



L'eau : un problème majeur pour l'humanité au 21^{ème} siècle

Mars 2023

Pierre Miquel

Texte inspiré et images capturées à partir d'une conférence de Ghislain de Marsily à l'auditorium de Bourg-la-Reine complété par des recherches bibliographiques

1. Ressources en eau sur terre

1.1. Les eaux de surface

L'eau est abondante sur terre et ne disparaît pratiquement pas contrairement à ce qui s'est passé sur les planètes telluriques voisines Vénus, Mars ou Neptune. L'eau ne représente cependant qu'une proportion de 0,05% de la masse de la terre.

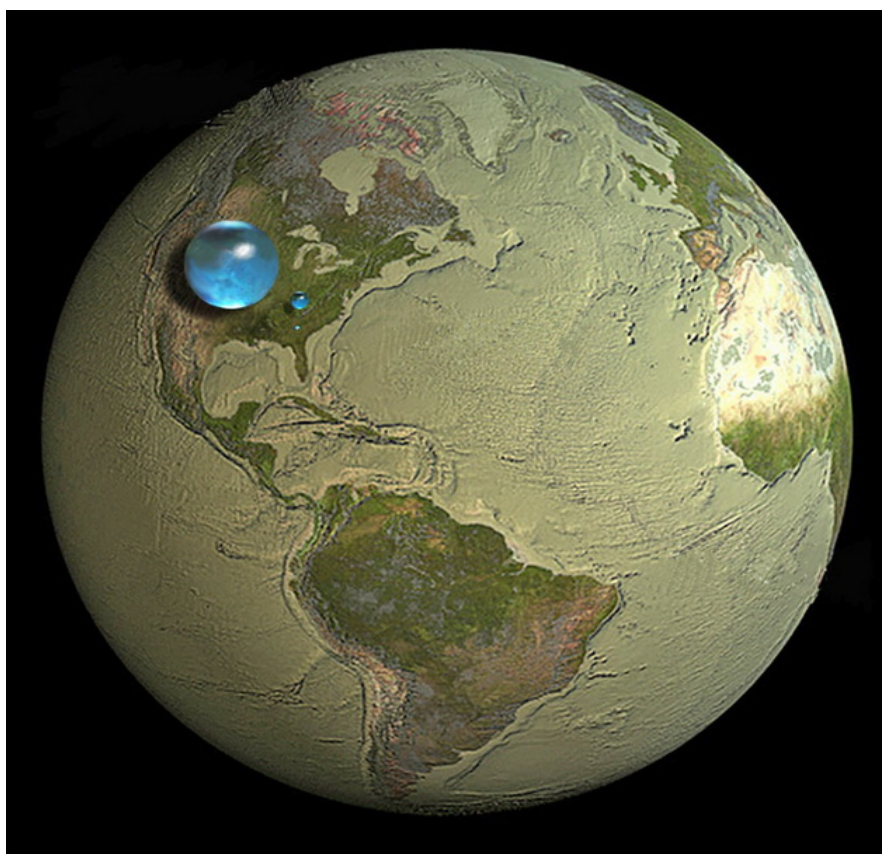
Les chondrites et les planétésimaux qui ont formé la Terre contenaient un peu d'eau. Les météorites et les comètes qui ont bombardé ultérieurement sa surface en contenaient aussi.

L'eau s'est évaporée du magma dans l'atmosphère qui en perd toujours un peu vers l'espace, la majorité s'étant condensée pour rejoindre les océans.

L'eau sur Terre a probablement plusieurs origines, les chondrites initiales et les météorites ultérieures, le débat n'étant pas tranché.

Le tableau suivant représente les différents volumes d'eaux comparés

à l'échelle à l'image du globe terrestre de l'institut de géologie des USA. La grande sphère bleue représente l'eau salée des mers et océans, même si son volume paraît petit par rapport à celui de la terre sa répartition en nappe sur une surface de la terre qui serait sans montagnes aurait une profondeur de 2800 mètres. La sphère moyenne représente l'eau gelée des pôles et des montagnes. La sphère la plus petite représente l'eau douce à notre disposition dans les rivières lacs... L'eau sur la Terre est à 97% salée (1400 millions de km³), c'est son évaporation par le rayonnement solaire qui alimente le « grand cycle de



l'eau », par condensation et précipitations, à savoir la grande machine hydrique qui nous permet de vivre. Ce sont 130 000 km³/an (1 km³ = 1 milliard de m³) d'eau douce qui sont ainsi apportés aux continents par la pluie ou la neige.

Tableau 1 Volumes d'eau sur Terre

Source d'eau	Volume d'eau (km ³)	%eau totale	%eau salée	%eau douce	% eau douce de surface
Océan mondial	1 338 000 000	96,5	99,0		
Océan Pacifique	669 880 000	48,3	49,6		
Océan Atlantique	310 410 900	22,4	23,0		
Océan Indien	264 000 000	19,0	19,5		
Océan Austral	71 800 000	5,18	5,31		
Océan Arctique	18 750 000	1,35	1,39		
Glace et neige	24 364 000	1,76		69,6	
Glacier	24 064 000	1,74		68,7	
Inlandsis de l'Antarctique	21 600 000	1,56		61,7	
Inlandsis du Groenland	2 340 000	0,17		6,68	
Îles de l'océan Arctique	83 500	0,006		0,24	
Chaîne de montagnes	40 600	0,003		0,12	
Glace au sol et pergélisol	300 000	0,022		0,86	
Eaux souterraines	23 400 000	1,69			
Eaux souterraines salines	12 870 000	0,93	0,95		
Eaux souterraines douces	10 530 000	0,76		30,1	
Humidité du sol	16 500	0,0012		0,047	
Lacs	176 400	0,013			
Lac salés	85 400	0,0062	0,0063		
Mer Caspienne	78 200	0,0056	0,0058		
Autres lacs salés	7 200	0,00052	0,00053		
Lacs d'eau douce	91 000	0,0066		0,26	87,0
Grands Lacs d'Afrique	30 070	0,0022		0,086	28,8
Lac Baïkal	23 615	0,0017		0,067	22,6
Grands Lacs d'Amérique du Nord	22 115	0,0016		0,063	21,1
Autres lacs d'eau douce	15 200	0,0011		0,043	14,5
Atmosphère terrestre	12 900	0,00093		0,037	
Marais	11 470	0,00083		0,033	11,0
Rivières	2 120	0,00015		0,0061	2,03
Eau biologique	1 120	0,000081		0,0032	

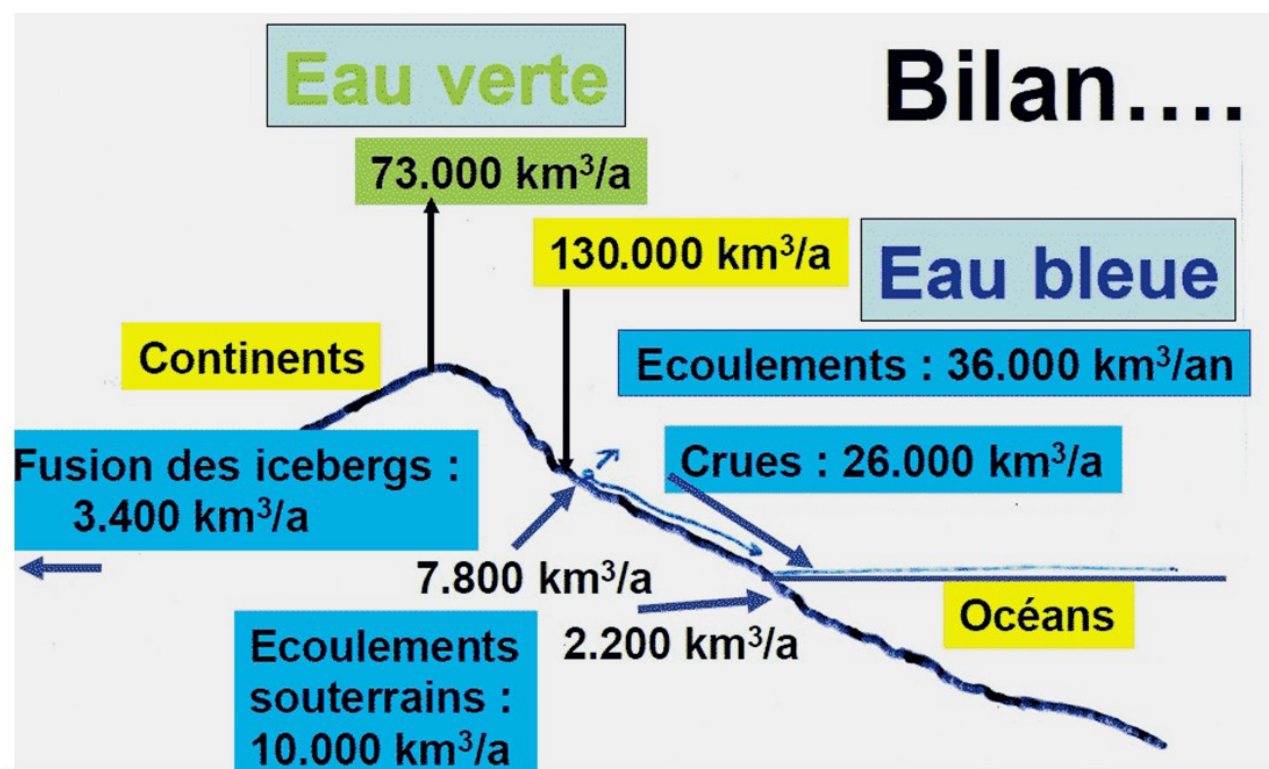
Les volumes d'eaux douces peuvent se décliner par la suite en 4 catégories auxquelles on a rajouté l'eau souterraine :

