

Éditeur de la Revue G.E.O.
Secrétariat de la FEGEPRO

B. ANDRIES, av. du Sacré-Cœur, 67/1 - (B)1090 Bruxelles

Publication effectuée avec l'appui de
**l'Administration générale de l'Enseignement et
de la Recherche scientifique. Service général
du pilotage du système éducatif**

n° 70
35^e année
2-2011

L'EAU DANS LE
MONDE :
DÉFIS ET ENJEUX

Fédération des Professeurs de Géographie

Composition du Conseil d'Administration

Présidente

B. DEVOS

Vice-présidents

L. AIDANS
G. DENIES

Secrétaire Général

B. ANDRIES
avenue du Sacré-Cœur, 67/1 - 1090 Bruxelles

Trésorier

P. GRIDELET
rue Jamagne, 12A - 4570 Marchin

Administrateurs

M. BARBÉ, A. BARTHELEMI, J-F CLOSE, A. DUBREUCQ, L. FARACI,
C. FOSCHI, F. GOCHÉL, C. JACQUES, B. MERENNE-SCHOUMAKER,
J-L MULLIER, C. NYS, M-L. PAPY, C. PARTOUNE, N. REKIK

Introduction

L'eau est une ressource unique et non substituable. Trois menaces pèsent sur elle : la forte augmentation des prélèvements, la détérioration de la qualité et des enjeux économiques et géopolitiques de plus en plus sensibles face à la raréfaction de la ressource. Elle est aussi à l'origine de grandes inégalités en termes de répartition spatiale de l'eau disponible, d'utilisations sectorielles et sociales et surtout de capacité à mobiliser les moyens techniques, financiers et humains pour mieux l'exploiter et la gérer de manière durable.

La thématique est essentiellement géographique car l'eau c'est d'abord une affaire de pluies et de vents et parallèlement d'organisations humaines ; elle explique de nombreuses structures spatiales et beaucoup de conflits entre les hommes, sujets traditionnellement étudiés par les géographes.

Le thème devient également de plus en plus géostratégique face à l'explosion démographique, l'accroissement des besoins et sans doute aux modifications qui vont résulter du réchauffement général de l'atmosphère terrestre.

Or, de manière un peu étonnante, les écrits scientifiques des géographes sur l'eau sont peu abondants; il en est de même des dossiers pédagogiques (si ce n'est celui publié fin 2010 par la Documentation photographique) et, en outre, sauf récemment, la thématique était peu étudiée dans les cours de géographie du secondaire en Communauté Wallonie-Bruxelles.

Toutes ces raisons ont amené la FEGEPRO à décider de consacrer un numéro entier de GEO à cette problématique, d'autant plus que nous avons pu profiter d'une double opportunité : un exposé de Michel BARBÉ le 23 octobre 2010 à la KULeuven dans le cadre des 4th Belgian Geography Days « Geography in a changing World » sur « La lutte pour... et contre l'eau » et plusieurs cycles de formation donnés par Bernadette MERENNE-SCHOUMAKER dans le cadre de l'IFC (Institut de Formation Continue de la Communauté Wallonie-Bruxelles) pour l'année 2010-2011 sur le thème « Gérer les ressources en eau : un enjeu majeur du XXI^e siècle ». Nous avons donc demandé à ces deux collègues de mettre en forme leurs dossiers respectifs et de réaliser ensemble ce numéro spécial consacré à l'eau.

Ce numéro comprend 13 documents en couleurs. Ceux-ci se retrouvent à côté de 31 autres documents évoqués dans le texte dans un dossier annexe mis sur le site de la FEGEPRO dans l'espace membre ; cette formule devrait faciliter l'accès à tous ces documents et permettre leur utilisation en classe.

Nous espérons que ce volume permettra aux collègues de trouver de nouvelles pistes de travail avec leurs élèves et qu'il permettra aussi de les sensibiliser comme citoyens à un grand enjeu du XXI^e siècle.

Brigitte DEVOS
Présidente de la FEGEPRO

Table des matières

Introduction

Brigitte DEVOS

1^e Partie : L'eau, un enjeu majeur pour le XXI^e siècle

7

Bernadette MERENNE-SCHOUMAKER

1.	Concepts et notions de base	
	1.1. L'eau, une composante majeure des organisations spatiales	8
	1.2. Vocabulaire de base	10
	1.3. Quelques termes particuliers	11
	1.4. Les sources statistiques	15
2.	Accroissement des besoins et diversification des usages	
	2.1. Une croissance globale soutenue	15
	2.2. Trois grands usages	15
	2.3. Une conséquence majeure : la surexploitation des eaux souterraines	18
3.	Disponibilités et accès	
	3.1. Les ressources mondiales	19
	3.2. Les inégalités d'accès et leurs conséquences	21
4.	Prix et distribution de l'eau et multiplication des grands aménagements	
	4.1. Le prix de l'eau	22
	4.2. Gestion publique ou privée ?	23
	4.3. Multiplication des aménagements pour mobiliser et préserver les ressources	24
5.	Tensions et conflits	
	5.1. Causes et natures des conflits	27
	5.2. Principaux conflits	28
6.	Pour une gestion durable de l'eau	
	6.1. Économiser l'eau	31
	6.2. Lutter contre les pollutions	31
	6.3. Fournir de l'eau potable à tous les hommes	32
	6.4. Une approche majeure : la GIRE	32
7.	La situation en Wallonie	
	7.1. Les prélèvements en eau	33
	7.2. La consommation d'eau	34
	7.3. La distribution de l'eau	36
8.	Et les inondations ?	
	8.1. Grands types d'inondations	37
	8.2. Principales causes	39
	8.3. Prévention	40

Conclusion 41

Bibliographie 42

Dossier annexe 44

2^e Partie : La lutte pour... et contre l'eau	
 Études de cas	47
Michel BARBÉ	
Introduction	
Grille d'analyse des études de cas	48
Étude de cas 1 : Barcelone	49
Étude de cas 2 : Bamako	50
Étude de cas 3 : Singapour	51
Étude de cas 4 : Le bassin de Murray-Darling	52
Étude de cas 5 : Le bassin du Mékong	53
Étude de cas 6 : La Jordanie	54
Étude de cas 7 : La tempête Xynthia sur le littoral atlantique français	55
Étude de cas 8 : Les inondations des 13-14 novembre 2010 en Belgique	56
Étude de cas 9 : L'acqua alta à Venise	57
Étude de cas 10 : Menace sur le delta du Nil	58
Étude de cas 11 : La lutte contre les inondations fluviales en Chine	59
Étude de cas 12 : La gestion de l'eau en Camargue	60
Principales sources consultées	61

1^e Partie

L'eau, un enjeu majeur pour le XXI^e siècle

B. Mérenne-Schoumaker, Professeur invité à l'Université de Liège

La géographie de l'eau peut-être envisagée sous deux angles : des luttes pour l'eau et des luttes contre l'eau (Y. Lacoste, 2010, p. 10-11). Dans la première perspective, on s'intéresse aux problèmes découlant de l'accroissement des besoins en eau notamment pour l'irrigation et les usages domestiques, des inégalités entre les hommes en termes d'accès à une eau de qualité et aux assainissements, aux tensions et conflits liés au contrôle de cette eau, à la nécessité d'une gestion durable des eaux. Dans la seconde, l'accent est mis par contre sur les inondations et les crues qui chaque année engendrent de véritables catastrophes humaines.

Dans la plupart des ouvrages consacrés à l'eau, et notamment dans les ouvrages récents consignés en bibliographie de cet article, le premier volet supplante largement le second qui est même le plus souvent passé sous silence. C'était aussi notre projet initial lors de la rédaction du premier dossier en vue de la formation IFC. Mais les événements de la fin 2010 et du début 2011, nous ont amenée à la demande des enseignants à traiter également la question des inondations. D'où la dernière partie de cet article.

L'objectif du dossier est avant tout de donner des clés pour comprendre différentes situations auxquelles sont confrontés les hommes face aux problèmes liés à l'eau. A cette fin, nous avons cherché à rassembler les savoirs de base généraux utiles à des études de cas qui devraient être traités en classe avec les élèves et dont on trouvera douze exemples intéressants en deuxième partie de ce numéro de GEO. Le livre d'E. Orsenna (2008) fournit également sous forme de courts récits différentes situations sur l'eau dans le monde. En général, l'échelle d'analyse de ce dossier est le monde et les différents pays, échelle à laquelle la plupart des données sont disponibles ; parmi ces dernières, nous avons eu principalement recours en termes de cartes à l'Atlas mondial de l'eau, 2^e édition, publié en 2008 par l'United Nations Environment Programme (UNEP) en collaboration avec le centre UNEP/GRID-Arendal en Norvège. La partie 7 fait toutefois exception : afin de permettre des liens concrets avec les situations vécues et connues des élèves, nous avons cherché à analyser la situation de l'eau en Wallonie en nous basant sur une source principale : le « Tableau de bord de l'environnement wallon » publié en 2010 par le Service Public de Wallonie (SPW), Direction générale opérationnelle de l'Agriculture, des Ressources naturelles et de l'Environnement (DGO3).

1. Concepts et notions de base

1.1. L'eau, une composante majeure des organisations spatiales

1.1.1. Eau et organisation des espaces agricoles

L'eau est pour l'agriculture une ressource essentielle. Mais les rapports des hommes à l'eau diffèrent sensiblement selon les civilisations auxquelles ils appartiennent, civilisations qui remontent généralement à plusieurs milliers d'années. Pour Y. Lacoste (2010, op. cit., p. 54-67), on peut en effet distinguer quatre grandes civilisations agricoles.

1. *L'Asie des Moussons* : l'eau y est abondante et les crues comme les inondations fréquentes ; pour maîtriser l'eau, les hommes ont construit des digues qui doivent être entretenues pour éviter les débordements des fleuves ; ils ont aussi creusé des canaux permettant l'évacuation des eaux de pluies qui risquent de noyer leurs champs ; cette civilisation où les cultures irriguées dominent possède des paysages particuliers : les rizières.

2. *Les civilisations de l'irrigation* : cet ensemble concerne des zones plus ou moins arides situées au Moyen-Orient, en Asie centrale et en Méditerranée ; les espaces irrigués sont relativement restreints (oasis, vallées étroites) et généralement surpeuplés (ex : vallées du Nil, de l'Indus, du Tigre ou de l'Euphrate) ; comme nous le verrons au point 5, ce sont les lieux par excellence des conflits pour l'eau, notamment dans le cadre des barrages.

3. *L'Afrique tropicale* : en dépit de la dure sécheresse qui sévit une grande partie de l'année, les populations rurales ne sont pas installées le long des cours d'eau ; elles pratiquent des cultures « sous pluie » sur des terroirs peu aménagés et ignorent souvent les techniques de l'eau.

4. *L'Europe et l'Amérique* : les espaces cultivés sont de véritables mosaïques de champs labourés et de prairies ; les ressources hydriques des sols y sont largement exploitées via des puits et plus récemment on y a développé des techniques d'irrigation et d'arrosage.

1.1.2. Eau et organisation des espaces urbains

Mais l'eau organise aussi les espaces urbains et de manière plus générale explique la localisation des lieux d'habitat. En effet, l'installation première des hommes est largement liée à la présence de l'eau : fleuve, lac, rivière, mer..., le long desquels se sont développées la plupart des villes et agglomérations urbaines qui avaient besoin d'eau pour les usages domestiques, les activités artisanales et plus tard les activités industrielles (voir point 2.2.2.).

Mais avec l'augmentation de la population urbaine, le problème de l'approvisionnement des villes est devenu majeur car il faut aller parfois très loin du site urbain pour trouver cette eau. Le cas de Barcelone (étude de cas 1 – développé en deuxième partie de ce GEO) en témoigne bien. L'eau est ainsi devenue un enjeu majeur pour les grandes villes et en particulier pour celles du Sud en forte croissance et où vit près de la moitié de la population : il s'agit de pouvoir approvisionner en eau tous les quartiers (notamment les zones défavorisées) et d'organiser l'assainissement des eaux usées. En ce domaine, le poids des grandes compagnies internationales a crû depuis 1990,

ce qui pose le problème de la privation de l'eau et de sa marchandisation (voir 4.3.).

Les quatre schémas de la figure 1 explicitent très clairement l'évolution des problèmes de l'eau rencontrés par la croissance urbaine.

Figure 1. Quand la ville entre en compétition avec la campagne en matière d'approvisionnement d'eau



Source : UNEP, 2008.

1.2. Vocabulaire de base

L'eau comme toute autre ressource que les hommes utilisent a son vocabulaire spécifique. Nous avons tenté de rassembler ci-après les principaux termes utilisés en matière d'exploitation et de gestion des eaux.

Adduction : action de dériver l'eau d'un cours d'eau ou d'une source pour l'amener ailleurs via un canal ou une canalisation.

Aridité : phénomène climatique impliquant une pluviométrie faible. Dans les régions dites arides, les précipitations sont inférieures à l'évapotranspiration potentielle.

Assainissement : ensemble des opérations visant au traitement des eaux usées dans des stations d'épuration afin de les recycler ou de les traiter avant rejet dans la nature.

Bassin fluvial : ensemble spatial drainé par un fleuve et ses affluents.

Bassin versant : espace géographique alimentant un cours d'eau et drainé par lui ; la ligne de partage des eaux le sépare du bassin adjacent.

Canalisation : conduite ou tuyau pour le transport des fluides.

Charge : ensemble des alluvions (ou matériaux détritiques) que transporte un cours d'eau ; cette charge est liée au débit et à la compétence du cours d'eau.

Compétence : taille maximale des cailloutis et galets que transporte un cours d'eau ; celle-ci est liée au débit et à la pente.

Consommation : prélèvements moins les rejets après usage.

Crue : montée des eaux saisonnières d'un cours d'eau.

Cycle de l'eau : circulation de l'eau entre les différents réservoirs de la planète : l'atmosphère, la biosphère, l'hydrosphère et la lithosphère via l'évaporation, la condensation, les précipitations, le ruissellement, l'infiltration, l'évapotranspiration...

Débit : volume d'eau écoulé dans un cours d'eau en un point de son cours et par unité de temps (annuel, par seconde...).

Delta : plaine littorale formée par les alluvions du fleuve à sa rencontre avec la mer.

Digue : construction destinée à contenir les eaux, soit de la mer, soit des fleuves.

Endoréisme : caractéristique de réseaux hydrographiques ne s'écoulant pas vers la mer, mais vers une dépression intérieure (ex : celle du lac Tchad) ; cas de 6 % des surfaces continentales.

Estuaire : partie aval de la vallée où se fait sentir l'effet de la marée.

Étiage : période de basses eaux pour un cours d'eau.

Evapotranspiration : quantité d'eau totale transférée du sol vers l'atmosphère par l'évaporation au niveau du sol et par la transpiration des plantes.

Hydraulique : science et technique des liquides en mouvement notamment dans les tuyaux ; on distingue la grande hydraulique regroupant les grands ouvrages (comme les barrages, les canaux...) et la petite hydraulique correspondant à des puits ou des pompes individuels ou de petite taille ; pour les centrales hydroélectriques, le départage se fait au niveau de 10 MW de puissance installée.

Infiltration : passage plus ou moins lent de l'eau à travers le sol et les fissures des roches ; à l'origine de l'alimentation des nappes souterraines.

Irrigation : ensemble des dispositifs hydrauliques (canaux, écluses, pompes) permettant de conduire de l'eau d'une source, d'un barrage ou d'un cours d'eau vers des terres cultivées et de la répartir sur ces terres.

Lac : étendue d'eau située à l'intérieur des terres.

Puits : cavité circulaire plus ou moins profonde creusée dans des roches pour atteindre la nappe phréatique ou la nappe artésienne.

Prélèvements : quantité d'eau totale extraite de la ressource ; une partie sera réellement consommée et l'autre rejetée après usage.

Régime d'un cours d'eau : évolution habituelle du débit d'un cours d'eau selon les mois de l'année, commandé par le régime climatique.

Sécheresse : période plus ou moins longue durant laquelle la région connaît un déficit en précipitations par rapport à la moyenne généralement observée.

1.3. Quatre termes particuliers

A côté des termes précédents assez couramment employés, il nous a semblé utile de mettre en exergue quatre termes plus spécifiques et d'usage plus récent tout au moins pour les trois derniers.

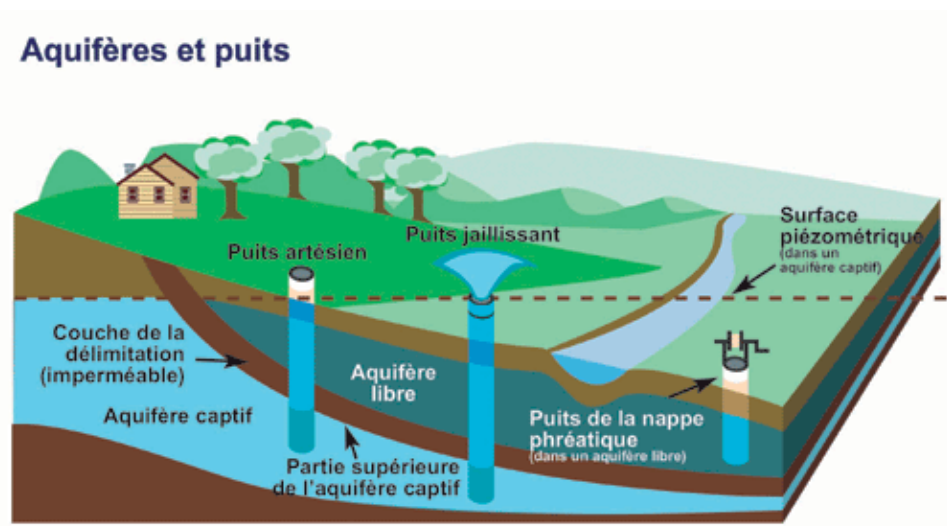
1.3.1. Aquifère

L'aquifère est une nappe souterraine, c'est-à-dire une accumulation d'eau dans un sous-sol perméable.

Il existe trois types de nappes souterraines (figure 2).

1. La nappe phréatique située généralement à faible profondeur ; elle est alimentée par les pluies et peut être atteinte par des puits.
2. La nappe artésienne : située à plus grande profondeur, l'eau y est sous pression et peut jaillir à la faveur d'un forage (puits artésien).
3. La nappe fossile : située à 1.000 ou 1.500 m de la surface du sol, elle échappe au cycle de l'eau et n'est donc pas renouvelable.

Figure 2. Aquifères et puits



Source : Environnement Canada

1.3.2. Eau virtuelle

C'est le volume d'eau utilisé dans le processus de production des aliments et des produits divers ; il correspond au concept d'énergie grise pour l'énergie. En comptabilisant l'eau entrant dans chaque produit, il est possible de la comptabiliser non plus là où elle est utilisée pour produire en agriculture ou dans le secteur industriel, mais là où ces produits sont réellement consommés et de la sorte d'affecter les volumes d'eau à ceux qui la consomment réellement.

Le tableau 1 rassemble quelques valeurs communément admises en termes d'eau virtuelle pour quelques grands produits. Par ailleurs, assez logiquement, la consommation d'eau virtuelle varie d'un pays à l'autre : 6.803 litres par habitant et par jour aux USA, 5.137 en France, 2.323 à Haïti et 1.923 en Chine.

Tableau 1. Quantité d'eau nécessaire pour quelques productions (ordres de grandeur)

	Produits	Quantité d'eau consommée (en litres)
Productions agricoles	1 kg de viande de bœuf	16.000
	1 kg de poulet	3.500
	1 œuf	237
	1 kg de riz	2.500
	1 kg de froment	1.000
	1 kg de maïs	850
	1 kg de pommes de terre	500
Productions industrielles	1 tee-shirt coton	2.700
	1 drap en coton	10.600
	1 jean	11.000
	1 feuille de papier format A4	10

Source : Cité des Sciences et Terraeco, juillet-août 2010.

En raison des échanges internationaux, on estime qu'environ un tiers de l'eau utilisée dans le monde (1.300 km³) est exportée sous forme d'eau virtuelle principalement via les échanges de produits alimentaires. Une question peut dès lors être posée : pourquoi ne pas imaginer de compenser l'inégale répartition des ressources en eau par des échanges accrus de produits nécessitant beaucoup d'eau, notamment les produits agricoles ? Si une telle option s'avérait possible, on aurait sans doute une réponse économique au problème, mais certainement pas la meilleure réponse en termes de souveraineté alimentaire.

On trouvera en document 1 du dossier annexe de ce volume, une carte avec les pays exportateurs et importateurs d'eau virtuelle et, en document 2, une carte montrant les échanges d'eau virtuelle des produits agricoles en km³ par an entre espaces régionaux.

1.3.3. Empreinte sur l'eau

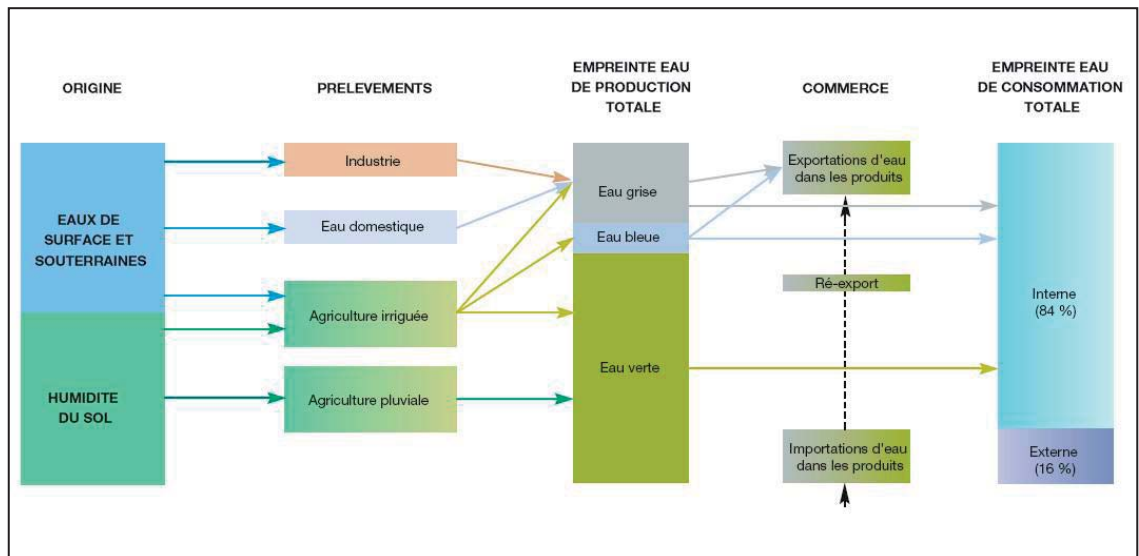
Ce concept est lié au précédent, l'empreinte sur l'eau pouvant se calculer soit du point de vue du consommateur, soit du point de vue du producteur.

L'empreinte sur l'eau de consommation représente le volume total d'eau utilisé pour produire les biens et services consommés par la population, ceux-ci étant produits sur

place (dans le pays) ou étant importés tandis que l’empreinte eau de production représente le volume total d’eau utilisé dans un espace donné (un pays) pour produire les biens et services, indépendamment de l’endroit où ils seront consommés ; l’empreinte sur l’eau comprend trois facettes : l’eau verte (eau de pluie stockée dans le sol et s’évaporant via les surfaces cultivées), l’eau bleue (eau captée dans les eaux de surface) et l’eau grise (flux d’eaux usées) ; elle traduit donc la pression exercée sur les ressources en eau d’un pays.

La figure 3 permet de mettre en relation les ressources (origine), l’empreinte eau de production et l’empreinte eau de consommation totale où les chiffres correspondent à la moyenne mondiale.

Figure 3. Composantes de l’empreinte de l’eau



Source : WWF, 2008, p. 20.

