, 4.82, 4.83
 - mesures de protection sanitaire 1.13, 1.33, 3.45–46, 3.54, 3.55–63
 - mesures techniques 4.88, 4.143
 - objectifs en matière de performance 1.32
 - réduction des agents pathogènes 3.16
 - surveillance/vérification 3.85
 - validation de la performance 3.59
 - helminthiases, enfants 2.76
 - ovicide 4.53
 - primaire sur site 4.82, 4.83
 - chimiquement amélioré 2.93, 2.94, 2.100
 - considérations économiques 2.148
 - définition 2.224, 3.158, 4.208
 - des eaux usées 3.60, 3.61
 - des excreta 4.29, 4.82, 4.83
 - élimination des agents pathogènes 2.100
 - secondaire 2.93, 2.224
 - définition 2.224, 3.158, 4.208
 - sélectif 3.76
 - vert 3.139
 - transformation des aliments
 - domestique/commerciale 3.74–75
 - industrielle 3.75
 - métacercaires 3.82
 - surveillance/vérification 3.87
 - transmissivité, définition 2.224
 - Trapa natans* voir macre nageante
 - travailleurs agricoles
 - écoles agricoles 1.19
 - éducation et restriction des cultures 2.102
 - investissement dans des usines de traitement 4.142–148
 - services d'appui 4.181
 - travailleurs et leurs familles
 - accès à l'eau de boisson et à l'assainissement 2.90, 3.54, 4.86
 - éducation sanitaire 4.86
 - groupe à risque 1.11, 2.86, 4.86
 - infection des plaies 3.70
 - mesures de protection sanitaire 3.54, 3.53–54, 3.69
 - objectifs liés à la santé et les eaux usées, aquaculture 1.33
 - précautions 3.70
 - prévention contre l'exposition 2.90, 4.179
 - protection 2.87, 3.48–51
 - risques sanitaires 1.25, 2.36, 2.42, 2.43–49, 2.52–53, 2.86, 2.88
 - surveillance/vérification, conformité avec les objectifs en termes microbiens 1.37
 - vêtements de protection voir équipement
 - personnel de protection
 - trématodes
 - associés à l'aquaculture alimentée par des eaux usées 3.24
 - cadre de Stockholm 3.15–16
 - cycles de vie 3.26–27, 3.72–74
 - dangers en aquaculture 1.24
 - dans les fèces 4.37
 - en aquaculture alimentée par des rejets 3.17, 3.15–17
 - objectifs liés à la santé pour l'aquaculture alimentée par des eaux usées 1.33
 - objectifs: qualité microbienne 3.45
 - œufs, inactivation/élimination 3.56, 3.61
 - preuves épidémiologiques 3.36–37
 - prévention 3.72–78
 - protection du consommateur 3.43–44
 - qualité des eaux usées 3.21
 - survie 3.32, 3.33
 - transmission par les aliments 1.12, 1.33, 3.27, 3.29, 3.54
 - voies d'exposition 1.22
 - tributyl étain 2.125
 - trichloroéthane 2.83
 - trichuriase/trichurose 3.25, 4.38
 - Trichuris trichiura* (trichocéphale) 1.22, 2.29, 2.30, 3.25, 4.38, 4.53
 - turbidité, définition 2.225, 3.158, 4.209
 - Turquie, trématodose 3.29
- U
- Ukraine, trématodose 3.28, 3.29
 - urbanisation
 - augmentation de la production des eaux usées, excreta/eaux ménagères 1.1, 1.8, 2.4
 - impacts sur l'aquaculture 1.8, 3.4
 - urine
 - application, techniques 4.78–79, 4.86
 - azote 4.12
 - collecte, surveillance opérationnelle 4.77–78
 - concentrations en métaux lourds 4.133–134, 4.136
 - contamination fécale 1.12, 1.27, 1.32, 4.37, 4.39, 4.72, 4.77, 4.82–83, 4.97
 - contenant du phosphore 4.138
 - dans le compostage 4.11–12
 - et agents pathogènes 1.12, 4.24, 4.37–42
 - irrigation localisée (goutte à goutte) 1.35
 - mesures de protection sanitaire 1.35, 4.83
 - nutriments 4.11
 - perceptions 4.124–125
 - pH 4.44
 - risques sanitaires 1.27, 4.54, 4.57–61
 - séparée à la source 1.27, 4.54
 - stockage 4.77–78, 4.96
 - survie des agents pathogènes 4.44–46
 - transmission des agents pathogènes 4.57–60
 - utilisation
 - comme fertilisant 1.27, 4.11–12, 4.78, 4.134
 - traditionnelle 4.123–125