- « **l'eau bleue** », celle qui se voit et s'écoule dans les rivières et les nappes (32%),
- « **l'eau verte** », celle stockée dans les sols, reprise par les racines et transpirée par la végétation (65% et 3% en eau de fusion des icebergs, ...)
- « **l'eau grise** » polluée par l'industrie ou polluée par l'agriculture (nitrates, pesticides) et toute celle qui est rejetée sans traitement de recyclage et donc perdue pour l'utilisation humaine ou animale sans traitement préalable. L'eau utilisée par l'industrie représente jusqu'à présent un pourcentage faible dans la mesure ou comme dans l'industrie hydroélectrique l'eau est restituée en totalité montrant qu'il faut **bien distinguer le prélèvement/restitution et la consommation**.

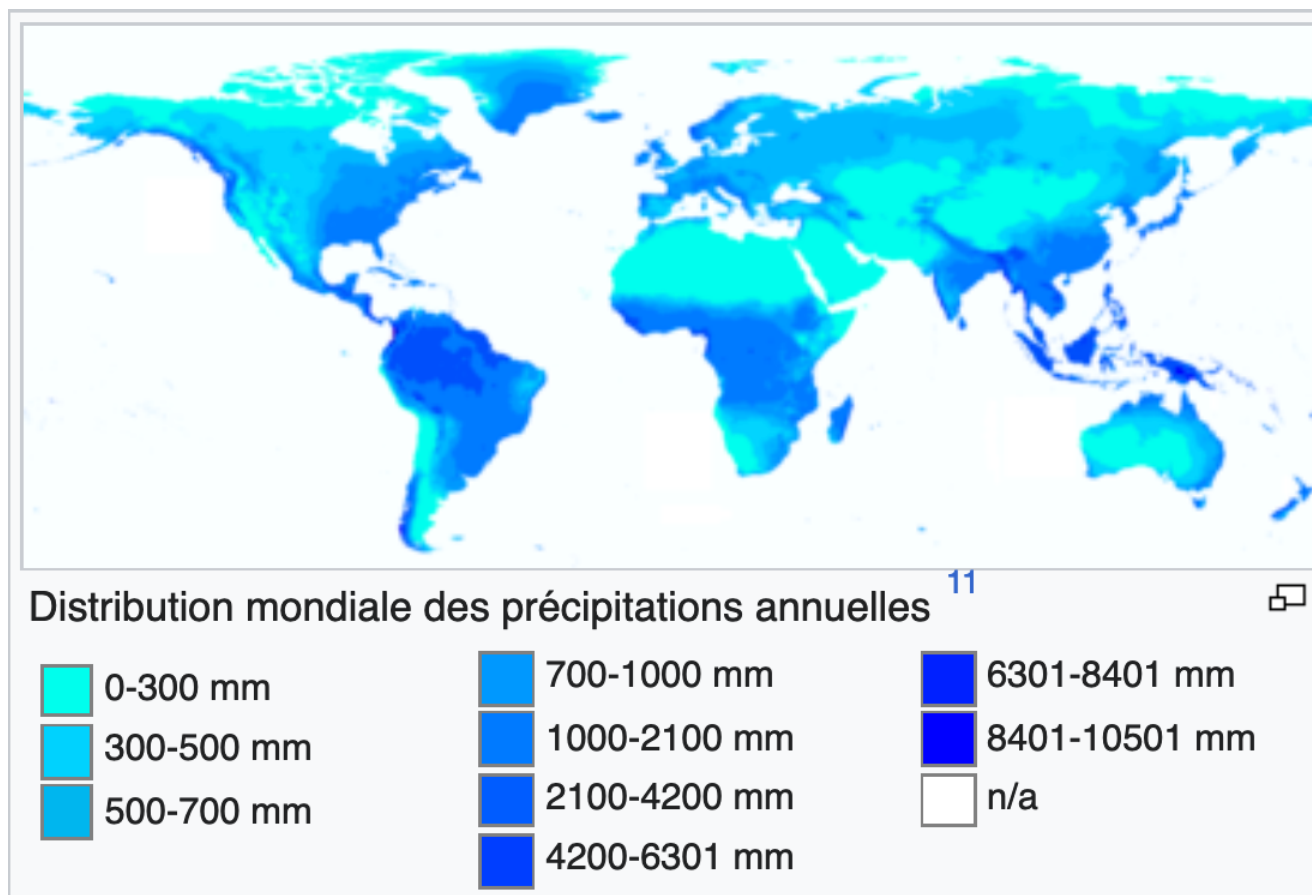
Dans l'eau mise à notre disposition avec la pluie il y a, les lacs, bassins de rétention, les « nappes **souterraines** » et enfin l'eau qui peut être transférée sous forme « d'eau **virtuelle** »

Le schéma suivant de Ghislain de Marsily permet de représenter l'écoulement de ces différentes eaux douces sur terre même si les bilans paraissent inexacts. En jaune est exprimée la quantité d'eau de précipitation sur les continents, les précipitations sur les océans étant perdues.

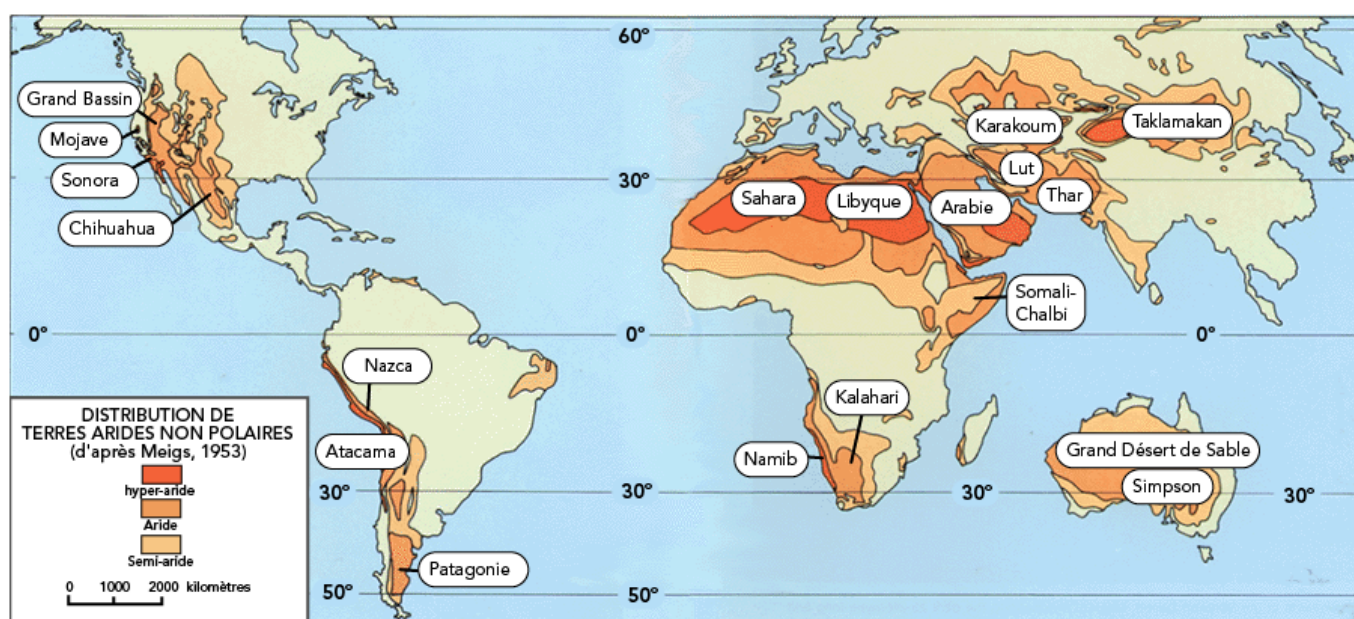
Tableau 2 Volumes d'eau douce qui circule en surface



La carte suivante montre la répartition des précipitations par région du globe.



