

- **Cours N° 2 : Le problème des pénuries d'eau**

Des années de croissance démographique rapide et d'augmentation de la consommation d'eau par l'agriculture, l'industrie et les municipalités ont mis à rude épreuve les ressources mondiales en eau douce. Dans certaines régions, la demande d'eau dépasse déjà ce que peut offrir la nature, et on s'attend à ce qu'un nombre grandissant de pays vont manquer d'eau dans le proche avenir.

1. Croissance démographique, manque d'eau

La population mondiale, qui atteint près de 6 milliards d'habitants, augmente à raison d'environ 80 millions par an. Ce chiffre correspond à un accroissement de la demande d'eau douce de l'ordre d'environ 64 milliards de mètres cubes par an .

Les deux régions du monde qui ont déjà de graves pénuries absolues ou saisonnières d'eau — l'Afrique et le Proche-Orient — les taux de croissance démographique restent parmi les plus élevés du monde. En Afrique sub-saharienne, la population augmente en moyenne au rythme de 2,6 % par an ; dans le Proche-Orient et en Afrique du Nord, elle s'accroît de 2,2 % . Ces taux de croissance démographique sont lourds de conséquences pour l'approvisionnement de ces pays ou de ces régions en eau par personne (voir [tableau 1](#)).

Tableau 1. Accroissement des pénuries						
<i>Dimension et croissance de la population et disponibilité en eau renouvelable dans les pays qui manquent d'eau, 1995 et 2025</i>						
<i>Pays</i>	<i>Population 1995 (millions)</i>	<i>Eau par personne 1995^a</i>	<i>Population 2025 (millions)</i>	<i>Eau par personne 2025^a</i>	<i>ISF 1998</i>	<i>% de croissance 1998</i>
Manque d'eau en 1995 et/ou 2025						
<i>Afrique du Sud</i>	41.5	1,206	71.6	698	3.3	1.6
<i>Algérie</i>	28.1	527	47.3	313	4.4	2.4
<i>Arabie Saoudite</i>	18.3	249	42.4	107	6.4	3.1
<i>Bahreïn</i>	0.6	161	0.9	104	3.2	2.0
<i>Barbade</i>	0.3	192	0.3	169	1.7	0.5
<i>Burundi</i>	6.1	594	12.3	292	6.6	2.5
<i>Cap Vert</i>	0.4	777	0.7	442	5.3	2.9
<i>Chypre</i>	0.7	1,208	1.0	947	2.1	0.7
<i>Comores</i>	0.6	1,667	1.3	760	5.1	2.7
<i>Egypte</i>	62.1	936	95.8	607	3.6	2.2
<i>Emirats Arabes Unis</i>	2.2	902	3.3	604	4.9	2.2
<i>Ethiopie</i>	56.4	1,950	136.3	807	7.0	2.5
<i>Haïti</i>	7.1	1,544	12.5	879	4.8	2.1
<i>Iran</i>	68.4	1,719	128.3	916	3.0	1.8
<i>Israël</i>	5.5	389	8.0	270	2.9	1.5
<i>Jordanie</i>	5.4	318	11.9	144	4.4	2.5