- urinoirs, sans eau 4.95
 - USAID (1992) directives, analyse comparative des risques 2.55
 - USEPA, analyse comparative des risques 2.55
 - ustensiles, nettoyage 3.73
 - utilisateurs
 - associations 3.109, 4.159
 - besoins 4.175
 - comme parties prenantes 4.160, 4.162
 - droits d'accès 4.161
 - participation 2.165
 - utilisation des déchets
 - agriculture et aquaculture 1.8
 - traditionnelle 2.115
 - utilisation des eaux usées
 - agriculture 1.28–31, 3.7, 3.91
 - amélioration 2.173–175
 - aquaculture 1.8, 3.6, 3.91
 - aspects
 - environnementaux 1.8, 2.121–145
 - socioculturels 2.115
 - augmentation 2.3–6
 - bénéfices 1.10
 - Directives OMS 3.59
 - droits et responsabilités 2.161, 2.163
 - durabilité 2.173
 - faisabilité
 - commerciale 2.157–158, 4.152
 - économique 2.147–158, 3.97–101
 - gestion des ressources en eau 2.161
 - impacts sanitaires 1.8, 1.10–12, 2.27, 2.121
 - incitations 2.159, 2.160, 2.165
 - Inde 2.152
 - indirecte/non intentionnelle 2.3, 3.3, 3.91, 4.120, 4.171
 - inspection des systèmes 2.173
 - législation 2.161–167
 - marketing efficace 2.155
 - mesures de protection sanitaire 2.85
 - objectifs 1.1, 1.14, 2.168–169, 3.110
 - liés à la santé 1.27–32
 - perception du public 2.116–119
 - planification et mise en œuvre 2.173–180
 - politique internationale 2.160–161
 - politiques nationales 1.1, 2.167–172, 3.105
 - preuves épidémiologiques 2.36–53, 4.53
 - projets pilotes 2.172
 - recherche 2.172
 - réglementation 2.167–168, 3.111
 - rôles et responsabilités des institutions 2.163–167
 - sécurité alimentaire et subsistance 2.152
 - systèmes à petite échelle 2.113
 - utilisation des excréta
 - acceptabilité 4.123–128
 - analyse
 - des coûts financiers 4.146–151
 - quantitative du risque microbien 4.54–63
 - aspects
 - environnementaux 3.97, 4.133–139, 4.155
 - politiques 1.1, 3.104–105, 4.153–171
 - socioculturels 4.123–131
 - techniques 4.180–181
 - coûts 4.180
 - dans les sociétés islamiques 4.124
 - Directives OMS 3.59
 - données épidémiologiques 4.50–53, 4.65
 - en agriculture ou aquaculture 1.8, 3.6, 3.59
 - expériences locales 4.171
 - faisabilité
 - commerciale 4.152
 - financière 3.97–101, 4.141–152
 - gestion
 - intégrée des ressources en eau 4.156
 - multidisciplinaire 4.114
 - impacts
 - sanitaires 1.10–12, 4.1, 4.3, 4.34–35, 4.81
 - sur la pauvreté 4.1, 4.19–20
 - informelle ou illégale 4.179
 - mesures
 - de prévention 4.118–119
 - de protection de la santé 4.81–111
 - ministère et agences au niveau national 4.157
 - objectifs 1.1, 1.14, 3.110, 4.165–166
 - liés à la santé 1.27–32
 - parties prenantes 4.160–164
 - perceptions et attitudes 4.123–125
 - plan d'action 4.167–171
 - plan de gestion des risques 4.115, 4.116
 - planification et mise en œuvre 4.173–181
 - points d'exposition 4.85
 - près de la source 4.7
 - programmes d'information et d'éducation 4.170–171
 - projets pilotes 4.170
 - questions de genre 4.128–131
 - recherche 4.171
 - réforme institutionnelle 4.167–170
 - réglementations 3.111, 4.153, 4.164–165
 - responsabilités 4.156–160
 - risques 1.12
 - schéma de circulation des flux 4.115
 - surveillance opérationnelle 4.116–117
 - surveillance/vérification 4.117
 - systèmes à petite échelle 4.120
 - traditionnelle 1.8
 - validation 4.116
- V
- vaccination
 - campagnes de 2.103
 - contre la typhoïde 2.91, 3.67