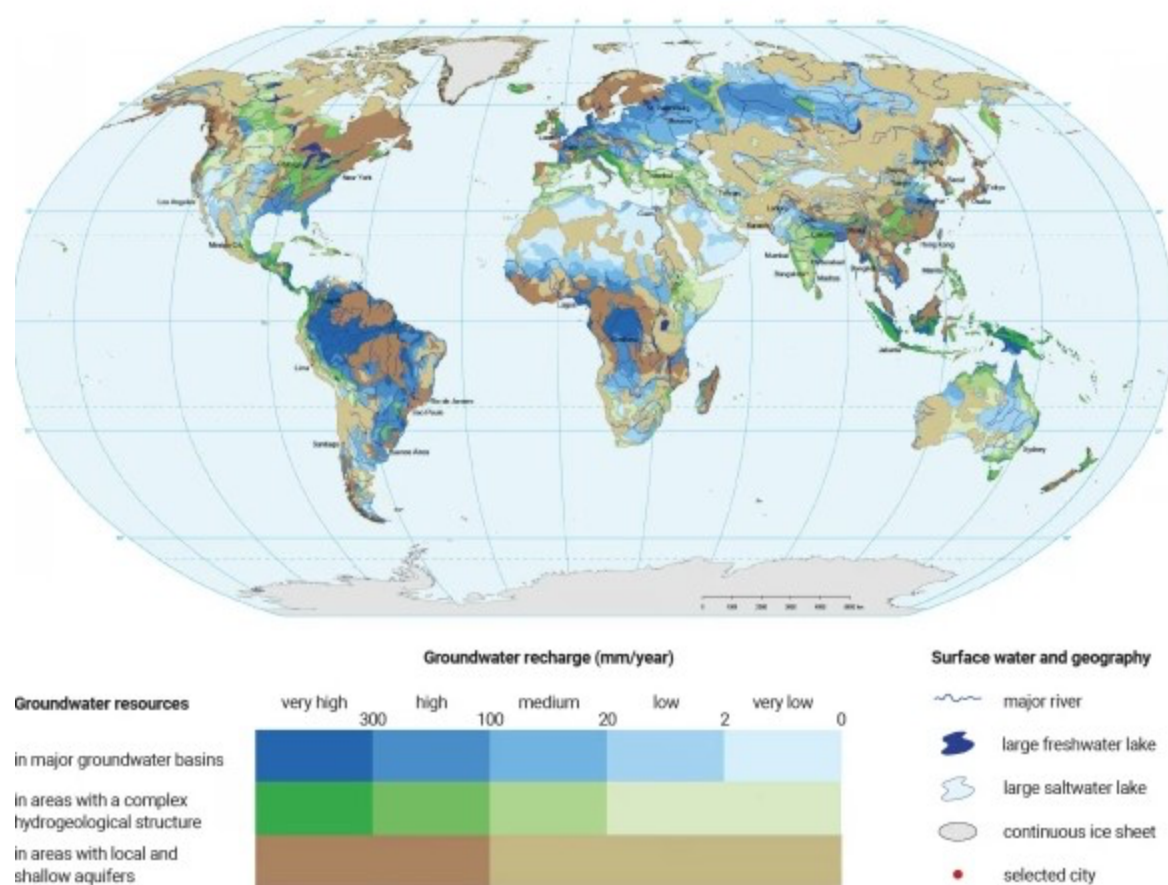
La carte suivante montre la répartition des zones arides avec le nom des principaux déserts.



1.2. L'eau souterraine

Le Programme hydrologique international (PHI) de l'UNESCO, qui participe depuis 2000 à la mise en place d'une base de données sur les eaux souterraines, a réalisé une carte détaillée de ces aquifères. Cette carte, qui indique leur localisation, renseigne aussi sur leur qualité et leur recharge. A ce jour, on en recense 273 dans le monde, dont 68 sur le continent américain, 38 en Afrique, 65 en Europe orientale, 90 en Europe occidentale et 12 en Asie.

Tableau 3 Eau souterraine



Les aquifères, qui représentent un volume 100 fois supérieur à l'eau douce de surface, assurent déjà une bonne part de nos besoins. L'augmentation de la demande en eau s'est traduite depuis la deuxième moitié du XX^{ème} siècle par un recours croissant à ces bassins souterrains. A l'échelle mondiale, cette ressource est utilisée à 65% pour l'irrigation, 25% pour l'alimentation en eau potable et 10% pour l'industrie.

Ils constituent plus de 70% de l'eau utilisée dans l'Union européenne et sont souvent une des seules, voire l'unique, source d'approvisionnement dans les régions arides ou semi-arides (100% en Arabie saoudite ou à Malte, 95% en Tunisie, 75% au Maroc). Dans de nombreux pays, les systèmes d'irrigation reposent très largement sur les nappes souterraines (90% dans la Jamahiriya arabe libyenne, 89% en Inde, 84% en Afrique du Sud, 80% en Espagne).

Si les systèmes aquifères existent sur tous les continents, tous ne sont pas renouvelables. Ainsi ceux de l'Afrique du Nord et de la péninsule arabique, qui se sont constitués il y a de plus de 10 000 ans alors que le climat était plus humide, ne sont pas rechargés. Même lorsqu'ils sont renouvelables, c'est-à-dire alimentés régulièrement par les précipitations, les aquifères sont dans certaines régions menacés par la surexploitation ou la pollution. Dans les petites îles et les zones côtières de la Méditerranée, les populations exploitent souvent l'eau souterraine à un rythme supérieur à sa capacité de renouvellement. Il y a aussi des aquifères trop exploités et en voie d'épuisement aux USA, en Chine, en Inde et certains en Arabie Saoudite.

En Afrique en revanche, les aquifères, qui sont parmi les plus grands au monde, restent largement sous-exploités. Ils constituent donc un potentiel considérable, à condition que soit adoptée une gestion durable de ces ressources.

Les aquifères s'étendent généralement sur plusieurs Etats, leur exploitation suppose des mécanismes de gestion concertée pour éviter par exemple que les nappes ne soient polluées ou ne fassent l'objet d'une exploitation trop intensive par l'un des pays riverains. Par exemple le Système Aquifère du Sahara Septentrional (SASS) couvre une superficie transfrontalière de plus d'un million de km² en Algérie, en Tunisie et en Libye. Les trois pays du SASS ont adopté une approche de gestion conjointe. Cette approche repose sur une connaissance approfondie de l'aquifère, y compris des projections et simulations de l'impact des prélèvements d'eau intensifs. Le SASS est crucial pour le développement de la partie nord-ouest du Sahara, en particulier pour assurer la production alimentaire pour une population croissante d'entre et au-delà de ses frontières, et pour répondre aux exigences de l'agriculture, l'industrie et la construction.

1.3. L'eau virtuelle transférée

Pour illustrer l'importance de l'eau virtuelle on peut citer 2 exemples, la Tunisie et la France. La Tunisie qui n'a pratiquement pas de rivières et 10 km³ de ressources propres a besoin de consommer 15 Km³ d'eau par an soit 14,5 pour se nourrir et 0,5 pour son eau domestique. Déficitaire en eau elle doit donc pour vivre normalement importer de la nourriture et autres produits industriels qui représentent 5 Km³/an d'eau virtuelle.

La France a un excédent d'eau ce qui pourrait largement lui suffire mais pas également répartie. Pourtant elle importe 50% de sa consommation d'eau en eau virtuelle quand elle importe des produits qui ont nécessité beaucoup d'eau et en premier lieu le coton, des agrumes, du riz, café ...L'eau virtuelle joue un rôle dans les échanges entre pays, notamment les échanges de produits agricoles. En effet, un pays dont les ressources d'eau sont faibles n'a pas intérêt à exporter des produits, par exemple des fruits ou de la viande, dont la production requiert une grande quantité d'eau. Des pays comme la Jordanie et Israël orientent certaines de leurs exportations en fonction de l'eau consommée. Le Conseil mondial de l'eau tente d'évaluer les flux mondiaux d'eau virtuelle. Le continent américain, l'Asie du Sud-Est et l'Océanie sont les principaux exportateurs d'eau virtuelle, les importateurs les plus importants étant l'Afrique du Nord, l'Europe de l'Ouest et l'Asie centrale et du Sud.

Le choix de développer des cultures gourmandes ou, à l'inverse, économes en eau, par exemple en vue de l'exportation, peut avoir des conséquences importantes sur le plan géopolitique notamment lorsqu'un pays occupe la partie amont d'un bassin fluvial. Les pays situés en aval recevront en effet plus ou moins d'eau selon le type de culture ou d'exploitation de ses terres que le pays en amont aura décidé d'adopter. L'idée d'eau virtuelle doit donc être prise en considération dans les coopérations entre pays.

