

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

**Volume IV
Utilisation des excreta et des eaux
ménagères en agriculture**



**Organisation
mondiale de la Santé**

Catalogage à la source : Bibliothèque de l'OMS

Directives OMS pour l'utilisation sans risque des eaux usées, des excréta 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 excréta en aquaculture – v. IV Utilisation des excréta 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.

SOMMAIRE

Liste des sigles et abréviations	vi
Avant-propos	vii
Remerciements	ix
Résumé d'orientation	xiii
1 Introduction.....	1
1.1 Objectifs et considérations générales.....	1
1.2 Public cible et définitions.....	3
1.3 Directives internationales et normes nationales	4
1.3.1 Normes nationales.....	4
1.3.2 Exportation de produits alimentaires.....	4
1.4 Facteurs affectant la durabilité des mesures d'assainissement.....	5
1.4.1 Santé et hygiène	5
1.4.2 Gestion des ressources et de l'environnement	5
1.4.3 Aspects économiques.....	6
1.4.4 Aspects socioculturels.....	6
1.4.5 Fonctionnement des équipements.....	6
1.5 Facteurs incitatifs	7
1.5.1 Pénurie d'eau, stress hydrique et dégradation des ressources en eau	7
1.5.2 Augmentation de la population et production alimentaire.....	8
1.5.3 Les excréta et les eaux ménagères comme ressources.....	9
1.5.4 Objectifs du Millénaire pour le Développement	17
2 Le Cadre de Stockholm	21
2.1 Une approche harmonisée pour l'évaluation et la gestion des risques.....	21
2.2 Éléments du Cadre de Stockholm.....	21
2.3 Évaluation de l'exposition environnementale.....	21
2.4 Évaluation du risque sanitaire.....	24
2.5 Risque sanitaire admissible et objectifs liés à la santé.....	27
2.5.1 Risque admissible.....	27
2.5.2 Objectifs liés à la santé	28
2.6 Gestion des risques.....	29
2.7 État de la santé publique.....	30
3 Évaluation des risques sanitaires.....	33
3.1 Bénéfices pour la santé.....	33
3.2 Infections liées aux excréta.....	34
3.2.1 Agents pathogènes dans les fèces.....	36
3.2.2 Agents pathogènes dans l'urine	37
3.2.3 Agents pathogènes dans les eaux ménagères	41
3.3 Survie des agents pathogènes dans les fèces, l'urine et les eaux ménagères	42
3.3.1 Survie dans les fèces.....	42
3.3.2 Survie dans l'urine.....	44
3.3.3 Charge fécale et survie des pathogènes fécaux dans les eaux ménagères.....	46
3.4 Survie dans les sols et sur les cultures	49
3.5 Données épidémiologiques et résultats des évaluations de risques	50
3.6 Analyse quantitative du risque microbien	54
3.6.1 Exemple de calcul de risque dans le cas d'un système d'eaux ménagères.....	55

3.6.2	Exemple de calcul de risque pour la collecte et l'utilisation d'urine humaine recueillie par dérivation.....	57
3.6.3	Exemple de calcul de risque dans le cas d'excreta stockés, sans autre traitement	60
4	Objectifs liés à la santé	65
4.1	Type d'objectifs appliqués	66
4.2	Charge de morbidité admissible et objectifs liés à la santé	66
4.3	Objectifs de réduction microbienne	71
4.4	Surveillance/vérification.....	74
4.4.1	Traitement des excréta et des eaux ménagères.....	75
4.4.2	Autres mesures de protection de la santé	75
4.4.3	Les excréta dans les petits systèmes.....	76
4.4.4	Surveillance opérationnelle pour l'urine dans les grands et les petits systèmes.....	77
5	Mesures de protection de la santé	81
5.1	Considérations spécifiques pour la prévention de l'exposition lors de l'utilisation d'urine, de fèces et d'eaux ménagères	82
5.1.1	Prévention de l'exposition : principes généraux	83
5.1.2	Prévention de l'exposition sur les sites agricoles ou les sites d'utilisation	86
5.1.3	Prévention de l'exposition après la récolte.....	87
5.2	Mesures techniques	88
5.2.1	Systèmes d'assainissement sur site.....	88
5.2.2	Manutention et transport des excréta et des boues.....	98
5.2.3	Traitement des eaux-vannes et des boues de fosse septique / boues fécales	100
5.2.4	Eaux ménagères	104
6	Surveillance et évaluation du système.....	113
6.1	Fonctions de surveillance.....	113
6.2	Évaluation du système.....	114
6.3	Validation.....	116
6.4	Surveillance opérationnelle	116
6.5	Surveillance/vérification.....	117
6.6	Systèmes à petite échelle	120
6.7	Autres types de surveillance	121
7	Aspects socioculturels.....	123
7.1	Perceptions de l'utilisation des excréta et des eaux ménagères	123
7.2	Déterminants liés aux aliments	125
7.3	Changements de comportements et facteurs culturels.....	125
7.4	Aspects relatifs à la praticité et à la dignité humaine	127
7.5	Questions de genre dans l'utilisation des excréta et des eaux ménagères	128
8	Aspects environnementaux	133
8.1	Impacts sur les sols	133
8.1.1	Métaux.....	133
8.1.2	Composés organiques persistants.....	134
8.1.3	Salinisation	137
8.2	Impacts sur les étendues et cours d'eau.....	137