- mesures de protection sanitaire 1.13, 3.53, 3.54, 3.54, 3.67
 - surveillance/vérification 2.110, 3.86
 - valeurs indicatives
 - pour *E. coli* dans les excreta/eaux ménagères 4.68–69, 4.69
 - pour la surveillance/vérification 4.69
 - pour le contenu d'agents pathogènes dans les excreta 4.69, 4.72–74
 - pour les œufs d'helminthes dans les excreta/eaux ménagères 4.69
 - validation
 - comme fonction de surveillance 1.34–37, 4.116
 - définition 2.77, 2.105, 2.106, 2.225, 3.80, 3.158–159, 4.74, 4.209
 - exigences 2.108, 3.82
 - mesures de prévention 4.118
 - paramètres 2.109–111, 3.85–86
 - vanadium 2.82, 2.203
 - vecteurs
 - définition 2.225, 3.159, 4.209
 - lutte 3.87
 - prévention 1.13, 1.33, 2.111, 3.22, 3.50
 - réduction des contacts 1.33, 3.54, 3.55–56
 - voies d'exposition 3.18
 - végétations, élimination des bassins 3.73
 - vérification
 - définition 2.106, 3.80
 - fonction de surveillance 4.113–114
 - vers voir helminthes
 - Vibrio cholera*
 - choléra 3.25
 - concentration d'organismes excrétés 3.32
 - dans l'eau de boisson contaminée 4.36
 - dans les fèces 4.38
 - dans les rejets 2.29, 3.17
 - organismes indicateurs 2.30
 - survie 2.32, 3.33, 4.52
 - voies d'exposition 1.22
 - Viet Nam
 - agents pathogènes stockés dans les fèces 4.43–44
 - analyse des flux de matière 4.134
 - aquaculture alimentée par des eaux usées 3.6, 3.10–11, 3.69
 - assainissement à petite échelle, entrepreneurs 4.149, 4.150
 - concentrations en métaux toxiques 3.38
 - eaux usées, culture du riz 2.90
 - effluents industriels 2.122
 - études 3.66, 3.69
 - infection
 - à ankylostome 4.50
 - à *Clonorchis* 3.34
 - métacercaires, prévention de la contamination 3.72
 - œufs d'helminthes, viabilité 4.93, 4.94
 - poisson
 - consommé cru 3.95
 - contamination microbienne 3.34–35
 - expériences 3.90
 - qualité 3.66
 - toilettes à dérivation urine 4.94
 - trématodose 3.28–29
 - utilisation de vêtements de protection 3.69
 - utilisation traditionnelle des déchets 2.115, 4.50
 - VIH/sida, Objectifs du Millénaire pour le développement 1.6
 - virus coxsackie 2.49, 2.51–52, 3.26, 4.38
 - virus de l'hépatite A
 - agent pathogène 3.26, 4.36
 - dans les fèces 4.38
 - données épidémiologiques 4.35
 - élimination 4.43
 - organismes indicateurs 2.30
 - survie 3.57
 - transmission par l'urine 4.40, 4.41
 - voies d'exposition 1.22, 3.17
 - virus de l'hépatite B 4.40, 4.41
 - virus de l'hépatite E 1.22, 3.17, 3.26, 4.36, 4.38
 - virus de type Norwalk 2.49
 - virus
 - concentration d'organismes excrétés 3.32
 - dans les eaux souterraines 2.123
 - dans les eaux usées 2.29
 - élimination 2.35–36, 4.48, 4.70, 4.76
 - en aquaculture alimentée par des rejets 3.17
 - excrété avec les urines 1.27, 4.37–39, 4.41
 - infections gastro-intestinales dans les pays industrialisés 1.26
 - maladies liées aux fèces 3.25–26, 4.37, 4.38
 - objectif, réduction microbienne 2.68–76
 - organismes indicateurs 2.30
 - risques pour les groupes exposés 1.25
 - survie 2.32, 3.33, 3.57, 4.51, 4.52
 - voies d'exposition 1.22
 - voir aussi entérovirus; agents pathogènes
 - viscères de poissons, concentration en agents pathogènes 3.33–34, 3.45–46, 3.56, 3.65, 3.66
 - vitamines 3.40–41
 - voies d'exposition 1.22–23, 1.31–32
- W
- Wolffia arrhiza* voir herbe à canard
 - Wuchereria bancrofti* 1.23, 3.18, 3.71
- Y
- Yersinia* spp. 3.25, 4.38
 - yersiniose 4.38

Z

Zimbabwe

- compostage des fèces 4.15
- toilettes à tonnelle 4.130
- toxines cyanobactériennes
(microcystines) 2.62
- utilisation de l'urine comme fertilisant 4.13

zinc

- absorption
 - par le sol 2.125
 - par les plantes 2.138
- dans le poisson 3.40
- dans les eaux usées 2.125, **2.210**, **2.211**
- dans les excréta/eaux ménagères **4.136**
- toxicité 2.63, **2.134**, **2.203**

zones arides/semi-arides

- distribution d'eau 4.7
- drainage 2.203–204
- eaux ménagères
 - réutilisation 4.41
 - traitement 4.108
- eaux usées, irrigation 1.8
- gestion intégrée des ressources 3.105, 4.156
- ressources en eau 1.9, 2.161
- salinité 2.137, 4.137
- toilettes à déshydratation 4.93

zones tampons 2.71, 2.79, 2.88, 4.30

- définition 2.225, 3.159, 4.209

zones urbaines/périurbaines

- assainissement 4.19, 4.88, 4.147
- croissance démographique 1.9, 2.3, 4.8
- élimination des déchets 4.8
- entérobactérie pathogène 4.36
- pauvreté 4.8
- réutilisation des eaux ménagères 4.41
 - source importante d'eau et de nutriments 3.5–6
- systèmes d'assainissement sur site 1.8
- voir aussi* agriculture urbaine/périurbaine

