

Feb 7/89

1

L'Eau, Les Sols et L'Homme

J. Colombani

Leconte de Lisle, un poète français du siècle dernier, semble exprimer, en même temps qu'une inquiétude métaphysique, un certain souci "écologique". L'Eau, les Sols et l'Homme c'est en effet une vieille histoire. Dès la plus ancienne antiquité l'homme a appris à se servir de l'eau que ce soit en Egypte, en Chine, au Moyen-Orient ou dans l'Empire Romain pour ne citer que les exemples les plus connus.

Pourtant ce n'est que plus tardivement que l'on a pris conscience des relations réelles entre la pluie et les écoulements des fleuves. Dans l'ancien testament on trouve le verset suivant (Amos V-8, ≈800 A.V.J.-C.):

"Cherchez Le... Il appelle les eaux de la mer, et les répand sur la surface de la terre. L'Eternel est son nom" (cite par L'Hôte, 1990). Aristote (350 av. J.C.) écrivait: "... certains auteurs ont soutenu une opinion analogue sur l'origine des rivières. Dans cette théorie, l'eau, élevée par le soleil, et retombée en pluie, s'accumule sous la terre, d'où elle s'écoule comme d'un grand réservoir qui est soit unique pour toutes les rivières, soit particulier à chacune d'elles. Aucune eau ne s'engendre: c'est l'eau, qui rassemblée dans des réceptacles de ce genre forme le grand débit des rivières. De là aussi vient que les rivières coulent plus abondamment en hiver qu'en été, et que certaines sont intarissables et d'autres intermittentes." ..(traduit par Tricot, 1955 et cité par L'Hôte, 1990).

Plus tard les Romains avec notamment Lucrèce (98-55 av. J.-C.) et son "De Natura Rerum" et Vitruve (mort en 14 après J.-C.) ont démontré une connaissance assez bonne du cycle de l'eau, au moins au niveau des principes (L'Hôte, 1990). On sait que des mesures se faisaient déjà dans des temps anciens comme par exemple la mesure du niveau du Nil en Egypte avec le "nilomètre", ou encore les observations des chinois sur les crues du Chiang jang (Yang-tzeukiang) vers l'an 1000. A la Renaissance (1400 à 1600) on a abordé une période d'observations plus intensives avec par exemple Léonard de Vinci (1452-1519) et Bernard Palissy (1510-1590), puis au 17^e siècle viennent des mesures plus précises sur les grands bassins versants avec notamment Pierre Perrault (1611-1680), Edmé Mariotte (1620-1684) et Edmund Halley (1656-1742) (tous les auteurs précédents cités par L'Hôte, 1990). La gestion des sols a sans doute évolué beaucoup plus lentement et ce n'est guère qu'au vingtième siècle que l'homme s'est donné les moyens de vaincre les famines.

Et pourtant de nos jours encore des populations entières souffrent de la faim malgré ces moyens techniques dont nous disposons. Alors que se passe-t-il? Sommes-nous victimes de changements climatiques majeurs? La croissance démographique

ORSTOM Documentation



010004468

Fonds Documentaire ORSTOM

Cote: B * 4468 Ex 1

est-elle en cause ou bien la mise en oeuvre des outils et des technologies modernes est-elle inappropriée?

Rappels

Le volume total de l'eau sur terre est évalué à 1,386 milliards de km^3 , ce qui représente un cube de près de 1115 kilomètres d'arête. Les océans à eux seuls représentent 1,338 milliards de km^3 . Tous les autres volumes d'eau occupent donc un volume d'environ 48 millions de km^3 dans lequel l'eau douce compte pour environ 35 millions de km^3 , la majeure partie étant sous forme de glaciers et d'eaux souterraines. Les eaux des fleuves et rivières, non compris les lacs, représentent pour leur part environ 2120 km^3 , soit un cube de 12,8 km d'arête et 0,006 % du total d'eau douce. Les figures 1 et 2 (J. Colombani, 1991) montrent la disproportion de ces volumes (voir aussi la figure 2 bis plus détaillée). Même si on y ajoute les 129 km^3 d'eau atmosphérique génératrice des pluies nous ne disposons en quelque sorte que d'une goutte d'eau pour subvenir à nos besoins, les ressources souterraines étant en grande partie inaccessibles ou non renouvelables, de même que l'eau des glaciers. Une autre façon d'illustrer cette disproportion consiste à supposer que l'eau est répartie en couches uniformes à la surface de la terre: les océans représenteraient une épaisseur de 2700 mètres, les glaces polaires 100 mètres, les nappes phréatiques 15 m, les eaux continentales de surface 0,4 mètres, la vapeur d'eau atmosphérique 0,03 mètres (F. Ramade, 1984). Ces évaluations doivent toute fois être tempérées par le fait qu'il s'agit d'une situation moyenne statique. En fait grâce au mécanisme du cycle hydrologique environ 250 000 km^3 d'eau évaporée retombe sous forme de pluie dont environ 40 % sur les terres émergées soit environ 110 000 km^3 . L'évapotranspiration reprend 70 000 km^3 et il subsiste un écoulement total de 40 000 km^3 (J. Margat, 1992).

Il faut aussi considérer que cette eau douce n'est pas répartie également dans le temps dans l'espace.