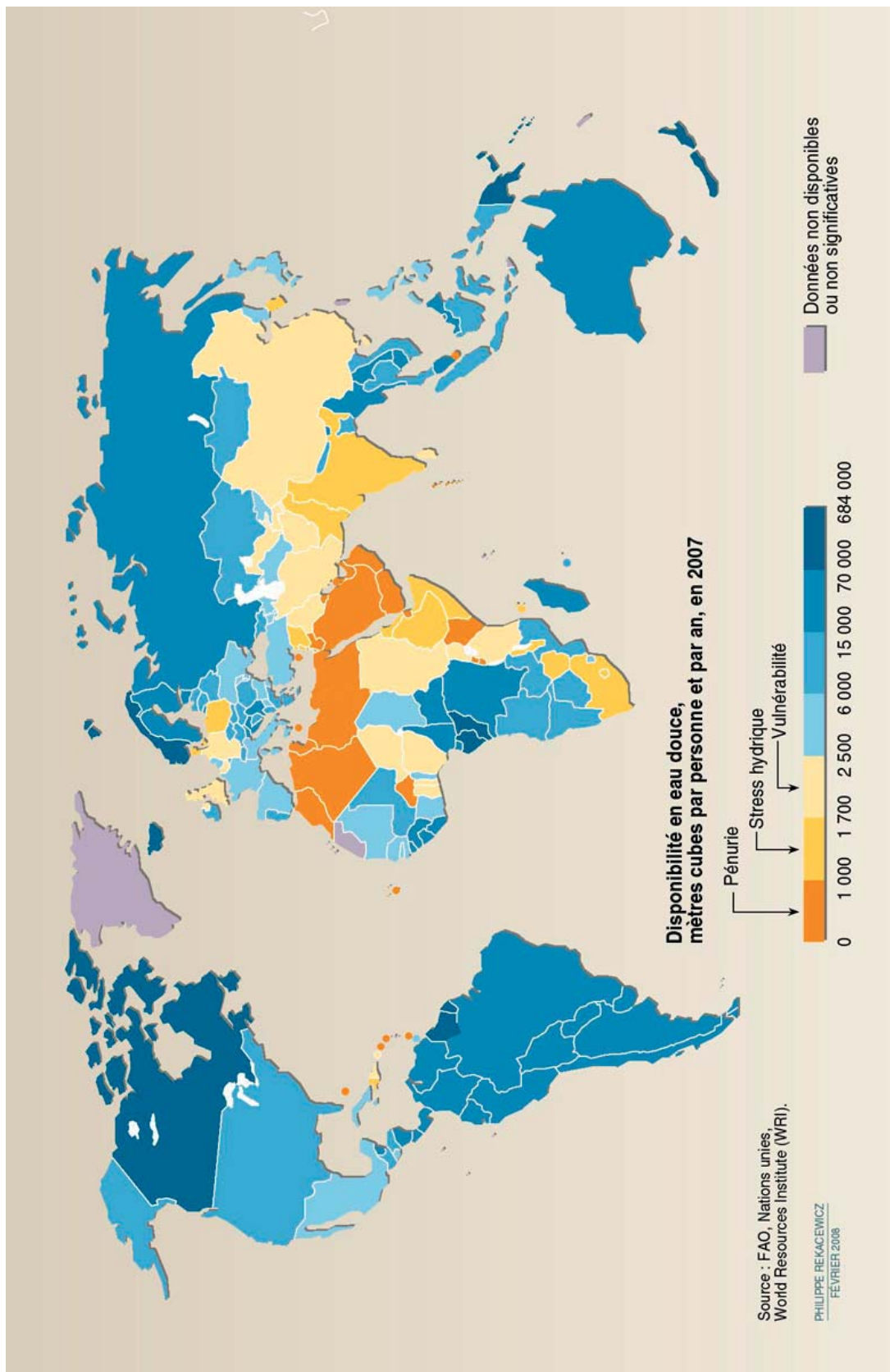
1.3.4. Stress hydrique

Ce concept vient de la biologie où il désigne un type d’agression des organismes dû à un déficit d’apport en eau. Dans le cadre présent, il désigne une situation où la demande en eau douce dans une région dépasse la quantité réellement disponible soit quantitativement, soit qualitativement. L’ONU estime qu’il y a stress hydrique lorsque les disponibilités d’eau douce par personne et par an sont comprises entre 1.000 et 1.700 m³, pénurie en dessous de 1.000 m³ et vulnérabilité entre 1.700 et 2.500 m³.

La carte reprise en figure 4 met en évidence les disponibilités en eau douce (m³ par personne et par an) établie à partir de données de la FAO de 2007 où les régions souffrant de vulnérabilité, de stress hydrique et de pénurie sont bien mises en évidence.

Par ailleurs, le document 3 du dossier en annexe de ce volume montre l’évolution probable entre 1990 et 2025 des disponibilités en eau en Afrique, le continent le plus touché par ces problèmes en particulier au Maghreb et sur toute la façade est de la Somalie à l’Afrique du Sud.

Figure 4. Disponibilités en eau douce (m³ par personne et par an) en 2007



Source : UNEP, 2008.

1.4. Les sources statistiques

A l'échelle mondiale, malgré des progrès récents, les données disponibles restent peu nombreuses, souvent globalisées à l'échelle des pays et pas toujours très fiables. C'est un peu logique car il n'est guère aisé de les récolter.

Les deux principales sources de données sont : AQUASTAT (un site de la FAO) dont les données proviennent de références nationales mais qui sont systématiquement vérifiées par la FAO afin de s'assurer de la cohérence entre les définitions et entre les ensembles de pays partageant un même bassin et l'UNESCO via son programme World Water Assessment dont un troisième rapport a été publié en 2009. On peut également trouver des données intéressantes sur le site du PNUD (Programme des Nations Unies pour le Développement) qui a consacré son Rapport sur le Développement humain 2006 à l'eau et qui a inscrit l'eau dans les Objectifs du Millénaire (voir ci-après 6.3.) et sur le site de la World Bank.

Pour la Wallonie, les informations sont un peu plus abondantes et sans doute de meilleure qualité ; mais elles sont encore peu spatialisées par exemple à l'échelle des communes. Elles émanent de trois organismes : la Direction générale opérationnelle de l'Agriculture, des Ressources naturelles et de l'Environnement (DG03) en charge du TBE (Tableau de bord de l'environnement), la SPGE (Société publique assurant la coordination et le financement du secteur de l'eau en Wallonie, principalement l'assainissement et la protection des captages) et AquaWal, l'Union professionnelle des opérateurs publics du cycle de l'eau.

2. Accroissement des besoins et diversification des usages

En cette matière, il est fondamental de distinguer les prélèvements de la consommation. Rappelons que les prélèvements correspondent à l'ensemble des quantités d'eau extraites des ressources à des fins sociales ou économiques, y compris l'évapotranspiration des réservoirs artificiels qui dépasserait le volume d'eau consommée pour les besoins domestiques et industriels (UNEP, 2008). La consommation correspond pour sa part à la différence entre les prélèvements et les rejets après usages.

2.1. Une croissance globale soutenue

Entre 1900 et 2000, les prélèvements mondiaux ont été multipliés par 7, passant de 580 à 3.980 km³ (J.-M. Decroly, 2009). Pour rappel 1 km³ = 109 m³ = 1.012 litres. Pendant le même temps, la population mondiale a été multipliée par 3,8, passant de 1,6 à 6,2 milliards d'habitants. En 2010, la Terre abrite 6,84 milliards d'habitants et l'accroissement annuel de la population est actuellement d'environ 70 à 80 millions. Les prélèvements par habitant ont donc été multipliés par 1,8 évoluant de 975 à 1.762 litres par jour. On peut donc affirmer que la société est de plus en plus « aquavore ».

Le document 4 du dossier annexe montre bien une évolution 1900-2025 des prélèvements beaucoup plus forte que celle de la consommation ; il met aussi bien en évidence le poids de l'Asie en 1990. Il faut toutefois rappeler que ce continent abrite 60 % de la population mondiale.

2.2. Trois grands usages

L'eau est utilisée à trois fins principales : en agriculture, par l'industrie et pour des

usages domestiques. Comme le montre le tableau 2, l'agriculture est de loin le secteur qui prélève le plus d'eau et surtout qui en consomme le plus.

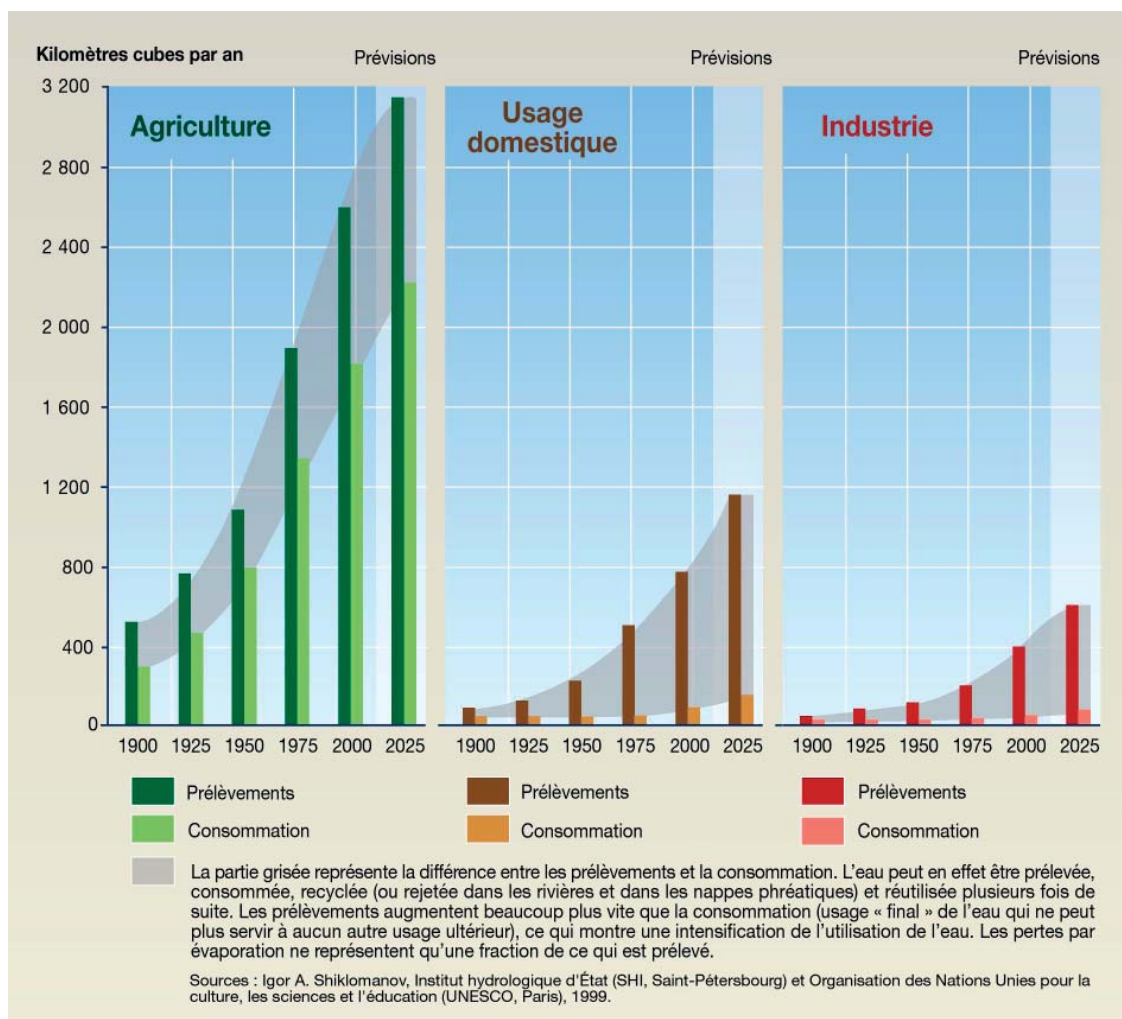
Tableau 2. Répartition des prélèvements et de la consommation d'eau selon les usages (Monde 2000) (en %)

Secteur	Prélèvements	Consommation
Agriculture	66	93
Industrie	20	4
Usages domestiques	10	3
Evaporation des réservoirs	4	-

Source : Decroly J.-M., op. cit., 2009.

La figure 5, qui traduit l'évolution 1900 - 2025 des prélèvements et de la consommation en eau par chacun des trois grands secteurs, confirme cette observation et met en outre en évidence que l'évolution récente renforce le rôle de l'agriculture.

Figure 5. Évolution 1900 - 2025 des prélèvements et de la consommation en eau par chacun des trois grands secteurs

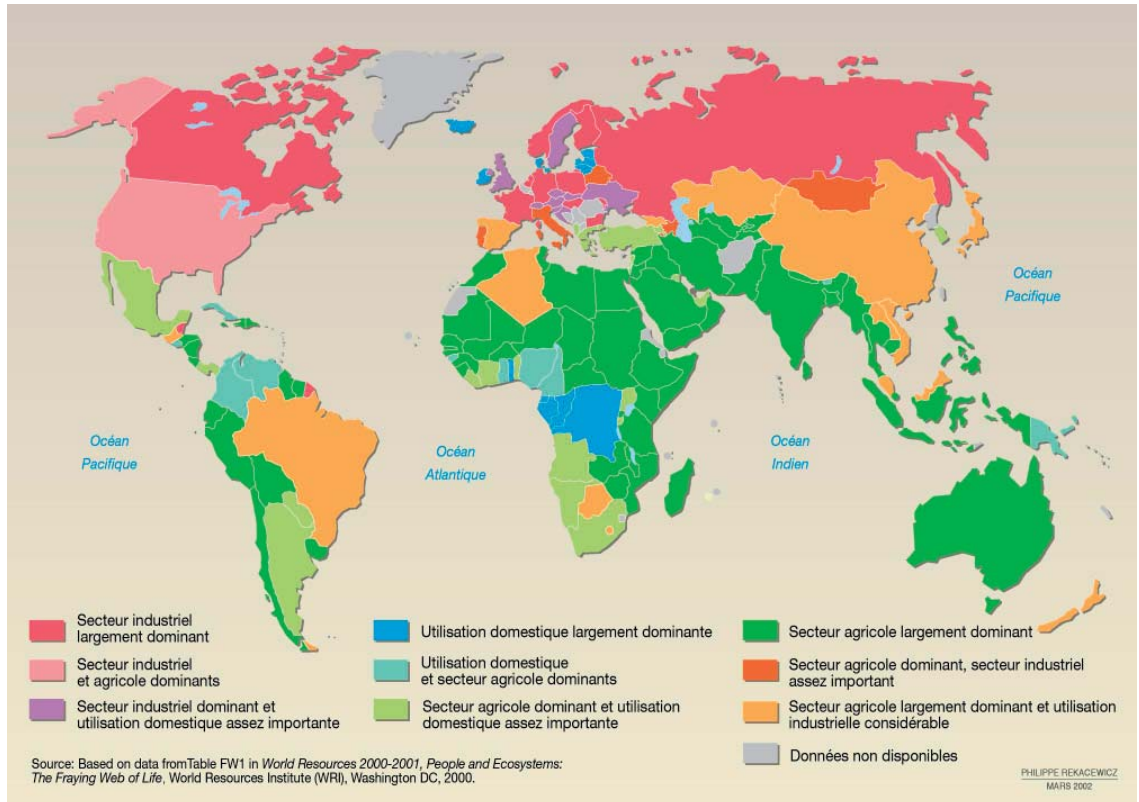


Source : UNEP, 2008.

Les trois cartes reprises en document 5 en annexe montrent les différentiels d'utilisa-

tion de l'eau (c'est-à-dire les prélèvements) par les trois secteurs et par pays tandis qu'un essai de typologie des pays du Monde sur base de l'utilisation de l'eau par les trois grands secteurs est présenté en figure 6.

Figure 6. Approche typologique des pays sur base de l'utilisation de l'eau par les trois grands secteurs



Source : UNEP, 2008.

2.2.1. Le poids majeur du secteur agricole

L'évolution des prélèvements en eau de l'agriculture est plus sensible en valeur absolue qu'en valeur relative : + 2.100 km³ entre 1900 et 2000, soit un volume multiplié par 5 alors que ceux de l'industrie et des usages domestiques ont été multipliés par 18. Le volume d'eau prélevé par l'agriculture serait aujourd'hui de 3.830 km³, soit 571 m³ par habitant et par an (D. Blanchon, 2010, p. 7).

Près de 75 % de cette consommation d'eau est liée à l'irrigation qui n'a cessé de progresser comme en témoignent les valeurs suivantes : 1.800 : 8 M ha ; 1900 : 40 M ha ; 2000 : 250 M ha ou 17 % de la surface cultivée, mais 40 % de la production agricole et les prévisions pour 2030 annoncent 295 M ha. 60 % des terres irriguées se concentrant dans cinq États (la Chine, l'Inde, le Kazakhstan, le Pakistan et les USA) dont quatre asiatiques, cette pratique s'ajoute au poids démographique pour expliquer la part majeure du continent asiatique en matière d'une utilisation de l'eau bien mise en évidence dans le document 4 en annexe. La carte en document 6 en annexe montre la répartition des terres irriguées dans le monde en 2000.

L'exemple du bassin du Muray-Darling en Australie, repris en cas 4 de la deuxième partie, illustre très bien les méfaits d'une surexploitation agricole des eaux et l'impérieuse nécessité d'une gestion plus contraignante.

2.2.2. L'affirmation des usages industriels

Les prélèvements par l'industrie ont fortement crû entre 1900 et 2000 puisqu'ils ont été multipliés par 18. Historiquement les usines ont toujours été liées à l'eau (rivière, canal ou mer) pour trois raisons principales : l'eau a été très tôt un mode de transport pour les matières premières et les produits finis, on peut se servir de l'eau pour accomplir des tâches industrielles multiples et variées et il est aussi facile d'y rejeter des sous-produits ou des déchets générés au cours des opérations de fabrication.

En fait, l'eau a dans le domaine industriel des usages multiples : matière première (par exemple dans la fabrication de la bière), solvant (par exemple pour dégraisser des laines), transporteur de chaleur (dans une centrale thermique notamment) ou refroidisseur (en sidérurgie), lavage et évacuation des déchets (dans un abattoir ou une fabrique de viande, par exemple).

On trouvera dans le tableau 3 quelques exemples des besoins en eau relatifs à quelques produits ; dans certains cas, la fourchette est large car les besoins peuvent varier selon les procédés utilisés.

Tableau 3. Les besoins en eau pour quelques produits industriels

Produit	Nombre de litres par kg	Produit (suite)	Nombre de litres par kg
Rayonne (viscose)	400 à 11.000	Carton	60 à 400
Acier	300 à 600	Ciment	35
Papier	500	Savon	1 à 35
Sucre	300 à 400	Matière plastique	1 à 2
Alcool	100		

Source: CNRS, Dossier scientifique : l'eau.

2.2.3. L'inégale croissance des usages domestiques

Comme dit plus haut, la croissance des prélèvements globaux est aussi spectaculaire dans un secteur qui concerne chaque citoyen : 21 km³ par an en 1900 et 383 km³ en 2000 soit un volume multiplié par 18. En d'autres termes, aujourd'hui, chaque jour, chaque homme consomme (c'est-à-dire prélève) de 35 à 175 litres d'eau.

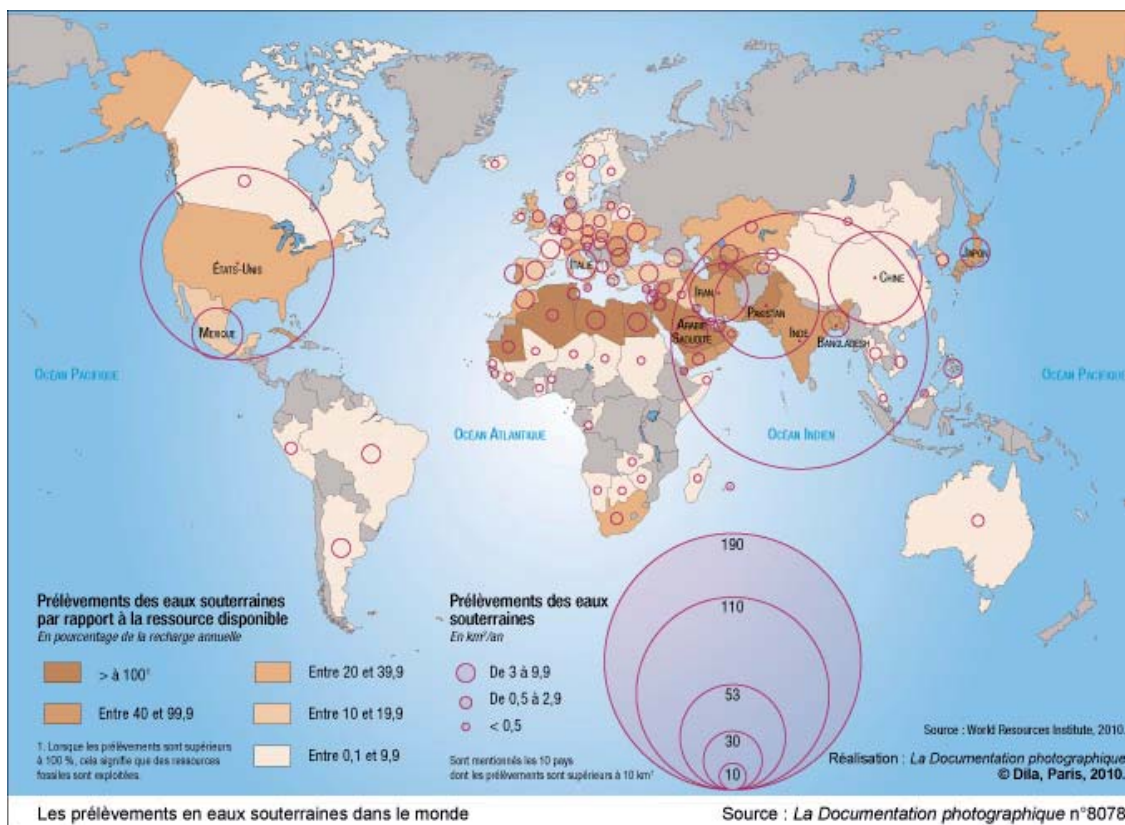
La cause majeure est à trouver dans les politiques hygiénistes qui ont été développées au XX^e siècle et dans le fait que l'eau est une source de confort. Mais les inégalités sont grandes car l'accès à l'eau potable est loin d'exister partout comme nous le verrons au point 3.3. En outre, la connexion à un réseau de distribution ne garantit ni la qualité, ni la fiabilité du service : l'approvisionnement peut être intermittent, le débit peut varier et surtout la qualité de l'eau peut fortement fluctuer d'un endroit à l'autre, voire dans le même endroit en fonction de la journée ou du mois.

2.3. Une conséquence majeure : la surexploitation des eaux souterraines

Les eaux souterraines représentant l'essentiel des stocks d'eau douce de la planète (voir ci-après 3.1.), il n'est guère étonnant que celles-ci soient de plus en plus exploitées (D. Blanchon, 2010, op. cit., p. 46-47). La figure 7 montre la répartition de ces prélèvements à la fois en % de la recharge annuelle et en volume. Quatre pays prélèvent à eux seuls près de la moitié des eaux : l'Inde (190 km³), les Etats-Unis (110 km³), le Pakistan (60 km³) et la Chine (53 km³). L'exploitation de ces eaux pourrait être durable

si le pompage n'excède pas le renouvellement annuel mais c'est rarement le cas ce qui conduit à l'expression « exploitation minière de l'eau ». Si le pompage dépasse la recharge annuelle, le toit de la nappe baisse et il faut pomper de plus en plus profondément. C'est le cas de nombreuses régions comme par exemple la Californie autour de Mendota où l'on produit 25 % des fruits et des légumes des Etats-Unis sur moins de 1 % de la surface du pays ou encore des grandes oasis du Maroc.

Figure 7. Prélèvements des eaux souterraines dans le monde



Source : D. Blanchon, La Documentation photographique, n° 8078, 2010.

3. Disponibilités et accès

3.1. Les ressources mondiales

Sur la terre, les eaux douces représentent 35 M de km³, soit 2,5 % des ressources en eau de la planète, 97,5 % de ces ressources étant de l'eau salée. Parmi ces ressources en eau douce, 68,9 % se retrouvent dans les glaciers et la couverture neigeuse permanente, 30,8 % dans le sol (y compris humidité du sol, eau marécageuse et pergélisol) (ce sont les eaux souterraines) et 0,3 % dans les lacs et réservoirs (UNEP, op. cit., 2008).

Chaque jour, le cycle hydrologique renouvelle les ressources mondiales en eau douce par l'évaporation et les précipitations. Les précipitations annuelles moyennes que reçoivent les terres émergées (D. Blanchon, 2010, op. cit., p. 2) s'élèvent à 119.000 km³, mais environ 60 % (75 000 km³) de cette eau (dite eau « verte » car utilisée par les écosystèmes) retourne à l'atmosphère par évapotranspiration. Les 45.000 km³ (les eaux « bleues ») restants ruissellent et rejoignent les cours d'eau ou s'infiltrent dans les nappes souterraines; elles sont potentiellement disponibles pour l'utilisation hu-

maine mais les deux tiers s'écoulent sous forme de crues violentes. Restent environ 14.000 km³ de disponibilités relativement stables, soit par habitant (6.890 milliards au 1^{er} janvier 2011) : 2.210 m³ ou 6.650 litres par jour; la presque totalité de ces eaux comporte des eaux souterraines estimées à environ 10.000 km³. Rappelons (voir 2.1.) que la consommation mondiale d'eau douce s'élève actuellement à environ 4.000 km³, ce qui pourrait permettre un approvisionnement correct à chacun des hommes.