RÉFÉRENCES

- Armon R et al. (2002). Surface and subsurface irrigation with effluents of different qualities and presence of *Cryptosporidium* oocysts in soil and on crops. *Water Science and Technology*, 46(3):115–122.
- Beuchat LR (1998). *Surface decontamination of fruits and vegetables eaten raw: a review*. Genève, Organisation mondiale de la Santé (Rapport WHO/FSF/FOS/98.2).
- BGS-CNA (1998). *Impact of wastewater reuse on groundwater in the Mezquital Valley, Hidalgo State, Mexico. Final report*. Mexico, British Geological Survey and National Water Commission (CNA).
- Blumenthal U, Peasey A (2002). *Critical review of epidemiological evidence of the health effects of wastewater and excreta use in agriculture*. Document non publié, préparé pour l'Organisation mondiale de la Santé par la London School of Hygiene and Tropical Medicine, Londres (disponible sur demande auprès de l'OMS, Genève).
- Blumenthal U et al. (2000a). Directives relatives à la qualité microbiologique des eaux résiduaires épurées employées dans l'agriculture : recommandations en faveur de la révision des directives OMS. *Bulletin de l'Organisation mondiale de la Santé*, 78(9): 1104–1116.
- Blumenthal U et al. (2000b). *Guidelines for wastewater use in agriculture and aquaculture: recommended revisions based on new research evidence*. Londres, Water and Environmental Health at London et Loughborough and London School of Hygiene and Tropical Medicine (WELL Study Task No. 68, Part 1).
- Chorus I, Bartram J, eds. (1999). *Toxic cyanobacteria in water*. Genève, Organisation mondiale de la Santé.
- Fattal B et al. (1986). Health risks associated with wastewater irrigation: An epidemiological study. *American Journal of Public Health*, 76(8): 977–979.
- Frost JA et al. (1995). An outbreak of *Shigella sonnei* infection associated with consumption of iceberg lettuce. *Emerging Infectious Diseases*, 1:26–29.
- Gilroy DJ et al. (2000). Assessing potential health risks from microcystin toxins in bluegreen algae dietary supplements. *Environmental Health Perspectives*, 108(5):435–439.
- Hinrichsen D, Robey B, Upadhyay UD (1998). *Solutions for a water-short world*. Baltimore, MD, Johns Hopkins University, School of Public Health, Population Information Program, September (Population Reports, Series M, No. 14; <http://www.inforhealth.org/pr/m14edsum.shtml>).
- Kapperud G et al. (1995). Outbreak of *Shigella sonnei* infection traced to imported iceberg lettuce. *Journal of Clinical Microbiology*, 33(3):609–614.
- Keiser J, Utzinger J (2005). Food-borne trematodiasis: an emerging public health problem. *Emerging Infectious Diseases*, 11(10):1503–1510.
- Manville D et al. (2001). Significance of indicator bacteria in a regionalized wastewater treatment plant and receiving waters. *International Journal of Environmental Pollution*, 15(4):461–466.
- Mills RA, Asano T (1998). Planning and analysis of wastewater reuse projects. In: Asano T, ed. *Wastewater reclamation and reuse*. Lancaster, PA, Technomic Publishing Company, pp. 57–111.
- NRMCC, EPHCA (2005). *National guidelines for water recycling: managing health and environmental risks*. Canberra, National Resource Management Ministerial Council and Environment Protection and Heritage Council of Australia.
- Petterson SR, Ashbolt NJ (2003). *WHO guidelines for the safe use of wastewater and excreta in agriculture: microbial risk assessment section*. Genève, Organisation

- mondiale de la Santé (document non publié, disponible sur demande auprès de l'OMS/PHE, Genève).
- Shuval HI, Yekutieli P, Fattal B (1984). Epidemiological evidence for helminth and cholera transmission by vegetables irrigated with wastewater: Jerusalem — a case study. *Water Science and Technology*, 17:433–442.
- Shuval HI et al. (1989). Transmission of enteric disease associated with wastewater irrigation: a prospective epidemiological study. *American Journal of Public Health*, 79(7):850–852.
- Etat de Californie (2001). *California Code of Regulations, Title 22, Division 4, Chapter 3: Water recycling criteria (Sections 60301–60357)*. Sacramento, CA, Office of Administrative Law.
- Strauss M, Blumenthal U (1990). *Human waste in agriculture and aquaculture: utilization practices and health perspectives*. Duebendorf, International Reference Centre for Waste Disposal, 52 pp. (IRCWD Report No. 09/90).
- Svensson L (2000). Diagnosis of foodborne viral infections in patients. *International Journal of Food Microbiology*, 59(1–2):117–126.
- Assemblée générale des Nations Unies (2000). *Déclaration du Millénaire. Résolution A/RES/55/2*. New York, Nations Unies (<http://www.un.org/millennium/declaration/ares552e.pdf>).
- Division de la Population des Nations Unies (2002). *Perspectives de l'urbanisation mondiale: la révision de 2001*. New York, Département des Nations Unies des Affaires économiques et sociales, Division de la Population (<http://www.un.org/esa/population/publications/wup2001/2001WUPCover.pdf>).
- Van der Hoek W et al. (2005). Skin diseases among people using urban wastewater in Phnom Penh. *Urban Agriculture Magazine*, 14:30–31.
- CMED (1987). *Our common future*. Oxford, Oxford University Press à la demande de la Commission mondiale de l'Environnement et du Développement.
- OMS (1973). *La réutilisation des effluents : méthodes de traitement des eaux usées et mesures de protection sanitaire*. Rapport d'une réunion d'experts de l'OMS. Genève, Organisation mondiale de la Santé (Série de Rapports techniques, N° 517).
- OMS (1989). *L'utilisation des eaux usées en agriculture et en aquaculture : recommandations à visées sanitaires*. Genève, Organisation mondiale de la Santé (Série de Rapports techniques, N° 776).
- OMS (1995). *Lutte contre les trématodoses d'origine alimentaire*. Genève. Organisation mondiale de la Santé (Série de Rapports techniques, N° 849).
- OMS (1999). *Problèmes de salubrité posés par les produits de l'aquaculture : rapport d'un groupe d'étude mixte FAO/NACA/OMS*. Genève. Organisation mondiale de la Santé (OMS, Série de Rapports techniques, N° 883).
- OMS. *Directives de qualité pour l'eau de boisson*, 3^e ed. (sous presse), Genève, Organisation mondiale de la Santé.

Annexe 1

Glossaire des termes utilisés dans les Directives

Ce glossaire ne vise pas à fournir des définitions précises de termes techniques et scientifiques, mais plutôt à expliquer en langage simple la signification des termes fréquemment employés dans ces Directives.