Le cas de l'Ouzbékistan (5^{ème} producteur mondial de coton) illustre ce problème : il utilise les grands fleuves himalayens, l'Amou-Daria et le Syr-Daria pour accroître sa production de coton, ce qui a pour conséquence d'assécher la mer d'Aral. C'est le cas aussi de la chine 1^{er} producteur mondial de coton et

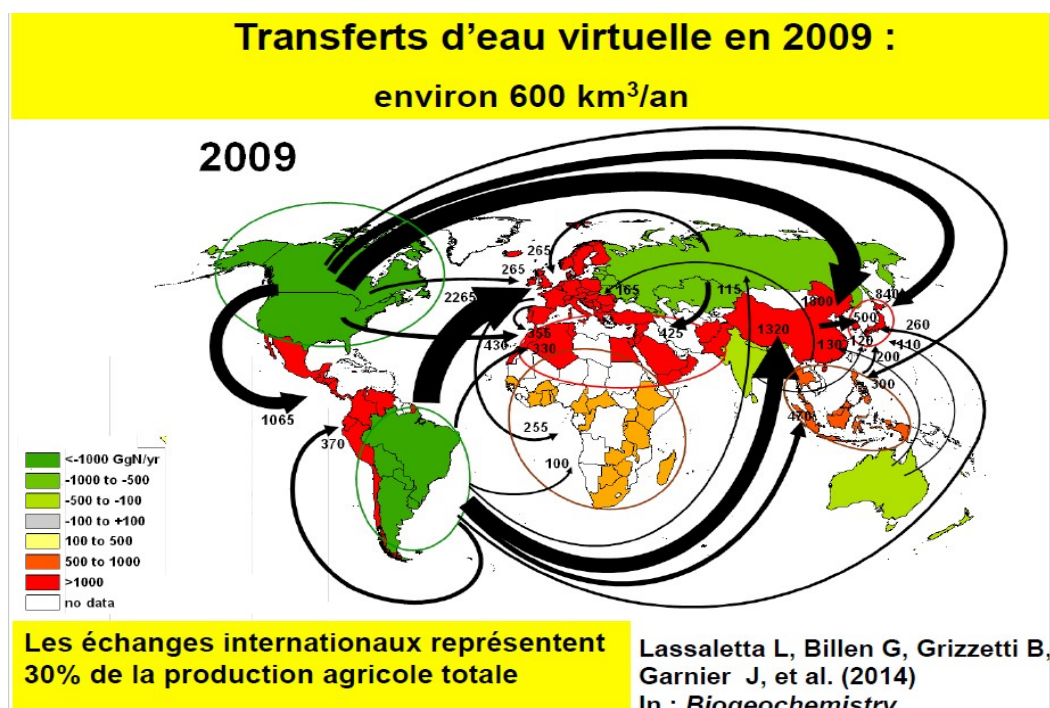
de riz qui est sur le point d'épuiser ses réserves aquifères souterraines et qui décide de construire des canalisations de plus de 1000 km de long pour arroser sa partie aride du nord.

Le tableau suivant donne quelques exemples des produits et l'eau que nécessite leur élaboration qu'on appelle l'empreinte sur l'eau. La dernière colonne donne l'empreinte des habitants de plusieurs pays où les USA sont comme dans tout ce qui concerne la consommation largement en tête.

Tableau 4 Empreinte en eau

Produit	Empreinte en eau (litres/kg)	Produits	Empreinte en eau (litres/kg)	Produits	Empreinte en eau (en litres/kg)	Pays	Empreinte par habitant (m ³ /an)
Coton	8500	Pommes de terre	900	Papier	2000	USA	2483
Cacao	27000	Riz	3000	Cuir	16000	France	1882
Café (1 tasse)	20700 (140L)	Thé	9205	Jeans	11000	Pologne	1100
Orange	500	Sucre	1400	Ordinateur	20000	Ethiopie	675
Tomate	184	Viande bovine	16000	Voiture (1,5t)	400000	Monde (moyenne)	1243
Blé	1350	Canne à sucre	1500				

Tableau 5 Transferts d'eau virtuelle en 2009



2. Situation de la consommation de l'eau

2.1. Les différentes utilisations de l'eau

De tous les temps l'homme a utilisé l'eau pour :

- ses besoins propres (boisson, toilette...) représentant une part très faible part de l'eau consommée
- produire sa nourriture et c'est là le terme dominant de l'eau consommée (90% à 95%)
- l'artisanat et l'industrie qui prélèvent beaucoup mais consomment peu d'eau parce qu'elle est en grande partie restituée à la nature
- les écosystèmes (poissons, animaux...) avec lesquels nous vivons en symbiose et qui nous sont indispensables.

Sur le tableau 2 de la page 3 on voit schématiquement que l'eau douce qui circule en surface tous les ans est considérable avec l'eau verte de la végétation, l'eau de pluie ($113\,000\text{ km}^3$) et autres qui laissent à disposition théorique $29\,000\text{ km}^3$ alors que l'homme ne consomme que 2500 km^3 par an.

Jusqu'au milieu du 20^{ème} siècle encore peu urbanisés et surtout moins nombreux les peuples ont vécu ainsi en équilibre avec le milieu naturel même si l'accès à l'eau a toujours été une priorité dans l'emplacement des villes. Il est nécessaire depuis longtemps de construire des transferts aériens ou souterrains (ponts, aqueducs...).

Des périodes de sécheresses extrêmes, l'absence de logistique de transfert et de stockage de l'eau ont créé des drames humains. Dans les années 1876-1878 et 1896-1900 la sécheresse en Inde, Chine et Brésil a provoqué la mort de 60 millions de personnes.

Depuis les progrès technologiques, les moyens de transferts, la démographie en expansion, le commerce sans régulation liée à la nature et la consommation en expansion ont changé la donne concernant la gestion de l'eau à l'échelle planétaire.

La ressource en eau potentiellement disponible est excédentaire, malheureusement les précipitations et les écoulements terrestres et leur exploitation sont mal répartis par rapport à la population sur l'ensemble du globe. Certaines régions reçoivent beaucoup plus d'eau que d'autres, la répartition des ressources s'en trouve très inégale et certains pays souffrent d'un manque d'eau.

- 9 pays se partagent 60 % des réserves mondiales d'eau
- 80 pays souffrent de pénuries ponctuelles
- 28 pays souffrent de pénuries régulières

De plus, même quand l'eau est disponible en quantité, elle ne l'est pas forcément en qualité.

- 1,5 milliards d'habitants n'ont pas accès à l'eau potable
- 2 milliards d'habitants sont privés d'installations sanitaires
- 1,6 million d'enfants meurent chaque année de diarrhée, due principalement à la mauvaise qualité de l'eau et au manque d'assainissement.

La situation hydrologique en France n'est pas pour l'instant critique. Nos ressources en eau restent suffisantes, mais très inégalement réparties et c'est ce qui pose problème pour l'agriculture. Nous bénéficions en moyenne de 480 km^3 d'eau pluviale par an. Le stock des eaux souterraines est évalué entre $15\,000$ et $20\,000\text{ km}^3$, et celui des eaux de surface stagnantes (lacs naturels, grands barrages et étangs) à 108 km^3 .

Une part de plus en plus importante de l'eau consommée sur la planète est engloutie par des produits destinés à l'exportation. En important de la sorte des biens en eau, les pays développés augmentent les pressions sur des zones fragiles souvent dépourvues de politiques de conservation de cette ressource rare. Entre 1996 et 2005, 9087 km^3 d'eau ont été consommés chaque année à travers la planète. L'agriculture en a englouti 92%, notamment du fait de l'irrigation intensive telles que le coton, le maïs ou le riz (27% de l'utilisation d'eau douce), ainsi que de la production de blé, de viande (22%) et de produits laitiers (7%).

Les Etats-Unis, qui ne représentent que 5% de la population mondiale, constituent le troisième consommateur d'eau douce (1053 km^3 par an), après les beaucoup plus peuplées Chine (1207 km^3) et Inde (1182 km^3). Ramenée par habitant, la consommation américaine d'eau s'élève à 2842 m^3 annuels, contre $1\,089 \text{ m}^3$ pour la Chine, $1\,071 \text{ m}^3$ en Inde et $1\,385 \text{ m}^3$ en moyenne mondiale.

2.2. Quantités consommées

Les hommes « consomment » actuellement un faible pourcentage du flux d'eau « bleue », mais la partie réellement consommée est faible par rapport aux prélèvements qui s'évaporent (principalement l'eau d'irrigation), le reste des prélèvements non évaporé, retournant dans les nappes et les rivières. Nous utilisons 9% de l'eau « verte » pour l'agriculture, le reste alimente les écosystèmes naturels (forêts...). Nous prélevons aussi beaucoup d'eau « fossile » sur les stocks contenus dans les grands aquifères de quelques pays (Inde, Chine...), mais cette situation comme vu précédemment n'est pas durable, les stocks de ces aquifères seront épuisés en quelques décennies, nécessitant d'aller chercher de l'eau par canaux dans les grands fleuves himalayens (Yangzi Jiang, Gange...).