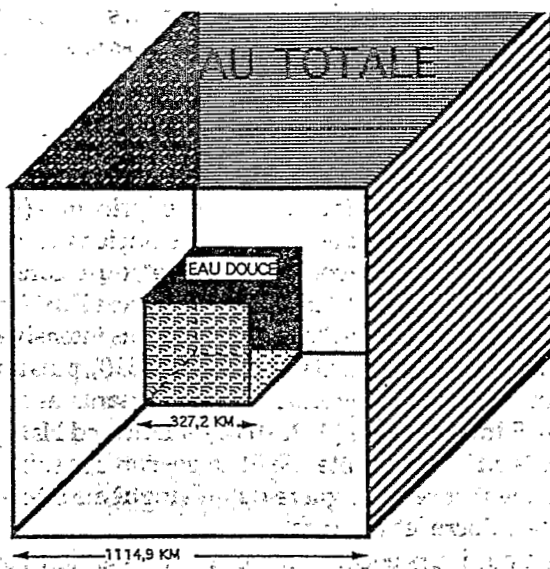


Figure 1. Répartition de l'eau sur terre

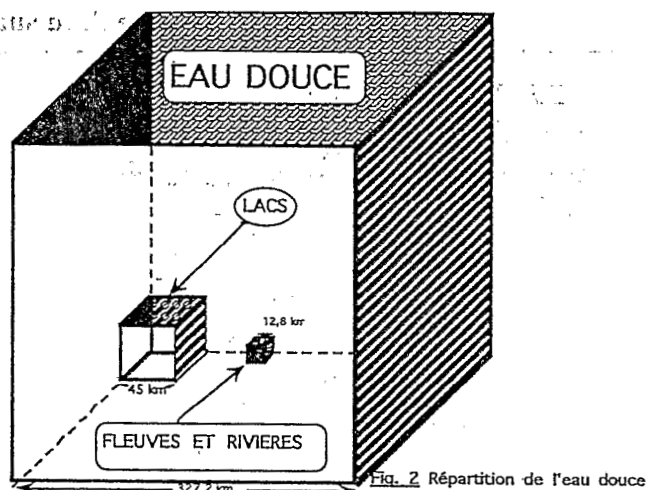


Fig. 2 Répartition de l'eau douce

Figure 2. Répartition de l'eau douce

Les volumes indiqués ci-dessus sont des volumes moyens à un instant donné. En fait au cours d'une année les cours d'eau ont un débit variable dont le total annuel varie beaucoup dans l'espace; si l'on considère les écoulements annuels des grandes régions du monde les estimations suivantes peuvent être faites (d'après American Geophysical Union and F. Van der Leeden, 1975, tableau 1):

tableau 1. Ressources en eau par continents

	Volume annuel écoulé en Km3		Volume écoulé par habitant en m3/an en 1969		Volume écoulé par habitant en m3/an en 1985		Volume écoulé par habitant en m3/an en 1750 **	
	total	potentiellement utilisable	total	potentiellement utilisable	total	potentiellement utilisable	total	potentiellement utilisable
Europe	3 110	1 325	4 844	2 064	4 044	1 723	19 438	8 281
Asie	13 190	4 005	6 444	1 957	4 654	1 413	26 380	8 010
Afrique	4 225	1 905	12 246	5 522	7 585	3 420	40 238	18 143
Amérique	16 340	6 280	32 877	12 636	24 425	9 387	961 176	369 412
Australie*	1 965	495	10 917	2 750				
	38 830	14 010	10 463	3 775	8 000	2 886	49 528	17 870

*Australie + Nouvelle Zélande + Nouvelle Guinée
 **pour 1750 il s'agit d'une estimation très imprécise
 Interprété d'après American Geophysical Union et Van der Leeden (1975)

Tableau 1. Ressources en eau par continents

On peut aussi comparer l'évolution estimée des ressources en eau du monde en général et de l'Afrique en particulier de 1750 à 2050 (graphique 1).

fig. 2 bis. Répartition de l'eau sur terre

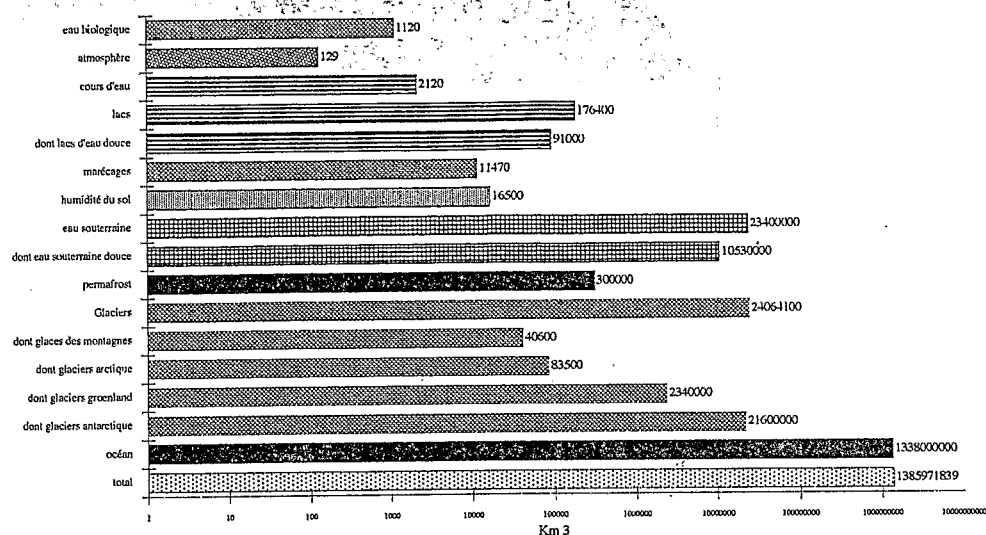


Figure 2 bis. Répartition de L'eau sur terre

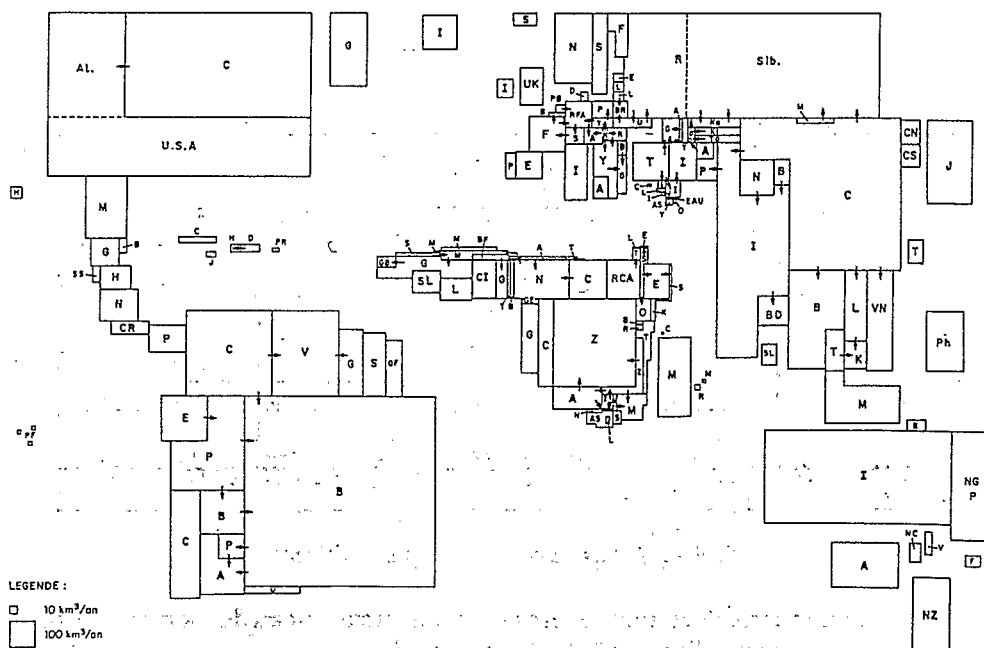


Figure 3. Ressources en eau naturelles internes de chaque pays (Flux moyens annuels).