9 Considérations économiques et financières	141
9.1 Faisabilité économique.....	141
9.1.1 Analyse coûts/bénéfices	141
9.1.2 Coûts et bénéfices	142
9.1.3 Processus de prise de décision multi-objectifs.....	143
9.1.4 Exemples empiriques d'analyse des coûts pour les systèmes de valorisation	144
9.2 Faisabilité financière.....	146
9.3 Faisabilité commerciale.....	152
10 Aspects politiques	153
10.1 Politique.....	153
10.1.1 Politique internationale	154
10.1.2 Politiques nationales en matière d'utilisation des eaux ménagères et des excreta	155
10.1.3 Eaux ménagères et excreta dans la gestion intégrée des ressources en eau.....	156
10.2 Législation	156
10.2.1 Rôles et attributions institutionnels	157
10.2.2 Autres rôles et attributions.....	160
10.2.3 Droits d'accès.....	161
10.2.4 Régime foncier	161
10.2.5 Santé publique.....	161
10.3 Réglementation.....	164
10.4 Élaboration d'un cadre politique national.....	165
10.4.1 Définition des objectifs	165
10.4.2 Analyse du cadre politique existant.....	166
10.4.3 Élaboration de plans d'actions.....	167
10.4.4 Recherche.....	171
11 Planification et mise en œuvre.....	173
11.1 Adoption d'une démarche de planification appropriée.....	173
11.2 Planification d'un projet local : considérations spécifiques	176
11.2.1 Démarches participatives	176
11.2.2 Traitement.....	176
11.2.3 Restrictions relatives aux cultures	178
11.2.4 Épandage	178
11.2.5 Prévention de l'exposition humaine	178
11.2.6 Coûts.....	180
11.2.7 Aspects techniques.....	180
11.2.8 Services d'appui.....	181
11.2.9 Formation	181
Bibliographie	183
Annexe 1 Glossaire des termes utilisés dans les Directives.....	203

LISTE DES SIGLES ET ABRÉVIATIONS

BF	Boues fécales
BKV	Polyomavirus BK
DALY	Année de vie corrigée de l'incapacité
DBO	Demande biochimique en oxygène
DBO _x	Demande biochimique en oxygène sur $\times$ jours
DCO	Demande chimique en oxygène
DI ₅₀	Dose infectieuse médiane
EHEC	<i>E. coli</i> entérohémorragique
EIEC	<i>E. coli</i> entéro-invasif
EPEC	<i>E. coli</i> entéro-pathogène
ETEC	<i>E. coli</i> entérotoxigène
FAO	Organisation des Nations Unies pour l'Alimentation et l'Agriculture
ISO	Organisation internationale de normalisation
JCV	Polyomavirus JC
OMC	Organisation mondiale du Commerce
OMS	Organisation mondiale de la Santé
OMD	Objectifs du Millénaire pour le Développement
PHAST	Participatory Hygiene and Sanitation Transformation (Transformation participative de l'hygiène et de l'assainissement)
P _{inf}	Probabilité d'infection
QMRA	Evaluation quantitative du risque microbien
SARAR	Self-esteem (confiance en soi), Associative strengths (forces associées), Resourcefulness (ingéniosité), Action-planning (planification de l'action), and Responsibility (responsabilité)
SIDA	Syndrome d'immunodéficience acquise
T ₉₀	Nombre de jours nécessaires pour une réduction décimale (90%) (réduction d'une unité logarithmique)
FVA	Fosse à ventilation améliorée
ufc	Unités formant colonie
VU	Unité virale
VIH	Virus de l'immunodéficience humaine
WSSCC	Water Supply and Sanitation Collaborative Council (Conseil de Coopération pour l'Assainissement et l'Approvisionnement en Eau)

Le 8 septembre 2000, l'Assemblée générale des Nations Unies adoptait les Objectifs du Millénaire pour le Développement (OMD). Les OMD les plus directement liés à l'utilisation d'excreta et d'eaux ménagères en agriculture sont les objectifs n° 1 « Réduire l'extrême pauvreté et la faim » et n° 7 « Assurer un environnement durable ». L'utilisation agricole d'excreta et d'eaux ménagères peut aider les communautés à produire plus de denrées alimentaires et à tirer parti de ressources précieuses en eau et en nutriments. Cette utilisation doit cependant être exempte de risque, pour que la santé publique et l'environnement en bénéficient pleinement.

Pour protéger la santé publique et inciter à un usage rationnel des eaux usées et des excréta dans l'agriculture et l'aquaculture, l'Organisation mondiale de la Santé (OMS) a publié en 1973 des recommandations relatives à l'utilisation des eaux usées en agriculture et en aquaculture, sous le titre *La réutilisation des effluents : méthodes de traitement des eaux usées et mesures de protection sanitaire* (OMS, 1973). Une revue complète des études épidémiologiques et des données disponibles a conduit en 1989 à actualiser ces recommandations sous le titre *Guide pour l'utilisation sans risque des eaux résiduaires et des excréta en agriculture et aquaculture – Mesures pour la protection de la santé publique* (OMS, 1991). Ces recommandations ont eu un impact considérable et de nombreux pays les ont adoptées pour les appliquer ou les adapter à leurs pratiques en matière d'utilisation des eaux usées et des excréta.

Les méthodes d'utilisation sans risque des excréta et des eaux ménagères en agriculture suscitent un intérêt croissant, car elles permettent d'associer le recyclage de l'eau et des nutriments à un renforcement de la sécurité alimentaire des ménages et à une amélioration de la nutrition des plus démunis. Ce regain d'intérêt pour l'utilisation agricole des excréta et des eaux ménagères tient à la rareté de l'eau et au manque de disponibilité des nutriments, ainsi qu'à des préoccupations d'ordre sanitaire et environnemental. Une actualisation du Guide s'imposait pour tenir compte des données scientifiques récentes sur les agents pathogènes et les produits chimiques, mais aussi de facteurs tels que les changements démographiques, l'évolution des pratiques sanitaires, les progrès réalisés dans le domaine de l'évaluation des risques, les aspects sociaux/l'équité ou les pratiques socioculturelles. Il était nécessaire, en particulier, de réexaminer les données épidémiologiques et les données relatives à l'évaluation des risques.