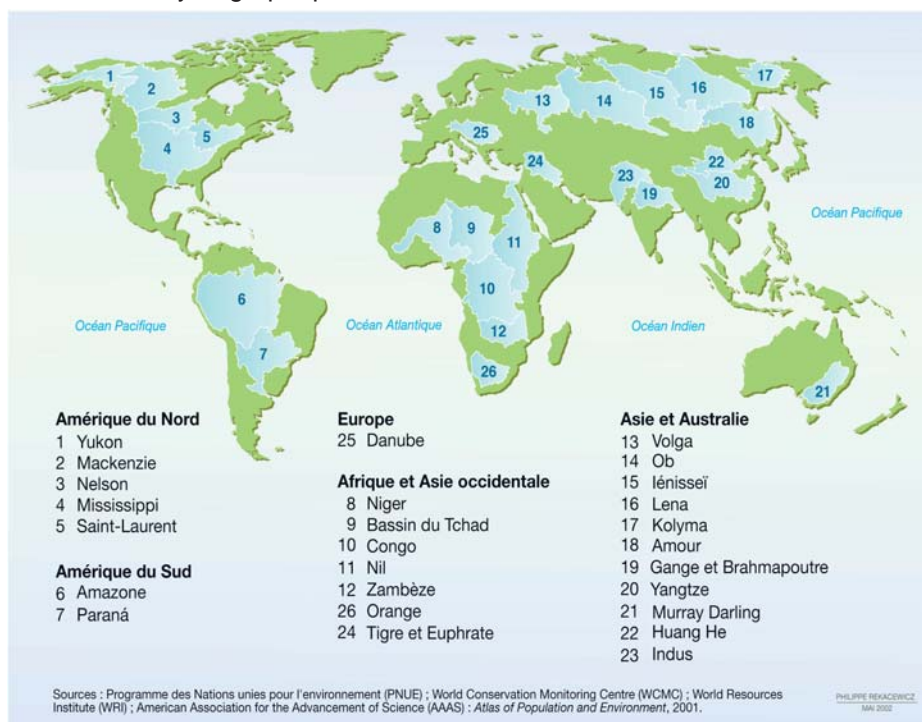
Mais, les disponibilités sont inégalement réparties comme l'a déjà bien montré la carte reprise en figure 4 ci-dessus donnant les disponibilités en eau douce par pays et par habitant. Ainsi une grande partie de l'Afrique du Nord et du Centre-Est de même que le Proche et le Moyen-Orient et encore l'Inde ainsi que plusieurs pays au centre de l'Europe en sont beaucoup moins pourvus. Les exemples de la Jordanie et du Yémen repris en cas 6 de la deuxième partie en témoignent bien. Les inégalités des disponibilités par personne et par an peuvent encore être soulignées par les valeurs extrêmes : l'Egypte : 29, l'Arabie Saoudite : 103, le Surinam : 479.000 et l'Islande : 605.000, le seuil de vulnérabilité étant situé par la FAO à 2.500 (voir 1.3.4.).

Trois facteurs expliquent cette inégale répartition des disponibilités en eau :

1. Les variations spatiales des précipitations en raison du relief, de la latitude et des courants atmosphériques et marins qui engendrant des dissymétries entre les façades océaniques : aux latitudes tropicales, les façades orientales sont plus fortement arrosées que les façades occidentales en raison de l'apport de masses d'air humide et chaud alors qu'aux latitudes moyennes, c'est la situation inverse.
2. Les variations spatiales de l'évapotranspiration fortement liées à la température, à l'humidité de l'air et à la vitesse du vent.
3. Les transferts d'eau via les grands fleuves.

Les grands bassins hydrographiques du monde peuvent être identifiés grâce à la figure 8.

Figure 8. Les grands bassins hydrographiques



Source :
UNEP, 2008

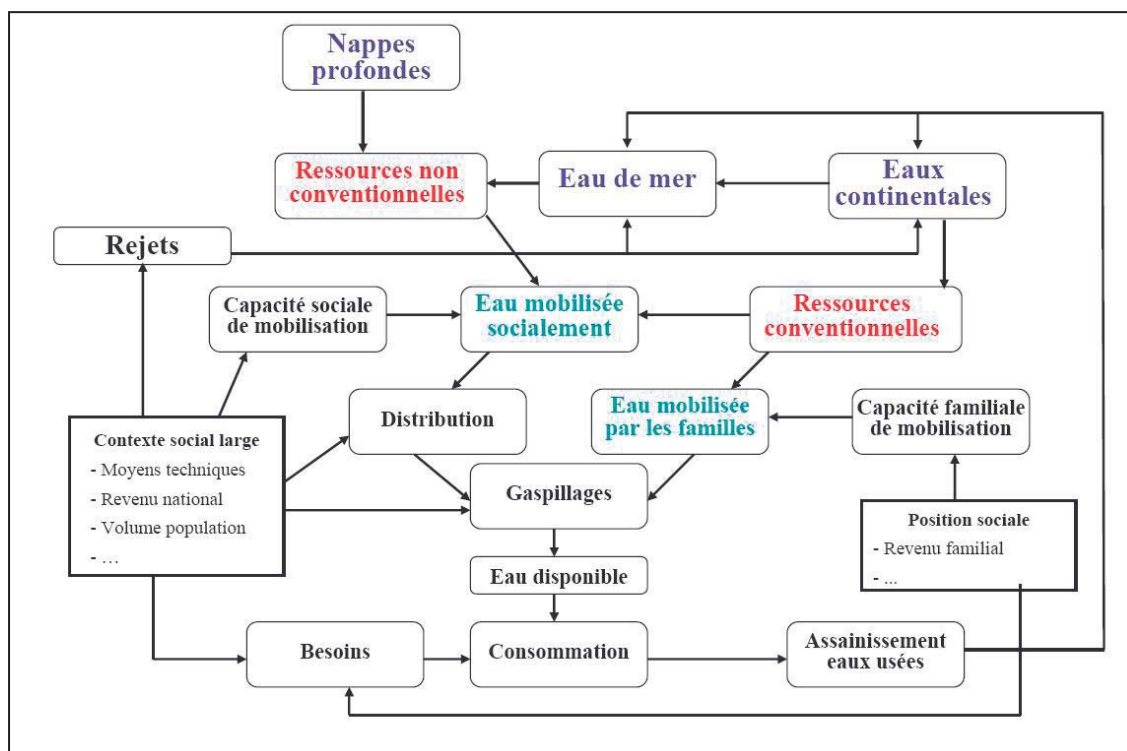
3.2. Les inégalités d'accès et leurs conséquences

Trois chiffres permettent de les cerner : 1 Md de personnes, soit 15 % de la population mondiale, sont sans accès à de l'eau potable ; environ 2,6 Md de personnes, soit 38 % de cette population, ne bénéficient pas d'un assainissement de base (installations sanitaires et égouts) et 4 Md de personnes, soit 59 % de la population ne sont pas connectées à un réseau d'assainissement (avec traitement des eaux usées) (PNUD, 2011).

Trois cartes reprises dans le dossier annexe permettent de mesurer l'ampleur des contrastes. La première (document 7 en annexe) montre en parallèle les différentiels d'accès à l'eau et à l'assainissement selon les grandes régions du Monde. La deuxième (document 8) traduit la répartition d'un indice de pauvreté en eau par pays ; celui-ci tient compte de l'importance de la ressource, de son accessibilité, de la capacité des États à la mobiliser, de son utilisation et de l'impact de cet usage sur l'environnement ; plus il est faible, plus la pauvreté en eau est importante. Quant à la troisième (document 9), elle combine disponibilités en eau et en installations sanitaires, ce qui permet, malgré quelques petites différences, de confirmer un lien étroit entre les deux et une concentration des problèmes en Afrique subsaharienne et en Asie du Sud et du Sud-est.

Les facteurs expliquant l'inégal accès à l'eau sont multiples et fortement intercorrélés comme le montre la figure 9. Ils combinent des facteurs naturels (les disponibilités) et des facteurs humains et économiques issus du contexte social au sens large : les moyens techniques, les revenus et le volume de la population.

Figure 9. Les facteurs de l'accès à l'eau



Source: Decroly J.-M., 2009, op. cit.

Si les différences sont sensibles entre les pays, elles le sont aussi entre les villes et les campagnes, les premières étant souvent mieux pourvues que les secondes. Les cartes

reprises en documents 10, 11 et 12 en annexe permettent de bien analyser cette problématique. L'étude du cas 2. – Bamako – présenté en deuxième partie met pour sa part en évidence les difficultés d'accès à l'eau dans les quartiers périphériques d'une grande agglomération du Sud touchée par une urbanisation rapide et anarchique. En outre, plus on est pauvre, moins on a généralement accès à l'eau et à l'assainissement et plus on la paye cher (voir ci-après 4.1.). Plus des deux tiers des personnes n'ayant pas accès à l'eau vivent avec moins de deux dollars par jour...

La mauvaise qualité des eaux, voire leur absence sur les lieux d'habitat (ce qui oblige à des déplacements parfois longs, la fameuse « corvée eau » confiée à des enfants ou à des femmes le plus souvent) engendrent d'importants problèmes de santé. On estime ainsi que l'eau est responsable de 5 millions de décès par an et de 60 % de la mortalité infantile. En outre, 2 milliards de personnes seraient touchées par des maladies liées à l'eau : maladies hydriques liées à l'eau contaminée (choléra, diarrhée, typhoïde, polio, méningite, hépatite A et E...), maladies causées par des organismes aquatiques (vers plats...), maladies dues aux vecteurs liés à l'eau (malaria, fièvre jaune, maladie du sommeil...) et maladies dues à la pénurie d'eau (tuberculose...) (J.-M. Decroly, 2009, op. cit.).

De plus, l'absence d'un accès généralisé à l'eau contribue à accentuer les disparités sociales. En effet, quand la distribution d'eau n'est pas organisée, les populations recourent à des modes d'approvisionnements alternatifs : sources gratuites (pluies, rivières, eau de pluie), sources privées (forages individuels, camions-citernes, revente de voisinage, portage à domicile, vente de rue...). Ces modes sont en général plus coûteux et peu sûrs sur le plan sanitaire et ils rendent plus vulnérables encore les plus pauvres. Ajoutons que les forages individuels se pratiquent aussi là où il existe un bon système de distribution d'eau comme dans nos régions ; ce qui prévaut alors, c'est la volonté de ne pas payer le service officiel des eaux.

4. Prix et distribution de l'eau et multiplication des grands aménagements

4.1. Le prix de l'eau

La qualité de l'eau brute, la distance, les différents procédés de potabilisation et d'assainissement, l'efficacité des structures de gestion expliquent l'essentiel des variations du prix de l'eau ; en Europe, elle varie de 0,84 euros par m³ en Italie à 6 euros au Danemark (D. Blanchon, 2010, op. cit., p. 28). En Belgique, en 2009 (SPF Économie), les dépenses en eau représentent 0,7 % des dépenses des ménages contre 2,5 % pour le téléphone et 5,8 % pour le chauffage ; le pays pratique aussi comme près de 60 autres une tarification selon les quantités consommées.

Dans la plupart des pays, le prix de vente de l'eau varie d'un endroit à l'autre en fonction des opérateurs sur le marché qui peuvent parfois être assez nombreux quand l'eau est gérée à l'échelle locale (voir ci-après le cas wallon au point 7.3.) ou quand il n'y a pas partout de gestion publique ou privée de l'eau. D'après une enquête menée dans 47 pays et 93 lieux en 2005 (PNUE, 2008, op. cit.), les prix les plus faibles se rencontrent là où il existe des services publics de distribution d'eau ou un réseau privé (avec un léger avantage dans le premier cas) mais sont en moyenne 3 à 4 fois plus chers dans le cas de vendeurs, 6 à 8 fois plus chers s'il s'agit de camions-citernes et de 10 à 20 fois plus chers si on a affaire à des transporteurs d'eau (charretiers). Comme c'est souvent le cas, l'allongement de la chaîne de distribution accroît donc les prix et

ce sont les populations les pauvres qui sont les plus pénalisées.

4.2. Gestion publique ou privée ?

L'eau est un bien universel, un bien public, mais aussi un marché captif, une économie de rente où il n'y a pas de réelle concurrence. La question est donc : peut-on privatiser l'eau ?

Aujourd'hui, ce sujet est largement discuté et il oppose vivement les adversaires de la privation, de la « marchandisation » de l'eau, comme R. Petrella (voir notamment son ouvrage de 2000) et ses partisans qui argumentent sur l'impossibilité du secteur public à faire face aux coûts d'adduction de l'eau et des réseaux d'assainissement (et parfois sur l'absence de savoir-faire technique) en particulier dans des grandes métropoles du sud en forte croissance démographique. La privatisation est d'ailleurs en cours car si actuellement la part du privé ne concerne que 5 à 7 % de la population urbaine mondiale, tout porte à croire que ce pourcentage pourrait passer à 16 % en 2015. En fait, il s'agit rarement de gestion privée intégrale, mais le plus souvent de partenariats publics-privés qui peuvent fortement varier d'un pays à l'autre. Les grands groupes internationaux de l'eau sont en effet de plus en plus présents dans les grands travaux des pays émergents et la France y apparaît comme un leader, ses groupes représentant 40 % du marché privatisé ; parmi eux : Veolia Environnement (ex Vivendi Environnement et ex-Générale des eaux) et Suez Environnement (issu de la fusion de la Lyonnaise des Eaux avec la Compagnie financière de Suez, puis du regroupement des activités environnement de Suez) aujourd'hui liée à Aguas de Barcelona, qui sont de loin les deux plus grandes firmes mondiales (tableau 4). Ces groupes doivent toutefois faire face à la concurrence de plus en plus vive d'acteurs locaux, en particulier en Inde et en Chine. La carte reprise en document 13 du dossier en annexe montrant la répartition des contrats dans le monde de la Lyonnaise des Eaux-Suez en 2000 traduit bien la globalisation de cette société qui est surtout présente en Amérique du Nord et latine et en Asie du Sud-Est là où les marchés sont le plus solvables.

Tableau 4. Les principales multinationales de l'eau

	Veolia Environnement	Suez Environnement	Aguas de Barcelona	FFC	United Utilities
Année de création	1853	1880	1867	1900	1995
Nationalité	Française	Française	Espagnole	Espagnole	Britannique
Chiffre d'affaires en 2008 (M. euros)	12.558	12.363	1.771	845	1.321
Population desservie (eau potable et évacuation eaux usées) (M.)	122	111,5	29,7	37,3	24

	RIVE	Acea	SAUR, Séché, CDC et Axa	Cascal	Biwater
Année de création	1898	1909	1933	2000	1968
Nationalité	Allemande	Italienne	Française	Américaine	Britannique
Chiffre d'affaires en 2008 (M. euros)	48.950	3.144	1.223	163	325
Population desservie (eau potable et évacuation eaux usées) (M.)	18,3	14,9	13	4,5	-

Source: Water yearbook 2009/2010 (in D. Blanchon, 2010, op. cit., p. 32).

En fait, contrairement à ce que l'on pourrait croire, c'est en France que les réseaux privés sont les plus répandus (ils alimentent les trois-quarts de la population) alors qu'aux Etats-Unis, les réseaux publics municipaux desservent 89 % de la population.

Au-delà de la question fondamentale sur la nature même du bien qu'est l'eau, l'intérêt d'une gestion publique est la meilleure régulation du prix du service d'adduction d'eau, la société n'ayant pas l'obligation de rémunérer des actionnaires et ayant ainsi la possibilité de réinvestir les bénéfices dans le service. Mais on connaît aussi ses faiblesses : peu de moyens disponibles et difficultés pour mettre en œuvre les grandes opérations d'assainissement; parfois également incapacité de répondre aux exigences de gestion durable de la ressource.

4.3. Multiplication des aménagements pour mobiliser et préserver les ressources

Pour faire face à la croissance des besoins et des exigences en termes de qualité des eaux, des grands aménagements sont nécessaires; parmi eux, nous en évoquerons trois : les barrages, les usines de dessalement de l'eau de mer et les dispositifs d'épuration et d'assainissement des eaux.

4.3.1. Les barrages

Les premiers barrages sont déjà anciens et ont été construits pour l'irrigation. Depuis la fin du XIX^e siècle, la taille de ces barrages a fortement augmenté et à la fonction d'irrigation s'est ajoutée une fonction plus importante encore, celle de produire de l'électricité. Or chacun sait que la productibilité d'une centrale dépend de la hauteur de la chute et du débit de l'eau qui tombe (B. Mérenne-Schoumaker, 2011, p. 67-74). On a donc cherché à augmenter la hauteur de la chute d'eau et la capacité du lac-réservoir en construisant des barrages de plus en plus grands, le plus important étant celui des Trois Gorges en Chine sur le Yangzi Jiang avec une hauteur de chute de 185 m, une retenue d'eau s'étendant sur 1.084 km² (ce qui a conduit à l'enneigement de 632 km² de terres sur plus de 600 km de long entraînant le déplacement de 1,2 M de personnes d'après des sources chinoises) et une centrale d'une puissance installée de 18.200 MW mise progressivement en service de 2004 à 2009 et produisant 84,7 TWh d'électricité par an. Aujourd'hui, il y aurait 45.000 barrages dans le Monde de plus de 15 m de hauteur dont 22.000 en Chine, 6.575 aux USA, 4.290 en Inde, 2.675 au Japon et 1.196 en Espagne.

Mais la construction de ces grands barrages est de plus en plus contestée ce qui retarde ou annule différents projets. Le tableau 5 rassemble les arguments des détracteurs et des partisans des grands barrages.

Tableau 5. Pour ou contre les grands barrages ?

Le réquisitoire	Le plaidoyer
Les barrages coûtent cher, notamment dans les pays où ils obligent à avoir recours à une technologie importée	Les barrages sont le moyen le plus efficace pour irriguer, produire de l'énergie et lutter contre les inondations
Les grands lacs réservoirs obligent à chasser de chez elles des populations très nombreuses	L'intérêt collectif doit prédominer sur l'intérêt individuel
Les lacs évacuent des quantités d'eau considérables	Il y a des moyens pour lutter contre l'évapotranspiration. On perd de toute façon moins d'eau qu'en la laissant partir inutilement vers la mer
Les barrages retiennent les alluvions : celles-ci comblent les lacs et ne constituent plus des éléments fertilisants pour les terres à l'aval	On peut avoir recours à d'autres techniques de fertilisation. Le curage de lacs est possible et on peut reboiser les versants
Les maladies véhiculées par l'eau se développent sur les rives du lac	Le développement de l'hygiène générale est de toute façon nécessaire. Cela est vrai pour bien des ouvrages d'irrigation.
Les sites touristiques sont dégradés	Les barrages ont leur beauté. Les plans d'eau offrent des disponibilités touristiques nouvelles. La construction d'escaliers à poissons sauve la pêche

Source : F. Durand-Dastès, 1992.

Une autre conséquence des barrages est la fragmentation des cours d'eau. Sur base d'une analyse des 292 plus grands bassins hydrographiques au monde (Site BIP), il apparaît que les deux tiers de tous les grands réseaux sont modérément à fortement fragmentés par des barrages et des retenues et que cette situation est la plus fréquente non seulement dans les régions industrialisées telles que les États-Unis et l'Europe et les pays fortement peuplés comme la Chine et l'Inde, mais encore dans les régions arides où beaucoup de barrages ont été construits. Une forte fragmentation (qui correspond à trois situations différentes (un réseau dont seul un quart du chenal principal ne comporte aucun barrage, un réseau dont le plus grand affluent comporte au moins un barrage ou un réseau sur lequel les retenues stockent une part importante de l'écoulement annuel) entraîne une plus forte probabilité de perte de biodiversité car elle perturbe les flux migratoires des poissons et bouleverse les écosystèmes. La carte de l'UNEP (2008) reprise en document 14 du dossier annexe met en évidence les pays où la fragmentation est la plus forte ainsi que le nombre de nouveaux barrages.

4.3.2. Les usines de dessalement de l'eau de mer

Également appelé dessalage ou désalinisation, le dessalement de l'eau de mer, qui peut se faire par des procédés thermiques (congélation, distillation) ou des procédés utilisant des membranes (osmose inverse, électrodialyse), est un processus qui permet d'obtenir de l'eau douce (potable ou, plus rarement en raison du coût, utilisable pour l'irrigation), à partir d'une eau saumâtre ou salée (eau de mer, notamment). En dépit du nom, il s'agit rarement de retirer le sel de l'eau, mais plutôt, à l'inverse, d'extraire de l'eau douce.

Le dessalement est en progression malgré des coûts (notamment énergétiques en

particulier dans le cas des procédés thermiques) encore aujourd'hui 3 à 4 fois plus élevés que le traitement de l'eau brute, mais ces coûts sont parfois moins élevés que ceux qu'exige le recyclage des eaux usées.

Depuis une vingtaine d'années, de nombreux progrès techniques ont été réalisés ce qui a permis d'abaisser les coûts. Cela explique (D. Blanchon, 2010, op. cit., p. 56) la multiplication par trois de la capacité installée entre 1990 et 2000, date à laquelle elle s'élevait à 32 M m³ par jour et, depuis 2000, un doublement des capacités dans trois grandes régions qui sont la péninsule arabique, le bassin méditerranéen et les États-Unis (Floride et Californie essentiellement). En 2010, il y aurait dans le monde 17.000 installations dans 120 pays avec une capacité de 60.000 M m³ par jour (voir carte 15 du dossier en annexe) et on prévoit un doublement de la capacité mondiale pour 2020. Mais la production d'eau ne représente que 1 % de la consommation mondiale d'eau. Les usines se concentrent principalement au Moyen-Orient, dans le bassin méditerranéen, en Amérique latine et dans les îles touristiques (Baléares, Canaries...). La carte reprise en document 16 du dossier annexe met bien en parallèle les volumes d'eau dessalée et la part de la population qui a accès à de l'eau de bonne qualité. On remarque que ce n'est pas dans les pays où les populations ont le moins accès à de l'eau de bonne qualité que les volumes d'eau dessalée sont les plus importants car, pour dessaler, il faut des moyens financiers que beaucoup de ces pays n'ont pas. Assez logiquement, les usines de dessalement se trouvent en bordure de la mer comme le montre bien la carte de la situation dans les pays du Golfe (document 17 en annexe).

Malgré leur intérêt, ces usines de dessalement posent quelques problèmes environnementaux d'abord locaux en raison de leurs rejets : rejets en mer des saumures concentrées au double de la salinité naturelle ou injectées dans le sol, rejets d'eaux chaudes en mer dans le cas de la distillation, rejets de produits chimiques (chlore notamment) utilisés pour nettoyer les membranes... Parallèlement, elles contribuent plus globalement aux émissions de gaz à effet de serre en raison de leur consommation d'énergie fossile. En outre, aucune législation spécifique ne contrôle officiellement la potabilité de l'eau issue de ces traitements.

La plus grande usine de dessalement est située en Espagne, à El Prat de Llobregat près de Barcelone. Inaugurée en juillet 2009, son potentiel de production est de 200 M de litres par jour ce qui permet de satisfaire 20 % des besoins de l'agglomération. Elle bénéficie de technologies assez nouvelles : 100 litres d'eau de mer permettent une production de 45 litres d'eau potable et l'installation demande seulement trois kW par m³ d'eau. Le coût de l'usine a été de 230 M d'euros financés par l'Union européenne à hauteur de 75 %. Le prix du m³ d'eau dessalée revient de 50 à 60 centimes d'euro, soit environ le double du prix actuel de l'eau à Barcelone.

La plus grande usine de dessalement au monde se trouve en Israël : c'est l'usine d'Hadera dans le nord avec une capacité de 127 M m³ par an et inaugurée en mai 2010 ; c'est la troisième grande usine du genre à côté d'Ashkelon (au sud, près de Tel Aviv) (120 M m³) et de Palmahim (45 M m³). À terme, elle devrait être rejointe par l'usine de Sorek, près d'Ashdod dans le sud, qui devrait à elle seule produire quelque 300 M m³ par an, dont 150 M m³ dès 2013, le dessalement devant couvrir 30 % des besoins d'Israël en 2020.

