

Institut des Sciences du Vivant

**DE L'EAU POUR L'HUMANITE :
QUELLES PERSPECTIVES?**



Vendredi 1 octobre 2010

Château de Pregny - Genève

DE L'EAU POUR L'HUMANITE : QUELLES PERSPECTIVES ?



Colloque organisé par l'Institut des Sciences du Vivant sous la présidence de
Monsieur Alain Mérioux, le 1 octobre 2010
au Château de Pregny (Genève)





Sommaire

Présentation du Château de Pregny

Page 3

Présentation des intervenants

Page 4

Ouverture du colloque

Page 5

De la matière à la vie
Jean-Pierre Decor

Page 6

Aurons-nous assez d'eau douce
Christian Lévêque

Page 7

L'eau virtuelle n'est pas un mirage
Daniel Nahon

Page 10

Eau et santé: mythes et réalités ?
Philippe Hartemann

Page 13

La crise de l'eau : un problème de gouvernance ?
Bernard Saunier

Page 16

Accès à l'eau dans les pays du Sud
Thierry Vandeveld

Page 20

Eaux usées : quelles solutions écologiques ?
Flora Bernard

Page 23



Château de Pregny

En 1855, Adolphe de Rothschild achète le domaine de Pregny et y fait construire un somptueux château. D'illustres personnages fréquenteront ses salons, dont Sissi, impératrice d'Autriche, qui y déjeuna la veille de son assassinat.

Dans le superbe domaine arboré de Pregny se succéderont les barons Maurice, son fils Edmond et, aujourd'hui, le fils de ce dernier et de Nadine de Rothschild, le baron Benjamin. L'ensemble du domaine de Pregny fut légué à l'Etat de Genève par Maurice de Rothschild avec usufruit à ses descendants.



Les Intervenants



Flora Bernard
Directrice de BeCitizen



Jean-Pierre Decor
Directeur de l'Institut des Sciences du Vivant
Membre de l'Académie d'Agriculture de France



Philippe Hartemann
Professeur à la Faculté de Médecine de
Vandoeuvre les Nancy
Expert auprès de la Commission Européenne



Christian Lévêque
Membre de l'Académie d'Agriculture de France
Directeur de Recherche IRD



Daniel Nahon
Professeur à l'Université Paul Cézanne
Professeur honoraire à l'Institut Universitaire de
France



Bernard Saunier
Membre de l'Académie des Technologies
Président de SAUNIER et ASSOCIES



Thierry Vandeveld
Délégué Général de la Fondation Veolia

De l'eau pour l'humanité : quelles perspectives?

OUVERTURE DU COLLOQUE

Ariane DE ROTHSCHILD souhaite en ouverture de la journée que les interventions soient du même niveau que celles du colloque auquel elle avait eu la chance d'assister quinze ans plus tôt sur le génome humain.

Alain MERIEUX, Président de l'Institut des Sciences du Vivant, remercie Madame la Baronne Ariane DE ROTHSCHILD de son accueil. Il rappelle que cet institut créé en 1986 par le Baron Edmond de Rothschild et par le Docteur Charles Mérieux, a pour vocation d'être un lieu de rencontres et de réflexion entre le monde scientifique et la société. Les thèmes choisis sont en rapport avec des questions fondamentales qui se posent à la société.

Alain MERIEUX indique que le colloque d'aujourd'hui est particulièrement d'actualité. En effet, 900 millions d'habitants n'ont pas accès à l'eau et 2 millions d'enfants meurent chaque année de maladies qui y sont liées. L'accès à l'eau est également un problème politique, notamment au Moyen-Orient, ou encore autour du détroit du Mékong.

Il remercie chaleureusement le Dr Jean-Pierre Decor pour l'animation de l'Institut des Sciences du Vivant.

Il souhaite, comme lors de précédents colloques de l'Institut des Sciences du Vivant, après chaque intervention, des échanges fructueux avec les participants.



Introduction : de la matière à la vie

Jean-Pierre Decor

Jean-Pierre DECOR rappelle que l'eau est présente dans l'univers sous forme de vapeur ou de glace. Seule la terre en possède sous forme liquide. La sonde Mars Express a récemment détecté de la glace au pôle Sud de cette planète ; de l'eau liquide a dû s'y trouver à une période donnée, entièrement dissipée depuis lors.

L'eau liquide se maintient par un cycle dont les deux moteurs sont l'énergie solaire et la gravité.

Comment cela s'est-il produit ? Il y a environ 4,6 milliards d'années, la terre s'est formée par accréation, une partie de l'eau se serait évaporée à ce moment. Une autre hypothèse est celle d'un bombardement de comètes composées à 80% % d'eau. Dans les deux cas l'eau aurait été libérée sous forme de vapeur mais maintenue autour de la terre par la pression atmosphérique en formant une épaisse couche nuageuse. Lorsque la lithosphère s'est refroidit, des pluies torrentielles se sont abattues pendant plusieurs millions d'années.

Tout ce déluge d'eau a progressivement sculpté la surface du globe et formé l'océan primitif. Plusieurs molécules simples de l'espace se sont alors dissoutes dans l'océan, conduisant à la formation de l'acide ribonucléique (ARN). Ainsi que cela a été confirmé expérimentalement en 2009, la vie aurait commencé avec l'ARN ; à partir de ces mêmes molécules simples des protéines ont été créées. Comme dans les virus, elles ont constitué des membranes, premier élément de vie.

L'évolution vers des formes de vie n'a été possible que par la mise en place d'une deuxième propriété du vivant : la fourniture d'énergie à ces protocellules. La molécule d'ATP, adénoside triphosphate, qui a une structure très voisine des éléments d'ARN, est devenu ce fournisseur d'énergie.

Suite à la pénurie de ce « carburant » dans l'océan primitif, les cellules qui ont réussi à fabriquer elles même l'adénosine triphosphate à partir du glucose, autre molécule présente dans le milieu, ont pu se développer.

Le glucose reste une source d'énergie extrêmement importante pour les cellules qui vivent sans oxygène. Quelques millions d'années plus tard, le glucose s'est lui-même mis à manquer ; le vivant a dû s'adapter à nouveau et en fabriquer à partir de l'énergie solaire, grâce à la photosynthèse. Lorsque l'eau a remplacé l'hydrogène sulfuré dans ce processus, la production d'énergie a été multipliée par 18. Ceci a créé des dégagements d'oxygène faisant disparaître les cellules anaérobiques, mais qui ont été gérés par le biais de l'association symbiotique puis par la fusion totale des proto-cellules. Les cyanobactéries venaient de naître. Après ces trois crises d'énergie, un certain nombre d'accidents climatiques se sont produits : le retrait des océans il y a 500 millions d'années, la formation de la Pangée il y a 250 millions d'années.

Ces accidents climatiques ont nécessité l'adaptation de la vie hors de l'eau, avec un bouleversement radical pour maintenir ces organismes dans un parfait état d'hydratation

L'eau demeure essentielle pour le maintien de toute vie : les organismes l'ont quittée sans s'en affranchir. Ainsi, le cerveau humain est constitué de 75 % d'eau, et une perte d'eau de 2 % entraîne une soif intense, 15% c'est la mort.

Au cours de cette journée nous examinerons comment l'utiliser, la partager et la régénérer.



Stomatolites : empilement de communautés microbiennes

Aurons-nous assez d'eau douce?

Christian Lévêque



EXPOSÉ

Christian LEVEQUE souligne qu'il convient de désagréger cette question très globale, en distinguant la qualité de la quantité d'eau, ses usages, sa répartition spatiale et temporelle, ses conditions d'accessibilité, etc.

L'eau douce est-elle une denrée rare ?

97,3 % de l'eau, soit 1335 millions de kilomètres cubes, se trouve dans les océans, sous forme salée. L'essentiel de l'eau douce (2 %) est stockée dans les glaces, 0,6 % dans les aquifères souterrains et 0,01 % dans les eaux de surface, les lacs et les rivières. L'eau est une ressource renouvelable, Il faut aussi parler en terme de flux. Les flux annuels d'eau dans les océans ne représentent cependant que 413 000 kilomètres cubes avec un temps de résidence moyen d'environ 3000 ans, pour 486 000 kilomètres cubes dans l'atmosphère avec seulement un taux de renouvellement moyen de 9,5 jours !

I. Usages de l'eau

Les usages de l'eau sont très différenciés : la présence de nitrates rend l'eau impropre à la consommation humaine, mais ne pose aucun problème à l'agriculture.