La quantité d'eau domestique utilisée (hors eau virtuelle) va de 20 à 500 L/j par personne et varie beaucoup en fonction du niveau de vie des pays (Etats-Unis 450 L/j/habitant, Canada 340 L/j/habitant, Japon 320 L/j/habitant, Israël 135 L/j/habitant, Royaume-Uni 132 L/j/habitant, Afrique (zone urbaine) 75 L/j/habitant, Afrique (zone rurale) 10 à 20 L/j/habitant, Norme Mondiale de l'Unesco 35 L/j/habitant)

En France, la consommation d'eau potable par jour et par personne est de 150 L (54 m^3 par an). L'ADEME estime que sur les 150L, 7% sont destinés à la boisson et la préparation des repas, 20% aux sanitaires et 73% servent l'hygiène corporelle et à l'entretien du logement, du linge et de la vaisselle. Ceci sans compter l'empreinte eau des aliments qui est relativement le terme le plus important de la consommation individuelle.

En 2050, la population mondiale devrait passer à 9,5 milliards, avec une croissance inquiétante principalement en Afrique (1 milliard en 2000, 2,5 milliards en 2050 et 4,2 milliards en 2100...). Avec 250 L/j, la quantité à totale d'eau nécessaire représenterait $870 \text{ km}^3/\text{an}$, soit 0,8% des précipitations, ou 2,4% de l'eau « bleue ». L'eau domestique n'est donc pas un problème de quantité, mais seulement de transport et de qualité, donc d'infrastructures d'adduction et de traitement. La planète ne manquera jamais d'eau domestique, si elle construit à temps ces infrastructures. La ville de Windhoek (350 000 habitants), par exemple, capitale de la Namibie en plein désert, est alimentée en eau par un barrage et une conduite de 800 km, ainsi que par le recyclage de ses eaux usées retraitées...

Pour l'eau industrielle, nous utilisons chacun environ $1\,300 \text{ m}^3/\text{an}$. Mais cette eau n'est consommée qu'à 10 %, elle est rejetée à 90 % dans le milieu, parfois réchauffée (eau de refroidissement) ou polluée. Si elle n'est pas traitée, elle est rejetée et pollue l'environnement.

L'eau agricole est le terme dominant. Quelque $10\,000 \text{ km}^3/\text{an}$ d'eau sont nécessaires pour nourrir aujourd'hui 8 milliards d'habitants : $6\,500 \text{ km}^3$ d'eau « verte » tombant sur 1,4 milliard d'ha d'agriculture « pluviale » et 3,2 milliards d'ha de terres en pâture. De plus, $3\,500 \text{ km}^3$ d'eau bleue (dont 50% se perdent) sont prélevés dans les rivières et nappes pour arroser 270 millions d'ha irrigués. C'est donc $8\,000 \text{ km}^3/\text{an}$ en définitive qu'il faut pour nourrir les hommes, soit $1\,150 \text{ m}^3/\text{an}$ pour chacun (10 fois plus que l'eau domestique). Pourtant 1 milliard d'habitants sont encore sous-alimentés, en Afrique subsaharienne et en Asie du Sud-Est, dans des zones très arrosées, et non pas dans la zone aride. Cette situation est due au sous-développement (production agricole inefficace et insuffisante). De nombreux pays sont, de plus, incapables de produire la nourriture qu'il leur faut, par manque de terres cultivables ou d'eau. Le nombre d'habitants a dépassé la capacité à les nourrir à partir des ressources locales, et les habitudes alimentaires ont dû évoluer. Ils doivent importer de la nourriture depuis les pays aux productions excédentaires (Amérique du Nord et du Sud, Australie, Thaïlande, France...). Plus de 30% de la nourriture produite est ainsi transportée aujourd'hui d'un pays à un autre, surtout en bateaux. Les pays importateurs vendent des matières premières énergétiques ou minérales, ont des activités industrielles ou tertiaires, du tourisme, ou encore des retours financiers par la diaspora émigrée. Certains pays exportent des produits agricoles à haute valeur ajoutée (café, cacao, coton...) et importent de la nourriture. Mais les pays importateurs sont dépendants, avec des risques de pressions politiques et de tensions sur les prix en cas de pénurie globale.

Aujourd'hui, l'autonomie alimentaire est impossible à atteindre pour tous les pays de la zone aride (Afrique du Nord, Moyen-Orient...). La Jordanie dépend ainsi pour 70% d'eau utilisée pour produire les denrées importées, Djibouti pour plus de 90%.

2.3. L'eau de demain

L'approvisionnement en eau est et sera fortement impacté par la démographie humaine et par le changement climatique qui sont évoqués dans les chapitres suivants au point de changer nos modes de vie et les systèmes économiques du monde.

En 2050, pour alimenter tout le monde, il faudrait 11 000 km³ d'eau par an, ce qui est possible si les pays déficitaires ont les moyens d'acheter leur nourriture auprès des pays exportateurs. Si la consommation de viande s'accélérait (en Chine et Inde) il faudrait 13 000 km³/an. La consommation de viande a un très gros effet sur les besoins en eau : il faut en effet 16 000 L d'eau pour produire 1 kg de viande de bœuf nourri au grain, soit 13 fois plus que pour 1 kg de blé (cf. tableau 4).

Ces 11 000 à 13 000 km³/an se répartiront entre agriculture pluviale et irriguée : on va devoir augmenter les rendements ainsi que les surfaces cultivées. Mais qui dit « plus d'agriculture pluviale » dit « défrichement », et qui dit « plus d'irrigation » dit « construction de barrages ». La construction de barrages ou le défrichement peuvent avoir de graves conséquences environnementales, mais si la population de la planète ne cesse d'augmenter, ne faut-il pas la nourrir, et ce de la façon la moins néfaste ?

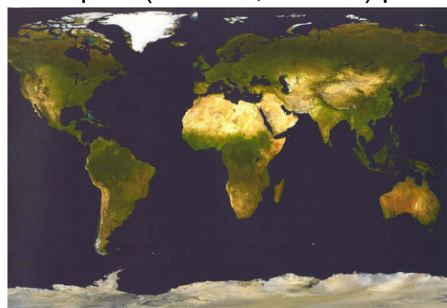
Le dessalement de l'eau de mer a un coût de l'ordre de 0,7 euro/m³, et une consommation électrique de 2 à 4 kWh/m³ : c'est environ 10 fois trop pour de l'eau d'irrigation, mais acceptable pour l'eau domestique dans les pays pauvres. Malgré les coûts de production de nombreux pays misent sur le dessalement pour produire de l'eau domestique et des cultures maraîchères et fruits en serres. C'est le cas de l'Espagne, d'Israël, de l'Arabie Saoudite, des Emirats, du Maghreb et des Etats Unis. On estime la production actuelle à 68 millions de m³ par jour avec quelques 13 000 unités de production.

Il semble hélas que nous puissions à nouveau connaître des famines mondiales. En 1998, une forte sécheresse en Asie du Sud-est a entraîné des achats massifs de céréales sur les marchés mondiaux, avec forte réduction des stocks, qui auraient été insuffisants si la sécheresse s'était prolongée.

L'insuffisance de la production agricole future peut générer la migration des populations des pays déficitaires vers des moins déficitaires comme les pays riches. Elle peut également générer des conflits sanglants et des émeutes de la faim. La menace de pénurie d'eau va croissant sur notre planète. Pour lutter contre ce risque majeur et les inégalités qui le sous-tendent, il s'agit d'abord de comprendre, dans leur complexité, la structure et l'évolution des ressources hydrologiques, des besoins en eau et des modalités de sa consommation.

3. Influence du changement climatique

Le réchauffement climatique va accélérer le cycle de l'eau et augmenter les précipitations tout en déplaçant les zones climatiques arides et tempérées vers les pôles, entraînant une aridification des latitudes méditerranéennes et asiatique : d'après de nombreux hydrologues 110 millions d'ha cultivables dans ces latitudes devraient être perdues par aridification, mais 160 millions d'ha gagnés dans les latitudes nordiques (Canada, Sibérie) par le réchauffement. Il est à noter que des climatologues constatent que le déplacement des zones climatiques est plus complexe que ce simple décalage en latitude.