4.3.3. Les dispositifs d'épuration et d'assainissement des eaux

Pour rendre l'eau potable, plusieurs opérations sont nécessaires depuis le pompage de l'eau dans la nappe phréatique jusqu'à l'arrivée de l'eau au robinet dans une maison.

Dans nos régions, ces opérations sont les suivantes : le dégrillage et le tamisage afin de débarrasser l'eau des matières en suspension (d'un calibre de plus d'un millimètre), la décantation en bassin (pour éliminer près de 90 % des particules encore en suspension), le passage au filtre pour retirer les dernières particules visibles et certains polluants comme les pesticides, la désinfection pour tuer les germes pathogènes (virus, bactéries...) et enfin la chloration pour éviter le développement des bactéries et faire en sorte que l'eau conserve sa qualité tout au long de son périple dans le réseau de distribution.

Quant aux opérations d'assainissement (site ADEME sur les systèmes d'assainissement des eaux usées), elles imposent de regrouper les eaux usées, puis de les épurer par traitement, avant de les rejeter dans le milieu naturel, voire de les récupérer. Selon la nature de l'habitat et le choix de la collectivité, on distingue deux grands types d'assainissement : l'assainissement individuel (pour chaque maison ou un petit groupe de maisons) et les assainissements collectifs en zone urbaine ou d'habitats regroupés. Dans ce dernier cas, les eaux sont recueillies dans des réseaux de collecte ou égouts auxquels tout immeuble doit être raccordé. En général, il s'agit d'un réseau unitaire qui reçoit, en mélange, les eaux usées et les eaux pluviales ; mais aujourd'hui, on cherche à développer un réseau séparatif qui est composé de deux collecteurs séparés, un pour les eaux usées, un autre pour les eaux pluviales, ce qui a l'avantage de ne pas introduire la charge contaminante minérale ou chimique du flux pluvial dans la station d'épuration.

Dans cette dernière, on y dégrade et sépare les polluants de l'eau (particules et substances dissoutes) par des procédés physiques, chimiques et biologiques. Les procédés classiques reposent sur le principe de la séparation gravitaire entre l'eau et les particules polluantes. Dans les stations d'épuration biologique, une quantité et une variété impressionnante de micro-organismes spécialisés participent à la dépollution des eaux usées : les « biomasses épuratrices » qui appartiennent essentiellement au règne animal. Tous les traitements en station d'épuration génèrent des boues qui devront ensuite être à leur tour traitées. En outre, la qualité de la distribution de l'eau impose aussi d'entretenir l'ensemble des réseaux de distribution à l'amont comme à l'aval de l'utilisateur.

A la lumière de ce qui précède, on comprend sans doute mieux les coûts liés à de telles opérations et la difficulté énorme, voire l'impossibilité, à généraliser ces processus à l'échelle mondiale. Même dans nos régions, cela pose problème, notamment à cause de la dispersion récente de l'habitat consécutive à la forte périurbanisation de la population et des activités. Ainsi d'après des travaux coordonnés par J.-M. Halleux (2006), les charges collectives tant pour l'adduction d'eau que pour l'épuration sont deux fois plus élevées dans le cas d'un lotissement péri-urbain que dans les tissus déjà urbanisés. Il faut en effet étendre le réseau, construire des réservoirs et des châteaux d'eau (pour maintenir la pression) et multiplier les petites stations d'épuration collective qui sont globalement moins efficaces (en termes de coût moyen par équivalent habitant) que les grandes stations. Et ces coûts ne prennent pas en compte l'entretien de ces réseaux et installations supplémentaires.

5. Tensions et conflits

5.1. Causes et natures des conflits

L'eau est à l'origine de nombreux conflits. C'est sans doute un des thèmes qui retient

aujourd'hui le plus l'attention des géographes. Ces conflits sont de deux grands types : les conflits internes aux États et les conflits internationaux.

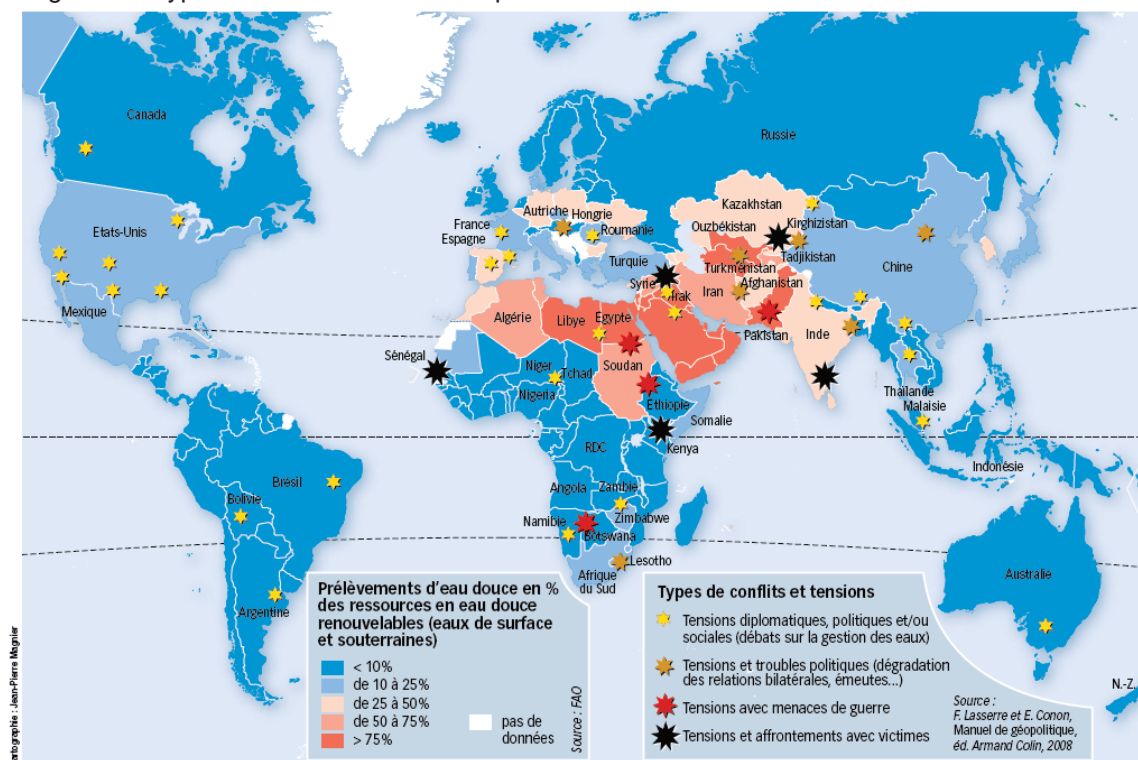
Les conflits internes aux États sont les plus anciens car la concurrence pour l'eau a toujours existé dans les régions d'irrigation ancienne où les différends étaient réglés par des associations ou par l'État, ce qui explique l'émergence précoce dans ces contrées du droit de l'eau comme par exemple en Espagne. Aujourd'hui, suite à la croissance des besoins, ces conflits se sont généralement amplifiés ; ils interviennent entre groupes aux intérêts divergents, notamment entre agriculteurs, responsables de la gestion des villes et industriels ou entre activités différentes comme le tourisme et l'agriculture. Certains conflits opposent des régions entières, le plus souvent les régions excédentaires aux régions déficitaires, d'autres les populations gérant le même bassin hydrographique.

Les conflits internationaux sont certainement plus virulents que les conflits nationaux. Ils découlent d'un partage politique du monde sans lien avec les bassins hydrographiques des grands fleuves qui sont pour la plupart à cheval sur plusieurs pays : 260 bassins seraient dans ce cas et cela concerne 40 % de la population mondiale. Ces conflits opposent les habitants de l'amont et de l'aval ou ceux des deux rives et concernent principalement les eaux d'irrigation, la construction de barrages ou encore les pollutions ; ils portent surtout sur les volumes d'eau (UNEP, 2008). En général, ces conflits sont difficiles à résoudre pour des raisons culturelles, d'ordre géopolitique ou d'inégalités entre partenaires et faute souvent d'instances d'arbitrages reconnues. Certes des accords internationaux existent ; l'UNEP en a relevé 145 : ceux-ci portent principalement sur l'hydro-électricité et l'utilisation de l'eau.

5.2. Principaux conflits

Il ne peut être question dans cette publication de décrire ces conflits. On trouvera d'ailleurs dans plusieurs publications récentes de nombreuses informations à ce sujet,

Figure 10. Types de conflits et tensions portant sur l'eau



Source : Manuel de géopolitique, A. Colin, 2008.

notamment dans les livres de S. Dionet-Grivet (2011), d'Y. Lacoste (2010, op. cit.) ou de F. Lasserre (2009) à qui on doit l'excellente carte reprise en figure 10 où l'on distingue non seulement quatre types de conflits et de tensions selon une échelle croissante des problèmes {tensions diplomatiques, politiques et/ou sociales (débat sur la gestion des eaux), tensions et troubles politiques (dégradation des relations bilatérales, émeutes...), tensions avec menaces de guerres et stade ultime : tensions et affrontements avec victimes} mais encore un classement des pays selon les prélèvements d'eau douce en % des ressources en eau douce renouvelables (eaux de surface et souterraines), l'idée étant de pouvoir s'interroger sur les liens entre conflits et pénuries en eau.

Plus modestement, nous relèverons quelques faits majeurs relatifs aux quatre principaux conflits internationaux actuels.

5.2.1. Le partage des eaux du Nil entre 9 États dont l'Égypte, le Soudan et l'Éthiopie

Le Nil serait le plus long fleuve du monde ou, s'il ne l'est pas, il est le deuxième fleuve du monde après l'Amazone, sa longueur étant de 6.671 km. Son bassin hydrographique couvre 2.870.000 km² et est partagé entre 9 pays : le Burundi, le Rwanda, la République Démocratique du Congo, l'Ouganda, le Soudan, la Tanzanie, le Kenya, l'Éthiopie et l'Égypte (en fait, 10 pays si l'on ajoute le Sud Soudan qui a accédé à l'indépendance le 9 juillet 2011 en se séparant de la République du Soudan).

Un traité, signé en 1929, alors que la Grande-Bretagne dominait encore de facto l'Égypte et possédait d'autres riverains du Nil, donnait un droit de veto au Caire sur les projets hydrauliques des colonies britanniques riveraines, afin que celles-ci ne puissent pas dans les eaux du fleuve. L'accord de 1959, signé entre l'Égypte et le Soudan indépendants, octroyait unilatéralement à ces deux pays... 87 % des eaux du fleuve, l'Égypte se taillant la part du lion (55,5 M m³ d'eau par an, contre 18,5 pour le Soudan). Ces accords ont toujours été rejetés par les autres États riverains, une fois ceux-ci devenus indépendants.

En 1970, le barrage d'Assouan aménagé en Égypte avec l'aide de l'URSS avait permis de porter les capacités de stockage à 165 Md m³ à la place de 4 Md. Mais le Soudan voulait aussi retenir par des barrages les eaux du Nil Bleu et du Nil Blanc et l'Éthiopie faire de même pour les eaux du Nil Bleu et de son affluent l'Atbara, ce qui risquait de priver l'Égypte d'eau. La carte en document 18 en annexe montre les différents barrages déjà installés et les projets de barrages.

Après une décennie d'âpres discussions, quatre États du bassin du Nil ont signé en mai 2010, l'Accord-cadre de coopération sur le Nil (ACCN) autorisant les pays en amont du fleuve à développer des projets d'irrigation et de barrages hydroélectriques sans être tenus d'obtenir l'accord préalable du Caire. Le Kenya l'ayant signé peu après, c'est la signature le 28 février 2011 du Burundi qui fut déterminante, l'entrée en vigueur du traité imposant au moins six signatures. Seul le Congo-Kinshasa, hors l'Égypte et le Soudan bien entendu, ne l'a pas signé mais ne s'oppose pas au texte. C'est donc à présent la Commission du bassin du Nil, émanation du regroupement des pays riverains qui gèrera le fleuve, notamment l'utilisation équitable et raisonnable des eaux et les efforts de collaboration entre pays riverains, dont les mesures de protection de l'environnement. Il faut donc espérer que ce conflit déjà ancien soit sur la bonne voie de sa résolution.

Ajoutons que la situation du Nil, largement due à la colonisation, est sans doute assez exceptionnelle puisque c'est le pays le plus en aval, à savoir l'Égypte, qui fut jusqu'à

présent dominant. Plus souvent, comme l'illustrent bien l'exemple du Mékong, repris en cas 5 de la deuxième partie, ou les autres cas ci-dessous, ce sont les pays situés à l'amont qui dominent largement les autres.

5.2.2. Le contrôle par la Turquie des eaux du Tigre et de l'Euphrate au détriment des usagers de l'aval, Syrie et Irak

Le Tigre (1.950 km) et l'Euphrate (2.780 km) descendent tous deux des montagnes de Turquie en passant par des régions arides (Mésopotamie ou « au milieu des fleuves ») avant d'atteindre le Golfe Persique (document 19 du dossier annexe). La Turquie a construit et projette de continuer à construire de grands barrages dans les chaînes du Taurus et compte développer d'importants projets d'irrigation; elle peut stocker l'équivalent d'une année de débit des deux fleuves, ce qui priverait une partie significative de la Syrie et l'essentiel de la population irakienne d'eau. En outre, Syrie et Irak sont eux-mêmes concurrents, l'irrigation en Syrie en aval du grand barrage d'al-Tabqa sur l'Euphrate réduisant l'eau reçue en Irak. En fait, comme le souligne bien Y. Lacoste (2010, op. cit., p. 88-93), bien plus que l'insuffisance de ressources hydrauliques (le Taurus ayant beaucoup d'eau), ce sont des tensions antérieures aux barrages en Turquie qui sont la cause première des rivalités en matière de répartition d'eau; ces tensions remontent à la première guerre mondiale et à la dislocation de l'empire ottoman et tout porte à croire qu'il serait possible d'installer dans la région un grand marché régional de l'eau qui pourrait élargir considérablement le « Croissant fertile », c'est-à-dire les régions se situant en arc du Proche-Orient à la Mésopotamie. Ajoutons que le fait que les futurs périmètres d'irrigation prévus par la Turquie se situent dans les régions de peuplement kurde peut être considéré comme un moyen utilisé par le gouvernement turc pour noyer en quelque sorte la rébellion des Kurdes en les diluant dans une importante population turque qui pourrait être attirée par le développement agricole rendu possible par les barrages. Comme nous le verrons plus loin dans le cas d'Israël, cet exemple confirme que beaucoup de contentieux sur l'eau s'inscrivent dans des conflits beaucoup plus vastes et qu'il est un peu simple de les réduire simplement à une « affaire d'eau ».

5.2.3. Le contrôle des fleuves d'Asie centrale

Les deux fleuves concernés sont l'Amou-Daria et le Syr-Daria que souhaitent contrôler les États de l'amont : Tadjikistan et Kirghizistan au détriment des États de l'aval : le Kazakhstan, l'Ouzbékistan et le Turkménistan (document 20 du dossier en annexe).

A partir de 1929, la collectivisation de ces anciennes terres soviétiques et leur mise en culture de coton a conduit à une surexploitation des ressources en eau, d'où l'assèchement de la Mer d'Aral. Cette dernière s'étendait à l'origine sur 68.000 km² (soit environ 333 km dans le sens N-S et 205 km en extension O-E); en 2004, elle était réduite à 17.160 km² (document 21 du dossier en annexe).

En fait, depuis 1991, les indépendances contribuent à aggraver encore la situation parce que chacun des cinq États entend poursuivre le développement de l'irrigation, parfois aux dépens des voisins. Et en outre, l'entretien des réseaux est négligé.

5.2.4. L'eau au cœur du conflit entre Israël et la Palestine

Les rivalités pour l'eau s'inscrivent dans ce cas dans un conflit plus vaste portant sur le territoire historique des deux peuples. Mais le conflit sur l'eau est majeur car aggravé par l'abondance de sel dans l'eau sauf pour les petits cours d'eau descendant du Go-

lan vers le lac de Tibériade (document 22 du dossier en annexe).

En 1967, Israël a pris le contrôle du Golan et refuse de le rendre à la Syrie par crainte qu'elle prive d'alimentation le lac de Tibériade, point stratégique d'alimentation en eau d'Israël ; ce réservoir se trouve en effet à 212 m au-dessous du niveau de la mer ce qui implique de puissances pompes pour élever l'eau jusqu'au niveau de la plaine côtière et des plateaux, où se trouve la majorité de la population. Israël contrôle aussi toutes les ressources en eau de la Cisjordanie qui a été en 1993 reconnu territoire palestinien ainsi que les nappes souterraines. En privant les Palestiniens d'eau, Israël accentue la pression sur ces derniers et accroît leur vulnérabilité et leur dépendance.

6. Pour une gestion durable de l'eau

6.1. Économiser l'eau

C'est la première voie possible et aussi souhaitable. Elle implique au moins cinq grands axes :

- irriguer de façon plus efficace en recourant à la micro-aspersion, au goutte-à-goutte... ce qui pourrait permettre une réduction de 30 à 50 % de l'eau nécessaire ;
- recycler les eaux industrielles ;
- traiter les eaux usées pour pouvoir aussi les recycler comme à Singapour (étude de cas 3. traité en partie 2 de ce GEO) ;
- mieux gérer les réseaux de distribution pour éviter les pertes notamment les surcoûts liés à une mauvaise collecte des eaux usées (voir ci-dessus) ;
- économiser l'eau par des gestes au quotidien. Ceux-ci sont bien connus : préférer la douche (70 litres) au bain (200 litres), opter pour des appareils électroménagers basse consommation (classe A ou A+), ne pas laisser couler l'eau inutilement d'un robinet, installer des chasses d'eau double débit, récupérer l'eau de pluie notamment pour lavage de la voiture (350 litres) ou l'arrosage, déceler d'éventuelles fuites d'eau et les colmater... Ces pratiques pourraient permettre d'économiser jusqu'à 40 % de la consommation actuelle.

En ce qui concerne les ménages, on estime aujourd'hui que la répartition de la consommation journalière d'eau se fait dans nos régions de la manière suivante : douche-bain : 37 % ; WC : 15 % ; lavabo : 10 % ; lave-linge : 10 % ; nettoyage de la vaisselle : 9 % ; préparation de la nourriture : 6 % ; lavage voiture, arrosage : 6 % ; usages divers : 6 % et boisson : 1 %.

6.2. Lutter contre les pollutions

Il ne suffit pas de disposer de quantités d'eau, il faut encore veiller à leur qualité.

Une eau est dite polluée (site ADEME sur les systèmes d'assainissement des eaux usées) lorsque ses qualités sont dégradées, perturbant la vie aquatique et rendant son utilisation dangereuse pour l'homme et les animaux. Cette dégradation résulte de la présence de « polluants » en quantité suffisante pour qu'ils puissent être nocifs. Ces polluants sont soit des substances qui perturbent l'équilibre biologique de l'environnement, soit des substances toxiques pour les êtres vivants. Mais même des substances utiles à l'équilibre biologique d'un milieu peuvent devenir polluantes si elles sont présentes en excès.

On distingue quatre grands types de polluants :

1. Les polluants organiques ou produits rejetés par les êtres vivants : feuilles mortes, débris végétaux, excréments, déchets alimentaires. Ces polluants sont biodégradables, c'est-à-dire qu'ils s'éliminent progressivement dans l'eau de façon naturelle, par réaction chimique ou par l'action des micro-organismes présents naturellement dans l'eau. Mais en quantité trop importante, les polluants organiques ne peuvent être entièrement biodégradés et nuire à la qualité des cours d'eau.
2. Les nutriments ou éléments minéraux utilisés par les végétaux pour leur alimentation (azote et phosphore essentiellement). Présents en excès dans le milieu aquatique, ils provoquent un développement anormal de certaines catégories de végétaux (algues, plantes aquatiques), dont la décomposition, en fin de vie, consomme de grandes quantités d'oxygène, conduisant au phénomène d'eutrophisation (c'est-à-dire d'asphyxie) au détriment des organismes aérobies, en particulier les poissons.
3. Les polluants toxiques ou produits chimiques (plomb, mercure, hydrocarbures...) qui ont un effet toxique direct sur les êtres vivants.
4. Les contaminants microbiologiques ou « microbes pathogènes » pouvant provoquer des maladies, tant pour la faune et la flore que pour l'homme.

Tous ces polluants nuisent aux usages de l'eau par l'homme (baignade, loisirs nautiques, pêche, eau potable, irrigation, élevage de poissons ou de coquillages, industries...) et à la régénération des écosystèmes naturels. Ajoutons que les eaux chaudes en provenance principalement des centrales électriques peuvent conduire à une pollution thermique des fleuves où elles sont rejetées et que le lisier lié à l'élevage intensif des porcs peut s'infiltrer dans les nappes phréatiques et les polluer.

Par ailleurs, une mauvaise gestion de l'irrigation peut avoir des conséquences dramatiques sur les sols : si l'eau n'est pas drainée, elle stagne dans les champs, s'évapore et laisse en dépôt les sels dissous qu'elle contient. Ces sels stérilisent les terres. Mal contrôlée, l'irrigation entraîne également l'engorgement des sols qui rend ces derniers plus compacts et privent les racines d'oxygène.

6.3. Fournir de l'eau potable à tous les hommes

C'est un des grands défis du XXI^e siècle comme en avaient convenu les États Membres des Nations Unies dans la Déclaration du Millénaire adoptée le 8 septembre 2000, lors de l'ouverture de la 55^e session de l'Assemblée générale des Nations Unies. Cette déclaration comprend huit objectifs essentiels à atteindre en 2015 ou Objectifs du Millénaire pour le Développement (OMD), qui vont de la réduction de moitié de l'extrême pauvreté à l'éducation primaire pour tous, en passant par l'arrêt de la propagation du VIH/sida, et ce à l'horizon 2015. Elle se voulait un schéma directeur pour l'avènement d'un monde meilleur.

La cible 10 de l'OMD n°7 « Assurer un environnement durable » vise à « réduire de moitié, d'ici à 2015, le pourcentage de la population qui n'a pas accès de façon durable à un approvisionnement en eau potable et à un assainissement de base ».

Mais, au rythme actuel, ces objectifs vitaux ne seraient atteints en moyenne qu'en 2016 pour l'eau potable et qu'en 2022 pour l'assainissement, mais en Afrique subsaharienne, ils ne seraient atteints qu'en 2040 et 2076 ! Pourtant, les Objectifs du Millénaire pour le Développement en matière de santé, d'éducation et de lutte contre la pauvreté ne pourront pas être réalisés si le problème de l'eau n'est pas résolu.

On trouvera dans la publication de UN-Water de 2005 une présentation assez complète des actions à mener dans le cadre de la Décennie internationale d'actions « L'eau, source de vie » 2005-2015. UN-Water est en réalité le mécanisme interorganisations chargé de renforcer la cohérence des actions du système des Nations Unies visant à mettre en œuvre l'ordre du jour établi par la Déclaration du Millénaire et le Sommet mondial pour le développement durable dans les domaines de l'eau et de l'assainissement et d'assurer leur coordination.

6.4. Une approche majeure : le GIRE

La GIRE ou gestion intégrée des ressources en eau est un concept datant de 1949 (Conférence des Nations Unies), mais remis à l'honneur en 1992 lors de la Conférence internationale sur l'eau et le développement de Dublin. Elle est considérée aujourd'hui comme la meilleure approche pour une mise en valeur et une gestion efficace, équitable et durable des ressources mondiales limitées en eau, face à des demandes conflictuelles.

C'est un processus qui encourage la mise en valeur et la gestion coordonnées de l'eau, des terres et des ressources associées, en vue de maximiser le bien-être économique et social qui en résulte d'une manière équitable, sans compromettre la pérennité des écosystèmes vitaux. Il vise à une relation durable vis-à-vis de l'eau en tenant compte à la fois des fonctions polyvalentes de l'eau (eau potable, eau à des fins agricoles et pour les activités artisanales ou industrielles, eau pour la nature et l'écologie), des diverses catégories d'utilisateurs de l'eau et de l'impact des actions sur la région entière.

Cette gestion met donc en œuvre les trois principes du développement durable auxquels elle ajoute la gouvernance car la méthode implique la participation de tous les acteurs. Elle s'opère à l'échelle du bassin hydrographique et se décline au niveau des sous-bassins. Le processus est largement soutenu et favorisé par l'ONU-Eau qui lui a consacré différentes publications sur son site.