- Abattoir** – Établissement dans lequel les animaux sont tués et transformés en aliments et autres produits.
- Agent pathogène** – Organisme à l'origine d'une maladie (bactérie, helminthe, protozoaire ou virus, par exemple)
- Analyse coût/bénéfice** – Analyse de tous les coûts d'un projet et de tous ses bénéfices. Les projets apportant le plus de bénéfices au moindre coût sont les plus souhaitables.
- Années de vie ajustée sur l'incapacité (DALY)** – Mesure de la perte d'années de vie dans une population du fait de la morbidité et de la mortalité.
- Aquaculture** – Élevage d'animaux et de plantes dans l'eau (aquaculture).
- Aquaculture alimentée par des rejets** – Utilisation d'eaux usées, d'excreta et/ou d'eaux ménagères comme intrants de systèmes aquacoles.
- Aquifère** – Zone géologique fournissant une quantité d'eau en provenance de roches perméables.
- Assainissement hors site** – Système d'assainissement qui comprend l'évacuation des excreta du terrain occupé par l'habitation et de son environnement immédiat.
- Assainissement sur site** – Système d'assainissement dont les moyens de stockage sont situés sur le terrain occupé par l'habitation ou dans son environnement immédiat. Pour certains systèmes (latrines à fosse double ou simple, par exemple), le traitement des matières fécales s'effectue également sur le site, par compostage poussé et stockage dans une des fosses. Pour d'autres systèmes (fosses septiques, installations à fosse simple, par exemple), les boues (aussi appelées boues fécales) doivent être collectées et traitées hors site.
- Barrières multiples** – Utilisation d'une ou plusieurs mesures préventives pour constituer une barrière contre les dangers.
- Bassin anaérobie** – Bassin de traitement dans lequel s'effectuent la digestion et la sédimentation des déchets organiques, habituellement le premier type de bassin utilisé dans un système de bassins de stabilisation des déchets; nécessite une élimination périodique des boues accumulées par sédimentation.
- Bassin de grossissement** – Bassin utilisé pour amener les jeunes poissons à la taille adulte.
- Bassin de maturation** – Bassin aérobie avec une croissance algale et des niveaux élevés d'élimination des bactéries; habituellement le dernier type de bassin utilisé dans un système de bassins de stabilisation des déchets.
- Bassin facultatif** – Bassin aérobie utilisé pour dégrader des matières organiques et inactiver des agents pathogènes, habituellement le deuxième type de bassin dans un système de bassins de stabilisation des déchets.
- Bassins de stabilisation des déchets (BSD)** – Bassins peu profonds utilisant des facteurs naturels tels que lumière du soleil, température, sédimentation, dégradation biologique, etc., pour traiter des eaux usées ou des boues fécales. Les systèmes de traitement en bassins de stabilisation des déchets comprennent habituellement des bassins anaérobies, facultatifs et de maturation, reliés en série.
- Boue** – Mélange de matières solides et d'eau qui se dépose sur le fond des latrines, des fosses septiques ou des bassins ou qui se forme comme sous-produit du traitement

- des eaux usées (les boues produites par le traitement des eaux usées municipales ou industrielles ne sont pas évoquées).
- Boues fécales** – Boues de consistance variable collectées dans les systèmes d'assainissement sur site tels que : latrines, toilettes publiques non reliées à un réseau d'égout, fosses septiques et fosses à niveau constant. Les boues fécales provenant des fosses septiques sont incluses dans ce terme (voir aussi excreta et matières de vidange).
- Boues provenant des fosses septiques** – Boues vidangées à partir des fosses septiques.
- Charriage des déjections** – Opération de transport manuel des matières fécales hors du site en vue de leur élimination ou de leur traitement.
- Coagulation** – Prise en masse des particules augmentant la vitesse de sédimentation. Habituellement déclenchée par l'addition de certains produits chimiques (chaux, sulfate d'ammonium, chlorure de fer, par exemple).
- Coliformes thermotolérants** – Groupe de bactéries dont la présence dans l'environnement indique une contamination fécale ; autrefois appelés coliformes fécaux.
- Cultures de faible hauteur** – Cultures qui se développent au-dessous, au niveau ou à proximité de la surface du sol (carottes, laitues, par exemple).
- Cultures de grande hauteur** – Cultures qui se développent au-dessus du sol et ne le touchent normalement pas (arbres fruitiers, par exemple).
- Cysticercose** – Infestation par *Taenia solium* (ténia du porc) donnant parfois des cysticerci (stade parasitique infectieux) qui s'enkystent dans le cerveau des êtres humains, ce qui provoque des symptômes neurologiques comme l'épilepsie.
- Danger** – Agent biologique, chimique, physique ou radiologique, ayant un pouvoir nocif.
- Demande biochimique en oxygène (DBO)** – Quantité d'oxygène nécessaire pour convertir les matières organiques en substances inertes ; c'est une mesure indirecte de la quantité de matières organiques biodégradables présentes dans l'eau ou les eaux usées.
- Dépuration** – Transfert des poissons dans de l'eau propre avant leur consommation dans l'espoir de purger leur organisme de la contamination pouvant inclure certains micro-organismes pathogènes.
- Désinfection** – Inactivation des organismes pathogènes par des produits chimiques, des rayonnements, de la chaleur ou un processus de séparation physique (membrane, par exemple).
- Diarrhée** – Mouvements intestinaux aqueux et incontrôlés, souvent associés à une infection.
- Dose journalière admissible (DJA)** – Quantité de substance toxique pouvant être ingérée quotidiennement sur la durée d'une vie sans dépasser un certain niveau de risque.
- Drain** – Conduite ou canal construit pour évacuer les eaux d'orage et de ruissellement, les eaux usées ou autre type d'eau en excès. Les drains peuvent être des fossés ouverts ou des tuyaux pourvus ou non d'un revêtement et éventuellement enterrés.
- Eaux de surface** – Toutes les eaux naturellement à l'air libre (rivières, cours d'eau, lacs, réservoir, par exemple).
- Eaux grises** – Eaux provenant de la cuisine, des bains et/ou de la lessive, ne contenant en général pas d'excreta en concentrations notables.
- Eaux noires** – Source d'eaux usées séparée provenant des toilettes et contenant des fèces, de l'urine et de l'eau de chasse (et éventuellement de l'eau de nettoyage dans les communautés «hygiénistes»).
- Eaux souterraines** – Eaux contenues dans les roches et le sous-sol.