tableau 1. Ressources en eau par continents

	Volume annuel écoulé en Km3		Volume écoulé par habitant en m3/an en 1969		Volume écoulé par habitant en m3/an en 1985 *		Volume écoulé par habitant en m3/an en 1750 **	
	total	potentiellement utilisable	total	potentiellement utilisable	total	potentiellement utilisable	total	potentiellement utilisable
Europe	3 110	1 325	4 844	2 064	4 044	1 723	19 438	8 281
Asie	13 190	4 005	6 444	1 957	4 654	1 413	26 380	8 010
Afrique	4 225	1 905	12 246	5 522	7 585	3 420	40 238	18 143
Amérique	16 340	6 280	32 877	12 636	24 425	9 387	961 176	369 412
Australie*	1 965	495	10 917	2 750				
	38 830	14 010	10 463	3 775	8 000	2 886	49 528	17 870

* Australie + Nouvelle Zélande + Nouvelle Guinée
Interprété d'après American Geophysical Union et Van der Leeden (1975)
** pour 1750 il s'agit d'une estimation très imprécise

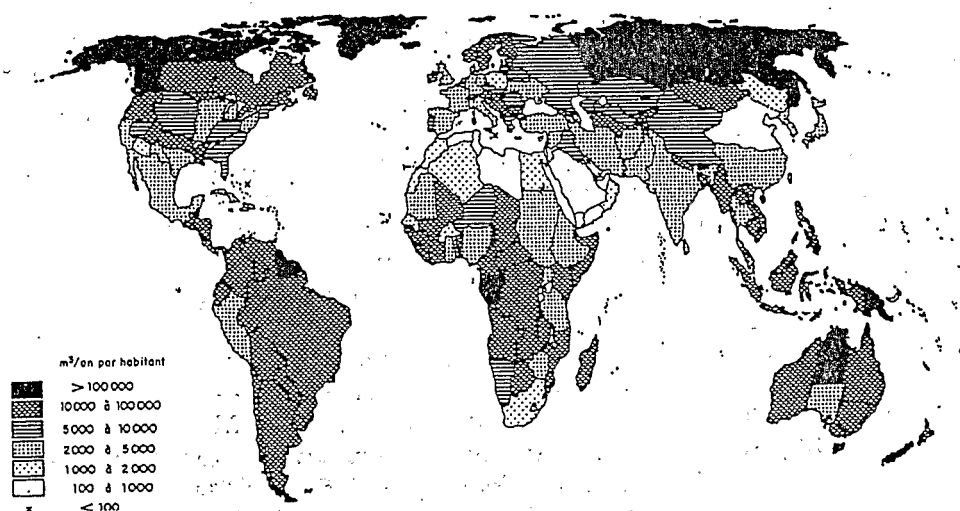
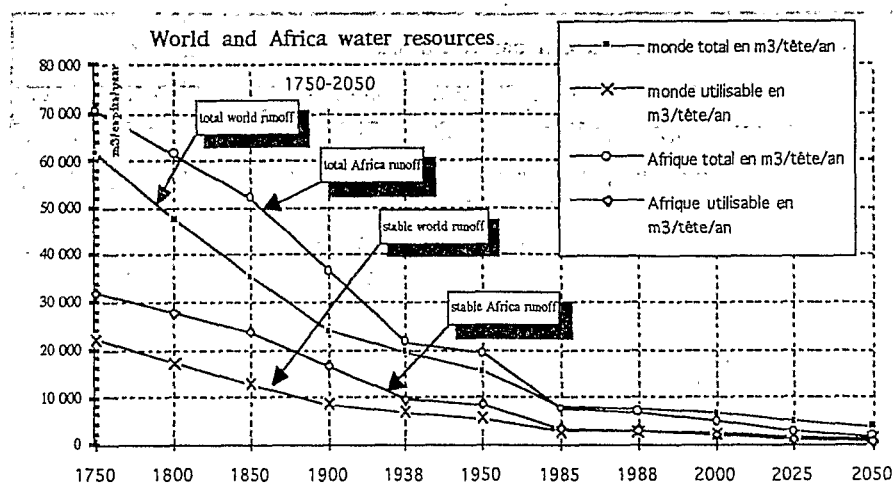


Figure 4. Ressources en eau naturelles, internes et externes, (flux moyens annuels) par habitant (rapportées aux populations 1958)



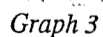
Graph 1

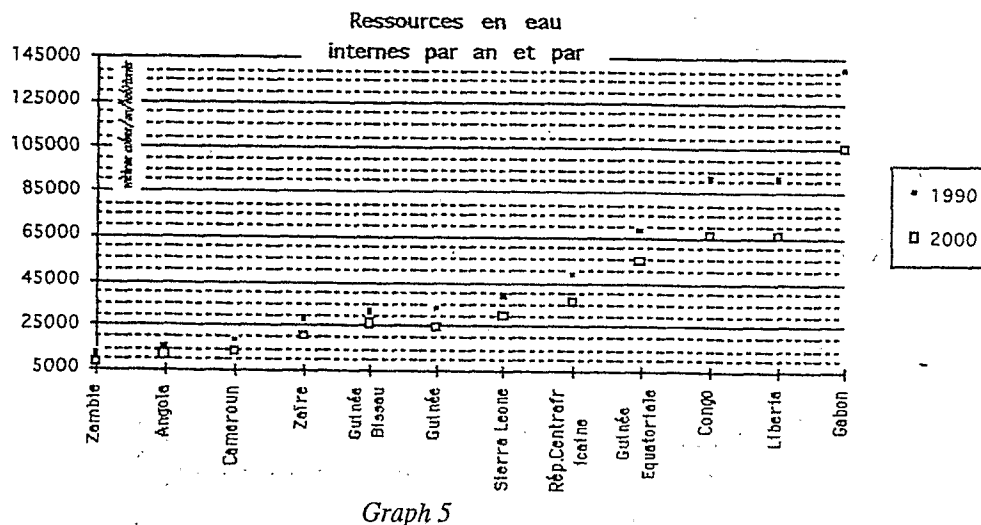
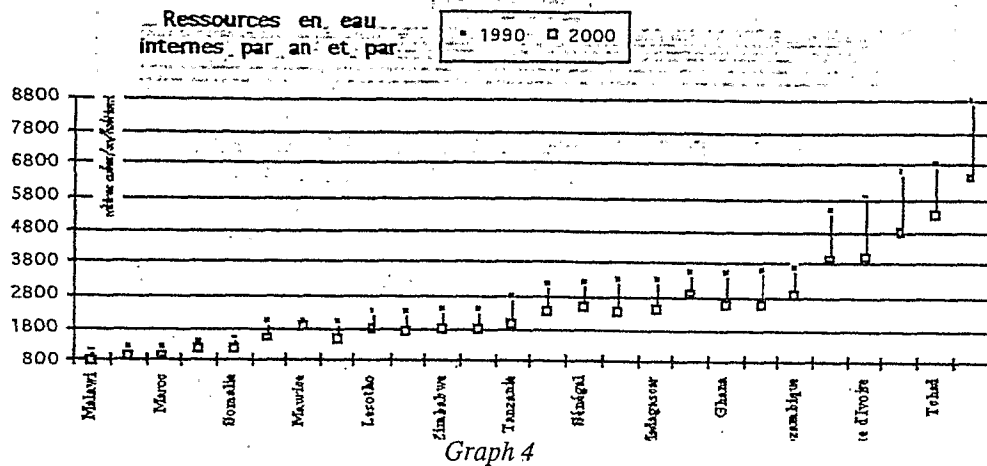
La notion de volume potentiellement utilisable (stable runoff) rend compte du fait qu'une partie de l'eau est inutilisable parce qu'elle tombe dans des régions trop froides ou inhabitées, ou encore parce qu'elle est mal répartie dans le temps. Il est aisé de constater que la disponibilité par habitant varie beaucoup d'un continent à l'autre et qu'elle décroît en même temps que les populations s'accroissent. Encore ces chiffres globaux cachent-ils des disparités encore plus grandes entre les pays. Pour illustrer ces faits on peut citer les illustrations cartographiques de J. Margat (1992) qui d'une part présente une carte du monde anamorphosée en fonction des ressources en eau globales internes de chaque pays (fig.3) et une carte du monde indiquant pour chaque pays les ressources en eau internes brutes par habitant (fig.4).