Une opération de ce genre est en cours depuis 2000 au Lac Tchad, un lac dont le niveau et par voie de conséquence la superficie sous eau ont toujours beaucoup fluctué : ainsi cette dernière est passée de 26 000 km² en 1963 à moins de 1 500 km² en 2007, une partie importante de l'ancien lac étant actuellement constituée de marécages (voir document 23 du dossier en annexe). Cinq pays (le Tchad, la République Centre africaine, le Cameroun, le Nigéria et le Niger) via la CBTL (Commission du bassin du lac Tchad) se sont engagés dans une GIRE pour faire du lac une zone humide d'importance internationale. Le projet est largement soutenu par des institutions internationales.

Ajoutons qu'une gestion coordonnée de l'eau, des terres et des ressources associées s'impose en fait partout et notamment dans les zones de deltas particulièrement fragiles comme le soulignent bien les études de cas 10 (le Nil) et 12 (la Camargue) développés en deuxième partie.

7. La situation en Wallonie

7.1. Les prélèvements en eau

Comme le souligne bien le Tableau de bord de l'environnement wallon (TBE, 2010, p. 98) qui constitue, comme dit au point 1.5., la source essentielle de nos données, la

Wallonie fait partie des régions qui exploitent intensivement ses ressources en eau, ce qui explique son relatif mauvais classement sur la carte 3 du dossier en annexe puisque le pays est rangé parmi les pays vulnérables, ce qui est dû à un indice d'exploitation de l'eau (Water Exploitation Index) ou rapport entre les prélèvements totaux d'eau douce et le volume d'eau renouvelable de 31 %, soit supérieur à la norme de 20 %. Lorsque l'on approfondit cet indicateur, on s'aperçoit que deux tiers du volume total d'eau prélevé en Belgique sont en fait prélevés pour le refroidissement des centrales électriques; un cinquième de ces prélèvements est réalisé par l'industrie manufacturière et seulement 10 % sont réalisés par la distribution publique d'eau. En comparaison aux autres pays européens, la Belgique a un profil assez différent : les prélèvements pour la production d'électricité sont bien plus importants alors que ceux de l'agriculture sont beaucoup plus réduits.

En 2007 (voir document 24 du dossier annexe), 2.480 M m³ ont été prélevés dont 85 % dans les eaux de surface. Ces prélèvements sont toutefois en baisse depuis 2000 suite principalement à une réduction de 30 % des volumes d'eaux de refroidissement industriel, réduction s'expliquant par la fermeture d'entreprises et le recours de plus en plus fréquent aux circuits fermés. Environ 90 % des eaux prélevées dans les eaux de surface sont restituées aux cours d'eau après usage. Par ailleurs, si les prélèvements sont importants en Wallonie : 717 m³ par habitant, ils sont toutefois un peu moins élevés qu'en Belgique (730) et qu'en moyenne dans les pays de l'OCDE (920) (Source : Site OCDE).

80 % des 380 M m³ d'eau prélevée à des fins de distribution publique sont extraits des nappes souterraines; 40 % (160 M) sont exportés (70 M à Bruxelles, où cela représente 97 % des besoins et 90 M à la Flandre où la Wallonie couvre 20 à 25 % des besoins); 71 % des eaux sont facturés aux usagers, le reste correspond aux quantités utilisées par les services d'incendie, aux fuites et nettoyage des installations des distributeurs (TBE ,2010, op. cit., p. 60).

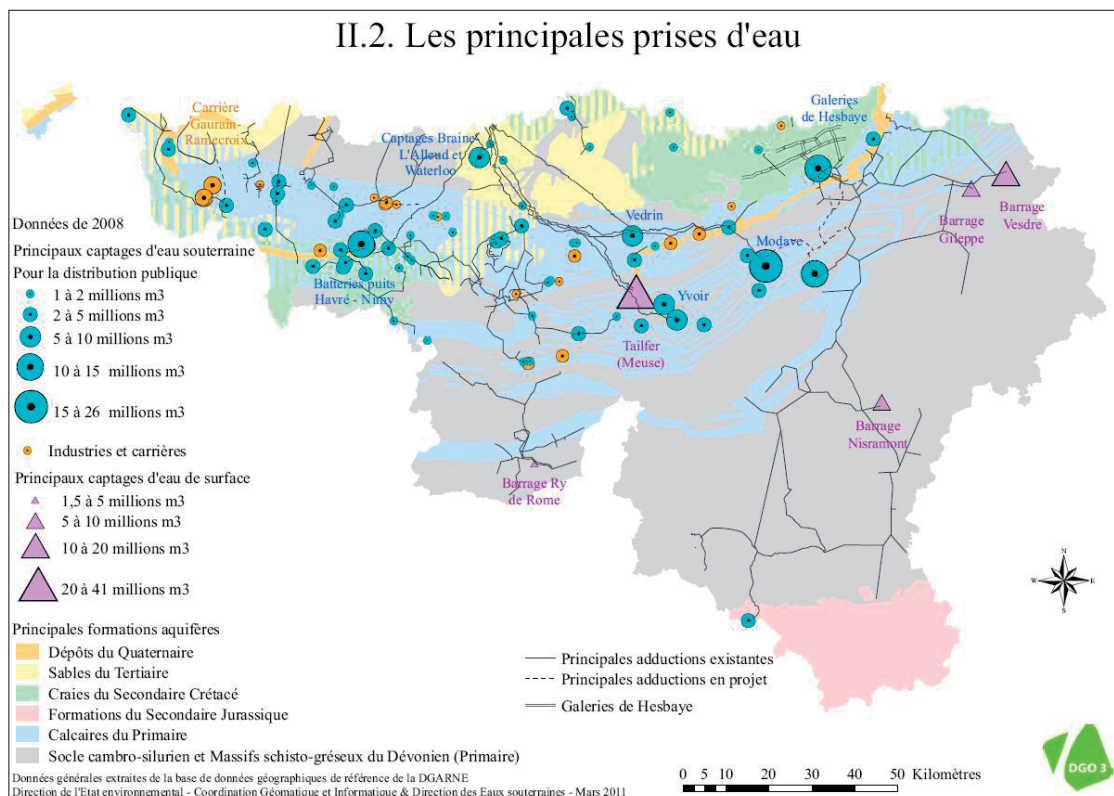
Quant aux principales prises d'eau, on peut les observer sur la figure 11 qui fournit à la fois les captages d'eau souterraine pour la distribution publique et les captages d'eaux de surface ainsi que les principales adductions et galeries. Les cinq principaux captages en eaux de surface sont liés à de grands barrages ou à la Meuse comme pour Tailfer tandis que la plupart des captages d'eau souterraine s'opèrent dans des terrains calcaires ou crayeux.

7.2. La consommation d'eau

Les industries manufacturières implantées en Wallonie ont utilisé en 2007 environ 330 m³ ce qui correspond à 13 % des volumes prélevés en Région wallonne (TBE, 2010, op. cit., p.63). 85 % des volumes consommés ont été puisés dans les eaux de surface, la moitié servant à alimenter les circuits de refroidissement; à noter que la consommation totale d'eau de refroidissement de l'industrie est 11 fois inférieure à celle du secteur énergétique. Les trois secteurs consommant le plus d'eau sont la sidérurgie (52 %), la chimie (18 %) et le papier (9 %). Comme le montre le document 25 en annexe, les volumes prélevés et déversés sont à la baisse en raison d'un ralentissement de l'activité en sidérurgie et d'une utilisation plus rationnelle de l'eau (circuits fermés, recyclage des eaux usées...).

Les usages non domestiques de l'eau de la distribution (TBE, 2010, op. cit., p. 66) sont estimés sur base d'une enquête de 2002 à 45 % du total de cette eau mais il est souvent difficile d'isoler cette part de celle des usages domestiques notamment quand le

Figure 11. Les principales prises d'eau en Wallonie



Source : SPW, DGO3, *Etat des nappes d'eau souterraine de la Wallonie*, 2011.

lieu de travail se confond avec le lieu de résidence. 50 % de l'eau non consommée par les usages domestiques le sont par des activités tertiaires ; parmi elles, les plus gros consommateurs sont : le commerce : 35 %, l'HORECA : 17 %, le secteur de la santé et des services sociaux : 13 % et les services aux entreprises : 11 % (voir document 26 en annexe). La part importante du tertiaire dans la consommation doit être nuancée par le fait que les autres secteurs d'activités (agriculture et industries) font essentiellement appel à d'autres sources d'approvisionnement (prélèvements directs dans les eaux de surface ou souterraines). Mais, si des données existent en ce domaine pour l'industrie comme nous venons de le voir, on ne dispose guère d'informations en ce qui concerne l'agriculture.

L'évolution de la consommation d'eau de distribution (TBE, 2010, op. cit., p. 72) traduit une faible diminution du volume total depuis 1990 (-3,2 %) mais une forte diminution (-25 %) par raccordement en raison de la diminution de la taille des ménages (voir document 27 en annexe). Comparés aux autres européens, les Wallons sont de petits consommateurs d'eau de distribution : 128,3 litres par habitant si l'on additionne les usages domestiques et non domestiques et 89 litres par habitant si l'on se limite aux usages domestiques. Le prix de l'eau ne semble pas avoir eu beaucoup d'influence jusqu'à présent (3,59 €/m³) mais ce prix devrait augmenter (4,5 €) en 2014.

Toutefois, on observe d'assez fortes disparités entre les communes (voir document 28 en annexe) qui s'expliqueraient essentiellement par deux facteurs : le niveau des revenus des ménages et la présence de citernes d'eau de pluie. Le premier favorise l'augmentation de la consommation et le deuxième sa diminution comme c'est par exemple le cas dans le Tournaisis. Parallèlement la généralisation d'équipements économes en eau et une plus grande sensibilisation au gaspillage de l'eau influencent sans aucun doute l'évolution générale.

En ce qui concerne l'utilisation de l'eau par les ménages, une enquête récente réalisée par AquaWal (TBE, 2010, op. cit., p. 78) a montré que la consommation moyenne d'eau de distribution d'un ménage wallon pour satisfaire ses besoins domestiques peut être estimée à 73 m³ par an soit 94 litres par habitant et par jour ce qui représente 89 % de la consommation totale. Mais cette consommation peut fortement baisser s'il y a recours à des ressources alternatives ce que déclarent 60 % des ménages (document 29 en annexe) ; bien entendu le type d'eau utilisée varie en fonction des usages : l'eau en bouteille est fortement utilisée comme eau de boisson et l'eau de pluie pour l'arrosage des jardins, le lavage de la voiture, le nettoyage extérieur et l'alimentation de piscines.

7.3. La distribution de l'eau

En Wallonie, il y a 52 distributeurs d'eau : parmi eux, une société régionale, la SDWE (Société régionale wallonne des eaux) qui représente 68,8 % de la consommation en 2009, 10 intercommunales (dont la CILE-Compagnie intercommunale des eaux, l'IECBW-Intercommunale des Eaux du Centre du Brabant wallon et l'INASEP-Intercommunale namuroise des Services Publics) qui assurent 27 % de la consommation, 39 services communaux des eaux (5,8 %) et 2 régies communales des eaux (0,4 %) (AquaWal, 2011, p. 6) (voir document 30 en annexe). Tous les distributeurs d'eau sont des opérateurs entièrement publics ; à une seule exception près, tous les distributeurs sont également producteurs d'eau potable.

L'assainissement des eaux usées est financé et coordonné par la Société Publique de Gestion de l'Eau (SPGE) qui délègue à sept Organismes d'Assainissement Agréés (OA) la mise en œuvre et l'exploitation des infrastructures. Tous les organismes d'assainissement agréés sont des intercommunales opérant à l'échelle des provinces sauf pour le Hainaut qui compte trois sociétés différentes : IPALLE à l'ouest, IDEA au centre et IGRETEC à l'est. La protection des captages est également coordonnée et financée par la Société Publique de Gestion de l'eau.

Le prix de l'eau en 2010 (Ibidem, p. 11-12) est en moyenne pour 100 m³ de 362,55 euros se décomposant comme suit : 57,9 % pour la production-distribution, 36,1 % pour l'assainissement, 5,7 % de TVA et 0,3 % pour le Fonds social de l'eau. Ce prix a augmenté de 43 % depuis 2005 alors que le coût de la vie, représenté par l'indice des prix à la consommation, a augmenté de 8 %. Cette augmentation est avant tout liée à l'assainissement des eaux usées (part multipliée par 2,5) et s'explique par la nécessité d'accélérer les travaux en matière d'assainissement des eaux usées afin de répondre aux obligations européennes. En outre, ce prix fluctue de 291,34 pour la Régie de Chimay à 375,93 pour la CILE, la différence s'expliquant dans ce cas par de gros investissements consentis par cette dernière : le dédoublement des eaux en provenance du Néblon (pour sécuriser l'approvisionnement en eau d'une bonne partie de la province de Liège, mais aussi celui du nord de la province de Luxembourg), le remplacement des conduites en plomb et la mise en chantier de deux unités de dénitratification de l'eau (à Ans et à Hologne) en provenance des captages de Hesbaye dont la conformité est parfois mise à mal par l'activité agricole de la région.

Comme le montre déjà le cas liégeois, le prix est appelé à augmenter dans le futur suite à plusieurs facteurs : coût de l'assainissement des eaux usées, charges liées à l'entretien du réseau et investissements prévus par les producteurs distributeurs pour sécuriser l'approvisionnement et assurer le maintien de la qualité de l'eau.

8. Et les inondations ?

L'année 2010 a connu de nombreuses catastrophes climatiques. En février, la Vendée et la Charente maritime ont été touchées par une tempête assez exceptionnelle, la tempête Xynthia (voir étude de cas 7 en deuxième partie). En juillet, le Pakistan a affronté des pluies torrentielles. En septembre, le Nord de l'Amérique latine a subi l'une des pires saisons de pluie de son histoire. Pareil événement s'est produit en Indonésie entre octobre et novembre. A la fin décembre, une sécheresse accrue a touché l'Argentine et, au même moment, l'Australie a dû faire face aux pires inondations qu'elle a connues depuis 50 ans. La semaine suivante, c'est au tour du Brésil d'être touché par des pluies diluviennes et meurtrières. Partout, un même bilan : des milliers de sinistrés, de nombreux morts et blessés surtout dans les régions les plus pauvres et des dégâts qui se chiffrent en millions d'euros. La Belgique n'a pas été épargnée : chacun se souvient encore des inondations en novembre 2010 (voir étude de cas 8 en deuxième partie) et en janvier 2011 dans la vallée de l'Ourthe (voir étude de cas dans la partie 2 de ce GEO).

En outre, depuis ce mois de janvier 2011, il ne se passe guère un mois sans que l'on évoque des inondations çà et là dans le monde et en particulier en Asie du Sud et du Sud-Est : Thaïlande (mars 11), Chine (juin 11)... On ne pouvait donc pas refermer ce dossier sur l'eau sans évoquer les inondations, d'autant plus que, dans le Monde, les inondations représentent plus de 50 % des catastrophes naturelles et causent en moyenne 20.000 morts par an (Site CRDP Amiens).

8.1. Grands types d'inondations

Une inondation est la submersion d'une zone (rapide ou lente) qui peut être provoquée par des pluies importantes en durée et (ou) en intensité.

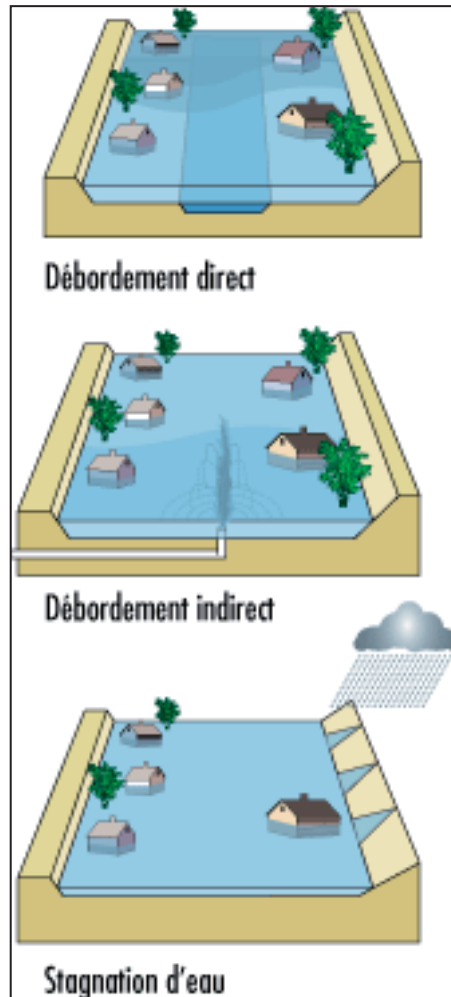
Il existe plusieurs types d'inondations (d'après Site CRDP Amiens, op. cit.):

- par débordement direct : le cours d'eau sort de son lit mineur pour occuper son lit majeur, le premier étant l'espace où les eaux sont en permanence et le second celui occupé exceptionnellement lors des inondations ;
- par débordement indirect : les eaux remontent (siphonage) par les nappes alluviales, les réseaux d'assainissement et d'eaux pluviales ;
- par stagnation d'eaux pluviales, liée à une capacité insuffisante d'infiltration, d'évacuation des sols ou du réseau d'eaux pluviales lors de pluies anormales ;
- par ruissellement en secteur urbain : des orages intenses de plusieurs centimètres de pluie par heure peuvent occasionner un très fort ruissellement d'autant plus important que les surfaces imperméabilisées se multiplient (aires goudronnées...). La saturation des réseaux d'évacuation des eaux pluviales conduit à des inondations aux points les plus bas ;
- par crues torrentielles, phénomène typique des zones montagneuses et des rivières alimentées par des pluies de grande intensité ;
- par submersion de zones littorales ou lacustres liée à la présence de facteurs anormaux tels que fortes marées (comme à Venise par exemple, voir étude de cas 9 en deuxième partie), marées de tempête, raz-de-marée... ; rappelons qu'une tempête est une forte perturbation atmosphérique accompagnée de pluie, de tonnerre et de vent alors qu'une marée de tempête est un gonflement du niveau de la mer suivant la tempête ou accompagnant un cyclone (voir ci-après) ; un raz de marée est une

très haute vague provoquée par la rencontre de deux marées ou de deux courants opposés et qui envahit les terres et le tsunami un raz-de-marée particulier dû à un séisme, une éruption volcanique sous-marine de type explosif ou bien un glissement de terrain de grande ampleur; il peut aussi être dû à un impact météoritique ou à une explosion atomique sous-marine;

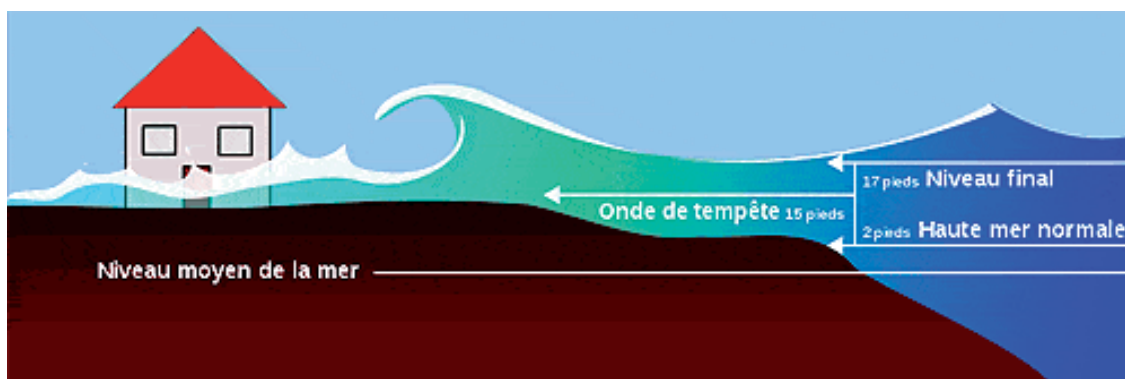
- par dépressions tropicales et cycloniques avec des précipitations pouvant atteindre 2 m par 24 heures et conduisant à des crues soudaines et violentes; pour rappel, un cyclone est une très forte dépression qui prend naissance au-dessus des eaux chaudes des océans de la zone intertropicale et qui s'accompagne de vents très violents et de pluies torrentielles; ces dépressions sont appelées ouragans ou hurricanes dans la mer des Antilles et dans le golfe du Mexique et typhons dans l'ouest du Pacifique;
- par destruction accidentelle d'ouvrages comme des digues, des barrages, des levées...

La figure 12 illustre les trois premiers types d'inondations.



Source : CRDP Amiens.

Figure 13. Explication du mécanisme de marée de tempête



8.2. Principales causes

Partout, il faut évoquer à la fois des facteurs naturels et humains (Site Free Climatologie).

8.2.1. En Europe

Les principaux facteurs naturels sont la répartition et l'intensité des précipitations dans le bassin versant et la durée des précipitations. Des circonstances spécifiques expliquent donc souvent les inondations : la fonte brutale des neiges, la rupture des glaces des fleuves en haute montagne (Alpes, Pyrénées) ou dans les pays de hautes latitudes comme le Canada, les orages violents d'été, les précipitations orageuses d'automne, surtout sur la façade méditerranéenne, les pluies océaniques en hiver et au printemps dans les zones maritimes...

Mais des facteurs humains aggravent également souvent les conséquences de ces phénomènes, notamment l'urbanisation des zones inondables (construction dans l'espace du lit majeur) et la diminution de la perméabilité de l'ensemble du bassin due aux déboisements, aux incendies de forêts, à la suppression des haies, aux multiplications de surfaces revêtues (routes, maisons, parkings de grandes surfaces ou d'industries...)

8.2.2. Ailleurs dans le monde

Les principaux facteurs naturels sont, comme déjà dit au point 8.1., les moussons (en Inde, au Bangladesh, en Chine ...), les tempêtes ou cyclones suivis de fortes précipitations provoquant des crues subites, des glissements de terrain, des coulées de boue et des inondations (dans les zones intertropicales comme les Antilles); des situations particulières lors du phénomène El Niño ou La Niña... (voir ci-après 8.2.3.).

L'Asie des Moussons est sans doute la région la plus touchée par les inondations : l'air surchauffé de l'Himalaya monte et crée une dépression qui attire l'air de la mer plus humide; puis en altitude, la vapeur d'eau se condense entraînant les pluies de la mousson : un mur noir de nuages, avance à 50 km/h, apportant des trombes d'eau allant jusqu'à 1.000 mm par 24 heures (la moyenne des précipitations annuelles en Belgique, à Uccle par exemple, est de 850 mm).

Mais comme en Europe, les mêmes facteurs humains aggravent ces inondations et surtout leur impact : l'urbanisation intensive des zones inondables (notamment des littoraux) et la diminution de la perméabilité de l'ensemble du bassin due aux déboisements, aux incendies de forêts, aux multiplications de surfaces revêtues (routes, maisons...)

8.2.3. Le cas spécifique de La Niña

Quant il est question de précipitations un peu exceptionnelles, on évoque souvent comme cause première les phénomènes El Niño ou La Niña. C'est par exemple le cas récemment pour les inondations assez catastrophiques de décembre 2010 et janvier 2011 dans le Queensland en Australie. Qu'en est-il réellement ?

La Niña constitue la phase froide d'ENSO (El Niño – Southern oscillation), identifié en 1924 par le Britannique Gilbert Walker dans le Pacifique tropical (Blog Archipel des Sciences). El Niño est un phénomène lié à un déplacement de masses d'eaux chaudes d'ouest en est; en situation normale, les eaux chaudes du Pacifique tropical sont confi-

nées par les vents alizés dans l'ouest du Pacifique. Lorsque les alizés faiblissent, ces eaux chaudes s'écoulent vers l'est, ce qui amorce la phase chaude d'ENSO, El Niño. La Niña est caractérisée par un renforcement des vents (alizés) autour de la zone équatoriale du Pacifique. Ces alizés soufflant de l'est entraînent les eaux chaudes de surface vers l'Australie tandis que les eaux froides situées en profondeur remontent au niveau des côtes du Pérou (phénomène d'upwelling favorable à l'arrivée de sels minéraux nutritifs, ce qui explique la fertilité des eaux de surface en plancton et la présence de petits poissons pélagiques comme l'anchois et la sardine et accroît les quantités pouvant être pêchées). Les eaux chaudes proches des côtes australiennes réchauffent l'atmosphère : l'air chargé d'humidité s'élève puis se condense en fortes précipitations.

Le phénomène La Niña peut durer un an ; on en identifie 17 au XX^e siècle. Ses liens avec le réchauffement climatique sont actuellement discutés dans les milieux scientifiques.

Le document 31 en annexe illustre les phénomènes El Niño et La Niña et leurs conséquences climatiques ; pour ce qui est de la phase froide évoquée récemment, on peut citer : de fortes pluies en Indonésie, Malaisie et Australie, des périodes de sécheresse en Amérique du Sud, des tempêtes dans l'Atlantique tropical, des vagues de froid en Amérique du Nord et du temps pluvieux dans le sud-est de l'Afrique.