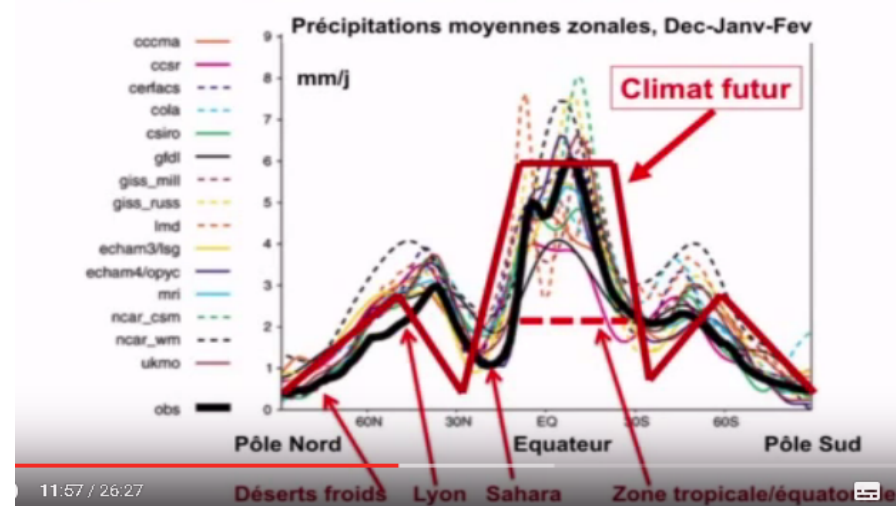


La fréquence des événements extrêmes (crues, sécheresses) pourrait aussi augmenter. En France, une baisse de 10 à 20% des précipitations est attendue d'ici à la fin de ce siècle, principalement en été.

Pour tenter d'évaluer les zones sèches Ghislain de Marsily a tracé en rouge une ligne enveloppe sur les récentes données sur les précipitations pluvieuses par rapport aux latitudes (Tableau 6)

Tableau 6 Influence du changement climatique

Variation de la pluie (de pôle à pôle) pour 15 modèles de climat, observations et prévisions pour 2100



Sur ce graphique on voit apparaître les zones qui vont s'assécher en fonction du déplacement climatique en Europe, en Afrique du Nord et Sub-saharienne.

L'auteur a repéré Lyon dans une position qu'il montre, mais à 400 km près, ce n'est pas certain que la zone de grandes canicules d'été puisse gagner une grande partie du Sud de la France. L'Est de la France pourra rester arrosé par l'eau des Alpes par contre le Massif Central et les Pyrénées ne suffiraient pas naturellement si des aménagements de réserves d'eau ne sont pas prévus. L'assèchement de la Garonne en été n'est pas exclu.

Devant cette situation la France devra prendre des dispositions pour s'adapter au niveau national et départemental. Prévoir des stockages d'eau suffisants pour alimenter les villes.

Par exemple on sait que les quatre lacs réservoirs de Champagne-Ardenne et de Bourgogne, qui régulent la Seine en amont de Paris, ont présenté un déficit inédit en eau de près de 50%, avec des risques d'étiage sévère en 2016, selon l'Établissement Seine Grands Lacs.

Avec le peu de précipitations en 2016 les lacs n'ont retenu que 152 millions de mètres cubes alors qu'ils devraient atteindre normalement les 268 millions. Ce déficit n'avait encore jamais été enregistré et il a fallu des précipitations supérieures aux normales pendant les mois d'hiver pour retrouver le bon taux de remplissage.

Si cette situation devait se reproduire les lacs réservoirs ne seraient pas en mesure de restituer suffisamment d'eau dans les cours d'eau entraînant des risques d'étiage sévère et il faudra trouver des solutions.

On pense notamment qu'il faudra limiter les pertes dans les conduites et augmenter le recyclage de l'eau qui n'est que de 1% la France alors qu'il est de 8% l'Italie et 14% en Espagne.

4- La démographie

L'une des meilleures analyses non pessimistes sur l'évolution démographique, sur la répartition des âges, les risques et les solutions envisageables est dans le livre « Fact Fulness » du médecin, conseiller de l'OMS et chercheur suédois Hans Rosling.

Sans entrer dans les détails nous rappelons les prévisions et citons quelques phrases d'experts de l'OMS, de l'ONU et du FAO.

Nous sommes officiellement 8 milliards sur terre. Selon les dernières estimations de l'ONU, la population mondiale pourrait bondir à 9,7 milliards en 2050, puis atteindre un pic de 10,4 milliards dans les années 2080, avant d'entamer un très progressif déclin. Après un essor rapide des populations en Asie, qui s'est traduit par le poids démographique énorme de la Chine et de l'Inde, la croissance démographique des prochaines années sera en grande partie portée par une poignée de pays, essentiellement africains. Il s'agira notamment du Nigeria, de la République démocratique du Congo, de l'Égypte ou encore de la Tanzanie, dont la population a bondi de près de 40% en dix ans.

Au problème de la démographie s'ajoute l'urbanisation des populations qui nécessite des infrastructures importantes pour amener l'eau, la traiter, transporter les produits, les gens et produire l'énergie nécessaire. Cela se traduit par des pertes de terres cultivables et une imperméabilisation des sols. La France a ainsi perdu une partie de ses terres agricoles et la Chine qui consomme une alimentation plus riche achète des terres en Afrique ou en Amérique du sud. La recherche de terres agricoles a conduit à une déforestation de 290 millions d'hectares dans le monde. L'agriculture intensive avec des engrais concentrés et des pesticides ont pollué des terres difficiles à récupérer. Tout ceci au détriment de l'écosystème dont la préservation sera aussi un défi pour le 21^{ème} siècle.

Dès lors, comment gérer les besoins alimentaires face à la diminution de la qualité des terres et de la ressource en eau ? Quel sera l'impact du changement climatique sur les rendements agricoles ? Comment limiter les inégalités face à l'accès à la nourriture ? L'Organisation des Nations unies pour l'alimentation et l'agriculture (FAO) souligne depuis des années que les systèmes agroalimentaires actuels ne sont pas durables « Malgré l'ampleur des défis à venir, le pessimisme est un luxe qu'on ne peut pas se permettre ».

Une chose est sûre : si la courbe de la démographie mondiale grimpe toujours, elle va ralentir, et nous ne serons pas deux fois plus nombreux à la fin du siècle.

Pour l'alimentation plusieurs scénarios sont envisageables. L'un d'eux correspond à une sorte de statu quo : les pays riches conservent un régime alimentaire très gourmand en ressources (notamment en protéines animales), la hausse limitée des revenus dans les pays pauvres favorise une transition modérée vers des régimes plus riches mais pas forcément plus sains, le tout avec des investissements insuffisants pour accroître la durabilité des systèmes de production. Dans un tel scénario - où la lutte contre le réchauffement climatique et l'effort de répartition des richesses sont délaissés - les besoins en terres agricoles pourraient grimper à plus de 1,7 milliard d'hectares au milieu du siècle (contre à peu près 1,5 milliard de terres cultivées en 2010).

Les asiatiques trouveront probablement des solutions mais les besoins seront considérables en Afrique subsaharienne « où les niveaux de rendements projetés en 2050 sont plus faibles ». Les experts du CIRAD (Centre de coopération internationale en recherche pour le Développement) estiment « qu'il ne sera de toute façon pas possible pour les pays pauvres de suivre la trajectoire des plus riches en termes de régime alimentaire et de modèle de développement, ni pour ces derniers de continuer à consommer toujours autant de nourriture, d'énergie fossile et de ressources naturelles ». On mange presque cinq fois plus de produits animaux dans les pays riches qu'en Afrique. Le gros de nos apports caloriques provient des

céréales, or 40% de la production céréalière mondiale est destinée à l'alimentation animale. On a donc une marge de manœuvre colossale si on produit moins pour les animaux.

Même si les régimes alimentaires changent, il sera indispensable de produire plus, dans un contexte où les conséquences du changement climatique sur les rendements (sécheresse, prolifération des parasites, inondations...), déjà visibles, sont encore difficiles à quantifier. Un rapport du Fonds international de développement agricole (Fida - ONU) paru en 2021 prend l'exemple de l'Angola, où la perte totale de production de maïs, l'aliment de base pour les petits exploitants, pourrait s'élever à 264 000 tonnes par an.

Le Fida recommande ainsi de se tourner vers des cultures plus résistantes à la sécheresse ou ayant une période de végétation plus courte, comme le manioc, le sorgo ou le millet. « Il faudra en effet passer par une diversification des productions, un meilleur stockage des denrées et une mutualisation des risques », abondent les spécialistes, qui reconnaissent que cette pression sur le rendement, en Afrique notamment, risque fort d'avoir des implications environnementales qui compromettent les écosystèmes.

Afin d'augmenter les rendements avec des ressources limitées, les technologies sont un autre levier essentiel... qui risque en revanche de faire grimper les prix. « Sur le chemin de la durabilité (...), il est désormais avéré que, si l'on tient compte de l'intégralité des coûts de production et de consommation, y compris la dégradation des ressources et les émissions de gaz à effet de serre, le prix des denrées alimentaires subiront probablement une hausse considérable », met ainsi en garde la FAO, qui pointe les risques considérables d'instabilité et d'émigration massive hors des pays les plus pauvres dans les prochaines décennies.