<i>Kenya</i>	27.2	1,112	50.2	602	4.5	2.0
<i>Kuweit</i>	1.7	95	2.9	55	3.2	2.3
<i>Libye</i>	5.4	111	12.9	47	6.3	3.7
<i>Malawi</i>	9.7	1,933	20.4	917	5.9	1.7
<i>Malte</i>	0.4	82	0.4	71	2.1	0.6
<i>Maroc</i>	26.5	1,131	39.9	751	3.3	1.8
<i>Oman</i>	2.2	874	6.5	295	7.1	3.9
<i>Qatar</i>	0.5	91	0.8	64	4.1	1.7
<i>Rwanda</i>	5.2	1,215	13.0	485	6.0	2.1
<i>Singapour</i>	3.3	180	4.2	142	1.7	1.1
<i>Somalie</i>	9.5	1,422	23.7	570	7.0	3.2
<i>Tunisie</i>	9.0	434	13.5	288	3.2	1.9
<i>Yémen</i>	15.0	346	39.6	131	7.3	3.3
Difficultés d'eau 1995 et/ou 2025						
<i>Afganistan</i>	19.7	2,543	45.3	<i>1,105</i>	6.1	2.5
<i>Belgique</i>	10.1	1,234	10.3	<i>1,217</i>	1.6	0.1
<i>Burkina Faso</i>	10.5	2,672	23.5	<i>1,194</i>	6.9	2.9
<i>Coreé du Sud</i>	44.9	1,472	52.5	<i>1,258</i>	1.7	1.0
<i>Erythrée</i>	3.2	2,775	6.5	<i>1,353</i>	6.1	3.0
<i>Ghana</i>	17.3	3,068	36.3	<i>1,464</i>	5.5	2.9
<i>Ile Maurice</i>	1.1	1,970	1.5	<i>1,485</i>	2.0	1.0
<i>Inde</i>	929.0	2,244	1,330.2	<i>1,567</i>	3.4	1.9
<i>Lesotho</i>	2.0	2,565	4.0	<i>1,290</i>	4.3	2.1
<i>Liban</i>	3.0	1,854	4.4	<i>1,261</i>	2.3	1.6
<i>Niger</i>	9.2	3,552	22.4	<i>1,452</i>	7.4	3.4
<i>Nigéria</i>	111.7	2,506	238.4	<i>1,175</i>	6.5	3.0
<i>Ouganda</i>	19.7	3,352	45.0	<i>1,467</i>	6.9	2.7
<i>Pérou</i>	23.5	1,700	35.5	<i>1,126</i>	3.5	2.2
<i>Pologne</i>	38.6	1,458	40.0	<i>1,406</i>	1.6	0.1
<i>Royaume-Uni</i>	58.1	1,222	59.5	<i>1,193</i>	1.7	0.2
<i>Tanzanie</i>	30.7	2,964	62.4	<i>1,425</i>	5.7	2.5
<i>Togo</i>	4.1	2,938	8.8	<i>1,370</i>	6.8	3.6
<i>Zimbabwe</i>	11.2	1,787	19.3	<i>1,034</i>	4.4	1.5

Les pays à difficultés d'eau sont ceux qui disposent chaque année de 1.000 à 1.700 mètres cubes d'eau, indiqués en italiques, par personne. Les pays qui manquent d'eau sont ceux qui ont chaque année moins de 1.000 mètres cubes d'eau, indiqués en **caractères gras**, par personne.

ISF = Indice synthétique de fécondité

*En mètres cubes par an

Source: Gardner-Outlaw & Engelman, *Sustaining water earning capacity: A second update*, Washington, D.C.,

Population Action International, 1997 (69). Gardner-Outlaw and Engelman fondent leurs calculs sur les estimations de la population des Nations Unies. Les données du taux de croissance et de l'ISF proviennent de : Population Data Sheet, 1998, Washington, D.C., 1998.

Difficultés d'approvisionnement et pénuries.