- Eaux usées** – Déchets liquides évacués des habitations, des locaux commerciaux et de sources similaires, vers les réseaux d'élimination individuels ou les canalisations d'égout municipales et contenant principalement des excréta humains et de l'eau ayant servi. Lorsqu'elles sont produites essentiellement par des activités ménagères ou commerciales, elles sont appelées eaux usées domestiques ou municipales. Dans ce contexte, les eaux usées domestiques ne contiennent pas d'effluents industriels en des quantités qui puissent menacer le fonctionnement du réseau d'égout, l'installation de traitement, la santé publique ou l'environnement.
- Eaux usées** – Mélange d'excreta humains et d'eau utilisé pour évacuer les excréta des toilettes et des canalisations; peut aussi contenir de l'eau servant à des fins domestiques.
- Effluent** – Liquide (eaux usées traitées ou non traitées, par exemple) sortant d'un procédé ou d'un espace confiné.
- Égout** – Canalisation ou conduite véhiculant des eaux usées ou des eaux de drainage.
- Enkystement** – Développement d'un kyste protecteur pour les stades infectieux de différents parasites (helminthes tels que les trématodes et les ténias transmis par les aliments, et certains protozoaires comme *Giardia*).
- Épidémiologie** – Étude de la distribution et des déterminants d'états ou d'événements liés à la santé dans des populations spécifiques et application de cette étude à la lutte contre des problèmes sanitaires.
- Escherichia coli* (*E. coli*)** – Bactérie que l'on trouve dans l'intestin, utilisée comme indicateur de la contamination fécale de l'eau.
- Évaluation de l'exposition** – Estimation (qualitative ou quantitative) de l'intensité, de la fréquence, de la durée, de la voie et de l'ampleur d'une exposition à un ou plusieurs milieux contaminés.
- Évaluation de l'impact sanitaire** – Estimation des effets d'une action spécifique (plans, politiques ou programmes) dans un environnement donné, sur la santé d'une population donnée.
- Évaluation des risques** – Processus global consistant à utiliser les informations disponibles pour prédire dans quelles conditions des dangers ou des événements spécifiques peuvent se produire (probabilité) et l'ampleur de leurs conséquences.
- Évaluation quantitative des risques microbiens (QMRA)** – Méthode d'évaluation des risques résultant de dangers spécifiques et de différentes voies d'exposition. La QMRA comprend quatre composantes: l'identification des dangers, l'évaluation des expositions, l'évaluation de la relation dose-réponse et la caractérisation des risques.
- Excreta** – Fèces et urine (voir aussi boues fécales, boues de fosse septique et matières de vidange).
- Exposition** – Contact d'un produit chimique ou d'un agent physique ou biologique avec la frontière externe d'un organisme (par inhalation, ingestion ou contact cutané, par exemple).
- Filtration sur membrane** – Technique de filtration reposant sur une barrière physique (une membrane), présentant une taille de pore spécifique, qui piège à sa surface les contaminants dont la taille est supérieure à celle des pores. Les contaminants plus petits que la dimension spécifiée pour les pores peuvent traverser la membrane ou être capturés à l'intérieur de celle-ci par d'autres mécanismes.
- Filtration sur milieu filtrant double** – Technique de filtration utilisant deux types de milieu filtrant pour éliminer les matières particulaires présentant différentes propriétés chimiques et physiques (sable, anthracite, terre à diatomées, par exemple).