Pour mieux répondre aux besoins des différents publics cibles, cette troisième édition, intitulée *Directives pour l'utilisation sans risque des eaux usées, des excréta et des eaux ménagères*, est présentée 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 sur les questions liées à l'eau reposent sur un consensus scientifique et sur une sélection des meilleures données disponibles. Un grand nombre d'experts ont participé à leur élaboration. Les *Directives pour l'utilisation sans risque des eaux usées, des excréta et des eaux ménagères* ont pour objet de protéger la santé des agriculteurs et de leurs familles, des communautés locales, et des consommateurs des produits cultivés. Elles sont destinées à être adaptées pour tenir compte des facteurs socioculturels, économiques et environnementaux propres à chaque pays. Lorsque les Directives traitent d'aspects techniques – le traitement des excréta et des eaux ménagères, par exemple – les solutions les plus accessibles et les plus faciles à mettre en œuvre (d'un point de vue tant technique qu'économique) sont expressément signalées, mais le recours à d'autres méthodes n'est nullement exclu. Des normes trop strictes, difficilement applicables sur la durée, pourraient conduire, paradoxalement, à

une moindre protection sanitaire : considérées comme inatteignables dans un contexte donné, elles risqueraient d'être purement et simplement ignorées. C'est pourquoi les Directives privilégient une démarche globale visant à assurer à la fois un bénéfice maximal pour la santé publique et une valorisation optimale des ressources.

À l'issue d'une réunion d'experts qui s'est tenue à Stockholm, en Suède, l'OMS a publié un document intitulé *Water quality: Guidelines, standards and health – Assessment of risk and risk management for water-related infectious disease* (Fewtrell & Bartram, 2001). Ce document offre un cadre harmonisé pour l'élaboration de recommandations et de normes relatives aux dangers microbiens liés à l'eau. Ce cadre prévoit l'évaluation des risques pour la santé préalablement à la fixation d'objectifs sanitaires, la définition des principales démarches de prévention à mettre en œuvre, et l'évaluation de l'impact de ces démarches conjointes sur l'état de la santé publique. Il s'agit d'un cadre flexible permettant aux pays de prendre en compte les risques sanitaires pouvant résulter des expositions microbiennes liées à l'eau de boisson et des expositions par contact avec l'eau dans un cadre récréatif ou professionnel. Il importe, dans cette optique, de replacer les risques sanitaires résultant de l'utilisation agricole des excréta et des eaux ménagères dans le contexte de la charge globale de morbidité affectant la population concernée.

Le présent volume des *Directives pour l'utilisation sans risque des eaux usées, des excréta et des eaux ménagères* fournit des données sur l'évaluation et la gestion des risques associés aux dangers microbiens. Il expose les exigences applicables pour une utilisation sans risque des excréta et des eaux ménagères en agriculture, en termes notamment de procédures minimales et d'objectifs spécifiques liés à la santé, et décrit les modalités d'application de ces exigences. Les démarches adoptées dans l'établissement des recommandations et des objectifs sanitaires, en particulier, sont également décrites dans ce volume, qui comporte une révision substantielle des approches relatives à la sécurité microbienne.

Cette version des Directives remplace les versions précédentes (de 1973 et 1989). Elle est considérée comme représentant la position du système des Nations Unies sur les questions relatives à la protection de la santé dans l'utilisation des eaux usées, des excréta et des eaux ménagères, formulée par UN-Water, l'organisme coordonnateur des 24 agences et programmes des Nations Unies concernés par les problèmes liés à l'eau. Elle prolonge et actualise les concepts, démarches et informations présentés dans les précédentes éditions et apporte des informations complémentaires sur les points suivants, notamment :

- charge globale de maladies transmises par l'eau au sein d'une population et mécanismes par lesquels l'utilisation des excréta et des eaux ménagères en agriculture peut contribuer à cette charge ;
- Cadre de Stockholm pour l'élaboration de recommandations relatives à l'eau et la définition d'objectifs liés à la santé ;
- analyse des risques ;
- stratégies de gestion des risques, comprenant l'évaluation quantitative de différentes mesures de protection sanitaire ;
- stratégies de mise en œuvre des recommandations.

Cette version révisée des Directives sera utile à tous ceux qui sont confrontés à des questions ayant trait à l'utilisation sans risque des eaux usées, des excréta et des eaux ménagères, à la santé publique et à la gestion de l'eau et des déchets, qu'il s'agisse des experts, formateurs, chercheurs, ingénieurs ou décideurs intervenant dans le domaine de l'environnement et de la santé publique, ou des acteurs de la normalisation et de la réglementation.

REMERCIEMENTS

L'Organisation mondiale de la Santé (OMS) souhaite exprimer sa gratitude à tous ceux dont les efforts ont permis la publication de ces *Directives pour l'utilisation sans risque des eaux usées, des excréta et des eaux ménagères, Volume IV: Utilisation des excréta et des eaux ménagères en agriculture*, 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 le Dr Thor Axel Stenström (Chef du Département Microbiologie de l'eau et de l'environnement, Institut suédois de lutte contre les maladies infectieuses, Stockholm), qui ont coordonné la préparation de ce volume.

Un groupe international d'experts a fourni les éléments nécessaires et participé à la rédaction et à la révision du Volume IV 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 chacun des chapitres de cet ouvrage. L'OMS remercie pour leur contribution¹ à l'élaboration des Directives :

Mohammad Abed Aziz Al-Rasheed, Ministère de la Santé, Amman, Jordanie
Saqer Al Salem, Centre régional OMS pour les activités relatives à l'hygiène de l'environnement, 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, États-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
Robert Bos, OMS, Genève, Suisse
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

¹ La présence d'un astérisque (*) signale une contribution importante à la rédaction de l'ouvrage.

Andrew Chang, University of California at Riverside, Riverside, Californie, États-Unis d'Amérique
Guéladio Cissé, Centre suisse de Recherche scientifique, Abidjan, Côte d'Ivoire
Joseph Cotruvo, J. Cotruvo & Associates, Washington, DC, États-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, États-Unis d'Amérique
Yanfén 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, Indian Health Service, Rockville, Maryland, États-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, États-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), Dübendorf, 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 Gourion du Négev, 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, États-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
Liqas 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 Schønning,* 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
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), Dübendorf, Suisse
Ted Thairs, EUREAU Working Group on Wastewater Reuse (ancien Secrétaire), Herefordshire, Royaume-Uni
Terrence Thompson, Bureau régional OMS du 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

de révision des *Directives OMS pour l'utilisation sans risque des eaux usées, des excréta et des eaux ménagères*, à Genève, qui a permis de finaliser cette troisième édition.