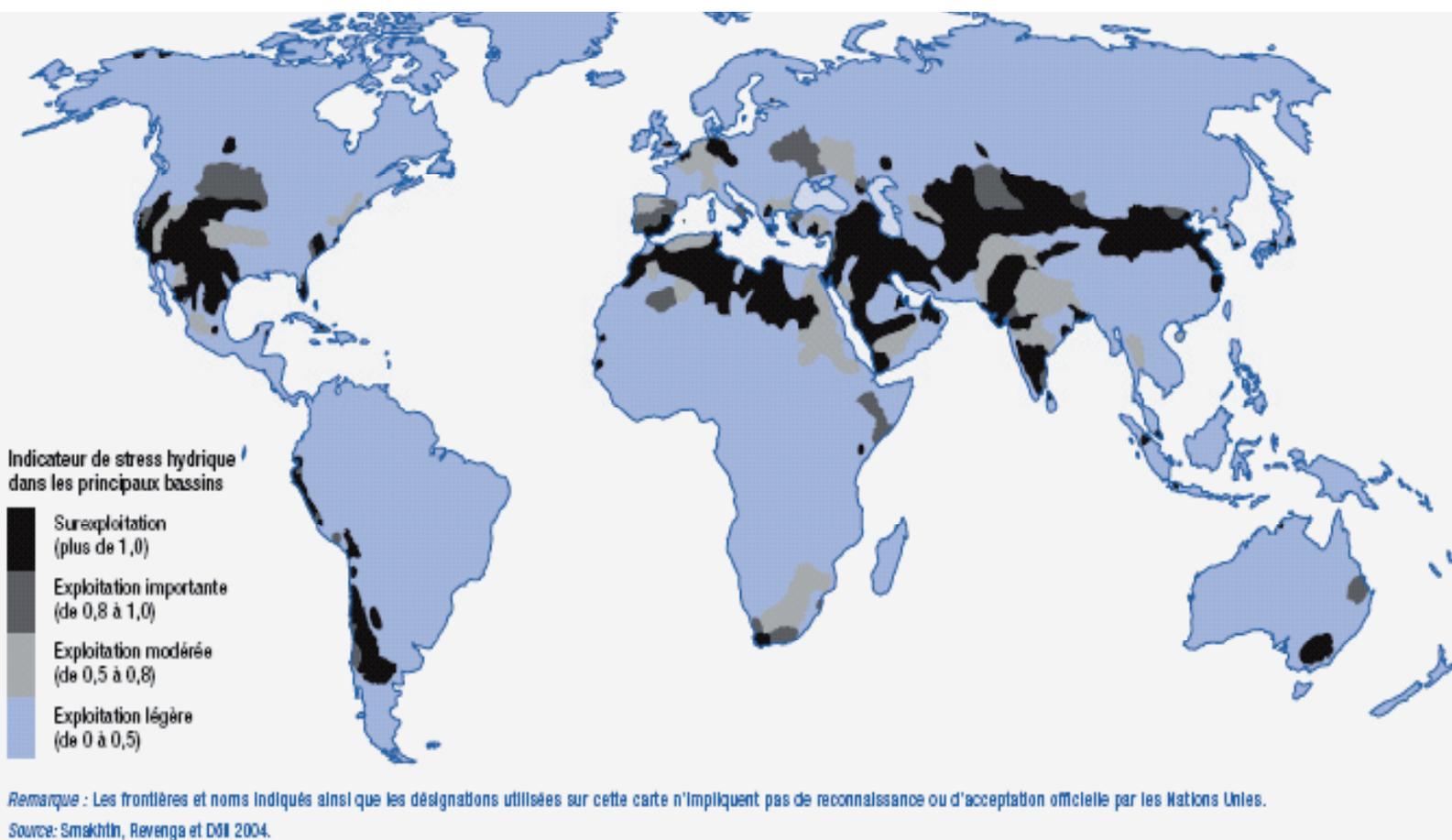
Les usages énergétique, domestique, agricole, industriel, touristique, pour le transport et la biodiversité ne s'accordent pas toujours. Il est donc indispensable d'avoir une vision globale systémique de l'eau, afin de concilier des besoins relativement différents. Dans ce contexte, la question de l'occupation des sols est essentielle (ruissellement, infiltration et alimentation des nappes...).

Cette approche intégrée des systèmes aquatiques s'appuie également sur les notions de services rendus par les écosystèmes – par exemple le rôle de station d'épuration des zones humides ou bien par exemple la pisciculture.

On appelle l'eau bleue, la somme des écoulements superficiels et souterrains, et l'eau verte celle qui, du sol, alimente l'évapotranspiration des plantes.

La consommation d'eau a très largement progressé depuis 1900, jusqu'à 5 000 kilomètres cubes en l'an 2000 soit un décuplement ; on estime aujourd'hui les réserves à 10 fois la consommation. Toutefois, la consommation excessive dégrade l'environnement dans de nombreux bassins.

Les prélèvements annuels de l'eau au niveau mondial et par secteur sont de 70% pour l'agriculture, de 22% pour l'industrie et de 8% pour les usages domestiques.



La consommation excessive d'eau dégrade l'environnement dans de nombreux bassins importants.

Il convient pour éviter la confusion de distinguer entre consommation et prélèvement. Le prélèvement, donne lieu à une restitution de l'eau après usage (pour le refroidissement d'une centrale par exemple). En France, la production d'énergie représente 57 % de l'eau prélevée, mais 2 % de l'eau consommée.

L'irrigation est souvent présentée comme une panacée mais nécessite des agriculteurs performants. En effet si elle est mal conduite, elle risque de conduire à la salinisation des terres – c'est le cas de 17 % des sols irrigués. En Afrique du Nord, la consommation d'eau a fortement augmenté ; la plaine de Tripoli est devenue une région verdoyante et fertile, mais il apparaît que le niveau des nappes phréatiques a fortement chuté.

L'utilisation de l'eau pour le transport est de plus en plus en vogue ; cela pose cependant la question du maintien du niveau d'étiage pour permettre la navigation. De nos jours les canaux assurent des communications permanentes entre la région pontocaspienne (Mer Noire) et l'ouest européen

II. Accessibilité de l'eau

La disponibilité moyenne est de 2.250 m³/habitant/an mais avec de grandes inégalités.

La moitié des pluies tombent sur six pays : Brésil, Etats Unis, Russie, Chine, Canada et Indonésie.

La variabilité spatiale de l'accès à l'eau est ainsi très grande, mais la variabilité temporelle n'est pas moindre. La distribution saisonnière ou interannuelle risque d'être marquée par l'aggravation des phénomènes extrêmes liés au changement climatique. Le déclin des précipitations sahéniennes se vérifie sur le moyen terme ; l'assèchement du lac Tchad est concomitant de cette évolution. Sa faible profondeur (4 à 5 mètres en moyenne) le rend particulièrement sensible à l'élévation de la température et de l'évaporation qui en découle. En revanche, à partir des années 1920, le débit des cours d'eau a progressé sur tous les continents (sauf en Afrique et en Europe). Emmanuel Garnier a montré l'importance des sécheresses en Languedoc-Roussillon aux XVe et XVIe siècles ; le phénomène s'était ralenti au XIXe siècle, mais depuis quelques décennies, les périodes de sécheresse sont plus courtes mais plus fréquentes.

Peut-on craindre une sécheresse généralisée au niveau de la planète ? A la fin du XIXe siècle, l'on a constaté une certaine coïncidence entre le phénomène El Nino et des sécheresses ; l'analyse montre cependant que celles-ci n'ont pas touché des continents dans leur ensemble ; il n'est cependant pas exclu qu'une nouvelle sécheresse touche en même temps plusieurs régions céréalières ; or les stocks mondiaux de céréales ne sont que de trois mois.

Peut-on s'adapter localement à la sécheresse en stockant l'eau ?

La création de grands barrages mérite réflexion, car elle occasionne l'apparition de maladies parasitaires, dégage des gaz à effet de serre et bloque les flux de sédiments, aggravant en outre l'érosion côtière. La Louisiane perd ainsi chaque année 3 000 hectares à cause des barrages sur le Mississippi.

Il existe plus de 45000 grands barrages de plus de 15 mètres de haut et d'un volume au moins de 3Mm3 dont la moitié est située en Chine. La moitié des grands barrages du Monde sont à des fins d'irrigation uniquement.

Les petits barrages (Afrique) ou retenues collinaires (Europe) ou açudes (Amérique du Sud) apparaissent comme une réponse aux périodes de sécheresse pour de petites communautés

La gestion des inégalités peut passer par des transferts d'eau – du Rhône vers Barcelone, par exemple, ou du Congo vers le Tchad.

Beaucoup d'inconnues demeurent sur le changement climatique ; Emmanuel Garnier a montré que des anomalies climatiques du bassin méditerranéen équivalentes à celles d'aujourd'hui ont déjà été mesurées au XVIIe siècle. Quoi qu'il en soit, le réchauffement n'est pas uniforme et les modèles ne sont pas fiables pour anticiper les conséquences régionales du phénomène. Le réchauffement devrait se traduire par une augmentation du niveau de la mer.

La qualité de l'eau est affectée par des pollutions de nature diverse.

On note la présence de médicaments : chaque jour passent dans la Seine 8 kilogrammes d'aspirine et 5 kilogrammes de caféine. L'eutrophisation (marées vertes) doit être maîtrisée par des mesures touchant l'agriculture et les villes.

1 milliard de personnes n'ont pas accès à l'eau en quantité suffisante, et 2 milliards n'ont pas accès à l'eau potable. C'est l'Afrique subsaharienne qui est le plus touchée par cette situation ; la pénurie est physique ou économique.

Les objectifs du millénaire des Nations Unies sont de réduire de moitié ces chiffres d'ici 2020. Cela nécessiterait 180 milliards de dollars/an.

III. Conclusion

Potentiellement, l'humanité dispose de suffisamment d'eau ; le problème réside dans les grandes disparités dans l'accès. Il est indispensable de mieux prendre en compte la formation de la ressource et ses divers usages dans une démarche intégrée, sachant que l'impact du changement climatique demeure une inconnue pour les régions arides. Gérer, c'est anticiper : il est indispensable dans ce domaine de mener des réflexions prospectives.

DÉBAT

Un participant indique qu'il a acheté récemment des bouteilles d'eau Valaisanne au prix de 10 000 francs suisses le mètre cube ; il juge cette situation aberrante.

Christian LEVEQUE souligne que le discrédit porté sur l'eau du robinet au plan médiatique n'est pas justifié, mais conduit les consommateurs à se tourner vers les eaux minérales.

Patrick SEGA s'enquiert de la proportion de la désalinisation dans la production d'eau douce.

Christian LEVEQUE répond que ce mode de production demeure marginal ; il s'est développé dans des îles ou dans des pays comme l'Arabie Saoudite. Cette technique présente l'inconvénient de consommer beaucoup d'énergie, mais peut être tout à fait utile dans certaines circonstances.

Jean-Pierre DECOR indique que Barcelone a choisi cette solution comme alternative modulable et moins coûteuse que l'alimentation par les eaux du Rhône. Se pose cependant la question de ce que l'on fait des saumures.

Un participant demande si le pourcentage d'eau douce dans l'ensemble de l'eau sur terre risque de diminuer avec l'augmentation de la population mondiale.

Christian LEVEQUE souligne que l'on n'utilise à l'heure actuelle que 10 % environ de ce qui est théoriquement disponible.

Philippe DU CROQUET observe qu'il y a 100 fois plus d'eau disponible en flux que utilisée. Si le progrès technique est utilisé de façon satisfaisante, l'accessibilité de la ressource ne devrait pas poser de problème.

Christian LEVEQUE fait valoir qu'une grande partie du flux est constituée d'eau qui retombe sous forme de pluie dans les océans.

Un participant s'enquiert des perspectives d'alimentation en eau douce des Alpes.

Christian LEVEQUE indique que si un certain nombre de glaciers venaient à disparaître, certains cours d'eau pourraient se tarir.

L'eau virtuelle n'est pas un mirage

Daniel Nahon

EXPOSÉ

Daniel NAHON souhaite montrer comment l'eau est à l'origine du sol, à l'origine de l'agriculture, avant de traiter de l'eau virtuelle, que nous mangeons.