Mais, de nouveau, La Nina n'est pas seule responsable. D'autres causes expliquent l'intensité des inondations et leurs conséquences : l'urbanisation du littoral (par exemple, l'extension récente de l'agglomération de Brisbane qui compte aujourd'hui 1,6 M habitants) et par voie de conséquence l'imperméabilisation des sols, la réduction des arbres et des zones humides qui n'absorbent plus l'eau, la compaction (ou tassement) des sols suite à la pression d'engins lourds ou du surpâturage qui réduit les possibilités d'infiltration.

8.3. Prévention

La prévention des risques et la protection des populations nécessitent partout des mesures collectives et des mesures individuelles. Mais cette prévention nécessite des moyens humains, techniques et financiers importants qui ne sont souvent disponibles que dans les pays les plus développés où l'on tente de plus en plus à limiter l'impact des inondations sur les personnes, les biens et l'environnement dans le cadre d'un développement durable.

La prévention (Site CRDP Amiens) y commence par la surveillance des phénomènes météorologiques. Elle suppose aussi une meilleure connaissance des zones inondables, impose encore l'information préventive des populations et surtout des règles plus strictes en matière d'aménagement du territoire.

Pour éviter les inondations, d'importants travaux sont parfois réalisés : calibrage du lit ou amélioration des profils, pour évacuer plus rapidement les surplus d'eau, construction de digues, barrages écrêteurs de crues, entretien du cours d'eau et des berges (stabilisation des berges pour éviter la trop forte érosion, élimination des débris divers...). L'étude cas 11 de la deuxième partie met en évidence les politiques mises en œuvre par la Chine et le Japon pour lutter contre les inondations.

Depuis quelques années, les recherches aussi s'intensifient car, pour bien agir, il faut bien connaître. Ces recherches, où souvent des géographes sont impliqués, portent

sur l'analyse des précipitations, l'état du bassin versant, les caractéristiques du cours d'eau et encore les activités humaines situées à proximité. On étudie en particulier les crues qui sont classées en fonction de leur fréquence; grâce à l'analyse des crues historiques (dates, secteurs concernés, débits, laisses...), on met ainsi en évidence le retour des crues de forte amplitude telle que la crue centennale qui, chaque année, a une probabilité sur cent de se produire et la crue trentennale qui, chaque année, a une probabilité sur trente de se produire. On recherche aussi les limites les plus précises possibles des zones inondées et inondables. Ainsi la Région wallonne dispose aujourd'hui sur son portail cartographique d'une cartographie de l'aléa d'inondation par débordement de cours d'eau qui comprend les zones dans lesquelles des inondations sont susceptibles de se produire, de façon plus ou moins importante et fréquente, suite au débordement « naturel » de cours d'eau. Il s'agit donc des zones où il existe un risque d'inondation, même aux endroits où aucune inondation n'est historiquement connue. Inversement, l'absence d'une zone d'aléa sur la carte ne peut garantir qu'une inondation ne s'y produira jamais. Trois valeurs d'aléas sont possibles : faible, moyenne et élevée.

Conclusion

Même s'il existe de grands contrastes entre les pays, les régions et les hommes que nous avons mis en évidence tout au long de ce travail, la problématique de l'eau n'est pas moins universelle car l'eau est un bien fondamental à la source de toute vie humaine.

Face à l'accroissement des besoins liés à la fois à la croissance démographique et surtout à un recours à l'eau plus important de toutes les activités humaines, les tensions sont de plus en plus manifestes et l'eau devient un enjeu important surtout dans les pays du Sud où encore beaucoup d'hommes ne peuvent disposer d'une eau de qualité et surtout d'installations correctes d'assainissement des eaux.

L'eau est donc une thématique qui implique chacun car il s'agit d'économiser cette ressource qui se devient et deviendra de plus en plus rare, d'éviter de la polluer et de faire en sorte que chacun puisse en disposer quels que soient ses moyens car une chose est certaine : le prix de l'eau ne peut qu'augmenter dans le futur.

Comme nous avons eu l'occasion de le montrer, l'eau est aussi une thématique très géographique mais qui, comme beaucoup d'autres étudiées par les professeurs de géographie, peut être enrichie par un travail avec d'autres disciplines, notamment la chimie, la biologie, les sciences économiques ou l'histoire.

Le thème de l'eau se prête particulièrement bien à des études de cas, des situations-problèmes dans des territoires-sociétés, tout en mettant en évidence des problèmes récurrents : la rareté croissante de la ressource, l'importance du choix des comportements et les risques de conflits. La deuxième partie de ce GEO mettra l'accent sur une telle problématique.

Bibliographie

Livres, articles et rapports

BLANCHON D., 2009, Atlas mondial de l'eau. De l'eau pour tous ? Paris : Autrement.

BLANCHON D., 2010, L'eau, une ressource menacée ?, Paris : Documentation française, Documentation photographique, n° 8078.

CHAPAGAIN A.K. et HOEKSTRA A.Y., 2004. Water footprints of nations, Value of Water, Research Report Series n° 16, UNESCO-IHE, Delft.

de MARSILY G., 2009, L'eau, un trésor en partage, Paris : Dunod.

DIONET-GRIVET S., 2011, Géopolitique de l'eau, Paris : Ellipses.

GAUTIER C. et FELLOUS J.-L., 2008, Eau, pétrole, climat : un monde en panne sèche, Paris : Odile Jacob.

HALLEUX J.-M., 2006, Les coûts de la désurbanisation en termes d'équipements et de services collectifs, Développement urbain durable, gestion des ressources et services urbains, Forum International d'Urbanistique, Université de Lausanne, 7 p. (<http://www.unil.ch/webdav/site/ouvdd/shared/Colloque%202006/Communications/Eco-urbanisme/Théorie/J.-M.%20Halleux.pdf>).

HOEKSTRA A.Y. et HUNG P.Q., 2002, Virtual water trade: A quantification of virtual water flows between nations in relation to international crop trade, Value of Water, Research Report Series n°11, UNESCO-IHE, Delft.

LACOSTE Y., 2010, L'eau dans le monde. Les batailles pour la vie, Paris : Larousse Petite Encyclopédie.

LASSERRE F., 2003, Les enjeux actuels du partage du Nil entre craintes égyptiennes et rancœur éthiopienne, Les Actes du FIG 2003 « L'eau source de vie, source de conflits, trait d'union entre les hommes » (http://archives-fig-st-die.cndp.fr/actes/actes_2003/lasserre2/article.htm).

LASSERRE F., 2009, Les guerres de l'eau. L'eau au cœur des conflits du XXI^e siècle, Paris : Ed. DELAVILLA.

MERENNE-SCHOUMAKER B., 2011, Géographie de l'énergie. Acteurs, jeux et enjeux, Paris : Belin, nouvelle édition.

MUTIN G., 2000, De l'eau pour tous, Paris : Documentation française, Documentation photographique, n° 8014.

ORSENNA E., 2008, L'avenir de l'eau. Petit précis de la mondialisation II, Paris : Fayard.

PETRELLA R., 2000, Le bien commun, Bruxelles : Labor Sciences Humaines.

PETRELLA R., 2009, Le manifeste de l'eau pour le XXI^e siècle. Montréal : Fides.

ROCH L. et GENDRON C., 2005, Le commerce de l'eau virtuelle : du concept à la politique, Geocarrefour 80/4, p. 273-284 (<http://geocarrefour.revues.org/index1259.html>).

SPW (Service Public de Wallonie), DGO3 (Direction Générale Agriculture, Ressources naturelles et Environnement) 2010, Tableau de bord de l'environnement wallon (<http://etat.environnement.wallonie.be/index.php?page=le-tableau-de-bord-2010>).

SPW, DGO 3, 2011, État des nappes d'eau souterraine de la Wallonie (<http://environ->

nement.wallonie.be/de/eso/atlas/).

TAITHE A., 2008, L'eau. Un bien ? Un droit ? Tensions et opportunités, Paris : UNICOMM.

UNEP-PNUE, 2008, Atlas mondial de l'eau, mise à jour 2008 (<http://vitalgraphics.at.rezo.net/article9.html>).

UN-Water, 2005, L'eau source de vie 2005-2015, (http://www.un.org/french/waterforlifedecade/pdf/waterforlife_fr.pdf).

WORLD WATER COUNCIL, Une nouvelle politique de l'eau, Stratégie 2010-2012 (http://www.worldwatercouncil.org/fileadmin/wwc/Library/Publications_and_reports/Nouvelles_politiques_de_leau.pdf).

WWF, 2008, Rapport Planète vivante 2008 (http://www.wwf.fr/pdf/1LPR_2008_FR.pdf).

WWF, 2010, Connaître l'empreinte de l'eau, Newsletter Empreinte écologique n° 7, juillet 10 (<http://www.wwf.fr/s-informer/calculer-votre-empreinte-ecologique>).

Autres documents et sites Internet

Blog Archipel des Sciences : Mieux prévoir El Niño (<http://archipeldessciences.wordpress.com/2010/06>).

CNRS, 2004, L'eau douce, une ressource précieuse, Dossiers scientifiques, Sagascience (<http://www.cnrs.fr/cw/dossiers/douseau/accueil.html>).

DECROLY J.-M., 2009, Société et environnement , Chapitre VI Géopolitique de l'eau, Cours GEOF- F-106, Bachelier en Sciences géographiques ULB, Présentation PowerPoint (http://homepages.ulb.ac.be/~jmdecrol/Upload_enseignement/Geo-gF106_Eau1PP.pdf).

Eau. Le luxe de demain, Terraeco, juillet-août 2010.

Portail cartographique de la Région wallonne : Cartographie de l'aléa d'inondation par débordement de cours d'eau (<http://cartographie.wallonie.be/NewPortailCarto/index.jsp?page=subMenuInondations&node=32&snode=321>).

Site ADEME : Les systèmes d'assainissement des eaux usées (<http://www.ademe.fr/partenaires/boues/pages/chap12.htm>).

Site Biodiversity Indicators Partnership (BIP) : Fragmentation des cours d'eau et régulation du débit (<http://www.bipindicators.net/language/fr-fr/riverfragmentation>)

Site CRDP Amiens : Risques naturels (http://crdp.ac-amiens.fr/enviro/site_FLASH/risques_majeurs/risk_maj_detailp3_inon.htm)

Site Free Climatologie : Les inondations (<http://la.climatologie.free.fr/inondation/inondation2.htm>).

Site La Documentation française : Cartothèque : Eau (ressources et infrastructures) (<http://www.ladocumentationfrancaise.fr/motcle/cartotheque-themes/eau-ressources-infrastructures.shtml>).

Site Monde diplomatique : Cartographie (<http://www.monde-diplomatique.fr/cartes/>)

Site ONU-eau : L'eau source de vie 2005-2015 (<http://www.un.org/french/waterforlifedecade/management.html>)

Site OCDE : Le défi de l'eau : la réponse de l'OCDE

(http://www.oecd.org/document/11/0,3746,fr_2649_37465_36198027_1_1_1_37465,00.html).

Site Sciences Po : Atelier de Cartographie, Cartothèque (<http://cartographie.sciences-po.fr/fr/cartotheque>)

Sources statistiques

AQUAWAL, 2011 , Statistiques de l'eau potable et de l'assainissement des eaux usées en Wallonie. Rapport 2010 (<http://www.aquawal.be/fr/publications/secteur-en-chiffres/statistiques-de-l-eau-potable-et-de-l-assainissement-des-eaux-usees-en-wallonie-rapport-2009-2010.html>).

AQUASTAT (FAO) (<http://www.fao.org/nr/water/aquastat/main/index.stm>).

PNUD, Rapport mondial sur le développement humain 2006 (<http://hdr.undp.org/en/reports/global/hdr2006/chapters/french/>).

PNUD, Objectifs du Millénaire pour le développement, Rapport 2011 (http://www.beta.undp.org/undp/fr/home/librarypage/mdg/MDG_Report_2011.html).

UNESCO, The 3rd United Nations World Water Development Report: Water in a Changing World (<http://www.unesco.org/water/wwap/wwdr/wwdr3/>).

World Bank (<http://search.worldbank.org/data?qterm=Water&language=EN>).

Dossier annexe

(figures et documents en couleurs à consulter dans l'espace membre sur le site de la FEGEPRO)

Figures de ce volume

1. Quand la ville entre en compétition avec la campagne en matière d'approvisionnement d'eau (Source : UNEP, 2008).
2. Aquifères et puits (Source : Environnement Canada).
3. Composantes de l'empreinte de l'eau (Source : WWF, 2008, p. 20).
4. Disponibilités en eau douce (m³ par personne et par an) en 2007 (Source : UNEP, 2008).
5. Évolution 1900 -2025 des prélèvements et de la consommation en eau par chacun des trois grands secteurs (Source : UNEP, 2008).
6. Approche typologique des pays sur base de l'utilisation de l'eau par les trois grands secteurs (Source : UNEP, 2008).
7. Prélèvements des eaux souterraines dans le monde (Source : La Documentation photographique, n° 8078, 2010).
8. Les grands bassins hydrographiques (Source : UNEP, 2008).
9. Les facteurs de l'accès à l'eau (Source : J.-M. Decroly, 2009).
10. Types de conflits et tensions portant sur l'eau (Source : Manuel de géopolitique, A. Colin, 2008).
11. Les principales prises d'eau en Wallonie (Source : SPW, DGO3, Etat des nappes d'eau souterraine de la Wallonie, 2011).
12. Les trois grands types d'inondation (Source : CRDP Amiens).
13. Explication du mécanisme de marée de tempête (Source : Free Climatologie).

Autres documents

1. Pays exportateurs et importateurs d'eau virtuelle (Source : A.Y. Hoekstra et P.Q. Hung, 2002).
2. La circulation d'eau virtuelle des produits agricoles entre 1997 et 2001 (Source : La Documentation photographique, n° 8078, 2010).
3. Évolution 1990 -2025 des disponibilités en eau en Afrique (Source : UNEP, 2008).
4. Évolution 1900 -2025 des prélèvements et de la consommation en eau par continent et utilisation de l'eau fin des années en 1990 par continent (Source : UNEP, 2008).
5. Utilisation de l'eau par secteur et par pays dans les années 2000 (Source : UNEP, 2008).
6. Surfaces irriguées dans le monde en 2000 (Source : La Documentation photographique, n° 8014, 2000).
7. Accès à l'eau potable et à l'assainissement (Source : Monde diplomatique, 2008).
8. Indice de pauvreté des pays en eau en 2002 (Source : La Documentation photographique, n° 8078, 2010).
9. Eau : accès et utilisation en 2003 (Source : Sciences Po, 2007).
10. De grands contrastes entre villes et campagnes (Source : UNEP, 2008).
11. Accès à l'eau potable et aux équipements sanitaires dans les villes en 2004 (Source : UNEP, 2008).
12. Accès à l'eau potable et aux équipements sanitaires dans le monde rural en 2004 (Source : UNEP, 2008).
13. Les contrats de la Lyonnaise des Eaux-Suez dans le monde (Source : La Documentation photographique, n° 8014, 2000).
14. Fragmentation des cours d'eau et nombre de nouveaux barrages (Source : UNEP, 2008).
15. Capacité de dessalement en 2006 (Source : La Documentation photographique, n° 8078, 2010).
16. Accès à l'eau et désalinisation en 2007 (Source : Sciences Po, 2010).
17. Les usines de dessalement des pays du Golfe (Source : La Documentation photographique, n° 8014, 2000).
18. Les barrages sur le Nil (Source : F. Lasserre, Les Actes du FIG 2003).
19. Le contrôle des eaux du Tigre et de l'Euphrate (Source : UNEP, 2008).
20. Le difficile partage des eaux en Asie centrale (Source : UNEP, 2008).
21. L'assèchement de la mer d'Aral (Source : UNEP, 2008).
22. L'eau au cœur du conflit entre Israël et la Palestine (Source : UNEP, 2008).
23. La lente disparition du lac Tchad (Source : UNEP, 2008).
24. Prélèvements en eaux de surface et en eaux souterraines en Région wallonne (Source : Tableau de bord de l'environnement wallon, 2010).
25. Consommation d'eau et rejets d'eaux usées par l'industrie manufacturière en Région wallonne (Source : SPW, DGO3, Tableau de bord de l'environnement wallon, 2010).
26. Estimation de la consommation de l'eau de distribution en Région wallonne par secteur d'activités (Source : SPW, DGO3, Tableau de bord de l'environnement wallon, 2010).
27. Consommation d'eau de distribution en Région wallonne (usages domestiques et non domestiques) (Source : SPW, DGO3, Tableau de bord de l'environnement wallon, 2010).

28. Estimation de la consommation domestique d'eau de distribution par commune (Source : SPW, DGO3, Tableau de bord de l'environnement wallon, 2010).
29. Utilisation de l'eau par les ménages (Source : SPW, DGO3, Tableau de bord de l'environnement wallon, 2010).
30. Les sociétés de distribution de l'eau en Région wallonne (Source : AquaWal, Rapport 2011).
31. Les phénomènes El Niño et La Niña (Source : Blog Archipel des Sciences).

2^e Partie

La lutte pour... et contre l'eau

Études de cas

Michel Barbé, Inspecteur honoraire

La présente contribution reprend, pour l'essentiel, les études de cas présentées lors de notre intervention à la KUL le 23 octobre 2010, à l'occasion du Teacher's Day, seconde journée des 4th Belgian Geography Days, « Geography in a changing World ».

Pour ce numéro de GEO, nous avons retenu 3 options :

- conserver celle qui avait présidé à notre travail pour cette journée, à savoir récolter la presque totalité des documents sur Internet, de façon à nous mettre dans la situation d'un élève confronté à la recherche et à la sélection indispensable d'informations souvent pléthoriques, parfois imprécises, voire contradictoires ou non fiables ;
- supprimer les approches cartographiques qui nous avaient permis de mettre en évidence la multiplicité des situations et de cibler ainsi assez rapidement quelques études de cas pertinentes. Ces cartes sont reprises dans le texte ou le dossier annexe constitué par Bernadette MERENNE, qui en a intégré l'exploitation dans sa contribution théorique.
- présenter ici uniquement les fiches de synthèse, sans les documents exploités pour les rédiger. Certains nécessiteront sans doute une actualisation à court ou à moyen terme et leur publication aurait par trop alourdi cette contribution. D'autres ont déjà été publiés dans les FI (2008/183, 2009/187 et 2009/188). Pour tous, nous indiquons nos sources qui permettront à chacun de les retrouver aisément.

Les fiches ont pour ambition de :

- présenter un éventail des situations hydriques, très diverses par leur échelle spatiale, temporelle et humaine ;
- baliser la collecte et la sélection des informations afin de permettre au professeur de consacrer davantage de temps aux objectifs pédagogiques ;
- présenter un canevas de résolution qui pourra faire office de grille d'analyse pour les élèves ;
- suggérer pour chaque cas une comparaison, cas similaire ou contraire, susceptible de le remplacer ou de servir d'exercice d'évaluation.

GRILLE D'ANALYSE DES ÉTUDES DE CAS

Cas :	
Problème	Lutte : <ul style="list-style-type: none"> • pour l'eau ? • contre l'eau ? • les deux simultanément ?
Échelle spatiale	Le problème est-il : <ul style="list-style-type: none"> • local ? • régional ? • national ? • international ? • multiscalaire ?
Échelle de temps	Le problème est-il <ul style="list-style-type: none"> • accidentel ? • conjoncturel ? • structurel
Échelle humaine	Populations concernées : <ul style="list-style-type: none"> • combien ? • populations urbaines ou rurales ? • catégories socioprofessionnelles ?
Tensions face à la gestion de l'eau : <ul style="list-style-type: none"> • pour l'accès à l'eau et pour son appropriation ; • face aux risques d'inondations et à leurs conséquences 	Les acteurs qui interviennent : <ul style="list-style-type: none"> • à quel titre ? • avec quels moyens ?
Paramètres majeurs de l'évolution du problème	Principaux facteurs d'analyse prospective : <ul style="list-style-type: none"> • quelle croissance démographique ? • quels modes de vie et de consommation ? • quelles options de développement ? • quelles répercussions prévisibles des changements climatiques ?
Solution(s) mise(s) en œuvre et/ou projetée(s)	Leur niveau est-il adéquat : <ul style="list-style-type: none"> • à l'échelle spatiale (territoires et populations concernées) ? • au niveau politique ? • à l'échelle temporelle (mesures conjoncturelles, anticipatives ou durables) ?
Comparaison suggérée	Autre cas, similaire ou contraire, ailleurs dans le monde.

Étude de cas 1 : Barcelone	
Problème	Accès à l'eau potable, essentiellement à des fins domestiques.
Échelle spatiale	Agglomération d'environ 7.700 km ² (comarque).
Échelle de temps	Pénurie conjoncturelle : sécheresse en automne 2007 et au printemps 2008. Habituellement, la région bénéficie d'un total pluviométrique annuel non négligeable (650 mm), de type méditerranéen.
Échelle humaine	<ul style="list-style-type: none"> • Population concernée : environ 5 millions d'habitants. • Tensions sociales entre usagers des différentes couronnes urbaines socialement très différentes et aussi entre usagers domestiques et usagers « économiques » (industries, services, maraîchage,...).
Tensions face à la gestion de l'eau	<ul style="list-style-type: none"> • Tensions intra-régionales pour l'exploitation des eaux du Sègre, affluent de l'Ebre : agriculture irriguée de la province de Lérida, menacée par les prélèvements barcelonais ; • Tensions interrégionales avec l'Aragon (projets touristiques de Saragosse) et l'Andalousie, sur le transfert d'eau entre bassins espagnols (avatars du Plan Hydrologique National entre 1993 et 2004).
Paramètres majeurs de l'évolution du problème	<ul style="list-style-type: none"> • Croissance urbaine de l'agglomération barcelonaise, surtout de la couronne externe, la plus grosse consommatrice par habitant. • Les observations climatiques ne permettent pas d'établir une raréfaction des précipitations depuis 1947.
Solution(s) mise(s) en œuvre et/ou projetée(s)	<ul style="list-style-type: none"> • A court terme, restrictions pour les usagers et importation d'eau depuis Marseille par navire-citerne ; • À moyen terme (10 ans), éviter une pénurie structurelle. Pour cela : <ul style="list-style-type: none"> - améliorer le recyclage des eaux usées et meilleure gestion du réseau de distribution ; - limiter les possibilités de construction dans la périphérie (« Anneau vert ») ; - dessaler de l'eau de mer (unité opérationnelle en 2010) ; - projet LRC (Languedoc-Roussillon-Catalogne : construction d'un aqueduc pour amener des eaux du Rhône à Barcelone, donc aussi un transfert de bassin au niveau international.
Comparaison suggérée	<p>Beijing</p> <ul style="list-style-type: none"> • <i>Pénurie en passe d'être structurelle : total pluviométrique annuel non négligeable (650 mm), mais déficit marqué depuis 2000 ; la disponibilité hydrique (300 m³/hab/an) est aujourd'hui très largement inférieure au seuil d'alerte reconnu par l'Unesco.</i> • <i>La pénurie a été accentuée par l'extension de l'agglomération (en 2010, 1.400 km² et 5 périphériques autoroutiers), la croissance démographique (17-20 millions d'habitants) et une consommation domestique en hausse.</i> • <i>Les prélèvements souterrains ayant atteint leur maximum (avec un risque de subsidence, les projets majeurs consistent à transférer de l'eau depuis d'autres bassins fluviaux :</i> <ul style="list-style-type: none"> - <i>en chantier, depuis le Yangzi, avec le risque de tensions régionales avec Shanghai ;</i> - <i>prévu, depuis le fleuve Amour et la rivière Oussouri, avec le risque tensions internationales avec la Russie.</i>