La croissance démographique exponentielle a pour conséquence une diminution inquiétante de ces ressources par habitant, au point qu'on a pu montrer récemment (M. Falkenmark, 1990) que dans cinquante pays du tiers-monde dès à présent tout homme qui naît en plus de l'effectif démographique actuel est déjà de trop car il n'existe plus de ressources hydriques disponibles pour le surcroît d'irrigation nécessaire pour la production de sa nourriture (cité par F. Ramade, 1992).

On peut illustrer ce fait en ce qui concerne l'Afrique par le graphique 2 ci-après qui indique l'évolution démographique des pays africains de 1960 à 2000 (PNUD, 1992). Le tableau 2 donne l'évolution par groupes de pays de 1988 à 2025 (Sircoulon, 1992).

Les graphiques suivants 3, 4 et 5 indiquent les volumes d'eau disponibles par an et par habitant dans les différents pays d'Afrique en 1990 et en l'an 2000, ces pays ayant été répartis en trois groupes: graphique 3 pour les pays les moins bien pourvus en eau (de 0 à 1000 m³ par an et par habitant), graphique 4 pour les pays aux ressources moyennes (de 1000 à 10 000 m³ par an et par habitant) et graphique 5 pour les pays ayant d'abondantes ressources supérieures à 10 000 m³ par an et par habitant. On notera la situation critique des pays du groupe le moins bien pourvus.

Tableau 2



Les Besoins en eau:

A quoi l'eau sert-elle? Il est possible de distinguer différents usages (P.F. Tenière-Buchot, 1992):

1. C'est une matière première d'une très grande importance puisqu'elle est indispensable à la constitution de la matière vivante (fonction chlorophyllienne, production d'hydrates de carbones, etc...). Sans elle donc point de matière vivante.

Bien entendu l'homme l'utilise également comme matière première indispensable dans l'industrie chimique.

2. L'eau est un outil de la thermodynamique du fait de l'évaporation: évapotranspiration naturelle dans l'agriculture et pour les milieux naturels de façon générale, besoins en refroidissement de l'industrie et des centrales de production d'énergie; c'est grâce à elle que la Terre jouit d'un système de température régulé qui a permis l'apparition de la vie et sa conservation.

3. L'eau est un intermédiaire indispensable pour la fabrication d'énergie hydroélectrique ou thermique par turbo-alternateur ou autres machines.

4. L'eau sert à l'entraînement des déchets: lavage des objets, des animaux, des

personnes y compris par la boisson qui sert à l'élimination des résidus du fonctionnement du corps humain. Cet usage de l'eau de façon naturelle ou dans l'industrie est un des plus importants dont le sous-produit est la pollution (notamment pollution des systèmes aquatiques par les besoins ménagers des grandes agglomérations humaines et par l'industrie).

5. On pourrait en évoquer d'autres: pour la navigation par exemple ou pour les besoins ludiques ou écologiques....

Ces besoins et usages multiples sont sources de conflits qui s'aggraveront sans nul doute partout où l'eau est rare et où la demande s'amplifie: conflit entre agriculture et industrie, conflit entre usage à des fins touristiques et irrigation, conflit entre pays copropriétaires des grands fleuves dont ils sont riverains...

L'eau, les sols et l'homme:

Il y a donc interaction entre le milieu social et le milieu naturel que l'on peut schématiser par le graphe ci-après (fig. 5):

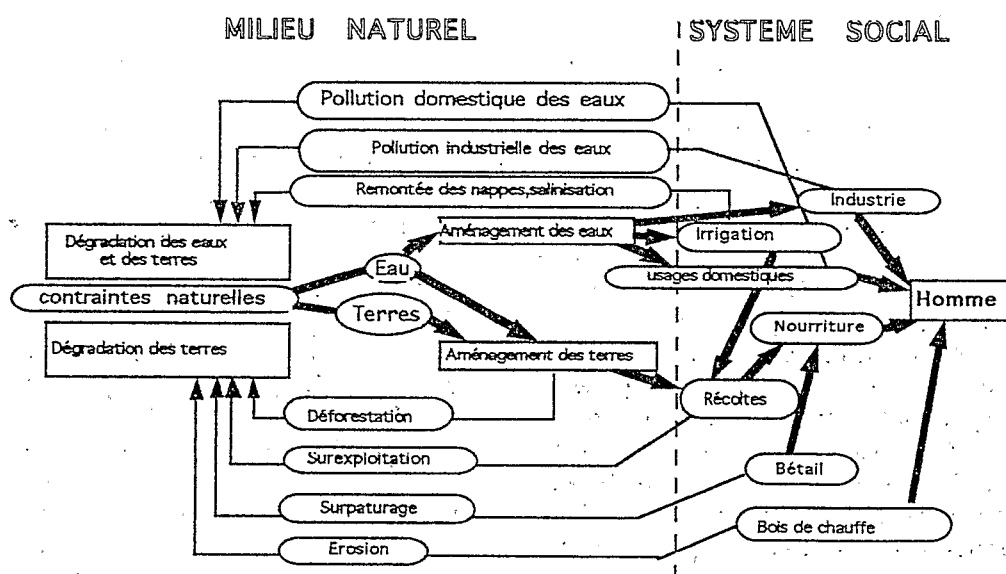


Figure 3. Interactions et rétroactions entre milieu naturel et systèmes sociaux (d'après M. Falkenmark 1986)