I. L'eau à l'origine du sol

Les flux de molécules d'eau entrant dans les fissures du minéral de feldspath créent de l'argile en démontant sa structure tout en évacuant les alcalins et autres gros atomes tel le potassium. Le silicium, l'aluminium se réorganisent sur place en minuscules minéraux, qui, en s'accumulant constitue le sol meuble. L'argile remplace ainsi les minéraux des roches et devient un réservoir de nutriments.

L'argile est un panier à provision et une banque d'eau.

Avec ses molécules nutritives, son eau et les molécules organiques qui s'ancrent sur elles, les feuillets d'argile s'amoncellent en agrégats de particules : c'est la structure des sols

Grâce à sa structure, le sol est perméable à l'eau de pluie et aux racines des plantes. C'est parce que les continents étaient couverts de ces sols, que la vie a pu apparaître sur Terre il y a 500 millions d'années. Le sol arable est dès lors une mise en copropriété de la végétation, des microorganismes, des roches et de l'eau.

Le sol constitue la peau fragile de la Terre qui respire à l'échelle des millénaires.

II. L'eau à l'origine de l'agriculture

Entre 14 000 ans et 11 300 ans avant le présent, le niveau de la mer est remonté de plusieurs mètres par siècle. Les vallées ont été alluvionnées par des limons fertiles, et la région du Croissant fertile est devenue 30 à 40 % plus humide, l'agriculture pouvant y naître vers -11 000 ans. Ce n'est cependant qu'avec l'irrigation que la terre s'est ridée de sillons ensemencés. L'irrigation couvre aujourd'hui 350 millions d'hectares, contre 100 millions d'hectares en 1950.

Mais sa mauvaise gestion va faire que d'ici 2025, 50 % de ces terres perdront leur productivité du fait de leur salinisation.

Seulement 22 % des surfaces de la terre sont cultivables, dont 65 % environ sont utilisées actuellement, avec des inégalités : le Brésil ou le Congo conservent beaucoup de surfaces disponibles, mais l'Inde ou le Bangladesh utilisent d'ores et déjà la totalité de leur potentiel, alors que leurs populations pourraient progresser de 50 % d'ici à 2050.

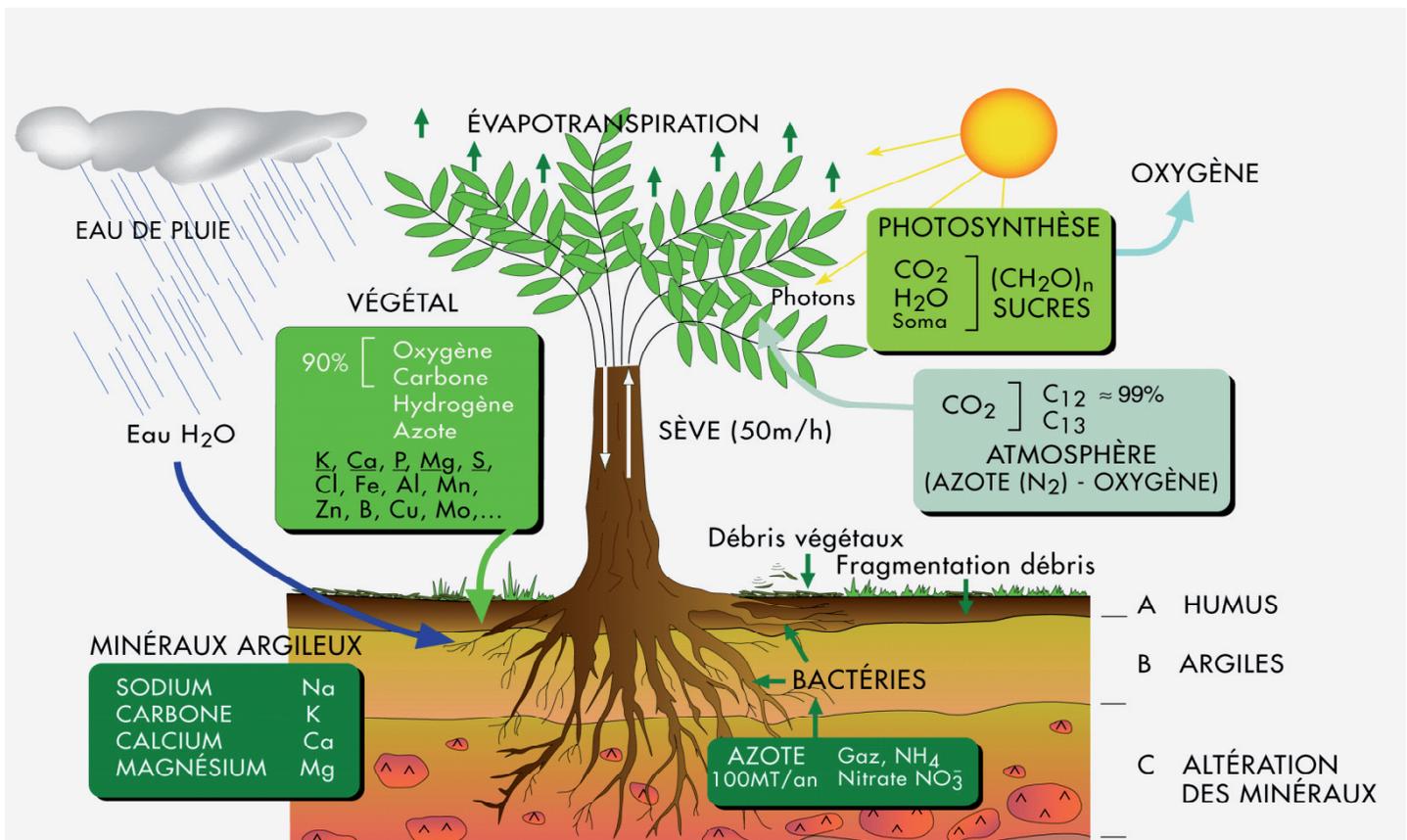
Si l'on regarde l'accroissement de la population, la disponibilité des terres dans chaque pays ; tous les pays n'accéderons pas à la sécurité alimentaire et leur seul recours est l'eau virtuelle surtout ceux, arides dont les sols et les nappes d'eau douces sont comptés et fragiles.

III. L'eau virtuelle

L'eau virtuelle est celle qu'on utilise pour créer un produit fini en agriculture. La production d'un kilogramme de protéines animales nécessite 3 à 10 fois plus de protéine végétale, chaque kilogramme de protéine végétale requérant pour sa part 1 000 à 15 000 litres d'eau. Dans le monde, 86 % de l'eau douce est utilisée in fine pour des produits agricoles.



1kg de riz = 3500 litres d'eau douce



Le sol arable : une mise en copropriété de la végétation, des microorganismes, des roches et de l'eau

Les États-Unis consomment 2 480 mètres cubes par personne et par an, contre 1 700 mètres cubes par personne et par an pour la France, et 700 mètres cubes pour la Chine. Les importations nettes d'eau virtuelle montrent également une situation très différenciée à l'échelle du globe.

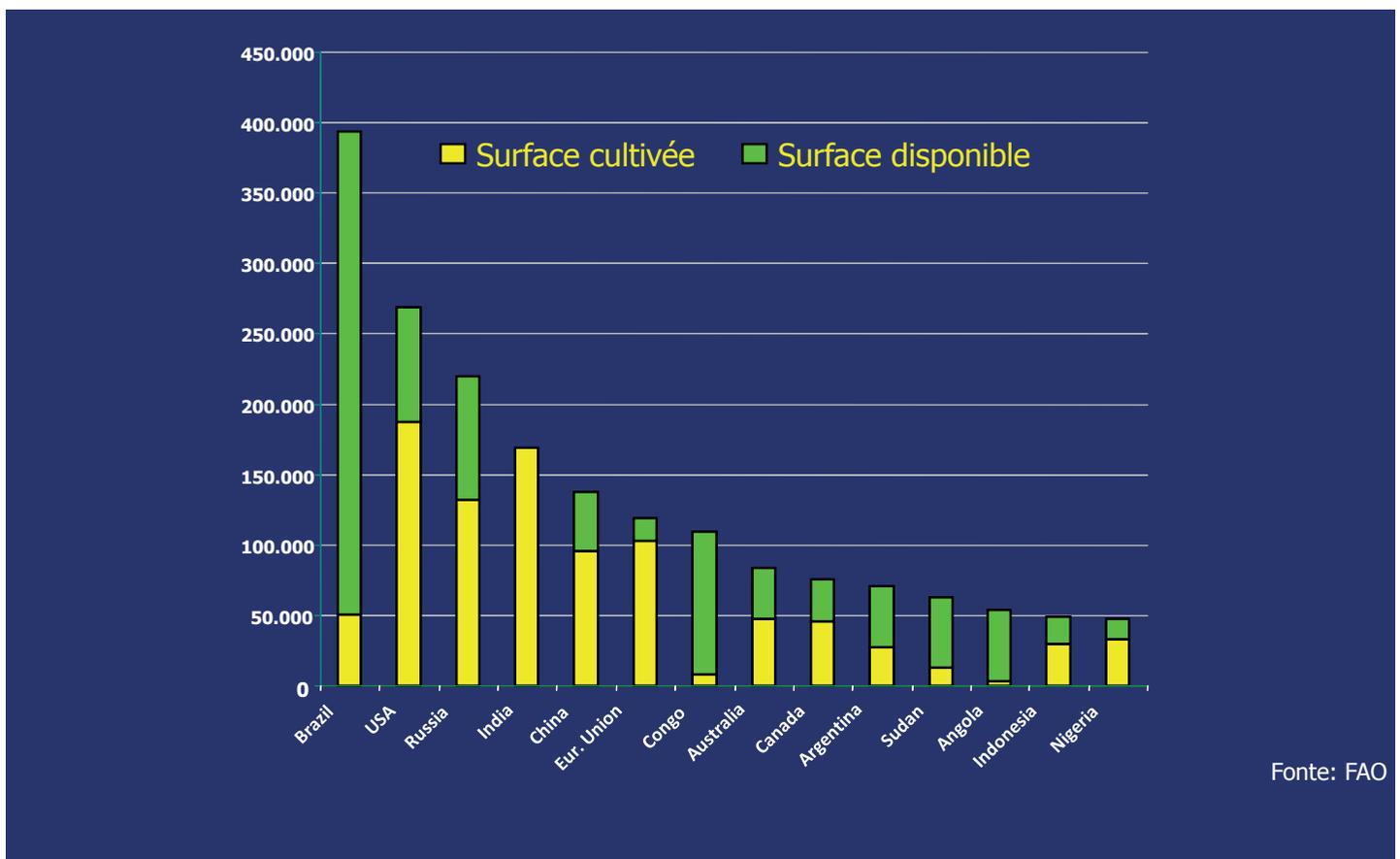
Le riz utilise 21 % de l'eau consommée en agriculture, le blé 12 % et le maïs 9 % ; un kilogramme de riz requiert 3 500 litres d'eau, un kilogramme de blé 1 500 litres et le maïs 900 litres. La production d'un kilogramme de viande de bœuf est pour sa part l'équivalent de 15 à 20 000 litres d'eau, un kilogramme de porc c'est 4900 litres d'eau, 1 kg de poulet c'est 3900 litres. La consommation varie grandement d'une région à l'autre suivant les conditions pédoclimatiques de la culture (le contenu en eau virtuelle du maïs japonais est trois fois plus important que celui du maïs américain). Certaines cultures utilisent particulièrement beaucoup d'eau : une tasse de café requiert 140 litres d'eau, un kilogramme de coton 10 000 litres. A contrario un kilogramme de sucre de canne ne nécessite que 140 litres d'eau.