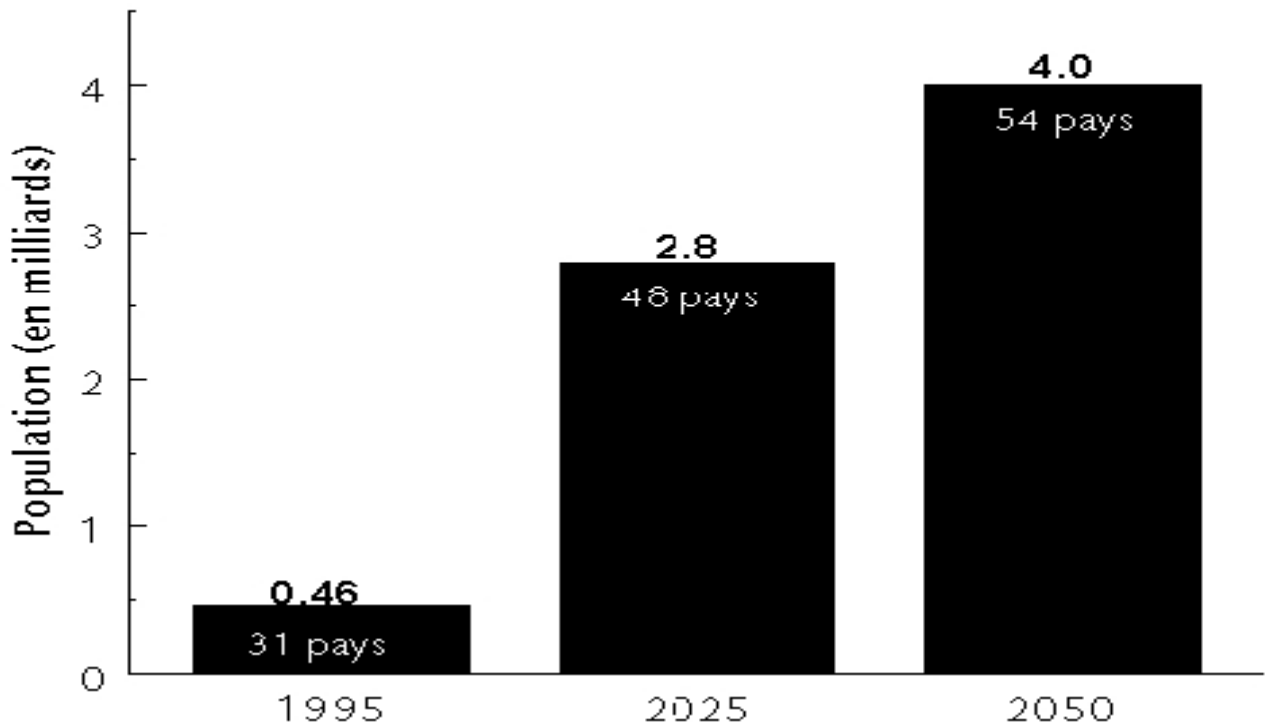
Au fur et à mesure que leur population augmente, les pays qui manquent d'eau sont de plus en plus nombreux . On dit qu'un pays a des difficultés d'approvisionnement en eau quand le volume annuel d'eau disponible tombe au-dessous de 1.700 mètres cubes par personne. A des niveaux compris entre 1.700 et 1.000 mètres cubes par personne, on peut s'attendre à des pénuries d'eau périodiques ou limitées. Quand l'eau disponible tombe au-dessous de 1.000 mètres cubes par personne, le pays a une *pénurie d'eau* . Quand un pays a une pénurie d'eau, il peut s'attendre à des pénuries chroniques d'eau douce qui menacent sa production alimentaire, entravent son développement économique et endommagent ses écosystèmes.

Malin Falkenmark a développé les notions de difficultés et de pénurie d'eau, en se fondant sur un indice des besoins en eau douce par personne. Elle a estimé que les ménages avaient besoin au minimum de 100 litres par jour et par personne et qu'il en fallait 5 à 20 fois plus pour l'agriculture et l'industrie . Ces notions ont été largement acceptées et employées par les hydrologues, la Banque mondiale et d'autres organisations. Par exemple, Population Action International (PAI) s'en est servi pour établir des projections des disponibilités en eau par personne et prévoir des pénuries d'eau en 2025 et 2050 (voir [tableau 1](#)).

Les calculs des difficultés et des pénuries d'eau se fondent sur les estimations du volume d'eau douce renouvelable d'un pays; ils n'englobent pas l'eau retirée des nappes fossiles (voir [glossaire](#)). Les eaux souterraines fossiles sont essentiellement une ressource non renouvelable. Il faut des dizaines de milliers d'années pour que ces nappes profondes puissent se reconstituer. Un pays peut éviter temporairement des difficultés d'approvisionnement en eau en exploitant ses nappes non renouvelables, mais cette pratique ne peut pas durer, notamment si la population continue d'augmenter rapidement et si la demande d'eau douce par personne s'accroît.

Figure 5. Pénurie et difficultés d'eau

Population de pays qui manquent d'eau et ont des difficultés d'eau, 1995-2050



. Conséquences de la surutilisation et de la pollution

La surutilisation et la pollution des ressources mondiales en eau douce sont des phénomènes récents, dont on ne connaît pas les conséquences à long terme. Cependant, elles ont déjà prélevé un lourd tribut sur l'environnement, et posent de plus en plus de risques pour de nombreuses espèces. La pollution de l'eau et le manque d'hygiène sont également le prélude d'une tragédie humaine dans le domaine de la santé. De plus, le triste état des ressources en eau douce contribue à la dégradation des eaux littorales et des mers.

Une proportion importante de l'eau douce qu'offre le cycle hydrologique doit être réservée à la survie des écosystèmes aquatiques naturels — marais, cours d'eau, terres humides côtières — et des millions d'espèces qu'ils abritent. De bons écosystèmes naturels sont les régulateurs indispensables de la qualité et de la quantité de l'eau. Par exemple, les plaines humides inondées par des crues absorbent et entreposent l'eau quand les cours d'eau débordent, réduisant ainsi les dégâts causés en aval.