Ce graphe met parfaitement en évidence les problèmes d'aménagement des sols et des eaux auxquels doivent faire face les responsables de l'aménagement et de la conservation du milieu afin de répondre aux besoins des sociétés humaines actuelles tout en préservant le milieu afin d'assurer l'avenir des générations futures.

L'acuité des problèmes posés et les moyens à mettre en œuvre varient considérablement suivant les lieux et les sociétés: Rien de commun entre le Canada doté d'abondantes ressources en eau, peu peuplé, industrialisé et dans le peloton de tête des nations riches et les pays du sahel africain pauvres, surpeuplés par rapport à

leurs très faibles ressources en eau et soumis à un climat très chaud qui induit une évapotranspiration considérable. Le Canada est confronté en priorité à de graves problèmes de pollution, tandis que le problème essentiel du sahel est de nourrir ses habitants sans ruiner définitivement le milieu naturel.

Les pays africains ont en commun d'être tous des pays en voie de développement, même si certains ont des revenus intérieurs très supérieurs à ceux de la plupart des autres.

Comme nous l'avons constaté au § 1, onze de ces pays ont des ressources en eau inférieures à 900 m³ par an et par habitant ce qui est en rapport d'une part avec des ressources en eau faibles et d'autre part avec des populations qui croissent très (trop) rapidement (cf tableau 2). La priorité absolue dans ces pays sera de fournir la ration d'eau journalière, si possible de bonne qualité. Pour cela les ressources en eau les plus proches devront être maîtrisées et valorisées (nappe phréatique, nappes plus profondes, cours d'eau ayant un débit minimum suffisant ou une possibilité de stockage de régulation). La deuxième priorité sera de fournir la quantité d'eau nécessaire pour produire des récoltes suffisantes. Moins l'eau voyagera mieux cela vaudra étant donné que le transport de l'eau est coûteux et sujet à des pertes (fuites, évaporation, prélèvements clandestins) trop souvent considérables. On songera donc à utiliser les eaux pluviales sur place ou presque en mettant en oeuvre des méthodes de culture pluviale (en Anglais: rainwaters harvesting systems) efficaces. Il ne faut pas oublier de prendre en considération les méthodes traditionnelles trop souvent ignorées au profit de méthodes importées mal adaptées et coûteuses; on peut citer par exemple les *meskats* et les *gessours* tunisiens utilisés depuis des siècles sans doute. Dans le cas des *meskats* (région de Sousse) le principe est d'utiliser l'eau tombée sur un petit bassin (2 ou 3 hectares par exemple) au profit d'une fraction de ce bassin. Les deux tiers supérieurs sont dépouillés de toute végétation importante, l'aval du bassin étant limité par une digue de faible hauteur munie d'un petit déversoir en pierres sèches: l'eau ainsi ruisselée sur les parties hautes sera retenue dans le bas ainsi que les sédiments entraînés à cette occasion, la couche alluviale ainsi formée pouvant porter des cultures qui bénéficieront d'une hauteur de pluie multipliée par trois. On peut s'interroger sur la façon dont il faut évaluer le rendement de telles cultures: la notion traditionnelle de production à l'hectare n'est guère utile ici et il vaut sans doute mieux lui substituer le rendement au mètre cube d'eau utilisée. On pourra ainsi se rendre compte de la valeur de la méthode de culture utilisée. Dans ces régions sèches il est logique d'évaluer le rendement d'une culture par rapport au facteur limitant absolu, l'eau. Les *gessours* sont des systèmes de petits barrages successifs en terre le long de petites vallées creusées dans le *loess* de la région des *Matmata* dans le sud de la Tunisie. Ces barrages sont équipés de déversoirs en pierres sèches. Les sédiments transportés sont déposés à l'amont des barrages, l'eau étant stockée dans les couches ainsi déposées qui constituent un réservoir souterrain à l'abri de l'évaporation directe. Les terrasses ainsi constituées supportent des cultures (amandiers, oliviers, céréales...). Malheureusement on a constaté que les barrages et leur déversoirs, traditionnellement construits par les paysans sont de moins en moins bien entretenus faute de main d'oeuvre disponible, celle-ci préférant rechercher dans l'émigration un revenu supposé plus facile à obtenir. Cependant le principe de la concentration à courte distance des eaux pluviales ruisselées est à retenir associé à toutes les méthodes de gestion des sols permettant une meilleure infiltration et une moindre évaporation. Un autre exemple frappant est celui des billons cloisonnés utilisés par les paysans Kabré du Togo. Simultanément on

recherchera les cultures et les variétés les mieux adaptées à chaque situation. Il ne faut donc pas négliger les acquis anciens des cultures traditionnelles et cela nécessite un effort d'investigation et d'information. Au delà de ces méthodes souvent très artisanales qui peuvent être mises en œuvre par les paysans sans importation notable de matériel ou de matériaux, il y a toutes les méthodes d'irrigation qui ont permis dans certains pays une progression considérable de la production agricole, éloignant ainsi le spectre de la famine. Sans entrer dans une description technique de ces méthodes bien connues il faut cependant mettre en garde contre les risques d'une utilisation mal comprise.

Ces risques sont apparents dans le graphique 5 ci-dessus. Ces risques sont les suivants:

Remontée des nappes et salinisation des sols: malheureusement les exemples sont nombreux parmi lesquels on peut citer les irrigations en Egypte à l'aval du barrage d'Assouan; après une dizaine d'années d'exploitation on s'est rendu compte des dégâts parfois irréremédiables causés par la remontée des nappes phréatiques et la salinisation consécutives des sols; ceci était prévisible (et avait été dit) et il aurait fallu dès le début prendre en compte ce facteur pour essayer d'en pallier les effets. D'autres exemples actuels pourraient être cités au Soudan et en Erythrée par exemple. Dans les temps anciens il est probable que la vallée de l'Euphrate a été ruinée de cette façon peut-être davantage que par les guerres.