Vouloir atteindre la sécurité alimentaire dans les pays semi-arides et arides est suicidaire à moyen terme, car cela suppose de vider l'eau des fleuves, des nappes fossiles, et de saliniser les sols fragiles de ces régions, comme en témoigne l'exemple de la mer d'Aral – l'Occident ayant contribué à 20 % de son assèchement en achetant le coton de cette région.

5 à 7 % de l'eau de pluie tombe sur les continents, 3 % du débit des fleuves est prélevé pour des usages alimentaires ; il faudra porter cette proportion à 15 % en 2050. 100 mètres carrés de terres arables disparaissent chaque seconde aux Etats-Unis par urbanisation. Le sol est une peau fragile, qui respire à l'échelle des millénaires ; l'homme n'a besoin que de quelques décennies pour la détruire.

L'eau et le sol constituent un mariage pour le meilleur ... et pour le pire dès que l'homme s'en mêle sans s'en soucier : l'urbanisation, la déforestation, les labours et l'érosion, l'irrigation peuvent, s'ils sont faits en dépit du bon sens, conduire au pire !

Dans les 20 centimètres sous le sol d'un hectare de prairie, l'ensemble des êtres vivants équivaut en poids vif à celui de 500 moutons ; ce poids est divisé par 5 dès la mise en culture. Il faut garder le sol vivant pour produire et exporter vers les pays qui ne peuvent pas nourrir leur population.



Terres arables potentielles

DÉBAT

Jean-Pierre DECOR souligne que ceci pose la question de ce que les importateurs d'eau virtuelle, dépourvus d'agriculture, pourront offrir en échange si on veut éviter l'assistance.

Daniel NAHON fait valoir que la possibilité d'acheter des marchandises agricoles a permis d'éviter les guerres de l'eau au Proche et Moyen-Orient. Beaucoup de petits pays situés dans les zones arides ne pourront pas produire les aliments dont leurs populations ont besoin ; l'eau virtuelle est une solution pour nombre d'entre eux.

Une participante estime qu'il est donc nécessaire de déterminer la valeur de l'eau.

Daniel NAHON acquiesce ; de même, le prix de l'air, du sol, de la forêt doit être pris en compte.

Suzanne SAINT-CLAIR mentionne le problème du gaspillage de la nourriture.

Daniel NAHON explique que l'homme consomme moins de la moitié de la production de cultures vivrières, un quart étant utilisé pour les animaux, une très faible proportion pour les semences et le reste étant gaspillé ou perdu à cause de mauvaises conditions de stockage

Un participant demande s'il faut arrêter de manger de la viande.

Daniel NAHON répond que chaque homme doit pouvoir manger dignement ; peut-être la limitation de la consommation de viande est-elle une demande audible en Occident ; ce n'est pas le cas au Brésil, par exemple.

Eau et santé : mythes et réalités

Philippe Hartemann

EXPOSÉ

Philippe HARTEMANN rappelle la symbolique de pureté attachée à l'eau dans toutes les religions, ainsi que le mythe de l'épuration naturelle, qui n'était une réalité que lorsque la terre ne comptait que quelques millions d'habitants.

La réalité est plus prosaïque : La croissance de la population urbaine, les problèmes de pollution, le changement climatique, les exigences du développement durable imposent des évolutions techniques et réglementaires.

En introduction, il n'est pas inutile de préciser quelques définitions ;

Il convient de distinguer le danger, effet physique concret sur la santé, du risque (probabilité de développement d'une maladie du fait d'une exposition). Après l'évaluation des risques menée par des scientifiques, les politiques mettent en œuvre soit le principe de prévention (en limitant à un niveau de risque dit acceptable l'exposition aux dangers d'effets connus) ou de précaution (limitant l'exposition à des dangers mal connus).

En ce qui concerne les conséquences pour la santé, l'application d'une norme uniforme des pays développés aux pays en voie de développement conduirait à des effets contre-productifs : il est indispensable de s'adapter aux contextes locaux.

Les dangers chimiques dans l'eau des pays développés sont de plus en plus nombreux, mais le risque est bien maîtrisé. Ils sont multiples :

Minéraux : sodium, phosphates, fluor, nitrates, nitrites, ...,

Métaux : aluminium, plomb, cadmium, mercure, ...,

Produits phytosanitaires, ...,

Solvants, (trichloroéthylène), et hydrocarbures

Détergents et désinfectants : EDTA, Phénols, ammoniums quaternaires, ...,

Plastifiants : chlorure de vinyle, bisphénol, phthalates, ...,

Autres organiques : PCB, dioxines, ...,

Polluants émergents : perturbateurs endocriniens, résidus de médicaments.

Les dangers microbiologiques sont de mieux en mieux connus ; les risques liés aux bactéries (agents de typhoïde, choléra) sont bien maîtrisés, mais ceux liés aux virus et protozoaires peuvent poser davantage problème (hépatites, gastro-entérites, pathologies opportunistes). A Milwaukee, 400 000 personnes ont été contaminées par un parasite résistant au chlore, 4 400 ont été hospitalisées et 40 en sont mortes.

L'évaluation du risque impose de connaître les fonctions dose-effet et dose-réponse, ainsi que d'analyser les expositions, pour fournir au politique des scénarios de gestion du risque.

Certaines substances chimiques ont des effets toxiques déterministes à seuil. L'effet en soi est non pathologique, son importance croît avec la dose et entraîne à un moment donné un état pathologique dont la gravité croît en fonction de la dose reçue (c'est le cas du fluor, par exemple).

D'autres ont des effets de type probabiliste sans seuil (effets génotoxiques, mutagènes et/ou cancérogènes) – c'est le cas du tabac -, et leur gravité est indépendante de la dose, mais le risque d'être atteint est fonction de l'importance de l'exposition.



Prélèvements pour analyses

EAU ET MICROORGANISMES

QUELS DANGERS

	Forme clinique	Agent
Bactéries	Fièvre typhoïdes /paratyphoïde	Salmonella typhi/paratyphi
	Choléra	Vibrio cholerae
	Gastro-entérites	Escherichia coli pathogènes Shigella sp. Salmonella sp. Campylobacter jejuni Yersinia enterocolitica
	Pathologies opportunistes :	Aeromonas hydrophilia Pseudomonas aeruginosa
Virus	Hépatite	V. Hépatite A – E ...
	Gastro-entérites	Rotavirus Echovirus Coxsackievirus Agent de Norwalk
Parasites	Gastro-entérites	Cryptosporidium parvum Giardia lamblia
	Pathologies opportunistes	Idem + Microsporidium sp.

L'OMS établit pour les premières des valeurs toxicologiques de référence (VTR) pour lesquelles l'effet sur la santé est nul ; les VTR des substances à effet probabiliste représentent un excès de risque. Concernant les phytosanitaires, par exemple, l'Union européenne a décidé d'appliquer le principe de protection de la ressource, en interdisant toute concentration supérieure à 0,1 microgramme par litre, alors que certaines molécules sont autorisées jusqu'à 400 microgrammes par litres aux Etats-Unis.

Le risque microbiologique était historiquement lié aux miasmes et à la contamination fécale (Snow). Mais l'équipe de Schwartz a montré en 1997 qu'à Philadelphie, les hospitalisations d'enfants pour gastro-entérite augmentent de 31 % dans une période de 5 à 6 jours suivant les périodes de pluie alors que l'eau est parfaitement conforme à la norme de potabilité fixée par référence à des indicateurs bactériologiques de contamination fécale moins résistants au chlore que certains virus.. Dans le domaine microbiologique, la question est celle du niveau de risque acceptable, en fonction de la sensibilité des populations. L'eau stérile n'est pas bonne pour l'avenir de notre capital immunologique (cf. l'hypothèse « hygiéniste » de l'augmentation de l'incidence de l'allergie) mais une eau contenant des agents pathogènes peut conduire à des épidémies !

Faut-il appliquer le principe de précaution ? Un arrêt de chloration en vue de limiter les quelques cancers de la vessie liés aux sous produits de désinfection a conduit à des milliers de morts pour des raisons microbiologiques. Les perturbateurs endocriniens représentent une liste impressionnante ; si l'on prend l'exemple du phtalate, interdit pour les jouets, il demeure indispensable pour le matériel médical, et notamment pour les cathéters.

DÉBAT

Une participante demande s'il est possible de développer une immunité naturelle.

Philippe HARTEMANN répond qu'il n'est pas possible de développer une immunité aux éléments chimiques, à l'inverse de ce qui prévaut pour les agents microbiologiques.

Une participante souligne que les pathologies sont très peu nombreuses au Bangladesh en regard de la qualité de l'eau utilisée.

Philippe HARTEMANN acquiesce ; en étudiant l'eau de différentes communes des Alpes, qui n'avait aucun effet sur les populations locales, il a été observé que les enfants parisiens en vacances étaient eux très largement touchés par des gastro-entérites car non immunisés.

Un participant demande si la désinfection par les UV est efficace.

Philippe HARTEMANN répond que l'eau doit dans un premier temps être filtrée pour être efficacement désinfectée par les UV.