Étude de cas 2. : Bamako	
Problème	Accès à l'eau potable à des fins domestiques dans les quartiers périphériques de l'agglomération.
Échelle spatiale	Urbanisation rapide et anarchique de l'agglomération sur les deux rives du Niger : 22 km ouest-est et 12 km nord-sud, soit 267 km ² .
Échelle de temps	Malgré une alimentation pluviale annuelle non négligeable (moyenne > 850 mm, jamais < 700 mm), pénurie structurelle de type saisonnier tropical (saison sèche de novembre à mai - juin).
Échelle humaine	Agglomération de près de 2 millions d'habitants, dont la croissance annuelle de 70.000 à 80.000 habitants, est la plus rapide d'Afrique. La population a quasi doublé depuis 1998.
Tensions face à la gestion de l'eau	Nombreuses tensions intra-agglomération entre : <ul style="list-style-type: none"> • les habitants des quartiers périphériques et la société de distribution des eaux : coupures trop fréquentes et non prévues, alors que le cœur de la ville et la première ceinture sont bien approvisionnés. • la société de distribution des eaux et les « revendeurs d'eau », qui organisent un commerce « off shore ».
Paramètres majeurs de l'évolution du problème	<ul style="list-style-type: none"> • Urbanisation rapide et anarchique depuis les années 90 • Diminution sensible des pluies annuelles depuis 50 ans • Diminution sensible des apports fluviaux du Niger, principal fournisseur d'eau à l'agglomération.
Solution(s) mise(s) en œuvre et/ou projetée(s)	<p>Multiplier les points d'accès d'eau pour la population, et la continuité de leur alimentation. Pour cela :</p> <ul style="list-style-type: none"> • encourager les bornes-fontaines, dont certaines alimentées par des forages privés, à moins de 100 mètres de profondeur ; • créer des petites stations compactes de potabilisation avec l'aide technique et/ou financière d'agences et de banques étrangères ; • réaliser le projet de la nouvelle station de pompage de Kabala (144.000 m³/jour) grâce à des bailleurs de fonds étrangers ; • mieux gérer les eaux usées grâce à des stations d'épuration.
Comparaison suggérée	<p>Mexico</p> <ul style="list-style-type: none"> • <i>Urbanisation anarchique commencée dans les années 60 : la population est passée de 5 à 20 millions entre 1960 et 2010, et la surface de l'agglomération de 470 à 1.540 km²</i> • <i>Problèmes structurels d'approvisionnement en eau :</i> <ul style="list-style-type: none"> - <i>consommation élevée : 300 litres/jour/hab. ;</i> - <i>alimentation pluviale locale assez faible et en baisse : 628 mm/an entre 1991 et 1995, 365 mm entre 1996 et 2009, avec des contrastes saisonniers (pénurie à la fin de la saison sèche en avril-mai) et des écarts interannuels marqués ;</i> - <i>30 % de l'eau potable est acheminée depuis la rivière Cutzamala, à plus de 130 km de l'agglomération, avec l'obligation d'élever l'eau de 1.200 m dans les aqueducs ;</i> - <i>surexploitation des nappes phréatiques de la cuvette endoréique : problèmes d'affaissement et difficultés d'évacuation des eaux usées par gravité (inversion de pente du « grand canal » datant du 17^e s.).</i> • <i>Tensions entre pouvoirs publics(ou les sociétés de distribution) et :</i> <ul style="list-style-type: none"> - <i>les habitants des quartiers périphériques mal desservis ;</i> - <i>les indiens spoliés de leurs terres dans les zones de captage ;</i> - <i>les agriculteurs de la vallée de Tula qui irriguent leurs champs avec des eaux usées pas ou mal traitées.</i>

Étude de cas 3. : Singapour	
Problème	Pénurie structurelle, sans que les habitants en pâtissent : la ville-État importe 40 % de l'eau consommée depuis la Malaisie
Échelle spatiale	La superficie réduite du territoire (697 km ²) limite fortement les ressources hydriques malgré une pluviométrie abondante de type équatorial à deux moussons (plus de 1.900 mm/an depuis 2004, avec un recul de 10 % par rapport aux 90).
Échelle de temps	Pénurie structurelle depuis l'indépendance en 1965.
Échelle humaine	Augmentation rapide de la population : 4.657.000 hab. en 2009 (6.681 hab./km ²) et 75.000 habitants supplémentaires chaque année.
Tensions face à la gestion de l'eau	Tension avec son fournisseur malaysien : les contrats d'importation viennent à expiration en 2011 pour certains et en 2061 pour d'autres.
Paramètres majeurs de l'évolution du problème	<ul style="list-style-type: none"> • Augmentation importante de la consommation, liée à la croissance démographique et à la recherche d'un cadre de vie de qualité (parcs, jardins, 26 terrains de golf, ...) • Dépendance très grande des importations d'eau depuis la Malaisie, qui pourrait augmenter ses exigences financières ou limiter ses fournitures.
Solution(s) mise(s) en œuvre et/ou projetée(s)	<p>Consacrer une part importante de ses ressources financières au transfert de technologies susceptibles d'assurer progressivement l'autosuffisance de l'approvisionnement (terme fixé : 2061).</p> <p>Les moyens mis en œuvre :</p> <ul style="list-style-type: none"> - augmenter le nombre et la capacité des barrages-réservoirs : 15 en 2009, assurant 35 % des besoins ; - améliorer le recyclage des eaux usées (programme NEWater) : 15 % des besoins en 2009 et 40 % projetés pour 2012 ; - poursuivre les investissements dans la désalinisation qui fournit 10 % de l'eau douce.
Comparaison(s) suggérée(s)	<p>Dubaï et les Émirats Arabes Unis</p> <ul style="list-style-type: none"> • <i>Malgré une alimentation pluviale très faible (67 mm/an, moyenne sur les 10 dernières années, une consommation très élevée : 560 litres/personne/jour, soit 205 m³/hab./an (contre 135 à Singapour).</i> • <i>Transferts de technologie grâce à la puissance financière née du pétrole :</i> <ul style="list-style-type: none"> - 2006 : 5 usines de dessalement d'eau de mer assurant 45.000 m³ d'eau douce par jour (3,2 millions de m³ d'eau de mer traitée) ; - 2007 : 3 nouvelles unités produisant 3,5 millions de m³/jour. • <i>Réalisation de folies très dispendieuses en eau. Exemple : ouverture en 2005 d'une station de ski de cinq pistes, nécessitant la production de 30 tonnes de neige fraîche chaque nuit.</i>

Étude de cas 4. : Le bassin du Murray - Darling	
Problème	Bassin fluvial menacé par la surexploitation agricole de son réseau : <ul style="list-style-type: none"> • chute du débit du fleuve Murray (80 % en 8 ans à son embouchure) ; • salinité croissante de ses eaux (doublée entre 1999 et 2004 à 60 km de son embouchure ; 500 000 tonnes de sel retirées par an de son cours.
Échelle spatiale	Niveau régional d'un « État-continent » : le bassin de Murray (2.600 km) – Darling (2.700 km) couvre 1 million de km ² , soit 14 % du territoire national (concerne 4 États). Regroupe 72 % des terres irriguées du pays.
Échelle de temps	Pénuries conjoncturelles devenues structurelles : au cours du XX ^e siècle, la fréquence des sécheresses est passée de 1 fois/20 ans à 1 fois/3 ans.
Échelle humaine	Population estimée à plus de 2 millions, dont la moitié à Adélaïde. On y compte 60.000 exploitations agricoles (grenier du pays : « food-basket »)
Tensions face à la gestion de l'eau	Depuis 2006, tensions vives entre le gouvernement fédéral désireux de reprendre la gestion de l'eau dans ses compétences et les gouvernements des États qui veulent la conserver ; rôle très actif du lobby agricole.
Paramètres majeurs de l'évolution du problème	<ul style="list-style-type: none"> • Changement climatique : le Murray a un régime pluvial dont le débit, peu élevé souffre depuis 20 ans de : <ul style="list-style-type: none"> - la diminution régulière des précipitations. Exemple : à Canberra, moyenne annuelle de 649 mm entre 1991 et 1995, 579 mm pour 1996-2000, 496 mm pour 2001-2005 et 456 mm pour 2006-2009 ; - l'augmentation régulière des températures : entre 0,5 et 1° C par rapport à la moyenne 1961-1990 (1° C réduit le débit de 15 %). • Augmentation de la population urbaine, et donc de la consommation domestique : plus 55.000 habitants chaque année pour Adélaïde, selon les dernières estimations. • Jusqu'en 2008, une gestion de l'eau trop favorable aux agriculteurs (allocations surévaluées, possibilité de revente des quotas non utilisés). • Développement du secteur minier avec certaines activités très grosses consommatrices.
Solution(s) mise(s) en œuvre et/ou projetée(s)	<ul style="list-style-type: none"> • 2008, après 15 mois de tensions, le gouvernement fédéral parvient à imposer une gestion plus contraignante, et plus économe en eau (la « Murray-Darling Basin Authority »), contre une allocation de 10 milliards de \$ australiens (7 milliards de US \$) pour le rachat des allocations supprimées et la rénovation du réseau d'irrigation. • Améliorer l'alimentation domestique d'Adélaïde : <ul style="list-style-type: none"> - usine de dessalement qui fournira ¼ des besoins en 2011 ; - traitement des eaux usées : passer de 30 % à 45 % en 2015 ; - utilisation domestique plus économe, via deux circuits par foyer.
Comparaison suggérée	<p><u>Le Huang He</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • <i>Son delta de 36.000 km² s'accroît de quelques dizaines de km²/an, mais le débit du fleuve y a diminué de moitié en une décennie.</i> • <i>Le fleuve a un débit irrégulier de type mousson, et pourtant même en été, il n'atteint plus toujours la mer : en 1972, ce fut le cas 21 jours – en 1992, 82 jours – en 1995, 118 jours – en 1998, 250 jours.</i> • <i>En cause, les prélèvements en amont à des fins agricoles (irrigation), industrielles et domestiques : 49 milliards m³ en 2009, 54 en 2010 et 65 prévus en 2030 pour un débit annuel de 58.</i>

Étude de cas 5. : Le bassin du Mékong	
Problème	Exemple de la difficile gestion de l'eau des fleuves transfrontaliers (Colorado, Syr-Daria, Tigre et Euphrate, Jourdain,...). Les difficultés ne sont pas moindres pour les fleuves frontaliers (Amour, Rio Grande, ...). Pour le Mékong, tensions vives entre la Chine et les quatre pays riverains du Bas-Mékong pour l'aménagement du fleuve et de son bassin.
Échelle spatiale	Échelle internationale. Le Mékong a une longueur de 4.800 km et son bassin de 750.000 km ² concerne six pays : <ul style="list-style-type: none"> • la Chine contrôle son cours supérieur (1/2 de sa longueur) et 21 % de son bassin ; • le Myanmar est marginal : 3,5 % du bassin ; • l'essentiel du bassin se trouve au Laos, en Thaïlande et au Kampuchéa : de 20 à 25 % pour chacun ; • le Vietnam possède le delta : 4,5 %.
Échelle de temps	Les tensions sont apparues en 1986, quand la Chine a commencé à construire, sans concertation, le premier d'une série de huit barrages sur son territoire.
Échelle humaine	Le bassin concerne plus de 60 millions d'habitants, dont un grand nombre dépendent directement du fleuve pour vivre : pêcheurs, riziculteurs, producteurs de fruits et légumes, transporteurs,... sans oublier l'eau domestique pour les habitants et les besoins touristiques, source de revenus non négligeable pour les quatre pays.
Tensions face à la gestion de l'eau	<ul style="list-style-type: none"> • Tensions majeures entre la Chine et les quatre pays du Bas-Mékong. Aucun des six pays n'ayant ratifié la Convention des Nations Unies sur les Fleuves Transfrontaliers, la Chine a profité de sa position dominante pour développer un vaste programme hydroélectrique. Les quatre pays du Bas-Mékong craignent que les retenues et les lâchers hydroélectriques menacent gravement la pêche (notamment au Tonle Sap) et l'agriculture dans le delta, davantage exposé à la salinisation. En 1995, ils ont créé une agence intergouvernementale (Mekong River Commission, MRC) pour tenter d'imposer une gestion plus équitable, plus cohérente et plus durable des eaux du fleuve. La Chine, au contraire, prétend que ses barrages auront un impact positif à l'aval en permettant de réguler le régime du fleuve : contrôle des crues par les retenues et soutien des étiages par les lâchers. • Tensions mineures au sein du MRC, entre la Thaïlande (le plus en amont des quatre) et le Vietnam (le plus en aval) ; ce dernier voudrait établir une gestion plus contraignante à ses partenaires.
Paramètres majeurs de l'évolution du problème	<ul style="list-style-type: none"> • Les besoins énergétiques énormes réclamés pour son expansion économique risquent de maintenir la Chine dans une attitude non conciliante. • La croissance démographique (entre 0,9 et 2,5 % par an) des quatre pays risque d'accroître les besoins en eau dans tous les domaines.
Solution(s) mise(s) en œuvre et/ou projetée(s)	Aucun résultat tangible aujourd'hui d'après nos recherches.
Comparaison suggérée	<u>Le bassin du Nil</u> <ul style="list-style-type: none"> • <i>Cas particulier car inverse : les pays situés en amont ne sont pas en situation dominante. Ici, l'Égypte, le pays le plus à l'aval, est jusqu'à présent en position dominante pour des raisons historiques (droit de veto accordé en 1929 par la Grande-Bretagne, puis accord entre l'Égypte et le Soudan de 1959).</i> • <i>B. MERENNE développe le cas dans la partie théorique (5.2.).</i>

Étude de cas 6. : La Jordanie	
Problème	Disponibilités hydriques de 179 m ³ /hab./an soit : <ul style="list-style-type: none"> • sensiblement moins que celles des États voisins, sauf la « Palestine » ; • très en dessous du seuil international de pénurie (1.000 m³/hab./an).
Échelle spatiale	Niveau de l'État-nation, vaste de 89.210 km ² , dont 80 % de déserts. La population et la vie économique sont concentrées dans le Ghor, soit la vallée du Jourdain, la mer Morte et la vallée du wadi Araba.
Échelle de temps	Pénurie structurelle liée aux faibles précipitations et qui s'aggrave malgré des ressources hydriques légèrement en hausse : <ul style="list-style-type: none"> • 1995 : ressources hydriques de 880.106 m³/an et 250 m³/hab./an ; • 2000 : ressources hydriques de 960.106 m³/an et 179 m³/hab./an.
Échelle humaine	Population estimée à 6 millions en 2006, très urbanisée (82 %).
Tensions face à la gestion de l'eau	<ul style="list-style-type: none"> • Internes, entre usagers citadins et acteurs économiques (agriculture, tourisme). • Internationales, avec les États riverains pour les eaux du Jourdain (Israël et Syrie) et les eaux souterraines (Syrie et Arabie Saoudite).
Paramètres majeurs de l'évolution du problème	Précarisation hydrique au cours des dernières décennies. En cause : <ul style="list-style-type: none"> • la diminution des apports du Jourdain en aval du lac de Tibériade (moins 40 % depuis 1975), engendrée par des prélèvements plus importants de la Syrie dans le Yarmouk (de 90 à 200.10⁶ m³/an) ; • l'extension très importante de l'agriculture irriguée (légumes et fruits destinés à l'exportation) : <ul style="list-style-type: none"> - 1975 : 24.500 ha avec 245.10⁶ m³, dont 2/3 d'eaux superficielles ; - 2000 : 45.300 ha avec 330.10⁶ m³ dont 42 % d'eaux superficielles. • une urbanisation croissante (plus 15 % entre 1990 et 2006), résultat de la jeunesse de la population, de la politique d'intégration des réfugiés palestiniens et de la politique de sédentarisation des Bédouins ; • le développement récent d'un tourisme hôtelier de haut niveau, nouveau moteur économique très gourmand en eau.
Solution(s) mise(s) en œuvre et/ou projetée(s)	<ul style="list-style-type: none"> • Augmenter les ressources : barrage de l'Unité avec la Syrie, barrages des Southern Ghors, exploitation plus intensive des eaux souterraines (badia et Disi), transfert d'eau par pompage depuis la mer Rouge en partenariat avec Israël et la « Palestine » (« canal de la Paix »). • Diminuer la consommation : irrigation plus performante, recyclage des eaux usées, rénovation des réseaux de distribution.
Comparaison suggérée	<u>Le Yémen</u> <i>Similitudes très nombreuses avec la Jordanie :</i> <ul style="list-style-type: none"> • disponibilités hydriques parmi les plus faibles du monde (à peine 200 m³/hab./an), situation jugée par certains comme irrémédiable ; • pénurie structurelle liée aux faibles précipitations ; • une aggravation de la pénurie depuis quelques décennies. En cause : <ul style="list-style-type: none"> - l'accroissement rapide de la population (24.10⁶ en 2010, mais X 2 en 25 ans). La consommation domestique ne représente aujourd'hui que 10 %, mais la situation est dramatique dans la partie moderne de Sana'a (la population contrainte de s'approvisionner auprès des entreprises privées consacre 1/3 de ses revenus à l'achat de l'eau) ; - rôle majeur de la politique agricole (90 % de la consommation d'eau) axée sur les cultures de rente (café, coton, fruits, ...) et la production de qat (narcotique local) très gourmand en eau ; - épuisement rapide des ressources souterraines, sollicitées pour les cultures en terrasses, jadis pluviales. <i>Une différence de taille : aucune rivière permanente au Yémen.</i>

Étude de cas 7. : La tempête Xynthia sur le littoral atlantique français	
Problème	Exemple d'inondation marine engendrée par une tempête. Inondations catastrophiques sur le littoral de la Vendée et de la Charente-Maritime dans la nuit du 27-28 février 2010.
Échelle spatiale	Tout le littoral atlantique subit des vents très violents, mais les inondations affectent surtout la Vendée, en particulier à la Faute-sur-Mer, ainsi que la Charente-Maritime où les dégâts sont disséminés sur 12 communes. Surfaces inondées estimées à 55.000 – 60.000 hectares.
Échelle de temps	Tempête de type décennal, donc inondation conjoncturelle, causée par la conjonction de vents violents (entre 130 et 160 km/h) et de la pleine mer de marées de fort coefficient (102), qui a provoqué la rupture des digues.
Échelle humaine	Nombreuses victimes (47 morts). Des milliers de maisons inondées. Plus de 500 exploitations agricoles touchées. Parcs ostréicoles détruits à >50 % en Vendée.
Tensions face à la gestion de l'eau	<ul style="list-style-type: none"> • Doutes sur l'efficacité de l'alerte déclenchée par Météo-France. • Remise en cause de l'aménagement du territoire sur le littoral. • Contestations de la cartographie des zones dangereuses définies par le gouvernement le 8 avril 2010.
Paramètres majeurs de l'évolution du problème	<ul style="list-style-type: none"> • Recrudescence de tempêtes liées au changement climatique ? • Multiplication des résidences secondaires sur le littoral. • Manque de rigueur dans l'octroi des permis de construire ?
Solution(s) mise(s) en œuvre et/ou projetée(s)	<ul style="list-style-type: none"> • À court terme, cartographie des zones noires non constructibles ; les habitations y seront détruites (1.366 au total). • À moyen terme, le gouvernement adopte (17.02.2011) un « Plan national submersions rapides (PPRL) » reposant sur quatre piliers : <ul style="list-style-type: none"> - maîtrise de l'urbanisation : obligation pour 242 communes d'élaborer pour fin 2014, un plan de prévention des risques (PPR) et de revoir celui existant pour 68 autres ; - fiabilité des ouvrages et des systèmes de protection : révision et confortation de 1.200 km de digues (190 chantiers) entre 2011 et 2016 ; - amélioration des systèmes de surveillance, de prévision, de vigilance et d'alerte, reposant sur un « plan radar » finalisé à l'horizon 2021 ; - sensibilisation des populations via l'élaboration d'un plan communal de sauvegarde, dès la prescription d'un PPR.
Comparaison suggérée	<p><u>Les Pays-Bas.</u></p> <p><i>Un quart du territoire sous le niveau de la mer. Depuis 1953 (1.800 morts), la lutte contre les inondations y est un souci permanent. Aujourd'hui, la menace de nouvelles inondations est triple :</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • <i>la montée des océans pourrait, selon le Giec, affecter dans les prochaines décennies, toutes les terres en dessous de la cote + 10 ;</i> • <i>les crues soudaines de la Meuse et du Rhin, liées aux pluies ;</i> • <i>le phénomène d'affaissement des grandes zones tourbeuses.</i> <p><i>Pour y faire face, les P-B allient méthodes ancestrales et innovations :</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • <i>parmi les premières, le barrage anti-tempête du Maeslantkering (dans le Nieuwe Waterweg, près de Rotterdam), inauguré en 1997 et utilisé pour la première fois le 9 novembre 2007 ;</i> • <i>parmi les solutions novatrices :</i> <ul style="list-style-type: none"> - <i>conception de maisons adaptées à la montée des eaux, amphibies ou flottantes : premier parc de 32 maisons à Maasbommel (Gelderland) ;</i> - <i>mise en œuvre d'un aménagement du territoire basé sur le concept de « Living with water » (au lieu de « Fighting against water » qui conduit à rétablir des zones inondables pour absorber les crues importantes.</i>

Étude de cas 8. : Les inondations des 13-14 novembre 2010 en Belgique

Problème	Inondations par débordements fluviaux, consécutifs à un épisode pluvieux.
Échelle spatiale	<ul style="list-style-type: none"> • Presque toutes les régions sont touchées, surtout à l'ouest d'un axe Tournai-Gand, et aussi à l'est d'une ligne Namur-Hasselt. • 248 communes touchées, en particulier, Beaumont (Hantes), Tubize, Halle, Sint-Pieters-Leeuw et Grimbergen (Senne et/ou canal Charleroi-Bruxelles), Geraardsbergen et Ninove (Dendre).
Échelle de temps	<p>Caractère conjoncturel :</p> <ul style="list-style-type: none"> • en moins de 72 heures, il est tombé l'équivalent (70 mm) du total mensuel moyen d'un mois de novembre habituel ; • dernière inondation générale comparable : décembre 1993 ; • pour certains experts, la probabilité qu'un tel phénomène se reproduise serait de 500 ans pour la Dyle et de 1.000 ans pour la Senne.
Échelle humaine	5 morts et dégâts matériels importants (ex. 400 maisons inondées à Tubize). Coûts estimés : 180 millions d'euros, dont 95 pour la Wallonie. Pour les dédommagements, l'épisode a été reconnu comme « calamité naturelle » (norme : 30l/m ² /heure ou 60 litres en 24 heures).
Tensions face à la gestion de l'eau	<p>Nombreuses critiques citoyennes qui dénoncent :</p> <ul style="list-style-type: none"> • le manque de réactivité des services concernés. Météo-Belgique avait prévu l'ampleur de la perturbation et avait lancé une alerte orange au matin du 12 novembre, suivie d'une rouge le 13 à la mi-journée ; • le morcellement des compétences entre les différents niveaux de pouvoir (fédéral, régional, provincial et communal) chargés de : <ul style="list-style-type: none"> - prendre les mesures d'urgence (ex. ouverture de la vanne de Lembeek) ; - coordonner les mesures préventives (ex. le cours de la Senne est géré par la commune de Soignies, la province du Hainaut, la direction des voies navigables de la Région wallonne, la Région Bx-Capitale,...). Les programmes de modélisation des inondations s'arrêtent aux frontières des régions ; • la mauvaise gestion de la voirie (curage, adaptation des gabarits) par les communes et celle des cours d'eau (non navigables) par les provinces ; • les options et le laxisme des services de l'aménagement du territoire : constructions en zones inondables, abandon du rôle tampon des marais, remembrements agricoles (qui augmentent le ruissellement),...
Paramètres majeurs de l'évolution du problème	Les effets possibles des changements climatiques sur la fréquence et la violence des précipitations face aux dispositions légales, plus ou moins contraignantes en termes de prévention et de secours.
Solution(s) mise(s) en œuvre et/ou projetée(s)	<ul style="list-style-type: none"> • Création de centres régionaux de crise, passerelle entre l'administration régionale et le Fédéral. • L'arsenal wallon s'articule sur deux dispositions majeures : <ul style="list-style-type: none"> - le plan « PLUIES », adopté en 2003, dont le pilotage est confié au SETHY Service d'Études hydrologiques) et qui vise à corriger les défauts dénoncés ci-dessus ; - la transposition de la directive européenne 2007/60, qui imposera des adaptations des cartes des zones inondables et des obligations nouvelles aux communes en matière de prévention et de gestion des inondations.
Comparaison suggérée	<p>Les inondations des 14-15 juin 2010 dans le Var</p> <ul style="list-style-type: none"> • <i>Phénomène comparable, mais un peu plus court car d'origine orageuse : 400 l/m² à Draguignan (total mensuel habituel).</i> • <i>La zone affectée est plus restreinte : les bassins de l'Argens et surtout celui de la Nartuby, son affluent.</i> • <i>Effets plus meurtriers : au moins 25 morts.</i> • <i>Mêmes mises en cause de l'aménagement du territoire et du laxisme des pouvoirs publics dans l'octroi des permis de construction en zones inondables et dans l'entretien de la voirie.</i>