Déforestation: la mise en place des systèmes d'irrigation entraîne souvent une déforestation importante dont les conséquences peuvent être graves; la disparition des forêts conduit à une diminution de la capacité d'infiltration des sols et donc à un accroissement des débits de crue, de l'érosion et des transports solides; les transports solides accrus contribuent à un comblement plus rapide des retenues de barrage ainsi qu'à une élévation du fond des cours d'eau et des canaux et donc des risques d'inondation plus importants (cf figure 6). Par ailleurs les débits d'étiages sont fortement réduits, parfois dans un rapport de 1 à 10 comme nous avons pu le constater au Rwanda.

A signaler aussi l'érosion génétique (Charrier, 1992), c'est à dire l'appauvrissement du patrimoine génétique du monde végétal.

Surexploitation des sols: elle a pour conséquence une dégradation des terres et donc à terme une diminution de la production agricole qui ne peut être compensée que par des apports de fertilisants très coûteux (dont la fabrication est grosse consommatrice d'énergie). On peut encore une fois citer les irrigations dans la vallée du Nil en Egypte où la suppression des apports naturels de limon des crues du Nil du fait de la régularisation du fleuve a provoqué un appauvrissement considérable des sols en quelques années. Ceci aussi était prévisible et avait été dit dès avant 1970.

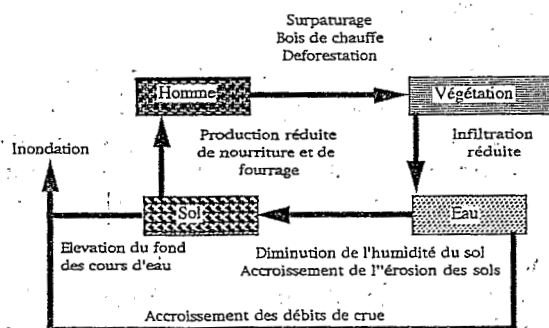


Figure 6: cycle destructif défavorable (d'après M. Falkenmark)

Outre ces faits liés directement à des processus physiques d'autres faits dans le domaine de la santé et dans la sphère socio-économique doivent être signalés.

En ce qui concerne la santé le développement des irrigations a eu pour conséquence une recrudescence de maladies endémiques, notamment la bilharziose (schistosomiase), le paludisme et l'onchocercose (blind river disease), dans des proportions dramatiques (Brenques et al., 1992).

Les conséquences socio-économiques sont très variées: déplacement de population et conflits latents entre immigrants et populations locales; utilisation d'intrants importés et coûteux (engrais, machines); génération de systèmes administratifs lourds qui constituent une surcharge économique et un frein à l'action.

Dégradation de la qualité de l'eau consécutive aux usages domestiques: la pollution des eaux par les usages domestiques en Afrique est probablement plus importante que celle provenant de l'industrie. Cela tient à la croissance démesurée de métropoles largement dépourvues de systèmes d'assainissement efficaces. On peut citer l'exemple de Nairobi où il nous a été dit que la population s'accroît de 700 personnes par jour: dans ces conditions la mise en place d'un système d'assainissement devient quasi impossible compte tenu des investissements nécessaires. Mêmes problèmes à Lagos, Abidjan, Kinshasa, Brazzaville, Lomé, Tunis, etc

Pollution industrielle de l'eau: quoique généralement moins importante en Afrique que la pollution domestique elle ne doit pas être négligée, d'autant plus que dans ce cas il est tout à fait possible de la réduire par des moyens techniques connus dont le coût doit être pris en charge par les industriels.

Si tous les problèmes évoqués ci-dessus sont d'un niveau critique dans les pays les moins bien pourvus en eau, les pays richement pourvus de ressources en eau ne sont pas, et de beaucoup, exempts de soucis: adductions d'eau, assainissement des grandes villes, protection contre les crues, lutte contre les maladies liées à l'eau etc..

Conclusion:

Les considérations pessimistes exposées ci-dessus ne doivent pas décourager les chercheurs et techniciens en charge de l'eau, du développement de l'agriculture et de la conservation du milieu. Bien au contraire cela doit les inciter à agir fermement.

Action technologique: L'hydrotechnique a fait de grands progrès depuis un siècle. De même la recherche sur les sols, la recherche agronomique et la recherche génétique ont connu des développements considérables. Cependant il faut choisir dans l'éventail des solutions techniques celles qui sont adaptées à la région où l'on veut les appliquer. Et comme il a été dit plus haut il ne faut pas dédaigner les méthodes traditionnelles pratiquées depuis des siècles parfois et il peut être profitable d'utiliser ces méthodes loin de leur lieu d'utilisation actuelle dans des régions présentant de fortes analogies des milieux physique et socio-économique; un développement fondé sur des valeurs endogènes et, souvent communautaires, peut devenir durable et reproductible (Le Roy, 1992).

En ce qui concerne les méthodes nouvelles il faut éviter des transpositions irréfléchies: nous avons vu par exemple utiliser au Tchad une irrigation par aspersion à 14 h au mois d'avril alors que l'eau était pompée dans le Chari qui avait atteint un

étiage extrêmement faible (en 1985); on peut dire sans crainte de se tromper que c'est environ 90% de l'eau utilisée qui devait être presque immédiatement évaporée avec une température de l'ordre de 40° sous abri et une humidité relative de 25% sans doute. Au résultat l'énergie (très coûteuse car importée dans un pays enclavé) était dépensée avec un très faible rendement, l'eau rare du fleuve était gaspillée et la belle récolte attendue ne prouvait rien car d'un prix de revient prohibitif.

Ainsi donc il ne faut pas s'imaginer que la technologie est toujours bonne, il est indispensable d'évaluer sérieusement le rendement final de l'opération. La figure 7 schématise très simplement les domaines auxquels la technologie peut être appliquée pour améliorer la situation (Falkenmark, 1989)

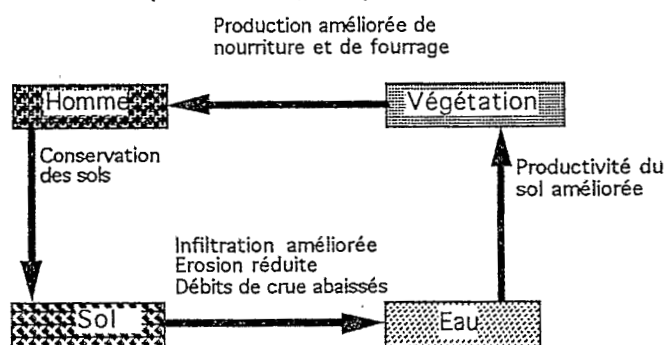


Figure 7. Cycle améliorant grâce aux traitements de conservations des eaux et des sols (d'après M. Falkenmark)

Trois démarches sont envisageables pour cela (Cornet, Le Floch, 1992): la restauration de l'écosystème préexistant lorsqu'il n'est pas irréversiblement dégradé, la réhabilitation pour les systèmes désertisés par laquelle on s'efforcera de rétablir les fonctions essentielles de l'écosystème préexistant avec toutefois des modifications probables de la composition floristique initiale, la réaffectation qui consiste à changer l'usage d'un espace en y installant un nouvel écosystème (introduction d'espèces exotiques, etc...).