Nous n'aurions pu réaliser ces Directives sans le soutien généreux du ministère du Développement international du Royaume-Uni, de l'Agence suédoise de Coopération internationale pour le Développement (Sida) par l'intermédiaire de l'Institut de Stockholm pour l'environnement, 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 et développement urbain).

RÉSUMÉ D'ORIENTATION

Le présent volume des *Directives pour l'utilisation sans risque des eaux usées, des excréta et des eaux ménagères* de l'Organisation mondiale de la Santé (OMS) fait le point sur les connaissances en matière d'utilisation des excréta et des eaux ménagères en agriculture, et d'impact de ces pratiques sur la santé des consommateurs, des travailleurs et de leurs familles et des communautés locales. Pour chaque groupe exposé, les dangers pour la santé sont identifiés et des mesures de protection sanitaire visant à réduire les risques sont proposées.

L'objectif principal des Directives est de contribuer à une protection optimale de la santé publique et à la valorisation de ressources importantes. Le présent volume a pour objet de rendre l'utilisation agricole des excréta et des eaux ménagères aussi sûre que possible, afin que la contribution de cette pratique à l'amélioration de la nutrition et de la sécurité alimentaire des ménages bénéficie à l'ensemble des populations concernées. Les effets préjudiciables pour la santé pouvant résulter de l'utilisation agricole d'excréta et d'eaux ménagères doivent donc être soigneusement pesés au regard des bénéfices sanitaires et environnementaux. Il ne s'agit pas pour autant d'un simple arbitrage. Quelle que puisse être la contribution des excréta et des eaux ménagères à la sécurité alimentaire et à l'état nutritionnel des populations, il est primordial d'identifier les dangers liés à leur utilisation, d'évaluer les risques pour les groupes vulnérables et de définir des mesures visant à réduire ces risques.

Ce volume est destiné à servir de base à la définition d'approches internationales et nationales et à l'élaboration de normes et de réglementations permettant de gérer les risques sanitaires résultant des dangers associés à l'utilisation des excréta et des eaux ménagères en agriculture, et à fournir un cadre pour la prise de décision aux niveaux national et local.

Il s'applique avant tout à l'usage intentionnel des excréta et des eaux ménagères en agriculture, mais devrait être transposable aux utilisations non délibérées.

Les Directives proposent un cadre pour une gestion préventive et intégrée de la sécurité, s'appliquant depuis le point de génération des excréta et des eaux ménagères, au niveau des ménages, jusqu'à la consommation des produits cultivés en utilisant des excréta traités comme fertilisants ou des eaux ménagères traitées pour l'irrigation. Elles exposent les exigences minimales raisonnablement applicables et les bonnes pratiques visant à protéger la santé des personnes lors de l'utilisation d'excréta ou d'eaux ménagères traités dans l'agriculture, ou de la consommation des produits cultivés avec ces eaux ou ces excréta, et présentent les données utilisées pour formuler des objectifs en matière de santé. Ces exigences minimales et ces objectifs sanitaires ne sont pas conçus comme des limites contraignantes. La démarche adoptée par les autorités nationales ou locales pour la mise en œuvre des Directives et des objectifs sanitaires proposés peut varier selon le contexte social, culturel, environnemental ou économique local, et selon les données relatives aux voies d'exposition, à la nature et à la gravité des dangers, et à 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 à tous ceux qui sont confrontés à des questions ayant trait à la sécurité dans l'utilisation des eaux usées, des excréta et des eaux ménagères, à la santé publique et à la gestion des ressources en eau et des eaux usées. Elle s'adresse notamment aux experts en santé publique, en agronomie ou en protection de l'environnement, aux professionnels de l'agriculture, aux formateurs, aux chercheurs, aux ingénieurs, aux décideurs, et aux acteurs de la normalisation et de la réglementation.

Introduction

Les systèmes classiques de tout-à-l'égout resteront pour longtemps encore la principale méthode d'assainissement. Sachant qu'à l'échelle mondiale, une fraction seulement des installations de traitement des eaux usées assurent une réduction optimale des niveaux de micro-organismes pathogènes, et que la majorité de la population, tant en milieu rural qu'en milieu urbain, n'est pas raccordée à un réseau centralisé de traitement des eaux usées, il importe de développer en parallèle des méthodes d'assainissement alternatives.

Le 8 septembre 2000, l'Assemblée générale des Nations Unies adoptait les objectifs du Millénaire pour le développement (OMD). Les OMD les plus directement liés à l'utilisation d'excreta et d'eaux ménagères en agriculture sont les objectifs n° 1 « Réduire l'extrême pauvreté et la faim » et n° 7 « Assurer un environnement durable ». En matière d'assainissement, l'objectif 7 prévoit de réduire de moitié d'ici à 2015 la proportion de ceux qui n'ont pas accès à un assainissement convenable. La séparation à la source, à l'échelle des ménages ou des collectivités, est l'une des solutions alternatives qui se développent de plus en plus largement pour répondre à cet objectif. Elle contribue aussi à prévenir la dégradation de l'environnement et à promouvoir la durabilité par le recyclage des nutriments présents dans les excreta humains.

Les facteurs incitant à utiliser de plus en plus largement les excreta et les eaux ménagères dans l'agriculture sont notamment les suivants :

- pénurie d'eau et stress hydrique croissants, et dégradation des ressources en eau de qualité résultant d'une élimination inadéquate des eaux usées, des excreta et des eaux ménagères ;
- augmentation de la population, se traduisant par une demande croissante de produits alimentaires et de fibres ;
- reconnaissance accrue de la valeur des excreta et des eaux ménagères comme sources de nutriments ;
- OMD, en particulier objectifs visant à assurer la durabilité environnementale et à éliminer la pauvreté et la faim.