- Floculation** – Agglomération de matières en suspension colloïdales ou finement divisées, après coagulation par agitation douce avec un dispositif mécanique ou hydraulique.
- Fosse septique** – Cuve souterraine qui traite les eaux usées en associant sédimentation et digestion anaérobie. Leurs effluents peuvent être déchargés dans des puits filtrants ou dans des égouts de petit calibre.
- Gestion des risques** – Évaluation systématique du système d'utilisation des eaux usées, des excréta ou des eaux ménagères, identification de dangers ou d'événements dangereux particuliers, évaluation des risques, développement et mise en œuvre de stratégies préventives pour gérer les risques.
- Hôte intermédiaire** – Hôte abritant des stades juvéniles d'un parasite avant l'hôte définitif et dans lequel une reproduction asexuée s'effectue souvent (pour les trématodes ou les schistosomes transmis par les aliments par exemple, les hôtes intermédiaires sont des espèces particulières d'escargot).
- Hypochlorite** – Produit chimique fréquemment utilisé pour la désinfection (hypochlorite de sodium ou de calcium).
- Infection** – Pénétration et développement ou multiplication d'un agent infectieux chez un hôte. L'infection peut ou non déclencher des symptômes pathologiques (diarrhée, par exemple). Elle peut être mesurée par détection des agents infectieux dans les excréta ou dans les zones colonisées ou par dosage d'une réponse immunitaire de l'hôte (présence d'anticorps contre l'agent infectieux par exemple).
- Irrigation localisée** – Techniques d'irrigation appliquant l'eau directement sur les cultures, soit par goutte à goutte, soit par ajutage. Ces techniques utilisent généralement moins d'eau, entraînent moins de contamination croisée et limitent les contacts entre humains et eaux usées.
- Irrigation par goutte à goutte** – Système d'irrigation délivrant des gouttes d'eau directement sur les végétaux par des tuyaux. Des petits trous ou des émetteurs contrôlent la quantité d'eau libérée en direction des végétaux. Ce mode d'irrigation ne contamine pas les surfaces végétales situées au-dessus du sol.
- Irrigation sans restriction** – Utilisation d'eaux usées traitées pour faire pousser des cultures qui seront normalement consommées crues.
- Irrigation soumise à restrictions** – Utilisation d'eaux usées pour cultiver des cultures qui ne seront pas consommées crues par des êtres humains.
- Irrigation souterraine** – Irrigation au-dessous de la surface du sol, prévient la contamination des parties aériennes des cultures.
- Kyste** – Stade infectieux de la vie parasitaire résistant à l'égard de l'environnement (*Giardia*, *Taenia*, par exemple).
- Latrine suspendue** – Latrine qui se vide directement dans une mare ou autre étendue d'eau.
- Législation** – Ensemble de lois votées par un organe législatif ou le fait d'élaborer ou de promulguer des lois.
- Maladie** – Symptômes d'une pathologie chez un hôte: par exemple diarrhée, fièvre, vomissements, sang dans les urines, etc.
- Maladie à transmission vectorielle** – Maladie pouvant être transmise d'homme à homme par le biais d'insectes (paludisme, par exemple).
- Marais artificiel** – Unité du type bassin artificiel ou cuve, destinée au traitement des boues fécales ou des eaux usées, constituée principalement d'une masse filtrante plantée de végétaux aquatiques émergents.

- Matières de vidange** – Excreta non traités transportés sans eau, par exemple avec des conteneurs ou des seaux, terme souvent utilisé de manière non spécifique pour désigner des matières fécales d'origine quelconque. L'usage technique de ce terme n'est donc pas recommandé.
- Médiane** – Valeur moyenne d'une série d'échantillons (50 % des valeurs des échantillons sont inférieures et 50 % sont supérieures à la médiane).
- Métacercaires (infectieuses)** – Stade du cycle de vie des parasites trématodes infectieux pour les hommes. Les métacercaires peuvent former des kystes dans le tissu musculaire du poisson ou à la surface des végétaux, selon l'espèce de trématode.
- Moyenne arithmétique** – Somme des valeurs de tous les échantillons, divisée par le nombre d'échantillons, fournit la valeur moyenne par échantillon.
- Moyenne géométrique** – Mesure une tendance centrale, comme une moyenne. Elle diffère de la moyenne traditionnelle (appelée moyenne arithmétique) par l'utilisation de la multiplication au lieu de l'addition pour résumer les valeurs des données. Cette moyenne géométrique est un résumé utile lorsque les données varient en termes relatifs.
- Objectif lié à la santé** – Niveau de protection sanitaire défini pour une exposition donnée. Peut reposer sur une mesure de la maladie, par exemple 10^{-6} DALY par personne et par an, ou sur l'absence d'une maladie spécifique associée à l'exposition.
- Oocyste** – Structure formée par certains protozoaires coccidiens (*Cryptosporidium*, par exemple) à l'issue de la reproduction sexuelle au cours du cycle de vie. L'oocyste est habituellement le stade infectieux et environnemental et contient des sporozoïtes. Dans le cas de protozoaires entériques, les oocystes sont excrétés dans les fèces.
- Organismes indicateurs** – Micro-organismes dont la présence indique une contamination fécale et éventuellement celle de micro-organismes plus nocifs.
- Période de retrait** – Laps de temps destiné à permettre le dépérissement des agents pathogènes entre l'application des déchets et la récolte.
- pH** – Exprime l'intensité de l'état acide ou basique d'un liquide.
- Politique** – Ensemble de procédures, de règles et de mécanismes d'affectation fournissant la base de programmes et de services. Les politiques fixent des priorités et souvent allouent des ressources pour leur mise en œuvre. Elles sont appliquées à l'aide de quatre types d'instruments: lois et réglementations, mesures économiques et programmes d'information et d'éducation et affectation de droits et de responsabilités pour la prestation de services.
- Procédés de traitement à haut débit** – Procédés de traitement artificiels, caractérisés par des débits élevés et des temps de séjour hydraulique faibles. Ces procédés comprennent habituellement une étape de traitement primaire pour faire déposer les matières solides, suivie d'une étape de traitement secondaire pour dégrader biologiquement les substances organiques.
- Rayonnement ultraviolet (UV)** – Longueurs d'onde lumineuses plus courtes que celles de la lumière violette visible (380 à 10 nanomètres), utilisées pour inactiver les agents pathogènes (bactéries, protozoaires et virus).
- Réacteur anaérobie à flux ascendant à couverture de boue** – Unité anaérobie à haut débit servant au traitement primaire des eaux usées domestiques. Les eaux usées sont traitées au cours de leur passage à travers une couche de boue (la « couverture » de boue), composée de bactéries anaérobies. Ce procédé de traitement est conçu principalement pour l'élimination des matières organiques (demande biochimique en oxygène).