A une autre question sur l'application de la norme de potabilité, il explique qu'en Lorraine, la mise en eau des anciennes mines a renforcé la teneur en sulfate de l'eau d'exhaure au robinet ; celle-ci est interdite à la consommation au-delà de 250 milligrammes de sulfate par litre, limite dans la norme de potabilité et la population a acheté des eaux minérales naturelles, qui peuvent en contenir jusqu'à 1 500 milligrammes par litre car ressortant d'une autre législation.

Un participant note que près de 60 % de la population a accès à l'eau courante en Afrique subsaharienne, et se demande si cette statistique n'est pas utilisée pour masquer le fait qu'une part très importante est de l'eau courante non potable.

Philippe HARTEMANN acquiesce ; il est cependant toujours préférable d'avoir accès à l'eau courante, même si elle n'est pas potable. Au Bangladesh, l'eau distribuée provenant de forages est naturellement arseniquée, ce qui produira inévitablement des cancers ; si elle n'est plus utilisée, il y aura alors des milliers de morts par les microorganismes contenus dans les eaux de surface.

Un participant demande si les risques de type probabiliste peuvent être confirmés ou infirmés au vu d'expériences ; par ailleurs, l'utilisation combinée de plusieurs produits peut avoir des effets.

Philippe HARTEMANN répond que l'on ne sait pas modéliser les « effets cocktails ». Concernant les retours d'expérience, ils ne sont pas toujours possibles en raison des faibles niveaux d'exposition : il faut boire un million de litres d'eau pour consommer l'équivalent d'une aspirine ; l'apport par l'eau des agents chimiques ne représente que 5 % du total, contre 95 % pour l'alimentation.

Un participant demande comment le principe de précaution est appliqué de façon opérationnelle.

Philippe HARTEMANN explique qu'actuellement le principe de précaution n'est pas appliqué pour l'eau. On essaie d'élaborer des scénarii fournissant des valeurs précises, à partir desquels le politique applique le principe de prévention. Il n'est pas possible de produire de telles valeurs dans certains cas : il appartient alors au politique d'appliquer ou non le principe de précaution.

Une participante constate qu'il n'existe pas encore de réserves d'eau dans des abris antiatomiques. Elle demande par ailleurs s'il est possible d'obliger les producteurs d'énergie nucléaire à indiquer où ils ont enfoui leurs déchets radioactifs. Concernant l'accès à l'eau potable, il faut se poser la question des moyens des consommateurs ; le chiffre de 1 milliard de personnes peut être réduit.

Philippe HARTEMANN indique que des machines sont prêtes à ensacher des stocks d'eau en cas de crise. En termes de radioactivité, toutes les ressources en eau sont systématiquement analysées ; les centrales soumettent systématiquement leurs rapports sur les effluents.

Un participant rappelle que des épidémies de gastro-entérites surviennent tous les hivers, notamment dans les stations de montagne, où la neige de culture est de plus en plus contaminée.

Philippe HARTEMANN souligne que la neige de culture peut effectivement être produite à partir d'eau superficielle plus ou moins contaminée mais que son ensemencement par *Ps. Syringae* semble de mieux en mieux contrôlée.



La crise de l' eau : un problème de gouvernance?

Bernard Saunier

EXPOSÉ

L'auteur estime, après une longue expérience internationale, que le problème de l'eau ne peut être réglé que par la prise en compte du problème de la gouvernance. La notion de « crise de l'eau » renvoie sur Google dans toutes les langues à des millions de références, par exemple en français plus de cinq millions de citations d'articles divers. La notion de « crise » peut être définie ici comme synonyme de pénurie. La notion de gouvernance fait référence au mode de relations entre les acteurs privés et publics, œuvrant pour le service public, dans l'intérêt général. Ce terme de gouvernance, qui avait quitté la langue française, tout en perdurant dans la langue anglaise, s'est trouvé réintroduit dans notre langue dans les années 1990, pour décrire les systèmes de coalition d'acteurs publics et privés. Ces démarches d'acteurs différenciés ont pour but de rendre l'action publique plus efficace.

I. Les formes des crises de l'eau

La crise de l'eau peut se manifester de multiples façons : par des pénuries ponctuelles, une dégradation de sa qualité, une distribution de l'eau intermittente, une pollution chronique des eaux potables distribuées, des rejets intempestifs d'eaux usées, etc.

A la question : En 2050, l'eau douce sera-t-elle suffisante pour 9 à 10 milliards d'habitants ? On peut répondre que les ressources globales ne sont pas le problème majeur des années à venir, mais que la disponibilité locale, très hétérogène sur la planète, conduira à des difficultés. Ainsi la disparité dans la disponibilité s'étale de 812 000m³ par an et par personne en Guyane française à seulement 52m³ dans la bande de Gaza.

Comment satisfaire les besoins fondamentaux humains sachant que 1,1 milliard de personnes ne disposent pas d'installations leur permettant l'approvisionnement en eau (65% de la population n'a pas accès à l'eau potable et à l'assainissement en Asie) et que 2,4 milliards n'ont pas accès à des systèmes d'assainissement (80% en Asie).

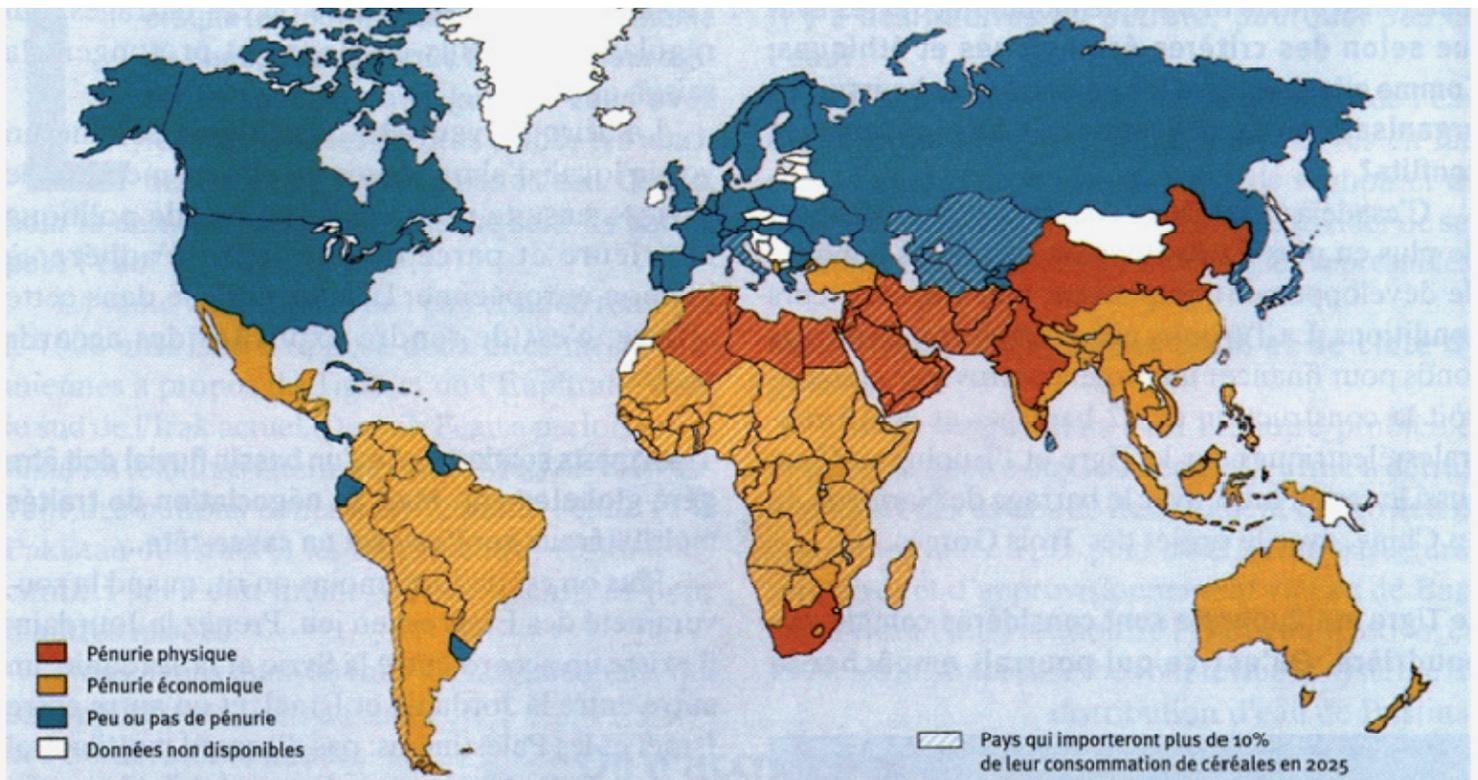
Les facteurs technique et technologique ne sont plus le facteur limitant. Les ingénieurs maîtrisent parfaitement le stockage des eaux de surface, les systèmes de pompage et de transport, y compris sur de longues distances (plusieurs centaines de kms, voire milliers de kms si nécessaire), les systèmes de traitement des eaux, de dessalement des eaux de mer, de distribution des eaux en ville, de collecte des eaux usées, de récupération des eaux usées après traitement, etc.

En ce qui concerne l'organisation des bassins versants, la France a imposé une approche intéressante il y a près d'un demi siècle, repris dans beaucoup de pays dans le monde, avec son système de gestion des bassins versants. L'introduction de la notion de pollueur-payeur a permis de répartir les efforts à mener pour préserver les usages de l'eau et les répartir de manière équitable et concertée entre les usagers.

Le dessalement d'eau de mer, qui réclamait il y a 40 ans 20 KWh pour produire 1 mètre cube d'eau, ne nécessite plus que moins de 10 KWh à l'heure actuelle, et de nouvelles technologies apparaissent pour augmenter la performance énergétique du dessalement. La réutilisation des eaux usées est également possible et le champ de développement de cette technique, encore peu usitée, est très vaste. La technologie actuelle permet d'assainir et de traiter presque tout type d'eau.



Un monde de sécheresse



Pénurie physique ou pénurie économique ?

C'est bien la gestion opérationnelle des systèmes d'eau urbains qui pose problème, et qui constitue un frein à la mise à disposition de l'eau potable aux populations. Sa gouvernance est complexe (collecte et transport, traitement et distribution de l'eau potable, collecte, traitement et réutilisation des eaux usées). Les problèmes majeurs de gouvernance à résoudre sont de divers ordres :

- schémas institutionnels ;
- recouvrement des coûts et des créances ;
- gestion technique des réseaux;
- lutte contre les fuites ;
- prix de l'eau;
- anticipation des extensions des systèmes;
- sécurisation des approvisionnements ;
- rigueur insuffisante de la gestion publique ;
- transparence insuffisante de la gestion privée.