Produire plus et mieux ne suffira donc pas. Aujourd'hui, même si les rendements agricoles des cultures de rente en Afrique subsaharienne sont en forte croissance, les revenus ne sont pas répartis parmi la population et les profits sont largement expatriés. D'où l'importance d'institutions solides soutenues par des régimes fiscaux efficaces pour garantir une meilleure distribution de l'alimentation et du pouvoir d'achat. « Si on produit davantage mais que la gouvernance n'est pas capable de redistribuer la richesse, cela ne sert à rien ».

Hans Rosling cite deux exemples où les progrès l'éducation et la coopération entre pays a des effets positifs. On a beaucoup reproché à Mélanda Gates de favoriser la croissance démographique dans le dans ses dépenses de milliards de dollars dans le cadre de la fondation philanthropique de son mari pour éduquer et sauver la vie de millions d'enfants vivant dans l'extrême pauvreté. En fait il s'est passé le contraire et il y a eu moins de naissances dans les zones concernées. Les parents ayant eu moins besoin d'enfants pour contrer la mortalité infantile. La seule méthode éprouvée pour maîtriser la croissance démographique c'est d'éradiquer l'extrême pauvreté et de permettre aux gens d'accéder à la santé et à l'éducation. Cette méthode a été efficace 40 ans après l'indépendance du Bangladesh qui est sorti de la misère ...

Ghislain de Marsily souligne le même intérêt de l'importance de l'intervention des pays riches en Afrique mais il pense qu'on n'est pas actuellement audible...

4. Quelques exemples des problèmes de géopolitiques de l'eau

La démographie, l'urbanisation et l'augmentation du niveau de vie posent des problèmes d'approvisionnement de l'eau même si l'eau est comme nous l'avons vu abondante sur terre.

Elle peut provoquer des conflits ou la nécessité de coopérations là où s'amassent les populations les plus nombreuses. Il y a par ailleurs des tensions permanentes entre les pays dont les populations s'agrégent

autour des grands fleuves et des montagnes. A titre d'exemples les problèmes qui se posent au Moyen Orient et en Asie autour des fleuves himalayens.

4.1. L'Afrique subsaharienne

L'Afrique subsaharienne, composée de 48 États, abrite une population de 936 millions d'habitants qui va s'accroître comme nous l'avons vu précédemment. Arrosée par 17 fleuves l'eau y est abondante malheureusement le manque d'infrastructures, de coopérations et de progrès dans les domaines du mode vie, de l'éducation font que près de 70% de la population vit en dessous du seuil de pauvreté. A titre d'exemples des peuples du Burkina-Faso, de la Namibie, du Mali, de l'Éthiopie, de l'Érythrée, le Niger sont sous alimentés en eau.

Certaines villes telles que Bamako (Mali), Kampala (Ouganda), Lagos (Nigéria), Niamey (Niger) et Ouagadougou (Burkina Faso) se trouvent aussi dans des zones à haut risque de stress hydrique. De nombreux experts soulignent en particulier les risques d'immigration massive si les pays développés ne parviennent pas à les équiper de moyens de transferts, de traitement, de stockages et de dispositifs agricoles adaptés.

4.2. Moyen – Orient

4.2.1. Le Nil

Le Nil, long de 6 671 km, draine un bassin de 2,8 millions de km². Les problématiques sont centrées sur l'Égypte, pays pour lequel l'apport du fleuve est vital. Le fleuve fait très tôt l'objet d'un aménagement. En 1956, le président Nasser décide la construction du premier barrage d'Assouan, au Sud de son pays, pour régulariser le cours du fleuve et produire l'électricité nécessaire au développement économique du pays. Cependant, l'Égypte est fortement dépendante des politiques des pays situés en amont, le Soudan et surtout l'Éthiopie. Ceux-ci voient leur demande intérieure en eau augmenter et réalisent ou projettent de réaliser des aménagements pour capter davantage d'eau du Nil (barrage hydro électrique Renaissance 6000 MWe) ce qui est craint par l'Égypte : la sécurité hydrique est pour elle une question de sécurité nationale, et elle utilise une rhétorique menaçante envers les pays d'amont.

Enfin, au niveau interne, l'Égypte doit gérer l'augmentation de la demande en eau, liée à la croissance démographique, à l'urbanisation et à la hausse du niveau de vie. L'agriculture doit ainsi s'adapter et réduire sa consommation.

4.2.2. Le Tigre et l'Euphrate

Le Tigre et l'Euphrate prennent leur source dans les montagnes turques, traversent une partie de la Syrie, l'Irak, et viennent se jeter dans le Golfe Persique par le delta du Chatt-el-Arab. La Turquie, située en amont, contribue à 88% au débit de l'Euphrate et à 40% au débit du Tigre, alors qu'elle ne recèle que 35% du bassin de l'Euphrate et 12% du bassin du Tigre.

Dès les années 1960, la Turquie commence les aménagements pour capter l'eau des deux fleuves, entraînant la protestation de la Syrie et de l'Irak. A partir de 1989, la Turquie met en place le projet GAP (Güeydogu Anadolu Projesi) prévoyant la construction de 22 barrages sur les deux fleuves. En 1990, la Turquie et la Syrie menacent d'en venir aux armes pour régler leur différend. En effet, selon le projet GAP totalement réalisé aboutirait à une réduction de 70% du débit naturel de l'Euphrate à la frontière syro-turque. Avec les aménagements syriens, l'Irak ne disposerait plus que de 20% du débit naturel du fleuve. Enfin, après son utilisation par l'Irak, l'Euphrate se retrouverait à sec à son point de jonction avec le Tigre, à Qurna.

4.2.3. Le Jourdain

L'eau fait partie intégrante du conflit israélo-palestinien, même si l'on ne peut réduire celui-ci à une « guerre de l'eau ». Dès 1919, le président de l'Organisation sioniste mondiale, Chaim Weizmann déclarait

: « tout l'avenir économique de la Palestine dépend de son approvisionnement en eau ». En 1959, Israël débute la construction d'un aqueduc pour détourner les eaux du lac de Tibériade. La guerre de 1967 éclate dans un contexte de tensions hydriques : le Liban, la Syrie et la Jordanie amorçaient des travaux de détournement du Jourdain.

La Guerre des Six Jours de 1967 constitue un tournant majeur concernant la problématique de l'eau. Israël occupe désormais l'essentiel de la vallée du Jourdain, la Cisjordanie et ses nappes phréatiques, et les plateaux du Golan riches en eau. Aujourd'hui, les nappes de Cisjordanie fournissent 25 à 30% de l'eau consommée par Israël, et le Golan 15%.

La Jordanie se trouve privée d'une vaste part des eaux du Jourdain, et est donc obligée de mettre en place une politique de restriction de la consommation en eau. La situation est encore plus critique pour les Palestiniens de Gaza et de Cisjordanie. Dans cette dernière région, leur accès à l'eau est fortement contrôlé par Israël (autorisation spéciale pour creuser des puits ; 6% de leurs terres agricoles).

4.3. Asie du sud

En Asie du Sud, les fleuves Mékong, Brahmapoutre, Gange, Indus, prennent leurs sources sur les plateaux et montagnes de l'Himalaya avant de s'écouler à travers l'Inde, le Pakistan, le Bangladesh, le Népal, la Chine. La chaîne de l'Himalaya et la région du Tibet représentent un réservoir d'eau naturel géostratégique et politique pour l'ensemble des pays asiatiques. Car par exemple, pour le Pakistan, 64% de ses ressources en eaux proviennent du fleuve Indus.

Dans cette répartition de l'eau, tous les pays n'ont pas la même chance. Si le Népal, la Chine ou l'Inde peuvent se targuer d'être les premiers territoires par lesquels les fleuves s'écoulent, d'autres, plus proches de la mer ou vers les terres n'arrivent qu'à la fin du circuit. Ceci qui conduit à une gestion difficile des fleuves transfrontaliers car être en amont ou en aval peut conduire à un rapport de force, notamment pour le Pakistan, le Bangladesh et le Vietnam. Pour ces pays, plus de 60% des ressources en eau proviennent d'un autre Etat.

En butte à des besoins croissants en énergie, les Etats agrégés autour de l'Himalaya - surtout la Chine et l'Inde aux économies émergentes - sont embarqués dans d'ambitieux projets de barrages hydroélectriques, attisant d'inévitables tensions avec les pays voisins situés en aval.

Le réchauffement climatique et son impact sur la fonte des glaciers himalayens ajoute aux inquiétudes ambiantes. L'Inde se situe au cœur de ce puzzle « hydro politique ». Dès que l'on décortique les contentieux avec ses voisins, le partage de l'eau de l'Himalaya s'impose comme une source majeure de frictions.