Ces services que l'environnement offre à l'humanité ont une immense valeur.

Dans la quasi-totalité des régions du monde, l'utilisation inconsidérée des ressources en eau porte tort à l'environnement naturel. Dans l'ensemble du monde, plus de 20 % de toutes les espèces de poissons d'eau douce sont en danger ou vulnérables, ou viennent d'être déclarées disparues. Comme le prouvent les exemples suivants, la surutilisation et la mauvaise utilisation des ressources en eau douce entraînent de graves conséquences pour les espèces naturelles et pour les populations humaines.

- Le détournement de l'eau du Nil, ainsi que l'accumulation de sédiments derrière de grands et petits barrages, ont fait rétrécir le delta du Nil. Sur 47 espèces commerciales de poissons, une trentaine ont disparu ou sont devenues extrêmement rares. Les pêcheries du Delta, qui faisaient vivre plus d'un millions de gens, ont été éliminées.
- Le lac Tchad, dans la région sahélienne de l'Afrique, s'est réduit de 25.000 à tout juste

2.000 kilomètres carrés durant les trente dernières années à la suite de sécheresses périodiques et de détournements massifs de l'eau à des fins d'irrigation. Les pêcheries du lac, qui furent sa richesse, ont entièrement disparu.

- Malgré les travaux de nettoyage, le Rhin, qui traverse le centre industriel de l'Europe occidentale, est tellement pollué qu'il a perdu 8 espèces de poissons sur 44. Vingt-cinq autres espèces se sont raréfiées ou sont en danger.
- En Colombie, la production de poisson du fleuve Magdalena est tombée de 72.000 tonnes métriques en 1977 à 23.000 tonnes métriques en 1992 — soit une contraction des deux-tiers en 15 ans — à la suite du développement agricole, urbain et industriel, et du déboisement du bassin versant.
- En Asie du sud-est, le Mekong a perdu les deux-tiers de sa production de poisson à la suite de la construction de barrages, du déboisement et de la transformation de 1.000 kilomètres carrés de marais à palétuviers en rizières et en étangs à poisson.
- L'état de Californie, aux Etats-Unis, a perdu plus de 90 % de ses terres humides. C'est pourquoi près des deux-tiers des espèces de poissons originaires de cet état ont disparu, ou sont en danger, menacés ou en diminution.

Dans beaucoup de pays, la demande toujours grandissante de produits forestiers et de terres agricoles, alimentée par la rapidité de la croissance démographique et du développement, compromet de plus en plus les ressources environnementales et l'alimentation en eau. Les forêts sont d'importants régulateurs de l'eau. Leurs structures racinaires jouent le rôle d'éponges naturelles : elles absorbent l'eau, puis la libèrent lentement pendant toute l'année, contribuant ainsi à la régularité du débit des cours d'eau, reconstituant les nappes souterraines, réduisant l'érosion du sol et libérant de l'humidité dans l'atmosphère. Si on supprime les forêts, les terres agricoles deviennent la proie de l'érosion, les voies d'eau s'ensavent, les inondations deviennent plus fréquentes, les réserves d'eau souterraine disparaissent et le climat change.

Le problème de la pollution

La pollution est présente partout. Peu de pays, développés ou non, ont suffisamment protégé la qualité de l'eau et maîtrisé sa pollution. Beaucoup n'ont pas de normes leur permettant de contenir la pollution dans des limites raisonnables, tandis que d'autres n'ont pas les moyens d'exiger l'application des normes de qualité de l'eau.

De plus en plus, les organismes internationaux de développement insistent auprès des pays en développement pour qu'ils veillent mieux à protéger et à améliorer la qualité de l'eau. Le monde développé doit pour sa part augmenter son budget et multiplier ses interventions pour nettoyer les voies d'eau dégradées, sans quoi le développement économique cessera de progresser et la qualité de la vie s'en ressentira.