II. L'exemple de la crise de Buenos Ayres

L'auteur a cité quelques unes des nombreuses crises de l'eau, qu'il a vécu au cours de sa carrière (problèmes sanitaires des eaux de surface, présence d'aluminium dans l'eau potable en Bretagne, alimentation en eau potable de Bangkok par la conception de la plus grande station du monde en 1988, Aguas Argentina à Buenos Aires, alimentation en eau potable par dessalement du littoral algérien, remunicipalisation de l'eau dans certaines grandes villes en France).

L'examen des solutions apportées pour la résolution de ces crises a montré : que leur résolution était toujours passée par une solution de gouvernance, et que lorsque celles-ci n'avaient pas trouvé de résolution, la plupart du temps la mise en place d'une gouvernance appropriée n'avait pas été envisagée ou réussie.

L'examen de l'affaire d'Aguas Argentina illustre bien ces problèmes de gouvernance. A Buenos Aires, en décembre 1992, Aguas Argentina a gagné un contrat de 30 ans pour la gestion du service de l'eau, avec un actionariat composé à 50 % d'entreprises étrangères, et à 50% d'actionnaires locaux.

Le schéma initial de montage financier prévoyait le maintien du capital réparti entre les actionnaires étrangers et locaux. Aucun investissement significatif n'ayant été réalisé depuis plus de vingt ans, seul le recours aux capitaux et à la compétence privés pouvait permettre de rattraper un tel retard. D'importants investissements ont été réalisés, à raison de 200 millions de US dollars par an pendant les premières années, financés par emprunt en US dollar avec des recettes sur la vente d'eau réalisées en pesos, à un moment où la parité US dollar-pesos était de un à un. De nombreuses négociations ont permis au concessionnaire de faire évoluer son contrat, notamment avec une clause d'ajustement de son prix en fonction de la parité dollar-peso.

Après 1998, suite à la fusion entre Suez et la Lyonnaise des eaux, la rencontre d'un industriel Lyonnaise des Eaux et d'un groupe financier Suez, a permis diverses synergies dont celle d'apporter des moyens financiers nouveaux à Lyonnaise des eaux. Ainsi, la montée de Lyonnaise des Eaux dans le capital de Aguas Argentina a largement été encouragée par Suez, ce qui d'un point de vue économique, du fait de la bonne rentabilité d'Aguas Argentina, pouvait constituer une bonne décision, mais d'un point de vue politique pouvait apparaître localement comme une décision de domination inacceptable. A ce niveau, il est évident que les germes d'un grave problème de gouvernance étaient en train d'apparaître.

Avec la crise économique de 2002, le peso a été divisé par 4 face au dollar. Le président Kirchner, dès son élection, a refusé en 2003 l'augmentation du prix de l'eau en application de la formule contractuelle pourtant signée par l'Etat Argentin, qui permettait ainsi de rehausser les recettes pour faire face au renchérissement du remboursement des emprunts contractés en US Dollars. Un doublement étalé du prix de l'eau aurait été nécessaire. La prédominance de la raison d'Etat sur la solidité contractuelle a été évoquée, balayant ainsi tous les fondements du droit et de la protection juridique des investisseurs. Aurait-il été acceptable d'augmenter le prix de l'eau ? Oui sans doute, car celui-ci était plutôt bas, ne serait ce que comparé à celui pratiqué dans d'autres mégalo-poles régionales, comme Sao Paulo. Aurait-il été possible de temporiser sur le niveau des investissements et de réaménager le contrat de concession ? Oui sans doute, car l'exploitant y était préparé, comme cela a pu se passer dans d'autres concessions, par exemple Jakarta. L'intransigeance du nouveau Président, non concerné par l'opération de gestion déléguée mise en place par son prédécesseur, aurait elle été aussi marquée si l'actionnariat local était restée au niveau initial ? Sans doute non !

Suez a alors décidé de quitter Aguas Argentina et a déposé plainte contre l'Etat argentin. La société a été municipalisée, et a considérablement limité ses investissements au détriment de ses habitants non encore desservis par l'eau et l'assainissement. Le CIRDI (Centre International pour le Règlement des Difficultés aux Investissements) lui a donné raison et a évalué le préjudice à 1,7 milliard de dollars. Une longue bataille juridique internationale est engagée, que SUEZ gagnera sans doute, tant la décision de l'Etat Argentin était contestable.

Sans doute SUEZ récupérera après quinze ou vingt années de bataille juridique une indemnisation significative, mais cette décision de l'Etat Argentin a rudement rappelé aux investisseurs privés de la planète toute la fragilité de leurs investissements dans des pays émergents, lorsque ceux-ci sont effectués dans une monnaie autre que celle locale, et d'une manière trop déséquilibrée par rapport aux intérêts locaux. Cette grave crise a stérilisé les investissements privés dans les concessions d'eau dans le monde de manière durable.

III. Conclusion

Il n'y aura pas de crise globale de l'eau au XXI^e siècle, sauf événement exceptionnel, mais il devrait en exister au niveau régional ou local. La gouvernance mondiale de l'eau a du sens en termes de définition des principes, mais ne peut pas se substituer à la souveraineté des Etats. Néanmoins, lorsque les instances onusiennes ou internationales apportent des financements, elles doivent absolument imposer des schémas de gouvernance cohérents, financer préalablement leur mise en œuvre si nécessaire, s'assurer de leur bon fonctionnement, avant d'apporter leur soutien financier à des opérations particulières d'investissements. Il faut encourager les schémas de gestion associant secteurs privé et public, et ne pas céder aux accents populistes sur « l'eau gratuite ».

Ce n'est que par la conjonction des efforts publics et privés concertés que la diminution des crises de l'eau pourra être obtenue.

Le secteur privé doit aussi comprendre qu'il doit offrir toute la transparence nécessaire dans sa rémunération et ses engagements, afin de ne pas se trouver en porte à faux politique, avec la notion de service public. La notion de profit est elle compatible avec le service public ? Oui, lorsque les règles de gouvernance sont énoncées clairement, que le service est reconnu par les usagers, et lorsque la relation public-privé est équilibrée. L'auteur a déjà expérimenté la mise en place de schémas de « gestion privé associé » permettant ce type de partenariat équilibré dans la durée. Ceux-ci sont en rupture avec les modèles actuels mais assurent une relation équilibrée durable entre les acteurs privés et publics.



DÉBAT

Un participant souligne le caractère indispensable de la coercition dans ce domaine.

Bernard SAUNIER confirme que pour l'assainissement, le principe pollueur-payeur est inévitable ; en ce qui concerne l'eau potable, la coercition n'est en revanche pas nécessaire. Lorsque l'on remet en place l'eau potable 24 heures sur 24 dans un pays en voie de développement, les usagers, y compris les plus modestes, sont prêts à payer.

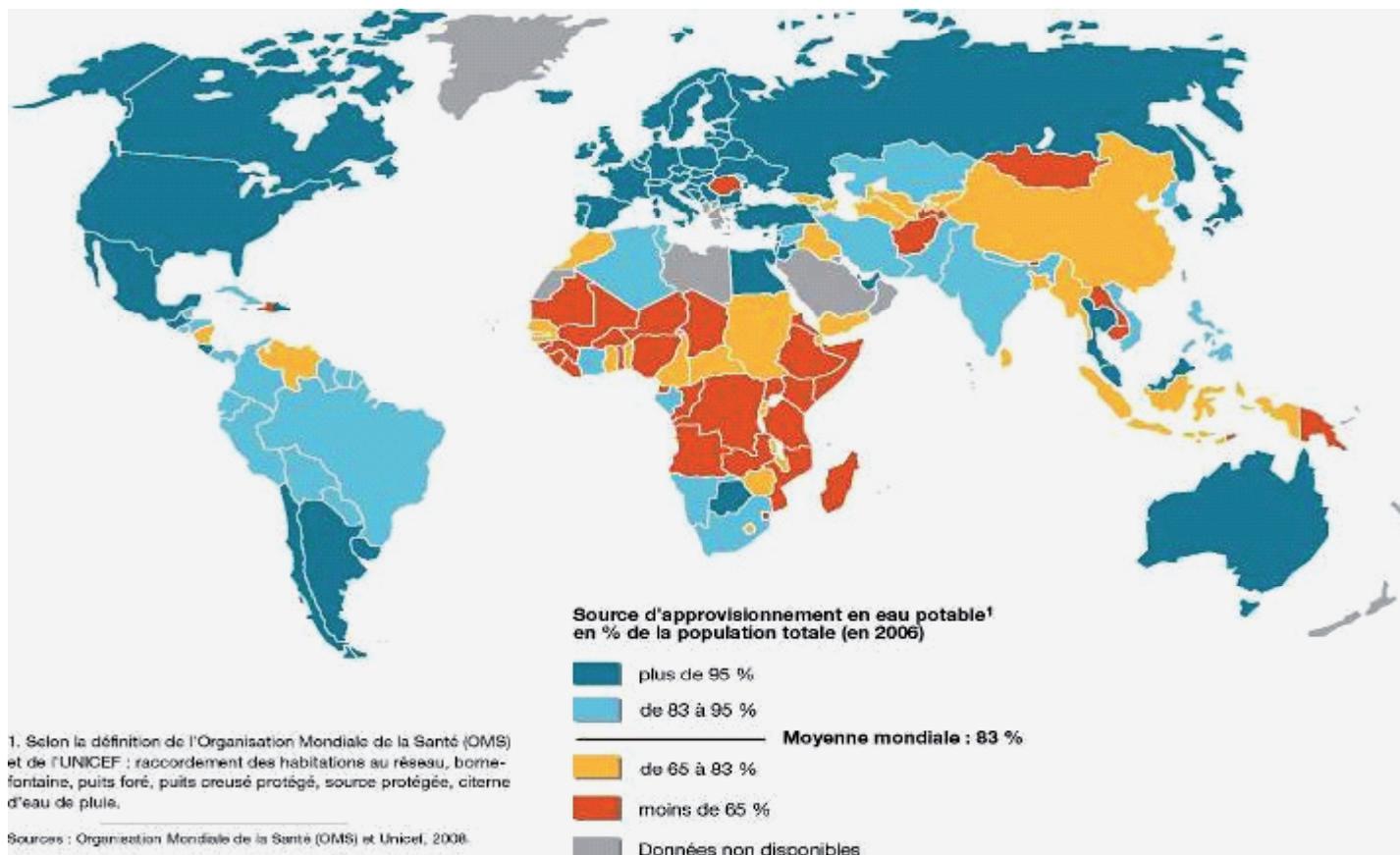
Dans certains pays, il semble que les politiques aient intérêt à ce que l'eau potable ne soit pas distribuée ; ce type d'attitude ne doit pas être permis aux dirigeants qui ont recours à des financements d'organismes internationaux.