- Réduction logarithmique** – Efficacité d'élimination des organismes: 1 unité logarithmique = 90 %; 2 unités logarithmiques = 99 %; 3 unités logarithmiques = 99,9 %; etc.
- Réglementation** – Règles établies par une agence ou une entité administrative qui interprètent le règlement définissant les objectifs et les pouvoirs de l'agence ou les circonstances dans lesquelles ce règlement s'applique.
- Réseau d'égouts** – Système complet de canalisations, de pompes, de bassins, de cuves, d'unités de traitement et d'infrastructures pour recueillir, transporter, traiter et évacuer les eaux usées.
- Risque** – Probabilité d'un danger ayant des effets préjudiciables sur des populations exposées dans un laps de temps spécifié, couvrant l'ampleur de ce préjudice.
- Risque sanitaire admissible** – Niveau défini de risque sanitaire résultant d'une exposition ou d'une maladie particulière, qui est toléré par la société et utilisé pour fixer des objectifs liés à la santé.
- Séparation à la source** – Diversion des urines, des fèces, des eaux ménagères ou de la totalité, puis collecte (et traitement) séparé.
- Surveillance opérationnelle** – Le fait de mener une séquence planifiée d'observations ou de mesures des paramètres de contrôle pour évaluer si un paramètre de contrôle demeure, en fonctionnement, à l'intérieur des spécifications de conception (portant, pour le traitement des eaux usées par exemple, sur la turbidité). On s'intéresse plus particulièrement aux paramètres de surveillance pouvant être mesurés rapidement et facilement et capables d'indiquer si le système fonctionne correctement. Les données de surveillance opérationnelle doivent aider les gestionnaires à prendre des mesures correctives pouvant prévenir la manifestation des dangers.
- Surveillance/vérification** – Application de méthodes, de procédures, de tests et d'autres évaluations, en plus de celles servant à la surveillance opérationnelle, pour déterminer si les paramètres du système sont conformes aux valeurs de conception et/ou si le système remplit des exigences spécifiées (analyse de la qualité microbienne de l'eau à la recherche d'*E. coli* ou d'œufs d'helminthes, analyse microbienne ou chimique des cultures irriguées, par exemple).
- Systèmes de traitement biologique à faible débit** – Utilise des procédés biologiques pour traiter les eaux usées dans de grands bassins, habituellement des bassins en terre. Caractérisés par des temps de séjour hydraulique longs. Comme exemples de traitements biologiques à faible débit, on peut mentionner les bassins de stabilisation des déchets, les réservoirs de stockage et de traitement des eaux usées et les marais artificiels.
- Temps de séjour hydraulique** – Temps nécessaire aux eaux usées pour traverser le système.
- Traitement avancé ou tertiaire** – Étapes de traitement ajoutées au traitement secondaire pour éliminer certains constituants, tels que des nutriments, des matières solides en suspension, des matières organiques, des métaux lourds ou des matières solides dissoutes (sels, par exemple).
- Traitement primaire** – Procédé de traitement initial, servant à éliminer les matières organiques et inorganiques décantables par sédimentation et les substances flottantes (écume) par écumage. Comme exemples de traitements primaires, on peut mentionner la sédimentation primaire, la sédimentation primaire améliorée chimiquement et les réacteurs anaérobies à flux ascendant à couverture de boue.
- Traitement secondaire** – Étape de traitement des eaux usées succédant au traitement primaire. Comprend l'élimination des substances biodégradables dissoutes et des

matières organiques colloïdales par des procédés de traitement biologique aérobie artificiels à haut débit. Comme exemples de traitements secondaires, on peut mentionner les boues activées, les filtres percolateurs, les bassins de lagunage aérés et les bassins d'oxydation.

Turbidité – Trouble de l'eau provoqué par la présence de matières fines en suspension.

Validation – Test du système et de ses différents composants pour prouver qu'il est en mesure de remplir des objectifs spécifiés (objectifs de réduction microbienne, par exemple). À effectuer lors du développement d'un nouveau système ou de l'adjonction de nouveaux procédés.

Vecteur – Insecte véhiculant la maladie d'un animal ou d'un humain à un autre (moustiques, par exemple)

Zone tampon – Terrain séparant les zones d'utilisation des eaux usées, des excreta et/ou des eaux ménagères des zones accessibles au public ; sert à prévenir l'exposition de la population aux dangers associés aux eaux usées, aux excreta et/ou aux eaux ménagères.

Cette troisième édition des *Directives pour l'utilisation sans risque des eaux usées, des excréta et des eaux ménagères* a été complètement mise à jour pour prendre en compte les nouveaux éléments scientifiques et les approches actuelles de la gestion des risques. Ces Directives révisées reflètent l'importance accordée à la prévention des maladies et aux principes de la santé publique.

Cette nouvelle édition répond à une demande grandissante de la part des Membres de l'OMS en conseils pour l'utilisation sans risque des eaux usées, des excréta et des eaux ménagères en agriculture et en aquaculture. Elle s'adresse notamment aux spécialistes de l'environnement et de la santé publique, aux chercheurs, aux ingénieurs, aux décideurs politiques et aux responsables du développement des normes et des réglementations.

Ces Directives se présentent en quatre volumes séparés. *Volume I: Aspects politiques et réglementaires; Volume II: Utilisation des eaux usées en agriculture; Volume III: Utilisation des eaux usées et des excréta en aquaculture; et Volume IV: Utilisation des excréta et des eaux ménagères en agriculture.*

Le Volume I de ces Directives présente les questions politiques et les mesures réglementaires extraites du contenu technique des Volumes II, III et IV. Les personnes confrontées à la nécessité de développer des politiques, des procédures et des cadres réglementaires au niveau d'un gouvernement national ou local trouveront les informations essentielles dans ce volume. Celui-ci contient un résumé de chacun des autres volumes.