Étude de cas 9. : L'acqua alta à Venise	
Problème	Inondation de la ville, causée par certaines marées : se produit quand la mer atteint un niveau d'environ 100 centimètres au-dessus de son niveau normal (80 cm ou 110 cm, selon d'autres experts).
Échelle spatiale	Niveau local. Venise est un archipel (118 îles, 177 canaux et 400 ponts), situé à une altitude de 3 mètres dans une lagune qui communique avec la mer par trois passes (Lido, Malocco et Chioggia).
Échelle de temps	Inondation structurelle de type saisonnier, d'octobre à fin janvier, avec une fréquence maximale en novembre.
Échelle humaine	Au 30.06.2009, 270.835 habitants, dont 60.052 intra-muros.
Tensions face à la gestion de l'eau	Depuis 25 ans les causes et les solutions font débat : <ul style="list-style-type: none"> • la municipalité vénitienne critique le coût du projet gouvernemental (MOSE) et soutient un projet alternatif ; • les mouvements écologiques critiquent l'aménagement maritime de la lagune après 1950 et remettent en cause la navigation marchande.
Paramètres majeurs de l'évolution du problème	<ul style="list-style-type: none"> • Recrudescence du phénomène depuis les années 1960, avec une fréquence et une amplitude nettement plus marquées depuis 2000. • Subsidence de la ville (20 à 30 cm au XX^e siècle) provoquée par le poids des constructions sur pilotis reposant sur un sol marécageux sensible à la compression et le pompage excessif dans la nappe phréatique (6.000 puits) pour les besoins domestiques et industriels. • Les aménagements maritimes de la seconde moitié de XX^e siècle : création d'un pôle pétrolier et chimique dans le port de Marghera, qui a nécessité le creusement d'un canal rectiligne, profond de 15 à 20 mètres pour pétroliers et cargos ; le creusement et la navigation perturbent le système hydrologique de la lagune ; • Développement du tourisme de masse du type croisière : navigation et accostage de grands paquebots.
Solution(s) mise(s) en œuvre et/ou projetée(s)	<ul style="list-style-type: none"> • Conçu dans les années 1980, suite à l'inondation catastrophique de 1966, le projet MOSE (Modulo Sperimentale Elettromeccanico) a été imposé par le gouvernement italien en 2001. Il s'agit d'un système de 78 vannes hydrauliques, digues mobiles à immerger aux trois entrées de la lagune et qui doivent se soulever en cas de prévision d'une marée supérieure à 110 cm. Débutés en 2003, les travaux devraient s'achever en 2011-2012. • Projet alternatif soutenu par la municipalité vénitienne et susceptible de compléter MOSE : injecter de l'eau dans le sous-sol (3 puits de 600 à 800 mètres de profondeur) pour compenser l'affaissement de la ville. Objectif : soulever la surface de 25 à 35 cm au bout de 10 ans.
Comparaison suggérée	<p><u>Le Mont Saint-Michel</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • <i>Problème similaire : protéger un site touristique classé patrimoine de l'Unesco et menacé par les effets des marées.</i> • <i>Cas inverse : au Mont-Saint-Michel, les dépôts sédimentaires déposés à marée montante ne sont que partiellement évacués à marée descendante et leur accumulation menace le caractère insulaire du Mont, donc sa spécificité et sa valeur touristique.</i> • <i>Solutions majeures retenues pour désensabler le Mont :</i> <ul style="list-style-type: none"> - <i>construire un nouveau barrage sur le Couesnon qui se jette dans la baie. Cet ouvrage aura pour vocation d'évacuer violemment les sédiments par un effet de chasse d'eau ;</i> - <i>remplacer la digue-route actuelle d'accès par un pont-passerelle qui laissera passer les courants d'évacuation.</i>

Étude de cas 10. : Menace sur le delta du Nil	
Problème	Exemple de la fragilité des deltas soumis aux variations du niveau marin et aux effets des aménagements hydrauliques en amont. Pour le Nil, une partie importante du delta (de 1.800 à 5.700 km ² , suivant les experts) pourrait être submergée dès 2020.
Échelle spatiale	Niveau régional : le delta occupe 25.000 km ² (2,5 % de la superficie de l'Égypte). Une grande partie du delta se situe à moins de 2 m d'altitude.
Échelle de temps	Phénomène structurel assez récent, lié : <ul style="list-style-type: none"> • aux barrages d'Assouan, surtout celui de 1964 qui piège 90 % de la charge solide du Nil dans le lac Nasser (8 % supplémentaires sont piégés dans les 10.000 km de canaux d'irrigation du delta); • au réchauffement climatique.
Échelle humaine	<ul style="list-style-type: none"> • 47 millions d'habitants (avec Le Caire), soit 60 % de la population égyptienne; 30 millions pour le delta sensu stricto. Alexandrie (4,4 millions d'hab.) et Port-Saïd (600.000 hab.), sont situées sur la côte. • Grenier de l'Égypte, le delta assure près de la moitié de la production agricole du pays : blé, riz, fèves, bananes,...
Tensions face à la gestion de l'eau	Les cartes alarmistes réalisées pour le PNUE et publiées dès 1990, ne provoquent guère de réactions ou de tensions dans le pays : <ul style="list-style-type: none"> • pour les paysans, pas encore d'effets alarmants pour leurs cultures; ils attribuent la salinisation des terres à l'utilisation massive d'engrais, pas à une possible infiltration d'eau de mer dans les nappes; • les gouvernants ont jusqu'ici accordé leurs priorités : <ul style="list-style-type: none"> - à la question de l'approvisionnement en eau : de 1990 à 2000, les demandes sont passées de 61 à 72 km³/an alors que les ressources sont, au mieux, restées constantes, de l'ordre de 65 km³/an; - à l'extension des terres agricoles irriguées, notamment au Sinaï.
Paramètres majeurs de l'évolution du problème	<ul style="list-style-type: none"> • L'ampleur de la montée du niveau de la Méditerranée. La simulation du PNUE envisage trois options pour la fin du XXI^e s : <ul style="list-style-type: none"> - 50 cm : 1.800 km² submergés et 4 millions de « réfugiés »; - 1 m : 4.500 km² submergés et 6 millions de « réfugiés »; - 1,5 m : 5.700 km² submergés et 8 millions de « réfugiés ». Estimations les plus communes, dont celles du Giec : de 30 cm à 1 m. • Le volume des prélèvements hydriques dans le bassin pour : <ul style="list-style-type: none"> - l'agriculture irriguée : 9,4 km³ (dont 2,3 recyclés) pour 1 million de feddans (420.000 hectares); - les usages domestiques : la population pourrait doubler d'ici 2050. • Les prélèvements projetés par l'Éthiopie (9 km³) pour son agriculture; elle dénonce le partage égypto-soudanais de 1959. D'autres pays en amont demandent également à revoir le partage des eaux du Nil.
Solution(s) mise(s) en œuvre et/ou projetée(s)	Des réponses politiques jusqu'ici limitées : <ul style="list-style-type: none"> • préparation au sein du Ministère de l'environnement d'une « étude stratégique nationale » sur l'adaptation au changement climatique; • édification par une société chinoise de murs de béton à Alexandrie et à Rosette, ainsi que la construction de digues immergées au large.
Comparaison suggérée	Les Sunderbans du Bangladesh <ul style="list-style-type: none"> • Couvrent 10.000 km² de terres et d'eau dans le delta du Gange et du Brahmapoutre : les habitants y luttent contre l'inondation et la mouvance des « chars » (îles sablo-limoneuses, marines ou fluviales). • Trois fléaux : les typhons, la montée du niveau marin et un appauvrissement (contesté) des apports sédimentaires himalayens. • Deux solutions en cours : replantation de la mangrove (140.000 ha inscrits au patrimoine mondial de l'Unesco) et construction de barrages.

Étude de cas 11. : La lutte contre les inondations fluviales en Chine	
Problème	Pertinence, gouvernance et efficacité de la lutte contre les inondations.
Échelle spatiale	Risques d'inondations fluviales très élevés (fléau national), liés à : <ul style="list-style-type: none"> • la longueur du réseau hydrographique : 220.000 km, 5.000 cours d'eau, dont 1.500 ont un bassin supérieur à 1.000 km² ; • le climat : la majorité des cours d'eau sont soumis, au moins sur une section de leur cours, à une alimentation pluviale du type mousson. S'y ajoute l'impact des typhons sur les régions proches de l'océan. Ces risques sont plus grands au sud du parallèle de Shanghai.
Échelle de temps	<ul style="list-style-type: none"> • Phénomène structurel de type saisonnier. • Dès sa fondation, la République populaire a lancé un vaste plan d'aménagement des rivières et de lutte contre les inondations : 22 barrages en 1949 et 85.600 aujourd'hui ; 270.000 km de digues.
Échelle humaine	<ul style="list-style-type: none"> • Population concernée difficile à estimer. Les inondations majeures interpellent par le nombre de victimes (par exemple, celle du Yangzi, juillet 2010 : 500 morts et 2,4 millions de personnes déplacées. • Les aménagements nécessitent un « traitement social » des populations riveraines : déplacement dans les parties ennoyées à l'amont des retenues, mesures d'accompagnement des agriculteurs à l'aval, privés d'une partie de l'eau d'irrigation.
Tensions face à la gestion de l'eau	Difficile de cerner les tensions en Chine. Toutefois sont perceptibles : <ul style="list-style-type: none"> • des problèmes de gouvernance : les compétences sont fragmentées ; • certaines associations dénoncent le gigantisme et la fragilité des ouvrages et la priorité accordée aux objectifs économiques (production électrique et navigabilité). Ex. : Les Trois Gorges.
Paramètres majeurs de l'évolution du problème	<ul style="list-style-type: none"> • L'alluvionnement nécessite un rehaussement régulier des digues. • La fonte accélérée des glaciers tibétains apportera 10 millions à 1 milliard de m³ supplémentaires, ingérable par les ouvrages actuels. • Le Giec prévoit une intensification des moussons (l'année 2010 fut la plus catastrophique depuis une décennie).
Solution(s) mise(s) en œuvre et/ou projetée(s)	Depuis 5 ans, le gouvernement a opté pour une gestion plus écologique qui vise à rétablir les écosystèmes d'un bassin. Ex. : le Yangzi : 3.500 km de digues rénovées et 3.000 km ² de polders retransformés en lacs.
Comparaison suggérée	<p>La lutte contre les inondations au Japon</p> <ul style="list-style-type: none"> • <i>Risques d'inondations fluviales, également très élevés, liés aux conditions :</i> <ul style="list-style-type: none"> - climatiques, qui s'aggravent. Ex. : fréquence des pluies diluviennes (> 50 mm/heure) : 209 cas pour la décennie 1976-1985, 234 pour 1986-1995 et 288 pour 1996-2005 ; - topographiques : les cours d'eau sont courts (< 200 km), mais leur forte pente engendre un débit très rapide. Beaucoup de villes sont situées en dessous du niveau d'inondation des cours d'eau ; 9,4 % de la population de l'arrondissement de Tokyo habitent en zone inondable (9,5 % à Londres) • <i>Depuis le début des années 2000, le Japon a défini une politique globale de préventions des inondations, avec pour objectif de limiter celles-ci à 1 cas/30-40 ans, par pluies diluviennes. Elle s'appuie sur trois dispositions complémentaires :</i> <ul style="list-style-type: none"> - restauration des cours d'eau (élargissement et approfondissement du lit, canaux de dérivation,...), gérée conjointement par l'État, les préfectures et les communes ; - gestion des bassins fluviaux (zones de ruissellement, de rétention, d'évacuation), confiée aux collectivités locales ; - mesures de réduction des dommages (alertes, évacuation des habitants,...) du ressort des collectivités locales des bassins.

Étude de cas 12. : La gestion de l'eau en Camargue	
Problème	Exemple de la difficile gestion de l'eau dans les deltas : <ul style="list-style-type: none"> • inondations marines et/ou fluviales (crues) ; • salinité des eaux et des sols, génératrice de milieux et d'activités spécifiques.
Échelle spatiale	Delta de 150.000 ha, embouchure du Rhône dans la Méditerranée et alimenté par deux bras actifs du fleuve, qui délimitent le Parc naturel Régional (82.000 ha).
Échelle de temps	Apparus vers 1930 avec la viticulture inondée (lutte contre le phylloxéra), les problèmes de gestion de l'eau se compliquent après 1945 avec la riziculture inondée (actuellement 18.000 ha).
Échelle humaine	Occupation humaine faible : densité < 10 hab./km ² ; à peine 2.300 habitants à Saintes-Maries-de-la-Mer. Dans le Parc, les « milieux naturels » occupent 53,3 % de la superficie, avec 18.000 ha qui bénéficient du statut de réserve (activités humaines interdites à 95 %).
Tensions face à la gestion de l'eau	<ul style="list-style-type: none"> • Plus de tensions majeures relatives aux risques d'inondation. • Tensions assez vives, par contre, pour l'appropriation de l'eau. Les acteurs ont des exigences très différentes, voire contradictoires : <ul style="list-style-type: none"> - riziculteurs : grands volumes d'eau douce d'avril à septembre ; - éleveurs : terrains pas ou peu inondés toute l'année ; - protecteurs de la nature : eaux plus ou moins saumâtres, suivant la saison et les espèces végétales et animales ; - pêcheurs : étangs très saumâtres ou salés toute l'année ; - saliniers : eaux marines d'avril à août.
Paramètres majeurs de l'évolution du problème	<ul style="list-style-type: none"> • Pressions exercées par les exploitants agricoles et les promoteurs touristiques ; elles risquent de modifier les demandes en eau. • Le recul de la riziculture au profit du blé et des légumes, devenus plus intéressants sur le marché, diversifiera les exigences en eau. • Les aménagements du Rhône en amont. Ex. : la livraison d'eau du Rhône à Barcelone (projet LRC) grèvera de 1 % son débit.
Solution(s) mise(s) en œuvre et/ou projetée(s)	<ul style="list-style-type: none"> • La protection contre les inondations est assurée par l'endiguement complet du Parc sur son périmètre. Néanmoins, 5 inondations entre 1993 et 2003, à la suite de la rupture des digues fluviales. • Un système complexe (réseau d'irrigation et réseau de drainage, dont une partie privée) assure le partage des eaux. Ce système a complètement inversé les conditions hydrologiques naturelles (le cœur du delta est sous eau en été, saison sèche en Méditerranée)
Comparaison suggérée	<p><u>Le delta de l'Ebre</u></p> <p>À une échelle spatiale moindre (33.000 ha), nombreuses similitudes :</p> <ul style="list-style-type: none"> • delta construit et alimenté par un fleuve au régime irrégulier : un étiage important à la fin de l'été (climat méditerranéen), une crue principale au printemps (fonte des neiges des monts Cantabriques) et une crue secondaire à l'automne par l'arrivée des pluies ; • l'occupation des sols y est un enjeu important entre protecteurs de la nature (Création du parc naturel en 1983) et les nombreux acteurs économiques (55.000 habitants – 172 hab./km²) : riziculteurs, maraîchers, pêcheurs, ostréiculteurs,... • irrigation et de drainage, ont permis au delta de devenir l'un des greniers de l'Espagne : 65 % de la surface consacrés à la riziculture ; • la salinité des eaux et des sols y constitue un problème majeur, mais plus grave qu'en Camargue, causée par la réduction des apports d'eau fluviale (150 retenues à l'amont), qui favorise la pénétration de l'eau salée qui remonte le fleuve sous l'eau douce. <p>Une différence majeure : régression sensible du delta de l'Ebre (parfois 100 m/an), qui s'aggraverait encore avec les prélèvements prévus par le PHN (voir le cas de Barcelone).</p>

Principales sources consultées

Barcelone

- Pénurie 2007-2008 : LE SOIR (03.04.2008), EL PAYS (11.04.2008) et <http://www.rivernet.org>
- Données climatiques : - diagramme ombrothermique : Géo n° 64, p. 41 - évolution : <http://www.tutempo.net/climat>
- Évolution démographique : Genelatitat Catalunya : <http://www.idescat.net>
- Les enjeux économiques : - « Enjeux Méditerranée n°1-2006 » : <http://www.areiion.fr>
- prélèvements hydrographiques par secteur d'activités : « European Rivers Network », 2005
- Le projet LRC : - Jean-Louis BLANC : http://fig-st-die.education.fr/actes_99
- « El projecte de Transvasament Roine-Barcelona » : <http://www.rivernet.org>
- PHN : Valérie LACROIX, Igeat : <http://www.ulb.ac.be/syudents/desge>

Bamako

- La quête de l'eau (images et texte) : - <http://www.journaldumali.com/>
- <http://www.afribone.com/spip.php?article831>
- Evolution des ressources pluviales : - <http://www.climate-charts.com/Locations/m/M161291.php>
- <http://www.unesdoc.unesco.org>
- Évolution de la consommation domestique : The World Factbook.CIA.ONU.FAO
- Image satellitaire de Bamako : Google Map
- Les solutions et leur financement : - <http://www.initiatives-mali;info/spips.php?article654>
- LE CHALLENGER (journal malien), 03.05.2010 : <http://www.maliweb.net/category.php?NID=6030>

Singapour

- La politique des réservoirs d'eau pluviale : - mission 2006 du professeur THEVENOT : <http://www.bulletins-electronique.com>
- <http://www.eco-asia.info/content/sp-marina-barrage>
- La politique de recyclage des eaux usées : mission 2006 du professeur THEVENOT, op. cité
- Quelques paramètres d'évolution : - <http://www.cosmovisions.com/singapour-Table.htm>
- <http://www.tutempo.net/climat>
- <http://www.interex.fr>
- mission 2006 du professeur THEVENOT, op. cité

Le bassin du Murray-Darling

- Un bassin fluvial menacé : sources diverses dont Sébastien LAMONTAGNE – CSIRO Land and Water Australie
– entretiens du Centre Jacques Cartier, Lyon – 30.11 -01.12. 2009
- Une alimentation pluviale en baisse ? – <http://www.tutempo.net/climat>
- http://www.bom.gov.au/cgi/silo/reg/cli_chg/
- Une économie trop gourmande en eau ? – <http://www.sacsdevoyage.fr/seche-resse-australie>
- http://www.fr.wikipedia.org/wiki/Olympic_DAM

- Des prélèvements domestiques trop importants ? – consommation/hab. ; Eurostat 2008 et OCDE 2005
- <http://www.fr.wikipedia.org/>
- Des solutions ? – changer les pratiques agricoles : - <http://www.novethic.fr>
- Courrier de l'Unesco, 2009/3 : <http://portal.unesco.org>
- réduire la consommation domestique : O. PETITJEAN : <http://www.partagede-seaux.info>

Le bassin inférieur du Mékong

- Description du bassin : - <http://vertigo.revues.org/3715>
- <http://miruram.mpl.ird.fr/valpedo/miruram/vietnam/bassmek.htm>
- <http://www2.ac-toulouse.fr/histgeo/program/enclasse/vietnam1.htm>
- Les tensions : - M. RICHARDSON, dans le Courrier International, 01-07.10 .2009
- B. AFFELTRANGER, « Un complexe hydropolitique régional », Économie & Humanisme, n° 372, mars 2005

La Jordanie

- Une pénurie chronique : Water ressources FAO- Aquastat 2002 : <http://idehedn.fr/portail/rapport/55>
- Les contraintes climatiques : - « Overview of Middle East Water Resources » :
- <http://exact-me.org/overvizw/p0405.htm>
- Aquastat : <http://www.fao.org/nr/water/aquastat/countries/Jordan/index.stm>
- <http://www.ism-france.org/news>
- http://www.lib.utexas.edu/maps/middle_east_andasia/jordan_veg1986.jpg
- Les options politiques et économiques : - <http://www.iwmi.cgiar.org/Assesment>
- <http://www.lib.utexas.edu/maps/>
- Organisation mondiale du tourisme
- Les contraintes démographiques : -World population Prospects 2007 : <http://faostat.fao.org>
- Service d'eau potable d'Amman : <http://www.mrea-jo.org/Documents>
- Des ressources nouvelles ? – Chr.CHESNOT, 2006 : <http://www.faits-et-projets.com/pdf/Jordanie>
- <http://www.mrea-jo.org/Documents>
- <http://www.ism-france.org/news>

La tempête Xynthia

- Les faits, causes et conséquences : - <http://www.notre-planete.info/actualités>
- <http://wikipedia.org>
- Les solutions envisagées : - <http://www.planetevivante.wordpress.com/2010/04/09:après-Xynthia>
- <http://www.localis.fr/cs/Contentserver>
- http://www.developpement-durable.gouv.fr/IMG/pdf/Xynthia_un_an_après

L'acqua alta à Venise

- Le phénomène : - actualité : - Rome-AFP, 01.12.2009 : <http://reunion.orange.fr/news/monde>
- http://fr.wikipedia.org/wiki/Fichier:Venice_Lagoon_December_9_2011.jpg
- évolution : http://it.wikipedia.org/wiki/Statistiche_dellacqua_alta_a_venezia
- Les causes : - <http://www.insecula.com/musee/M0090.html>
- http://www.unesco.org/courrier2009_09/fr/planet.htm
- <http://www.ilpiave.it/modules.php>
- Les solutions : - Ifremer dans <http://www.futura-sciences.com/fr/doc/t/developpement-durable>

- http://fr.wikipedia.org/wiki/Projet_Mose
- <http://www.lefigaro.fr/sciences/2008/01/15/01008-20080115>
- <http://www.lesechos.fr/diaporamas/index.php?>

Les inondations des 13-14 novembre 2010 en Belgique

- Le phénomène et ses conséquences :
 - <http://tempsreel.nouvelobs.com/actualite/monde/20101114.OBS2898/>
 - <http://www.lesoir.be/actualite/belgique/2010-11-19/le-cout-des-inondations>
 - <http://www.levif.news.be/fr/news/actualite/belgique/inondations-le-gouvernement-wallon>
- Causes météorologiques :
 - <http://www.meteobelgique.be/communaute/1559-flash-du-14novembre-2010-la-belgique>
- Causes humaines et nouvelles dispositions :
 - Le Soir du 25.11.2010 : <http://www.lesoir.be>
 - <http://www.ptb.be/nieuws/artikel/inondations-notre-politique-de-leau-est-elle-efficace>
 - <http://www.wallonie.be/fr/actualites/archives-des-actualites-evaluation-du-plan-pluies>
 - Schéma de Développement de l'Espace régional : <http://sder.wallonie.be>
 - <http://www.lesoir.be/regions/brabant-wallon/2010-12-08/des-pistes-pour-limiter>
 - <http://www.uvcw.be/actualites/2,129,0,3276.htm>

Menace sur le delta du Nil

- Le phénomène : - SIMONET Otto, directeur du programme PNUE/Grid-Arendal :
 - <http://blog.mondediplo.net/2008-01-22-Le-delta-du-Nil>
 - <http://www.le-cartographe.net>
 - <http://www.irinnews.org/fr>
- Évolution et conséquences : - <http://blog.mondediplo.net/2008-01-22-Le-delta-du-Nil-menace-par-les-eaux>
 - http://www.geogr.unipd.it/g_acqua/3.6-BOUTET.html
 - <http://www.ladocumentationfrancaise.fr/cartotheque>
 - <http://www.fao.org/nr/water/aquastat/countries/egypt>

La lutte contre les inondations en Chine

- Les risques d'inondation : - <http://www.newsoftmorrow.org>
 - Beijing Information : <http://french.beijingreview.com.cn/sciences/>
 - Libération.fr : <http://fr.news.yahoo.com>
 - A. TAITHE, 2007, « L'eau, facteur d'instabilité en Chine- Perspectives 2015-2030 » - publication de la Fondation pour la Recherche Stratégique : <http://www.Frstrategi.org>
- Des aménagements hydrauliques encore efficaces ?
 - A. TAITHE, op. cité
 - <http://www.unep.org/ourplanet/imgversn/141/french/shu.html>
 - <http://www.aqueduc.info/Chine>
 - S. COLIN, « Hydrologie, hydraulique et hydrologie en Chine », Asia Centre, 17.03.2006 : <http://www.centreasia.org>

La gestion de l'eau en Camargue

- Paysages et conditions hydrologiques :
 - site du Parc naturel régional : <http://www.parc-camargue.fr>
 - occupation des sols : http://www.parc-camargue.fr/Francais/download.php?categorie_id=58

- balades naturalistes : http://www.reserve-camargue.org/IMG/jpg_balades_net_print.jpg
- Gestion de l'eau : - <http://environnement.ecoles.free.fr/camargue/eau%20gestion%impossible.htm>
- http://medias.obs-mip.fr:orme/desmid_camargue.html
- Vertigo, vol 6, n°3, décembre 2005 : <http://vertigo.revues.org/2411>