La compétition croissante entre zones agricoles et urbaines pour l'accès à une eau de qualité, particulièrement dans les régions arides, semi-arides et densément peuplées, accroîtra la pression sur cette ressource de plus en plus rare. C'est dans les zones urbaines et périurbaines des pays en développement que la population devrait augmenter le plus (Division de la Population des Nations Unies, 2002). L'augmentation de la population se traduira par une augmentation de la demande d'eau douce et des volumes de déchets rejetés dans l'environnement, ce qui aggravera encore la pollution des sources d'eau propre. La séparation à la source au niveau des ménages et l'utilisation en sécurité des excreta et des eaux ménagères dans l'agriculture contribueront à réduire ces pressions et aideront les collectivités à produire plus de denrées alimentaires tout en valorisant de précieuses ressources en eau et en nutriments. Autres avantages de l'utilisation comme fertilisants des nutriments provenant des excreta, ce « produit » est moins contaminé par les produits chimiques industriels que les eaux usées, et cette méthode permet d'économiser l'eau et de la conserver pour d'autres usages.

Ce volume met l'accent sur les applications à petite échelle, que ce soit dans les pays industrialisés ou dans les pays en développement.

Le Cadre de Stockholm

Le Cadre de Stockholm est une approche intégrée associant l'évaluation et la gestion des risques pour prévenir les maladies liées à l'eau. Il fournit un cadre harmonisé pour l'élaboration de recommandations et de normes sanitaires en matière de dangers microbiens liés à l'eau et à l'assainissement. Le Cadre de Stockholm prévoit l'évaluation des risques pour la santé comme préalable à l'établissement d'objectifs sanitaires et de valeurs guides, la définition des principales démarches de prévention à mettre en œuvre, et l'évaluation de l'impact de ces démarches conjointes sur la santé publique. Le Cadre de Stockholm constitue le cadre conceptuel des présentes Directives et des autres recommandations de l'OMS dans le domaine de l'eau.

Évaluation des risques pour la santé

L'évaluation des risques fait appel à trois types de démarches : les analyses microbiennes, les études épidémiologiques et l'évaluation quantitative du risque microbien (QMRA). Les fèces humaines contiennent divers agents pathogènes reflétant la prévalence des affections dans la population; seul un petit nombre d'espèces pathogènes peuvent en revanche être excrétées dans l'urine. Les risques résultant de l'utilisation de l'urine comme fertilisant et de l'utilisation des eaux ménagères pour l'irrigation sont liés à la contamination croisée par des matières fécales. Les données épidémiologiques pour l'évaluation des risques provenant des fèces, des boues fécales, de l'urine ou des eaux ménagères traitées sont rares et peu fiables, mais on dispose de très nombreuses données sur la matière fécale non traitée. Quant aux analyses microbiennes, elles sont parfois peu fiables pour l'évaluation prédictive des risques, en raison d'un dépérissement rapide d'organismes indicateurs comme *Escherichia coli* dans l'urine, qui conduit à sous-estimer les risques de transmission d'agents pathogènes. C'est parfois l'inverse qui se produit dans le cas des eaux ménagères, où la croissance de la bactérie indicatrice en présence de substances organiques facilement dégradables peut conduire à surestimer les risques. Du fait de ces limites, la QMRA reste la méthode de choix compte tenu du nombre d'organismes présentant des caractéristiques de transmission communes et de leur prévalence dans la population. Les facteurs pris en compte sont notamment les suivants :

- caractéristiques épidémiologiques (en particulier dose infectieuse, latence, hôtes et hôtes intermédiaires);
- persistance dans différents milieux hors de l'organisme humain (et potentiel de croissance);
- principales voies de transmission;
- efficacité relative des différents traitements barrières;
- mesures de gestion des risques.

Objectifs liés à la santé

Les objectifs liés à la santé définissent les niveaux de protection de la santé applicables pour chaque danger. Un objectif lié à la santé peut être basé sur une mesure standard de la maladie, comme l'année de vie corrigée de l'incapacité ou DALY (avec un niveau admissible de 10^{-6} DALY), ou sur un effet recherché, tel que la prévention de l'exposition aux agents pathogènes via les excreta et les eaux ménagères à chaque instant, depuis leur génération au niveau des ménages jusqu'à leur utilisation dans l'agriculture. Pour atteindre l'objectif, des mesures de protection sanitaire sont définies. En règle générale, la réalisation de l'objectif passe par la combinaison de diverses mesures de protection sanitaire, intervenant à différentes étapes du processus.

Tableau 1. Valeurs indicatives pour la surveillance/vérification dans les systèmes de traitement à grande échelle des eaux ménagères, des excreta et des boues fécales destinés à l'agriculture

	(Œufs d'helminthes (nombre pour 100 g de matière solide totale ou par litre)	<i>E. coli</i> (nombre pour 100 ml)
Fèces traitées et boues fécales	<1/g de matière solide	<1000/g de matière solide
Eaux ménagères destinées à :		
– l'irrigation restreinte	<1/litre	<10 ^{5a} <10 ⁶ admis en cas d'exposition limitée ou de recroissance probable
– l'irrigation sans restriction de produits consommés crus	<1/litre	<10 ³ <10 ⁴ admis dans le cas de plantes à feuilles hautes ou d'irrigation goutte à goutte

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

Tableau 2. Recommandations pour le traitement par stockage d'excreta et de boues fécales secs avant utilisation au niveau des ménages ou au niveau municipal^a

Traitement	Critères	Commentaire
Stockage ; température ambiante 2–20 °C	1,5–2 ans	Permet d'éliminer les pathogènes bactériens ; recroissance éventuelle d' <i>E. coli</i> et <i>Salmonella</i> en cas d'apport d'humidité ; virus et protozoaires parasites réduits en dessous des niveaux à risque. Certains œufs peuvent persister en petits nombres dans le sol.
Stockage ; température ambiante >20–35 °C	>1 an	Inactivation substantielle à totale des virus, bactéries et protozoaires ; inactivation des œufs de schistosome (<1 mois) ; inactivation des œufs de nématodes (vers ronds), ankylostomes, par exemple (<i>Ancylostoma/Necator</i>) et de trichocéphales (<i>Trichuris</i>) ; survie d'un certain pourcentage (10–30 %) d'œufs d' <i>Ascaris</i> (≥4 mois) ; une inactivation plus ou moins complète des œufs d' <i>Ascaris</i> est obtenue en 1 an (Strauss, 1985).
Traitement alcalin	pH >9 pendant >6 mois	Si la température est >35 °C et l'humidité <25 %, un pH bas et/ou la présence d'humidité dans la matière prolongera la durée nécessaire à l'inactivation absolue.