Christian LEVEQUE s'interroge sur la possibilité de mettre en place un double approvisionnement pour l'eau bien traitée et l'eau moins bien traitée.

Bernard SAUNIER souligne que les tuyaux représentent 70 % du coût ; cela peut être une solution ponctuelle, mais non globale.

Accès à l'eau dans les pays du Sud

Thierry Vandevelde



Approvisionnement en eau potable dans le monde

EXPOSÉ

Thierry VANDEVELDE souligne qu'à 5 ans de l'échéance fixée en 2000 par la communauté internationale pour ses objectifs du millénaire (ODM) pour le développement, la tâche reste immense, notamment en Afrique.

Le problème est certes technique, mais surtout financier et organisationnel.

Le renforcement du financement des infrastructures est essentiel, mais il ne sert à rien sans une bonne gestion. Face à l'ampleur des défis à relever, il est nécessaire de promouvoir des partenariats étendus, impliquant toutes les parties prenantes.

Sur le continent africain, on estime que 115 personnes meurent chaque heure en raison de maladies liées au manque d'assainissement et d'hygiène (cholera, dysenterie, typhoïde, hépatites...).

Pourtant on estime que chaque dollar investi dans l'amélioration des conditions générales d'hygiène et d'assainissement rapporte 9 fois plus à la communauté, grâce à l'amélioration des conditions de vie et de travail. Les enfants en sont les premiers bénéficiaires.

I. Etat des lieux

La plupart des 8 objectifs du millénaire ont trait à l'accès à l'eau ; l'axe numéro 7, consacré au développement durable, y fait spécifiquement référence ('réduire de moitié, d'ici à 2015, la proportion de la population n'ayant pas accès de manière durable à un approvisionnement en eau potable et à un système d'assainissement de base'). La tendance pour l'accès à l'eau potable est favorable, et l'on est même en avance sur la cible si l'on se projette à 2015, mais cette progression est essentiellement due aux progrès de la Chine et de l'Inde.

La situation demeure très critique dans les pays d'Afrique subsaharienne : seuls 26 pays africains sont en voie de réaliser les ODM. Dans 9 pays (Niger, Nigeria, Tchad, Ethiopie, Somalie RDC, Mozambique, Guinée équatoriale et Madagascar), l'accès pour les populations à des sources d'eaux améliorées est inférieur à 50%. La population africaine qui n'a pas accès à une source d'eau améliorée a augmenté de 61 millions de personnes, passant de 280 millions en 1990 à 341 millions en 2006.

En matière d'assainissement la situation est encore plus critique ; l'Afrique est sur ce chapitre rejointe par la Chine et l'Inde. En Afrique subsaharienne, près d'un quart de la population défèque encore à l'air libre. La cible de 23 % de la population sans accès à l'assainissement ne sera pas atteinte, puisque l'on ne devrait en rester en 2015 à une proportion de 36 à 40 %.

II. Renforcer les capacités de gestion

Il ne suffit pas de financer les infrastructures: encore faut-il renforcer les capacités de gestion. Au Cameroun, dans la commune de Bangangté (Province Ouest), la Fondation Veolia Environnement déploie un important programme visant à remettre en fonctionnement des équipements de potabilisation d'eau (« Scan-Water ») installés dans les années 1980, mais qui n'avaient presque jamais fonctionné en raison de problèmes de financement. Des comités de gestion ont été mis en place, et les usagers acceptent aujourd'hui de payer le service apporté.

Le travail essentiel réside donc dans le renforcement de la maîtrise d'ouvrage communale, la mise en place d'une gestion pérenne des ouvrages, l'information, l'éducation et la communication en direction des populations. Fin 2009, de nombreux points témoignent de la réussite du projet mené : réduction des maladies hydriques dans l'hôpital de Bangoua, 150 abonnés à jour de leurs factures, augmentation du rendement du réseau de 14 à 40 %, construction d'un bloc sanitaire sur le marché de Kamna.

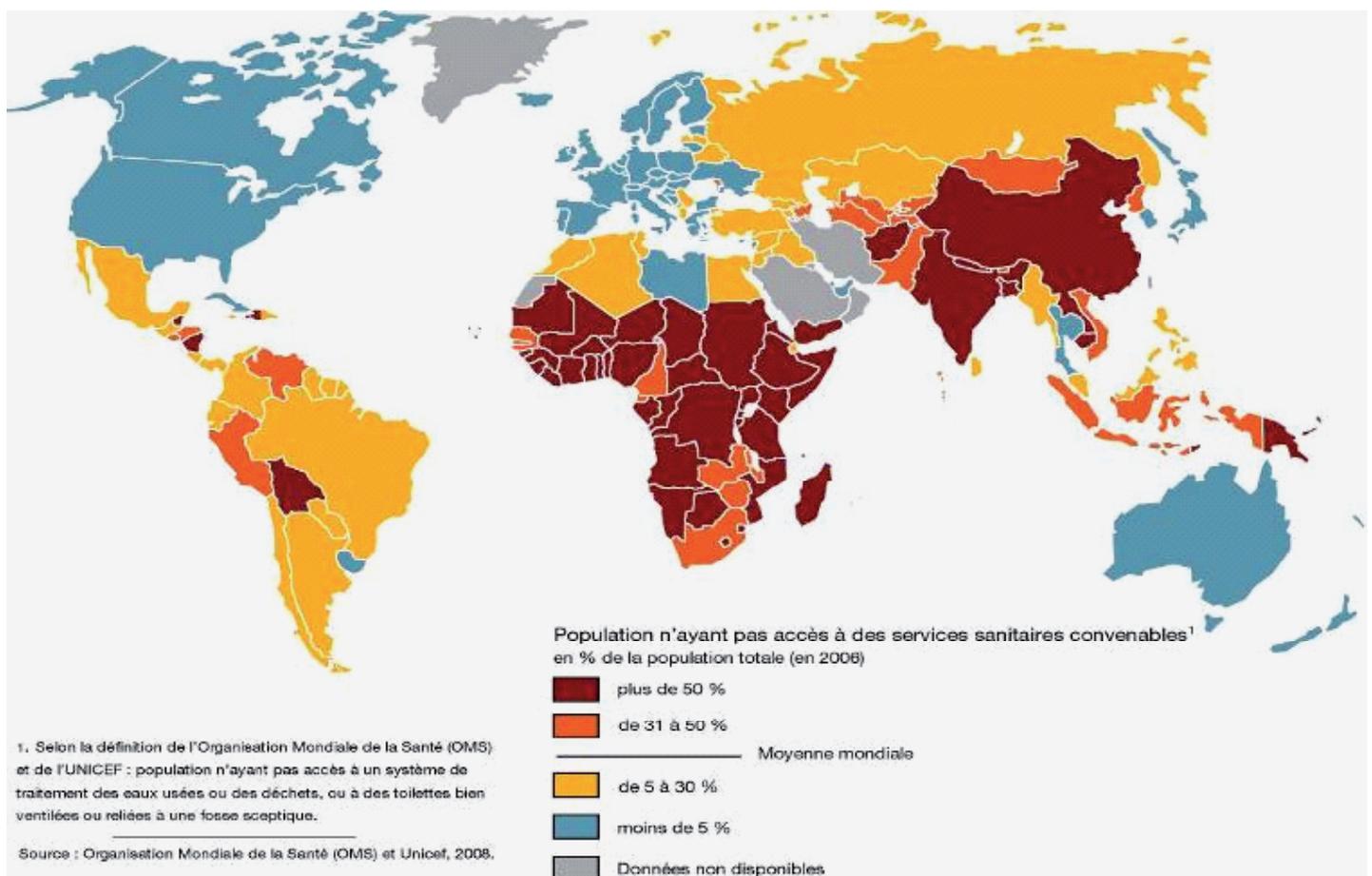
III. Promouvoir des partenariats étendus

L'importance des partenariats peut être illustrée par la lutte contre le choléra, généralement transmis par des aliments ou par l'eau ayant subi une contamination fécale. La maladie a disparu d'Europe, et est récemment réapparue en Afrique (1971), notamment en RDC. L'OMS estime que l'amélioration de l'approvisionnement en eau est l'approche la plus efficace, tout en la jugeant peu réaliste. La Fondation Veolia a eu l'idée de nouer des partenariats entre médecins et ingénieurs et de coordonner enquêtes épidémiologiques et études hydrauliques, en se focalisant sur 7 villes critiques (foyers de propagation) et en produisant des schémas directeurs et des programmes de travaux ciblés. Travaillent ensemble, des universités, le Ministère de la Santé publique, le Ministère de l'Energie, les ONG, les autorités locales, et la Fondation elle-même.

Le diagnostic épidémiologique a été clairement établi, soutenu par un agenda politique engagé et par un programme de plaidoyer international. Une alliance et un groupe d'action (GAAC) ont été constitués, grâce à la mobilisation de hautes personnalités africaines, européennes et américaines. Des actions d'urgence ont commencé à porter leurs fruits.



*Infrastructure pour la potabilisation de l'eau
'Scan-Water'*



Accès aux services sanitaires

DÉBAT

Jean-Pierre DECOR s'interroge sur les raisons de la réapparition du choléra en Afrique.

Thierry VANDEVELDE explique qu'un étudiant revenant de Moscou et d'Égypte a contaminé sa communauté ; le choléra a trouvé un contexte favorable et s'est par la suite développé dans la région des grands lacs.

Jean-Pierre DECOR rappelle que la presse s'est fait l'écho de risques de choléra en Haïti après le tremblement de terre.

Thierry VANDEVELDE répond que le risque du développement d'infections existait ; pour autant, le choléra n'est pas présent sur l'île.

Une participante s'enquiert des montants requis pour atteindre les ODM.

Thierry VANDEVELDE rappelle qu'il était initialement question de 180 milliards de dollars ; l'on parle aujourd'hui de 50, voire 11 milliards de dollars, mais le calcul est en réalité très théorique.