Parmi les méthodes nouvelles il faut signaler les grands progrès faits pour la fixation biologique de l'azote, solution écologique pour le maintien et le renforcement de la fertilité des sols tropicaux (Drevon et al., 1992), les grands progrès faits pour l'utilisation des énergies renouvelables (eau, soleil, vent et biomasse) pour les zones rurales (Chabot, 1992).

Signalons enfin les recherches très actuelles sur les modifications artificielles possibles du génome des plantes, recherches très controversées mais cependant sans doute porteuses d'espoir.

Actions d'information: chercheurs et techniciens ont un devoir "d'information". Information de différents publics: responsables politiques, paysans, habitants des villes, enfants en milieu scolaire. En effet l'eau et le milieu naturel c'est l'affaire de tous: nous sommes tous consommateurs et pollueurs et voire destructeurs.

Les politiques doivent être clairement informés pour qu'ils puissent prendre les décisions les mieux adaptées et non celles que leurs seraient peut-être suggérées par des conseillers dont les intérêts sont différents; les citoyens doivent être informés et éduqués pour être à même d'utiliser et de mettre en œuvre eux-mêmes des techniques

appropriées, et aussi pour apprendre à respecter le milieu naturel afin de le laisser en aussi bon état que possible à leurs enfants; ces derniers enfin doivent recevoir avec l'aide des instituteurs et des professeurs une enseignement adapté sur le milieu naturel et son exploitation par l'homme (figure 8).

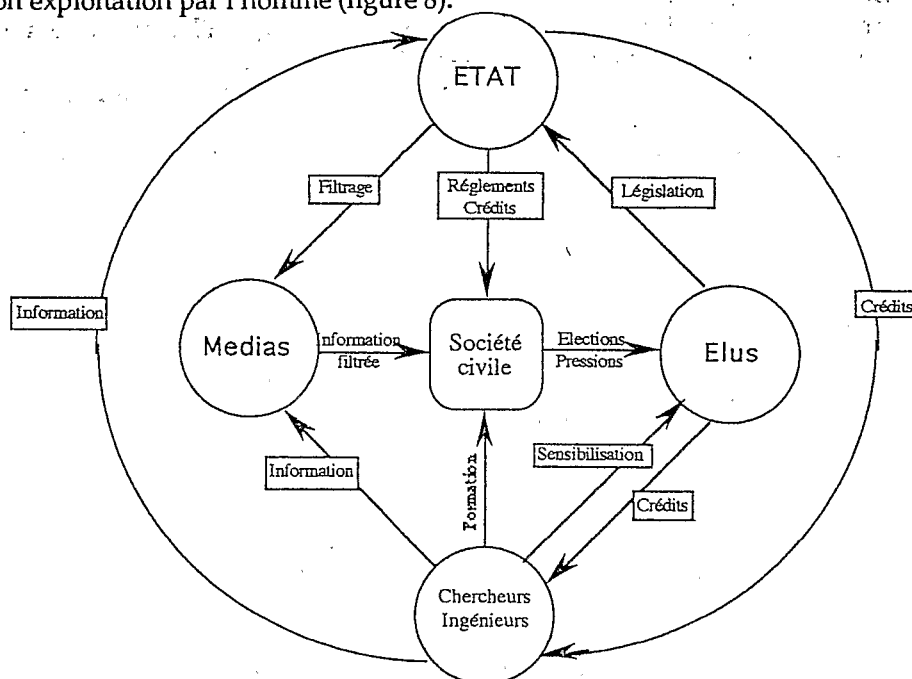


Figure 8. Schéma des relations dans la société (interprétée d'après Bocquillon, 1992)

La croissance démographique: au début de cet exposé nous avons posé la question de savoir si les défaillances subies par des régions de plus en plus étendues en ce qui concerne l'alimentation en eau et la production agricole étaient aussi dues à l'explosion démographique de ce vingtième siècle. La réponse est hélas oui: une terre donnée peut supporter un nombre d'humains maximum au delà duquel il n'y aura plus de possibilité d'augmenter la production agricole, puis même, dans les régions les plus arides, où la quantité d'eau potable disponible par tête tombera au dessous du minimum vital indispensable au maintien de la vie. Ceci est un fait largement démontré et reconnu, notamment par les organismes des Nations Unies telles que l'OMS ou le PNUD. Un exemple frappant: la population égyptienne croît d'un million d'habitants tous les dix mois; or l'Egypte dépend pour son alimentation en eau à près de 80 % de ressources exogènes et elle utilise entièrement l'allocation d'eau du Nil qui lui est reconnue. La Libye pour son compte utilise déjà toutes ses ressources en eau de surface (d'un faible volume) et exploite maintenant l'eau de ressources souterraines non renouvelables transportée à grand frais par d'énormes conduites sur de très longues distances. Chercheurs et techniciens ont là encore un devoir d'information et de persuasion, ils doivent faire savoir que la technologie n'est pas capable de passer outre ces limitations physiques absolues et qu'il est nécessaire de promouvoir d'urgence une action efficace pour stopper la croissance démographique, croissance qui ne peut d'ailleurs pas cesser instantanément même si des méthodes efficaces sont employées et acceptées, raison supplémentaire s'il en était besoin pour agir vite..

Effet de serre et changements climatiques: la controverse est toujours ouverte: l'effet de serre est-il en train de subir une modification importante qui change le climat? Ce sujet est en effet très controversé car les spécialistes sont loins d'être tous d'accord; certes les mesures de la concentration en gaz carbonique de l'atmosphère semblent bien prouver une croissance rapide de la teneur de ce gaz depuis le début du siècle, cette augmentation étant due en partie à la consommation des énergies fossiles, mais aussi par la destruction accélérée des grandes forêts, la combustion du bois produisant de grandes quantités de gaz carbonique, et enfin par les grandes éruptions volcaniques. Cependant les divers modèles conçus par les spécialistes de l'atmosphère conduisent à des résultats très divergents quant aux modifications des températures et des régimes des pluies. Pour certains l'effet pourrait même être bénéfique pour l'Afrique sèche, la situation au Sahara-Sahel pouvant être à nouveau celle qui prévalait vers 9000 B.P. où régnait un climat nettement moins sec voire même humide. (Petit-Maire, 1992). Il n'y a donc aucune certitude quant à cette évolution; toutefois les possibilités de changements durables ou de fluctuations apériodiques doivent inciter les planificateurs à une grande prudence et à éviter les solutions d'aménagements limites qui pourraient se révéler catastrophiques en cas d'aggravation de la sécheresse.