Avec la Chine, la controverse n'a cessé de s'aiguiser ces dernières années. Elle se focalise sur les projets chinois le long du Brahmapoutre (appelé aussi de son nom tibétain Yarlung Zangbo par les Chinois), lequel prend sa source au Tibet, ainsi que la plupart des grands fleuves d'Asie. En sortant du Tibet, le Brahmapoutre traverse les Etats indiens de l'Arunachal Pradesh et de l'Assam (Nord-Est) avant de sillonner le Bangladesh. Aussi le gouvernement de New Delhi voit-il avec beaucoup de suspicion la construction de grands barrages chinois qui risquent d'altérer la course du fleuve sur ses terres du Nord-Est. Mais l'Inde reproche à la Chine un égoïsme de l'eau qu'elle inflige elle-même à ses voisins situés en aval. Car le Bangladesh aussi se plaint amèrement des projets indiens de barrages ou de retenues d'eau sur le Brahmapoutre comme sur le Gange. Dans cette affaire, la tâche de New Delhi est compliquée par les intérêts particuliers de ses propres Etats fédérés, comme l'a illustré l'attitude récalcitrante du Bengale-Occidental qui a fait capoter en 2011 un projet d'accord indo-bangladais sur la rivière Teesta. Cette question du partage de l'eau alimente également au Népal des sentiments hostiles à New Delhi.

Le Népal est certes un pays situé en amont, mais son arriération technologique l'a conduit à coopérer avec l'Inde pour la construction de ses barrages en vertu d'accords dénoncés comme « *inégaux* » par certains partis népalais.

Plus à l'ouest de la chaîne himalayenne, l'Inde « en amont » se heurte aussi au Pakistan « en aval », selon le scénario de type bangladais. A la différence près que la discorde est exacerbée par la rivalité historique opposant les deux Etats nés en 1947 sur les décombres de l'Empire britannique des Indes.

La trentaine de barrages construits, ou en passe de l'être, par New Delhi alimente les pires accusations au Pakistan. La ressource en eau se raréfie dans les deux pays : la moyenne disponible par habitant a chuté à 1700 m³ en Inde et à 1000 m³ au Pakistan. D'où l'enjeu que représente le partage de l'eau de l'Indus et de ses cinq affluents qui traversent le Cachemire indien avant d'irriguer la plaine du Pendjab pakistanais.

Bien que les deux Etats se soient déjà livrés quatre guerres, la querelle de l'eau a pour l'instant été globalement endiguée grâce au traité de l'Indus signé en 1960 sous les auspices de la Banque mondiale. Cet accord alloue au Pakistan les trois cours d'eau dits « occidentaux » (l'Indus et ses deux affluents Jhelum et Chenab) - près de 75% de l'ensemble du débit - et à l'Inde les trois dits « orientaux » (Ravi, Beas, Sutlej, autres affluents de l'Indus). L'Inde se voit en outre reconnaître le droit à usage limité (irrigation, hydroélectricité) en amont sur l'Indus et ses deux affluents occidentaux confiés au Pakistan. New Delhi s'est toujours réclamé de ce traité pour défendre la légalité de ses projets de barrage au Cachemire. En réalité, l'affaire est moins juridique que stratégique, le Pakistan se sentant fragilisé face à la capacité que les Indiens s'arrogent à réguler éventuellement le cours de ses cours d'eau.

4.4. Asie centrale

Le Kazakhstan, le Kirghizistan, le Tadjikistan, le Turkménistan et l'Ouzbékistan, qui ont obtenu leur indépendance lors de la dissolution de l'Union soviétique en 1991 sont également confrontés à des problèmes d'enjeux de coopération sur l'eau.

Ces cinq pays ne dépendent que de deux fleuves. Le partage de l'eau, vitale et mal répartie, constitue un défi régional.

Des gardes-frontière du Tadjikistan et du Kirghizistan ont échangé des coups de feu. Il a fallu l'intervention urgente des chefs locaux de deux côtés des frontières pour éteindre le conflit. Les uns reprochaient aux autres de se servir trop abondamment de l'eau d'un tributaire de la Syr-Daria. Ce fleuve, de 2500 kilomètres, prend sa source dans les glaciers du Tian Shan, au Kirghizistan, et arrose la vallée transfrontalière de la Fergana avant de se jeter dans la mer d'Aral. Un autre fleuve, l'Amou-Daria, 2400 kilomètres, prend sa source dans le Pamir et traverse le Tadjikistan, l'Afghanistan, le Kirghizistan, le Turkménistan, le Kazakhstan et l'Ouzbékistan. Il pose les mêmes problèmes de partage.

Autant dire que l'eau est devenue une source de conflits en Asie centrale. En amont des fleuves, le Tadjikistan et le Kirghizistan, deux petits Etats, occupent une position stratégique pour le contrôle du précieux liquide. Les pays en aval, l'Ouzbékistan et le Kazakhstan, des puissances économiques en devenir grâce aux pétrodollars, se retrouvent dépendants de leurs voisins.

Les tensions sont nées de plusieurs facteurs. A commencer par des besoins grandissants des populations dans l'ensemble de la région. Les surfaces agricoles ont augmenté pour satisfaire les besoins alimentaires. En outre, de fortes quantités d'eau servent à arroser de vastes plantations de coton, produit d'exportation pour ces pays. Plus grave : le réchauffement climatique a fait rétrécir les glaciers et le débit de deux fleuves s'est amoindri au fil des années.

Au Tadjikistan, les autorités caressent le rêve de devenir un grand producteur d'électricité pour la consommation nationale ainsi que pour l'exportation. Les pays voisins, notamment la Chine et éventuellement l'Afghanistan, seraient des clients potentiels. A présent, le barrage de Nurek, le plus haut de monde, fournit le courant pour la consommation nationale, mais surtout pour TAZ, énorme usine d'aluminium. Située au centre du pays et construite à l'époque soviétique, celle-ci fournit encore l'essentiel de sa production à la Russie.

A présent, il est question de construire de nouveaux barrages. Mais l'Ouzbékistan ne veut pas en entendre parler et menace de ne plus livrer son gaz. Il craint une pénurie d'eau qui compromettrait sa culture de coton, son deuxième produit d'exportation. Résultat, des tensions sont dans l'air.

Les conflits autour de l'eau sont également présents à l'intérieur de chaque pays. Au Tadjikistan, l'eau potable est une denrée rare.

C'est dans ce contexte général de pénurie et de tensions que la Suisse, avec son expérience en matière de gestion de l'eau et de la production hydroélectrique, intervient à plusieurs niveaux. Au Tadjikistan, ce sont les experts du Secrétariat d'Etat à l'économie qui conseillent les pays précités. La coopération suisse intervient dans de nombreux autres projets à travers le pays. Par là même, plusieurs entreprises helvétiques fournissent des équipements ou des conseils.

Mais la Suisse, grâce à son expérience dans la résolution de conflits, est aussi active sur le plan régional. Elle a aidé à mettre en place une banque d'information sur toutes les ressources en eau en Asie centrale. Elle organise régulièrement des réunions inter-états pour régler les différends.

5. Conclusion

Le texte ci-dessus est destiné à faire prendre conscience que les ressources en eau vont être un problème existentiel pour nos enfants et les écosystèmes, même si certains paragraphes sont contestables et si les unités et les bilans inexacts.

Ces problèmes d'aridification d'une partie de la planète sont dûs :

- à la démographie humaine qui ne cesse de croître même si certains indices donnés par l'ONU montrent qu'elle pourra se stabiliser voire décroître à la fin du siècle.
- à l'émergence de pays en plein développement qui change la donne de production alimentaire, énergétique et technologique
- au changement climatique incontestable
- à nos modes de vie et système capitalistique de consommation souvent sans limite.
- à l'urbanisation croissante, aux méthodes d'exploitation agricole, aux infrastructures de surface qui imperméabilisent les sols et perturbent significativement le cycle de l'eau.
- à l'exploitation inconsidérées eaux souterraines qui vont se tarir dans au moins 9 endroits gros producteurs de céréales, coton qui alimentent en partie des pays en pénurie hydrique (Chine, Californie, Amérique du nord, Amérique du sud, péninsule arabique...).
- à la construction de barrages hydroélectriques gigantesques qui perturbent le cours des grands fleuves transfrontaliers et génèrent des tensions entre les pays concernés.

Malgré tout ce contexte inquiétant les hydrologues pensent en général qu'il y a assez d'eau si on change la façon de l'exploiter et le mode de coopération entre pays.

Dans « Manon des sources » Pagnol met en scène un personnage autoritaire et asocial. Son obstination à assurer la production d'eau pour son pré carré provençal provoque la mort de son fils adoptif et du propriétaire de la source qui se révèle trop tard être son fils génétique. Il aurait suffi que ce personnage accepte le dialogue avec son voisin et les gens du village pour bénéficier de toute la source dans une parfaite harmonie familiale.

Puissent les hommes et les organisations internationales s'appliquer à mettre rapidement en œuvre la science, les technologies et les instances de diplomatie, de dialogue et de coopération entre pays pour gérer le bien précieux qu'est l'eau et éviter les guerres de l'eau.