L'agriculture est le principal responsable de la pollution, encore plus que les industries et les municipalités. Dans la quasi-totalité des pays où l'agriculture les emploie, les engrais et les pesticides ont contaminé les nappes d'eau souterraines et les eaux superficielles. Les déchets animaux sont une autre source de pollution persistante dans certaines régions. L'eau qui retourne dans les fleuves et les rivières après avoir servi à l'irrigation est souvent fortement dégradée par un excès de nutriments, par la salinité, des pathogènes et des sédiments qui la rendent souvent impropre à tout usage à moins qu'on ne la nettoie — d'ordinaire à très grands frais — dans des stations d'épuration.

La dimension santé

Les maladies liées à l'eau sont une tragédie humaine : elles tuent chaque année des millions de personnes, empêchent des millions de personnes de mener une vie saine et sapent les efforts de développement. Environ 2,3 milliards d'habitants, de par le monde, ont des maladies qui sont liées à l'eau.

Les maladies liées à l'eau présentent des variations considérables sur le plan de leur nature, de leur transmission, de leurs effets et de leur gestion ; on peut cependant répartir en trois catégories les conséquences qu'exercent sur la santé des éléments liés à l'eau : les **maladies d'origine hydrique**, y compris celles que causent des organismes fécaux-oraux et des substances toxiques ; les **maladies à support hydrique**, et les **maladies transmises par des vecteurs liés à l'eau** (14, 216) (voir [Tableau 2](#)). Une autre catégorie — les **maladies liées au manque d'hygiène** — ou au manque d'eau sont des maladies qui apparaissent lorsque l'eau salubre se fait rare.

Tableau 2.				
Principales maladies liées à l'eau				
<i>Maladie</i>	<i>Cause et voie de transmission</i>	<i>Aire géographique</i>	<i>Nombre de cas^a</i>	<i>Morts par an</i>
Principales maladies d'origine hydrique				
<i>Dysenterie amibienne</i>	Les protozoaires suivent la voie fécale-orale par l'intermédiaire d'eau contaminée, d'aliments, de contact de personne à personne.	Monde entier	500 millions par an	*
<i>Dysenterie bacillaire</i>	Les bactéries suivent la voie fécale-orale par l'intermédiaire d'eau contaminée, d'aliments, de contact de personne à personne.	Monde entier	*	*
<i>Maladie diarrhéique (y compris dysenterie amibienne et bacillaire)</i>	Des bactéries, virus et protozoaires divers suivent la voie fécale-orale par l'intermédiaire d'eau contaminée, d'aliments, de contact de personne à personne.	Monde entier	Actuellement 4 milliards	3-4 millions
<i>Choléra</i>	Les bactéries suivent la voie fécale-orale par l'intermédiaire d'eau contaminée, d'aliments, de contact de personne à personne.	Amérique du Sud, Afrique, Asie	384.000 par an	20.000
<i>Hépatite A</i>	Le virus suit la voie fécale-orale par l'intermédiaire d'eau contaminée, d'aliments, de contact de personne à personne.	Monde entier	600.000 à 3 millions par an	2.400 à 12.000
<i>Paratyphoïde et typhoïde</i>	Les bactéries suivent la voie fécale-orale par l'intermédiaire d'eau contaminée, d'aliments, de contact de personne à personne.	80 % en Asie, 20 % en Amérique latine, Afrique	Actuellement 16 millions	600.000
<i>Polio</i>	Le virus suit la voie fécale-orale par l'intermédiaire d'eau contaminée, d'aliments, de contact de personne à personne.	66 % en Inde, 34 % dans Proche-Orient, Asie, Afrique	Actuellement 82.000	9.000
Principales maladies à support hydrique				