Bibliographie

- Jacques Colombani (ORSTOM): L'Eau et les Catastrophes in actes du Focus "Les catastrophes frappent sans prévenir, soyons prêts": Journée Mondiale de la Santé, OMS, 10 pages, Brazaville, 6 avril 1991
- Yann L'Hôte (ORSTOM): Historique du concept de cycle de l'eau et des premières mesuRes hydrologiques en Europe in Hydrologie Continentale, vol 5, n°1, 1990, pages 13-27 Paris.
- Jean Margat (BRGM): Répartition des ressources et des demandes en eau dans le monde Disparités présentes et futures in Actes des XX11^e Journées de l'Hydraulique, L'Avenir de l'Eau (quelques réponses des sciences hydrotechniques a une inquiétude mondiale), Paris, 15-17 septembre 1992 (Société Hydrotechnique de France), 15 pages.
- American Geophysical Union et M.I. Lvovitch: Worldwide Per Capita Water Resources by Continent (1973), cités in Report prepared for the conference "Agricultural Production: Research and Development Strategies for the 1980's", Born, 8-12 octobre 1979 105 pages (Rockefeller Foundation, GTZ, DSE, BMZ)
- Malin Falkenmark (Swedish Natural Science Research Council: Macro-Scale Water Supply/Demand Comparison on the Global Scene in Beiträge Zur Hydrologie, Sonder 6, pages 15-40, 1986, Stockholm.
- PNUD: Human Development Report 1992, Oxford University Press, New York, 1992
- Jacques Sircoulon (ORSTOM): Evolution des climats et des ressources en eau in l'Environnement en Afrique, Afrique Contemporaine, n°161 janvier mars 1992, La Documentation Française, Paris, pages 57-75.
- P.F. Teniere-Buchot (Directeur de l'Agence de l'Eau Seine-Normandie): Rapport général sur la question n°2, Evolution des besoins et usages (...de l'eau) in Actes des XX11^e Journées de l'Hydraulique, L'Avenir de l'Eau (quelques réponses des sciences hydrotechniques a une inquiétude mondiale), Paris, 15-17 septembre 1992 (Société Hydrotechnique de France), 15 pages.

- Malin Falkenmark (Swedish Natural Science Research Council): Comparative Hydrology - a new concept in Comparative Hydrology, An ecological approach to land and water resources, Unesco, 1989, Paris, pages 10-42.
- A. Charrier (ORSTOM): La conservation des ressources génétiques végétales du domaine tropical in Environnement et Développement durable, Contribution de la Recherche Française dans les Pays en Développement, Ministère de la Recherche et de l'Espace, 1992, Paris, pages 37-39
- Jacques Brengues (ORSTOM), Jean-Pierre Herve (ORSTOM), Jean-Marc Hougard (Institut Pasteur de Yaounde), Jean Mouchet (ORSTOM): Epidémiologie et manipulation des eaux de surface (Les conséquences sanitaires de la manipulation des eaux de surface, pour la culture de la canne à sucre et du riz en Afrique Une remise en cause de l'épidémiologie et de l'intervention médicale) in Environnement et Développement durable, Contribution de la Recherche Française dans les Pays en Développement, Ministère de la Recherche et de l'Espace, 1992, Paris, pages 16-18
- Etienne Le Roy (Université de Paris VI): Gestion patrimoniale des terres, des ressources naturelles et des territoires: la prise en compte des logiques communautaires in Environnement et Développement durable, Contribution de la Recherche Française dans les Pays en Développement, Ministère de la Recherche et de l'Espace, 1992, Paris, pages 5-6.
- A. Cornet (ORSTOM), E. Le Floch (CNRS): La dégradation des milieux en zones arides in Environnement et Développement durable, Contribution de la Recherche Française dans les Pays en Développement, Ministère de la Recherche et de l'Espace, 1992, Paris, pages 10-11.
- Jean-Jacques Devron (INRA), Bernard Dreyfus (ORSTOM), Mamadou Gueye (ISRA), Rachid Serraj (Université de Marrakech): La fixation biologique de l'azote in Environnement et Développement durable, Contribution de la Recherche Française dans les Pays en Développement, Ministère de la Recherche et de l'Espace, 1992, Paris, pages 59-60
- Bernard Chabot (Chef du SeNice Techniques Nouvelles, Agence de l'Environnement et de la Maîtrise de l'Energie): Energies renouvelables et développement in Environnement et Développement durable, Contribution de la Recherche Française dans les Pays en Développement, Ministère de la Recherche et de l'Espace, 1992, Paris, page 65
- Claude Bocquillon (Université de Montpellier): Rapport général sur la question V, Sensibilisation et Formation in Actes des XX11^e Journées de l'Hydraulique, L'Avenir de l'Eau (quelques réponses des sciences hydrotechniques à une inquiétude mondiale), Paris, 15-17 septembre 1992 (Société Hydrotechnique de France), 8 pages.
- N. Petit-Marie: Un Sahel désert ou un Sahara Vert, quel futur pour les déserts tropicaux? in Environnement et Développement durable, Contribution de la Recherche Française dans les Pays en Développement, Ministère de la Recherche et de l'Espace, 1992, Paris, pages 27-31

recup B AS

Proceedings of the First International Workshop
on
Capacity Building in Soil and Water Management
in Africa.

Kampala, Uganda
9-11 November, 1992

we

Organized by

The African Academy of Sciences
in collaboration with
The Ugandan National Council for Science & Technology

Edited by
Dr. S. L. Kwaje and Dr. J.K. Keter

Citation: Proceedings of the First International Workshop on Capacity Building in
Soil and Water Management in Africa

©AFRICAN ACADEMY OF SCIENCES. All rights reserved.
First published in 1994 by the Academy of Science Publishers

ISBN: 9966-831-15-0

Published by

Academy Science Publishers
P.O. Box 14798
Nairobi, Kenya

Printed by Regal Press (K) Ltd.
Bunyala Road
P.O. Box 46166
Nairobi