^a Pas d'addition de matière en cours de traitement.

Les objectifs sanitaires peuvent être atteints par différents type de traitements barrières ou de mesures de protection de la santé. Les barrières font référence à des mesures de surveillance/vérification, en particulier dans le cas des systèmes à grande échelle, comme le montrent les données du tableau 1 pour les excreta et les eaux ménagères. La surveillance/vérification n'est pas applicable à l'urine.

Les objectifs sanitaires peuvent aussi faire l'objet d'une surveillance opérationnelle couvrant par exemple le stockage comme mesure de traitement sur site, ou un traitement complémentaire hors site après la collecte. Le tableau 2 présente l'exemple des fèces provenant de systèmes à petite échelle.

Pour l'urine collectée, les critères de stockage applicables sont établis principalement à partir d'une compilation d'études portant sur l'évaluation des risques. Les données

Tableau 3 Durées de stockage recommandées pour les mélanges d'urine^a, d'après la teneur estimée en agents pathogènes^b, et types de cultures recommandés pour les grands systèmes^c

Température de stockage	Durée de stockage	Pathogènes potentiellement présents dans le mélange d'urine après stockage	Cultures recommandées
4	≥1 mois	Virus, protozoaires	Aliments et fourrages destinés à être transformés
4	≥6 mois	Virus	Aliments destinés à être transformés, fourrage ^d
20	≥1 mois	Virus	Aliments destinés à être transformés, fourrage ^d
20	≥6 mois	Probablement aucun	Tous types de cultures ^e

^a Urine, ou urine et eau. En cas de dilution, on suppose que le mélange d'urine a un pH d'au moins 8,8 et une concentration d'azote d'au moins 1 g/l.

^b Les bactéries Gram-positif et les bactéries sporulées ne sont pas prises en compte dans les évaluations de risques sous-tendant la démarche, mais ne sont pas normalement considérées comme induisant des infections à caractère préoccupant.

^c Un grand système, dans ce contexte, est un système où le mélange d'urine est utilisé pour fertiliser des cultures destinées à être consommées par des personnes autres que les membres du foyer dont les urines ont été collectées.

^d Sauf herbage destiné à la production de fourrage.

^e Pour les plantes destinées à être consommées crues, il est recommandé d'appliquer l'urine au moins un mois avant la récolte et de l'incorporer dans le sol si les parties comestibles poussent au-dessus de la surface du sol.

obtenues ont été transposées en recommandations opérationnelles visant à limiter le risque à un niveau inférieur à 10^{-6} DALY, compte tenu également des mesures de protection complémentaires. Les recommandations opérationnelles sont fondées sur une séparation de l'urine à la source (tableau 3). En cas de forte contamination fécale croisée, les durées de stockage recommandées peuvent être allongées. Si l'urine n'est utilisée comme fertilisant que pour la culture de produits destinés à la consommation du foyer, elle peut être utilisée directement, sans stockage. La probabilité de transmission de maladie attribuable au manque d'hygiène au sein du foyer est beaucoup plus élevée que la probabilité de transmission par l'urine utilisée comme fertilisant.

Pour tous les types d'excréta traités, des mesures de sécurité complémentaires sont nécessaires. Elles incluent par exemple une période de retrait recommandée d'une durée d'un mois entre l'épandage des excréta traités et la récolte (figure 1). La QMRA a permis d'établir que cette mesure se traduisait par une probabilité d'infection bien inférieure à 10^{-4} , ce qui correspond à un niveau de l'ordre de 10^{-6} DALY.

Mesures de protection de la santé

Une série de mesures de protection de la santé permettent de réduire les risques sanitaires pour les communautés locales, les travailleurs et leur famille et les consommateurs des produits fertilisés ou irrigués.

Les dangers associés à la consommation de produits fertilisés avec des excréta sont les agents pathogènes qu'ils contiennent. Le risque de maladies infectieuses est significativement réduit si les aliments sont manipulés et cuits de façon appropriée avant d'être mangés. Les mesures de protection sanitaire suivantes ont un impact sur la santé des consommateurs :

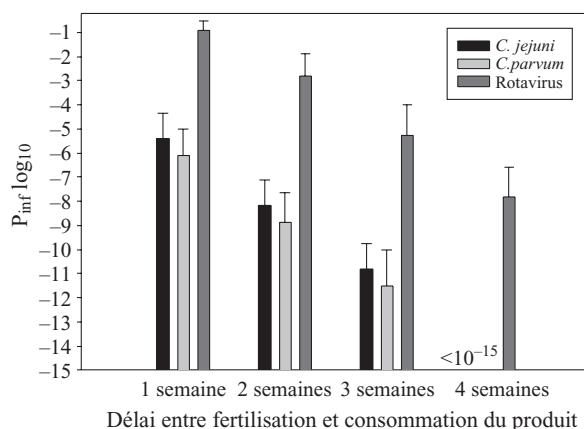


Figure 1

Probabilité moyenne d'infection par des agents pathogènes en cas d'ingestion de produits fertilisés avec de l'urine non stockée selon le délai entre fertilisation et consommation (P_{inf} = probabilité d'infection).