La véritable question est celle de la capacité des structures locales à absorber ces financements. Le prix de l'eau peut être payé en partie par les usagers, par les contribuables, mais également par le biais de la solidarité internationale.

Bernard SAUNIER souligne qu'avec moins de 200 milliards de dollars, il est possible d'apporter de l'eau potable à la population qui en manque, mais il faudrait multiplier cette somme par 10 pour apporter le même confort qu'aux habitants des pays développés.

Philippe HARTEMANN estime pour sa part que les conférences internationales ne font pas avancer la situation sur le terrain.

Bernard SAUNIER rappelle que l'Algérie, qui possède 200 milliards de dollars de réserves, est mal équipée en ce qui concerne l'accès à l'eau potable ; le vrai problème est celui de la gouvernance.

Eaux usées : quelles solutions écologiques?

Flora Bernard

EXPOSÉ

Flora BERNARD indique que les eaux usées font partie d'une chaîne de valeur, d'un cycle, au même titre que les déchets. Tout ce que l'on met à un bout de la chaîne se retrouve dans les eaux usées (eaux grises, issues du lavage, et eaux noires, issues des toilettes).

I. Quels enjeux ?

Une grille de lecture globale est utilisée pour assurer que les choix sont les bons d'un point de vue systémique. Les enjeux sont les suivants.

• Santé et toxicité

Entre 1945 et 2005, le rejet de produits chimiques et de synthèse dans le milieu naturel est passé de 1 million de tonnes à 400 millions de tonnes, des pollutions que les stations d'épuration classiques ont de plus en plus de mal à traiter. Les eaux usées insalubres sont une source importante de maladies dans le Monde. Par ailleurs, 5 000 personnes meurent chaque jour de maladies liées à l'eau.

• Ressources et climat

Le changement climatique augmente les zones de stress hydrique, renforcées par une pression de la demande (augmentation de la population et des niveaux de vie). D'ici 2050, selon la Banque Mondiale, entre 1 et 2 milliards de personnes pourraient ne pas avoir assez d'eau pour se nourrir, boire et répondre aux besoins d'hygiène.

• Energie

Le traitement des eaux usées est énergivore ; l'énergie représente 30% du coût d'exploitation d'une station de traitement des eaux usées. Par ailleurs, les eaux usées contiennent de l'énergie, sous forme de chaleur.

• Biodiversité

Les eaux usées non traitées dégradent les écosystèmes et réduisent leur capacité à fournir biens et services environnementaux. L'eutrophisation liée à la présence de matières organiques dans les eaux usées entraîne une consommation de l'oxygène dissous au dépens de la faune.

• Social

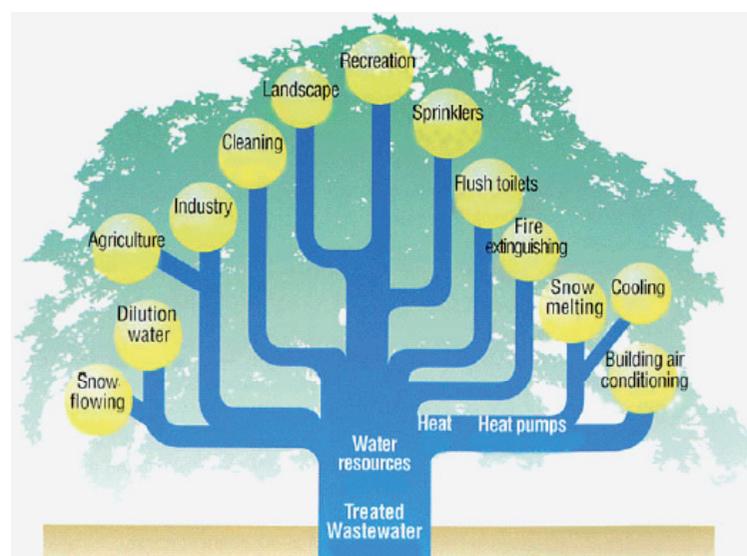
Comme cela a été dit précédemment 2,4 milliards de personnes n'ont pas accès à l'assainissement, principalement dans des pays en voie de développement.

II. Un déchet ou une ressource ?

Examinées différemment, les eaux usées peuvent être une ressource :

- Du fait de leur température elles constituent une source d'énergie ;
- Leur matière organique peut constituer des nutriments pour l'agriculture ;
- Constituées à 99% d'eau, elles peuvent remplacer l'eau douce pour certains usages ;
- En fait, elles sont un actif sous-valorisé.

Face à cette ressource, les besoins sont importants. L'humanité doit diminuer ses consommations et produire de nouvelles sources d'énergie, diminuer ses émissions et développer des moyens de stocker le carbone, préserver et recréer de la biodiversité, mieux gérer ses ressources (eau et déchets) et adapter l'usage à la qualité, assurer les besoins en alimentation et détoxifier son environnement.



Le recyclage des eaux usées : de nombreux usages...

Sources : Ministry of Land, Infrastructure and Transport of Japan (MLIT)

III. Des solutions pour valoriser leur potentiel

La première solution consiste à récupérer l'énergie contenue dans les eaux usées, ce qui est techniquement possible à hauteur de 90 %. Levallois-Perret chauffe sa piscine grâce à la récupération de chaleur des eaux usées (douches et lavages), ce qui a diminué de 24 % sa consommation d'énergie et de 66 % les émissions de gaz à effet de serre, et lui permet de réaliser une économie de 48 000 euros par an, pour un investissement total de 474 000 euros. En Suisse, le système développé par Huber utilise un processus d'échangeurs thermiques pour chauffer les 22 000 mètres carrés de bureaux de la WinterTower à Winterthur ; 75% de la demande énergétique y est fournie grâce aux eaux usées.

Pour répondre au deuxième enjeu, il est possible d'utiliser la pollution organique pour nourrir la biomasse et réactiver la « pompe à carbone » naturelle. Les eaux usées peuvent nourrir des plantes que l'on peut valoriser en énergie ou matière. La ville de Hopewell aux Etats-Unis utilise les algues pour traiter les eaux usées (ou les eaux usées pour produire des algues). Sa facture énergétique est réduite de 75 %, et la biomasse produite permet de stocker du carbone et de produire des biocarburants. De son côté, l'usine de Sandvik (Inde) traite ses 70 mètres cubes d'eaux usées par jour dans un jardin pour une production arboricole.

Par ailleurs, jusqu'à 75 % des eaux usées d'une maison peuvent être réutilisées pour des usages domestiques. Près de 100 % des eaux usées en industrie peuvent être réutilisées dans le process. Indian Railways, l'Institut Technologique de Kanpur et l'UNICEF ont développé le concept de toilettes « zéro effluent » : les liquides sont collectés, filtrés et réutilisés pour les chasses d'eau, les solides étant récupérés et transformés en compost, cela avec une réduction significative des problèmes sanitaires sur le passage des trains. Au Japon, les eaux usées sont recyclées pour irriguer les cultures de riz – c'est le cas dans une cinquantaine de pays, mais l'enjeu réside ici dans la qualité des eaux usées à utiliser. En Chine, un éco-quartier de 50 000 habitants à Wuhan recycle entièrement ses eaux « noires » dans des jardins filtrants.

L'économie négative consiste à créer de la valeur par une ponction sur l'environnement ; le développement durable a pour objectif de créer de la valeur en respectant celui-ci ; c'est le concept d'économie positive que nous développons à BeCitizen.

Il doit permettre de restaurer le capital écologique (production nette d'énergie, stockage net de carbone, recréation de la biodiversité, utilisation des eaux usées comme nouvelles ressources, détoxification de l'environnement, création de nouveaux services, nouveaux emplois et nouveaux revenus plus justement distribués).

DÉBAT

Jean-Pierre DECOR demande si la méthode d'extraction de métaux lourds par les plantes est envisageable à grande échelle.

Flora BERNARD répond que les solutions mises en œuvre par BeCitizen sont nettement plus rapides que la phytoremédiation.

Un participant s'enquiert des analyses réalisées sur les eaux usées réutilisées pour l'irrigation dans l'exemple japonais.

Flora BERNARD répond qu'il s'agit d'un sujet local. Il est effectivement essentiel de vérifier la qualité des eaux utilisées.

Jean-Pierre DECOR souligne que ce mode de fonctionnement suppose l'existence de sociétés bien organisées.

Philippe HARTEMANN rappelle qu'une partie des eaux usées de la région parisienne était jusqu'à récemment utilisée pour le maraîchage ; cette méthode a été interdite pour des raisons de contamination.

Un participant demande s'il est possible d'utiliser la photocatalyse hétérogène.

Jean-Pierre DECOR confirme que ce procédé permet d'accélérer la dépollution.

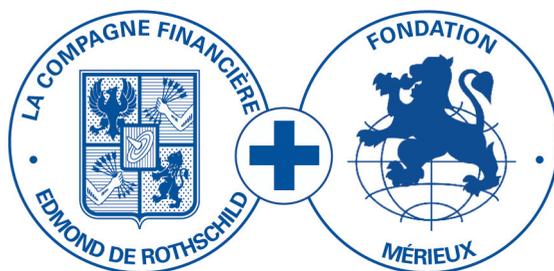
Bernard SAUNIER rappelle que l'utilisation de la chaleur des eaux usées a été inventée à Zurich. La Ville de Paris a décidé de chauffer une centaine d'immeubles ainsi, y compris le Palais de l'Elysée. De manière générale, l'énergie fatale doit être développée (digestion anaérobie, etc.) ; en récupérant la chaleur des centrales nucléaires, il serait possible de chauffer la quasi-totalité des foyers français.

Jean-Pierre DECOR clôture ce colloque, en remerciant chaleureusement les six intervenants pour la qualité de leurs exposés et les participants pour leur attention et leurs questions.



*Copyright Institut des Sciences du Vivant 2009
Reproduction Interdite*

*Ce document n'est pas destiné à une diffusion commerciale, il ne peut être vendu.
Toute utilisation partielle ou totale des informations qu'il contient ne peut être effectuée qu'après accord
préalable de l'Institut des Sciences du Vivant et de l'auteur concerné. Tous les textes contenus dans ce
document sont protégés par le droit d'auteur.*



INSTITUT DES SCIENCES DU VIVANT
C/O Fondation Mérieux
17 rue Bourgelat
69002 Lyon