<i>Ascariadiase</i>	Les oeufs fécondés sont transmis par les fèces humaines. Les larves que contiennent les oeufs se développent dans un sol chaud. Les humains ingèrent le sol que contient les aliments. Les larves écloses pénètrent dans la paroi intestinale, où elles parviennent à maturité.	Afrique, Asie, Amérique latine	Actuellement 250 millions	60.000
<i>Clonorchiasse</i>	Les vers se reproduisent dans des escargots gastropodes, puis sont avalés par des poissons d'eau douce ou par d'autres escargots. Quand des humains mangent du poisson cru ou pas assez cuit, les vers émigrent vers les canaux cholédoques et y pondent.	Asie du Sud-Est	Actuellement 28 millions	Non signalés
<i>Draconculose (ver de Guinée)</i>	Le ver <i>Dracunculus</i> est ingéré par un crustacé, le Cyclops. Quand des humains digèrent le Cyclops, les larves du ver sont libérées dans l'estomac. Les larves pénètrent dans la paroi intestinale, puis deviennent des vers qui traversent les tissus. Au bout d'un an, le ver adulte atteint la surface de la peau des extrémités inférieures. La femelle entre en contact avec l'eau, puis décharge les larves dans l'eau.	78 % au Soudan, 22 % dans d'autres pays d'Afrique sub-saharienne et quelques cas en Inde et au Yemen	153.000 par an	Non signalés
<i>Paragonimiasse</i>	Les vers qui vivent dans des kystes pulmonaires pondent leurs oeufs dans les poumons de l'homme, ils sont ensuite expectorés, puis avalés. Les oeufs des vers sont emportés par les fèces et éclosent en contact avec de l'eau douce. Les larves trouvent l'escargot hôte, dans lequel elles se répliquent, puis passent dans un crabe ou une écrevisse. Les humains mangent des poissons crus. Les vers émigrent par paires, sortent de l'estomac, traversent la paroi intestinale et le diaphragme pour arriver dans les poumons, où ils s'accouplent.	Extrême Orient, Amérique latine	Actuellement 5 millions	Non signalés
<i>Schistosomiase (bilharzia)</i>	Les oeufs du ver schistosome sont transportés par les fèces humaines. Les oeufs éclosent au contact de l'eau, libérant le parasite miracidium. Le parasite se loge dans un escargot d'eau douce, dans lequel il se réplique. Il est libéré dans l'eau, puis pénètre dans la peau de l'homme et, quelques secondes après, dans les vaisseaux sanguins. Au bout de 30 à 45 jours, miracidium devient un ver, qui peut pondre de 200 à 2.000 oeufs par jour pendant une moyenne de 5 ans.	Afrique, Proche-Orient, zone de forêts ombreuses d'Afrique centrale, Pacifique occidental, Kampuchéa, Laos	Actuellement 200 millions	20.000

Maladies transmises par des vecteurs liés à l'eau

Dengue	Le virus est prélevé par un moustique sur un humain ou un animal infecté. Le virus incube pendant 8 à 12 jours et se réplique. Quand le moustique prélève ensuite du sang, il injecte alors le virus dans le sang d'un humain.	Tous les milieux tropicaux, surtout en Asie, en Amérique centrale et méridionale	50-100 millions par an	24.000
Filariose (y compris éléphantiasis)	Les larves du ver sont ingérées par un moustique et se développent. Quand le moustique infecté pique un humain, les larves pénètrent dans la blessure et atteignent les ganglions lymphatiques, où elles se reproduisent.	Afrique, Méditerranée orientale, Asie, Amérique du Sud	Actuellement 120 millions	Non signalés
Paludisme	Les protozoaires se développent dans l'intestin d'un moustique et sont transmis par sa salive chaque fois qu'il prélève du sang. Les parasites sont alors transportés par le sang jusqu'au foie de l'homme, qu'ils envahissent et où ils se reproduisent.	Afrique, Asie du Sud-Est, Inde, Amérique du Sud	300-500 millions par an (clinical)	2 millions
Onchocercose (cécité des rivières)	Les embryons des vers sont ingérés par des mouches noires. Les embryons se développent alors dans le corps des mouches, qui injectent les larves dans les humains qu'elles piquent.	Afrique sub-saharienne, Amérique latine	Actuellement 18 millions	Non signalés**
Fièvre de la vallée du Rift (RVF)	Le virus existe en général chez des hôtes animaux. Le virus est prélevé par des moustiques et autres insectes suceurs de sang, puis injecté dans le sang d'humains. Les humains sont aussi infectés en travaillant avec des liquides corporels d'animaux morts.	Afrique sub-saharienne	Nondisponible	1 % des cas

^a Le nombre de cas est indiqué sous forme d'incidence («par an») À nombre de cas nouveaux par an À ou de prévalence («actuellement») À nombre de cas qui existent à un moment donné.

*Englobé dans la maladie diarrhéique

**Aucune mort mais cause 270.000 cas de cécité signalés par an

Source : OMS 1996 (205), sauf dysenterie amibienne, dysenterie bacillaire, draconculose, dengue et RVF, d'après OMS 1998 (200) ; et clonorchiose et paragonimiasse, d'après Muller & Morera 1994 (119).