- traitement des excreta et des eaux ménagères ;
- restrictions relatives aux cultures ;
- respect d'une période de retrait permettant le dépérissement des agents pathogènes résiduels entre la fertilisation et la consommation ;
- pratiques d'hygiène lors de la manipulation et de la préparation des aliments ;
- promotion de la santé et de l'hygiène ;
- lavage, désinfection et cuisson des produits ;

Pour tous les types d'excreta traités, des mesures de sécurité complémentaires s'appliquent. Elles comprennent notamment une période de retrait recommandée d'une durée d'un mois entre l'épandage des excreta traités et la récolte (figure 1). La QMRA a montré que le respect de ce délai se traduisait par une probabilité d'infection bien inférieure à 10^{-4} , correspondant à un niveau de l'ordre de 10^{-6} DALY.

Les travailleurs et leurs familles peuvent être exposés à des agents pathogènes associés aux excreta et transmis par des vecteurs (dans certaines régions) du fait des opérations liées à l'utilisation des excreta et des eaux ménagères. Le traitement des excreta et des eaux ménagères, qui a pour objet de prévenir les maladies liées aux excreta et aux eaux ménagères, n'a pas d'impact direct sur les maladies transmises par des vecteurs. Les mesures complémentaires applicables sont notamment les suivantes :

- port d'équipements de protection individuelle ;
- accès à une eau de boisson de qualité et à des installations sanitaires dans les exploitations agricoles ;
- promotion de la santé et de l'hygiène ;
- contrôle des vecteurs et des hôtes intermédiaires ;
- limitation des contacts avec les vecteurs.

Les communautés locales sont exposées aux mêmes facteurs de risque que les travailleurs. Si elles n'ont pas accès à une eau de boisson de qualité, elles risquent d'utiliser

de l'eau d'irrigation contaminée pour boire ou pour divers usages domestiques. Les enfants risquent de jouer ou de nager dans l'eau contaminée. En outre, si les activités donnent lieu à une prolifération accrue de vecteurs, les maladies transmises par ces vecteurs peuvent affecter la communauté locale, même si elle n'a pas directement accès aux champs. Les mesures suivantes permettent de protéger les communautés locales des dangers pour la santé :

- traitement des excreta et des eaux ménagères ;
- limitation des contacts lors de la manutention et de la manipulation, et contrôle d'accès aux champs ;
- accès des communautés locales à de l'eau de boisson de qualité et à des équipements d'assainissement ;
- élimination des vecteurs et des hôtes intermédiaires ;
- limitation des contacts avec les vecteurs.

Surveillance et évaluation du système

La surveillance répond à trois objectifs : la validation, qui consiste à établir que le système est en mesure de répondre aux exigences de conception ; la surveillance opérationnelle, qui fournit des informations sur le fonctionnement des différentes composantes du système pour ce qui est des mesures de protection sanitaire ; et la vérification, qui intervient habituellement en fin de procédé pour s'assurer que le système remplit les objectifs fixés.

Les trois fonctions de la surveillance sont utilisées à des fins et à des moments différents. La validation est pratiquée lors du développement d'un nouveau système ou de l'adjonction de nouveaux procédés. Elle sert à vérifier ou à prouver que le système est en mesure de remplir les objectifs fixés. La surveillance opérationnelle est utilisée en routine pour indiquer que le système fonctionne conformément aux prévisions. Ce type de surveillance repose sur des données simples (mode d'utilisation, durée de stockage, fonctionnalité, par exemple) pouvant être obtenues rapidement et permettant de prendre en temps utile des décisions pour remédier à un éventuel problème. La vérification est utilisée pour montrer que le produit final (excreta ou eaux ménagères traités, produits cultivés, notamment) est conforme aux objectifs de traitement et, par conséquent, aux objectifs sanitaires. Le recueil de données dans le cadre de la surveillance/vérification est effectué périodiquement et ne permet généralement pas de prévenir la survenue d'un danger. Cependant, dans le cas des systèmes à grande échelle, la surveillance/vérification peut indiquer des tendances au cours du temps (par exemple si l'efficacité d'un procédé va en s'améliorant ou en se dégradant).

Le moyen le plus efficace d'assurer un contrôle systématique de l'absence de risques liés à l'utilisation agricole d'excreta et d'eaux ménagères est de mettre en œuvre une démarche globale d'évaluation et de gestion des risques couvrant toutes les étapes du processus, depuis la génération et le traitement des déchets, en passant par l'utilisation des excreta comme fertilisants ou des eaux ménagères pour l'irrigation, jusqu'à la consommation des produits cultivés. Trois composantes de cette démarche sont importantes pour atteindre les objectifs sanitaires : évaluation du système, identification des mesures et méthodes de surveillance applicables, et élaboration d'un plan de gestion.

Aspects socioculturels

Les comportements humains sont un déterminant-clé dans la transmission de maladies liées aux excreta. La faisabilité sociale d'une modification de certains modèles compor-

tements pour mettre en place des schémas d'utilisation des excréta ou des eaux ménagères ou pour réduire la transmission de maladies dans le cadre des schémas existants doit être évaluée au cas par cas, pour chaque projet. Les croyances culturelles et les perceptions des populations vis-à-vis de l'utilisation des excréta et des eaux ménagères sont extrêmement variables, entre les différentes parties du monde. Il ne serait donc pas réaliste de vouloir transposer d'un endroit à un autre des pratiques d'utilisation qui se sont développées localement. Les projets les mieux conçus du point de vue technique, et comportant toutes les mesures de protection de la santé requises, peuvent échouer si les croyances culturelles et les perceptions du public n'ont pas été convenablement prises en compte.

Aspects environnementaux

Pour beaucoup d'agriculteurs, les excréta sont une source importante de nutriments. L'utilisation directe des excréta et des eaux ménagères sur la terre arable tend à limiter leur impact environnemental, au niveau tant local que global. La valorisation des excréta pour fertiliser la terre arable constitue une source appréciable de fertilisants pour la production agricole et limite leur impact négatif sur les étendues et cours d'eau. L'impact environnemental de différents systèmes d'assainissement peut être mesuré en termes de préservation et d'utilisation des ressources naturelles, de rejets dans les étendues et cours d'eau, d'émissions atmosphériques et d'impacts sur les sols. Dans ce type d'évaluation, les systèmes de séparation à la source et d'utilisation au niveau des ménages sont souvent mieux placés que les systèmes classiques.

L'épandage d'excréta et d'eaux ménagères sur les terres agricoles réduit les impacts directs sur les étendues et cours d'eau. Comme pour tout type de fertilisant, cependant, les nutriments peuvent percoler jusqu'aux eaux souterraines, s'ils sont appliqués en quantités excessives, ou être entraînés par les eaux de surface en cas de fortes pluies. Cet impact sera toutefois beaucoup moins important que celui du rejet direct des excréta et des eaux ménagères dans les étendues et cours d'eau. Les eaux de surface sont affectées par le drainage et le ruissellement agricoles. Cet impact dépend du type d'étendue ou cours d'eau (rivières, canaux d'irrigation, lacs ou bassins de rétention) et de son usage, du temps de séjour hydraulique, et de la fonction de l'étendue ou cours d'eau dans l'écosystème.

Le phosphore est un élément essentiel à la croissance des plantes, et le phosphore provenant des phosphates miniers est généralement utilisé dans l'agriculture pour accroître la productivité. Les réserves mondiales de phosphates miniers accessibles sont en diminution. Près de 25% du phosphore extrait du sol est rejeté dans l'environnement aquatique ou enfoui dans des décharges ou des excavations diverses. La décharge dans l'environnement aquatique provoque l'eutrophisation des eaux, aggravant encore les effets sur l'environnement. L'urine contient à elle seule plus de 50% du phosphore excrété par les humains. La séparation de l'urine et son utilisation en agriculture peut améliorer la production agricole tout en réduisant les coûts de traitement des eaux usées et la nécessité de mettre en œuvre des processus complexes visant à éliminer le phosphore des effluents.

Considérations économiques et financières

Les facteurs économiques ont une place importante dans l'évaluation de la viabilité d'un nouveau schéma d'utilisation agricole des excréta et des eaux ménagères, mais même économiquement viable, un projet peut échouer faute d'une planification financière rigoureuse.

L'analyse économique et les considérations financières sont des arguments essentiels pour promouvoir l'utilisation sans risque des excreta et des eaux ménagères. L'analyse économique permet d'établir la faisabilité d'un projet, et de comparer différentes options. Les coûts transférés à d'autres secteurs – résultant par exemple des impacts sanitaires et environnementaux sur les communautés en aval – doivent être inclus dans l'analyse des coûts. Cette démarche peut être facilitée par le recours à un processus de décision multi-objectifs.

La planification financière consiste à étudier les modes de financement d'un projet. En établissant la faisabilité financière du projet, il importe d'identifier les sources de recettes et de définir clairement qui paiera quoi. Il faut en outre analyser les possibilités de vendre avec profit les produits fertilisés avec des excreta ou irrigués avec des eaux ménagères.

Aspects politiques

Des politiques, une législation, des cadres institutionnels et des réglementations appropriés au niveau international, national et local favorisent la sécurité dans les pratiques de gestion des excreta et des eaux ménagères. Dans de nombreux pays, ces cadres et réglementations font défaut.

Une politique est un ensemble de procédures, règles, critères de décision et mécanismes d'allocation qui constituent la base de programme et de services. Les politiques fixent des priorités, et les stratégies associées allouent des ressources pour leur mise en œuvre. La mise en œuvre des politiques fait appel à quatre types d'instruments : les lois et réglementations ; les mesures économiques ; les programmes d'information et d'éducation ; et la définition des droits et responsabilités en matière de prestations de services.

Lors de l'élaboration d'un cadre politique national destiné à favoriser l'utilisation sans risque des excreta comme fertilisants, il importe de définir les objectifs, d'évaluer l'environnement politique existant et de développer une approche nationale. Les approches nationales de l'assainissement fondées sur les Directives OMS sont de nature à assurer une protection optimale de la santé publique, si elles sont intégrées à des programmes globaux de santé publique comprenant d'autres mesures sanitaires, comme la promotion de la santé et de l'hygiène et l'amélioration de l'accès à une eau de boisson de qualité.

Les approches nationales doivent être adaptées aux conditions socioculturelles, environnementales et économiques locales, tout en visant une amélioration progressive de la santé publique. La priorité doit être donnée aux interventions ayant pour cible les principales menaces pour la santé au niveau local. Des mesures complémentaires de protection de la santé peuvent être mises en œuvre par la suite, en fonction de l'évolution des données et des ressources disponibles.

Phase de planification et de mise en œuvre

La planification et la mise en œuvre de programmes d'utilisation agricole des excreta et des eaux ménagères requièrent une approche globale, progressive et incrémentale, répondant d'abord aux premières priorités sanitaires. Cette approche intégrée doit être fondée sur l'évaluation de la situation sanitaire existante et tenir compte des caractéristiques locales en matière d'approvisionnement en eau et de gestion des déchets solides. Les Principes de Bellagio offrent une bonne base pour ce type d'approche ; ils soulignent la nécessité de fournir aux parties prenantes les informations nécessaires pour qu'elles soient en mesure de faire des « choix éclairés ». Cela permet d'élargir l'éventail des

critères applicables pour la prise de décision et pour l'évaluation des services d'assainissement.

La planification d'un projet requiert en outre la prise en compte d'une série de questions, identifiées en associant les parties prenantes par des méthodes participatives, et en envisageant le traitement, les restrictions relatives aux cultures, l'épandage des déchets, la prévention de l'exposition humaine, les coûts, les aspects techniques, les services de soutien et la formation sous l'angle de la réduction des risques et de l'obtention d'un bénéfice maximal, d'un point de vue tant individuel que collectif.