



LES PUBLICATIONS DE  
L'ACADÉMIE DU ROYAUME DU MAROC

LES MÉMOIRES  
D'UN HYDROLOGUE DU XX<sup>e</sup> SIÈCLE

Robert P. AMBROGGI  
Membre de l'Académie

Rabat, 2006

## **ACADÉMIE DU ROYAUME DU MAROC**

Secrétaire perpétuel : Abdellatif Berbich  
Chancelier : Abdellatif Benabdeljelil  
Directeur des séances : Idriss Alaoui Abdellaoui  
Directeur scientifique : Ahmed Ramzi

Adresse : Charia Imam Malik, Km. 11, B.P. 5062  
Code postal 10.100 - Rabat, Maroc

Téléphones : 037 75 51 13 / 75 51 24 et 037 75 51 35 / 75 52 00  
Fax : 037 75 51 01 et 037 75 51 89

Dépôt légal : 2006/1424

ISBN : 9981-46-044-3

PHOTOCOMPOSITION : ACADEMIE DU ROYAUME DU MAROC  
IMPRESSION · IMP. EL MAARIF AL JADIDA - RABAT

2006

## AVANT-PROPOS

### Préface

*“Crépusculaires réflexions sur l'eau au XX<sup>e</sup> siècle”* paraîtrait un substitut préférable au titre conventionnel choisi. Mais il négligerait le besoin inné d'immodestie du scientifique désireux d'apprécier la réussite de sa vie.

Un goût immodéré d'aventures m'entraîna vers l'ingénierie en géologie. A l'été 1939, je venais d'être spécialisé dans la recherche pétrolière, promesse d'un avenir alléchant. Diplôme en poche, les hasards de la seconde guerre mondiale me conduisirent au Maroc, pays mitoyen du Sahara. Un relent d'esprit missionnaire, contracté auprès des Jésuites qui m'hébergèrent durant mes études d'ingénieur, m'y fit choisir l'étude et l'exploration de l'eau souterraine dans la frange du désert, zone aride où l'homme survit avec peine. Ma spécialisation dans l'exploration du sous-sol aida à développer une hydrologie humanitaire, bienfaisant substitut à l'insipide hydrologie enseignée.

Au déclin de la vie, le désir forcené mais usuel d'écrire ses mémoires me poussa à les consigner, ne serait-ce que pour répondre au besoin de transmettre à la postérité la part de progrès accomplie dans cette discipline et aussi pour se décerner un satisfecit de devoir bien rempli. Ce sentiment, non dépourvu de vanité, estompait le souvenir d'une enfance auprès de grands parents, ayant vécu et élevé chichement leurs nombreux enfants sur les produits de la terre corse, comportement traditionnel du sous-développement. Ainsi étais-je préparé à mieux comprendre et à aider le Tiers-Monde.

---

Note : Le lecteur est prié de bien vouloir se reporter à la page 309 pour consulter la liste des acronymes, abréviations et symboles des poids et mesures figurant dans l'ouvrage.

Pendant que ces mémoires se rédigeaient, le philosophe Luc Ferry, ministre français de l'Education nationale, de la Jeunesse et de la Recherche, publiait un livre-événement<sup>(1)</sup>, «*Qu'est-ce qu'une vie réussie ?*» Il s'agissait d'une réflexion, entamée depuis mai 68, sur la réussite d'ordre spirituel, au sens où les Anciens parlaient de vie bonne en rapport avec la notion de transcendance. Ce thème hante la pensée occidentale depuis près de trois millénaires. Luc Ferry ose une explication en ces temps prétendus soumis à la consommation et à la technique. La vie concrète forme le référent ultime. Mais le besoin d'un critère extérieur demeure, défini *in fine*. L'ouvrage n'utilise pas l'autobiographie, ni les recettes, à l'inverse de celui-ci. Il invite chacun à se poser la question du titre et à pousser jusqu'à l'introspection : «*Éprouvez-vous le sentiment d'avoir réussi la vôtre ?* ».

Le philosophe, à son crépuscule, ne peut parler d'une vie réussie parfaitement, sans l'accolade de l'indispensable équilibre familial avec une vie professionnelle bonne. L'ingénieur, par contre, peut omettre le plan familial parce qu'il sait mesurer son degré de réussite et l'acquis des avancées techniques par rapport à la formation reçue. C'est pourquoi l'auteur estima que l'avancée humanitaire et politique réalisée en hydrologie méritait la rédaction de ces mémoires. Non pas seulement par désir d'autocélébration d'une réussite, mais surtout pour transmettre aux générations futures la démarche dans une science peu connue mais appréciée, l'hydrologie, suivie de la longue lutte qui permit d'accéder à la reconnaissance internationale d'un des plus graves problèmes de notre planète : la pénurie imminente d'eau douce qui frappera durement l'humanité forte de 10 milliards de Terriens, vers 2050.

Ces mémoires veulent démontrer que, partant d'une hydrologie ensommeillée jusqu'au XX<sup>e</sup> siècle dans l'illusion de l'abondance paradisiaque d'eau douce sur la Terre, la passion aidée par le hasard permirent d'élaborer une branche de l'hydrologie que l'on pourrait dénommer l'eau humanitaire. La réussite d'une vie professionnelle dans ce domaine, consista à démontrer envers et contre tous, la grossière erreur d'abondance illusoire dans laquelle semblait sombrer une humanité affligée de démographie galopante. Dans une telle discipline d'eau humanitaire, la réussite ne peut déboucher que d'une œuvre d'amour, accomplie, de bout en

---

1) Chez Grasset, octobre 2000.

bout, auprès du Tiers-Monde, tel un missionnaire des Nations Unies. La vraie vie, selon Proust, est celle qu'on se remémore et qu'on écrit. Donc, une vie réussie, c'est une vie que l'on a écrite.

Pour ma part, l'ambition de réussir sa vie consiste à découvrir ce que l'on peut apporter d'unique au monde et de le réaliser. Je dois confesser que la chance joua son rôle. Elle me fit accéder, aux Nations Unies, au plus haut poste qui permettait d'étudier et d'agir sur l'eau douce de l'humanité, sans être trop remarqué, ni jalosé. Elle me rapprocha ensuite, durant les vingt dernières années, d'un chef d'Etat, doué d'une intelligence exceptionnelle, d'un sens politique développé, et, de surcroît, amoureux de l'eau. Ceci permit de créer l'hydropolitique, sauvegarde complémentaire de la géopolitique, et d'apporter ainsi la dernière touche à l'eau humanitaire qui détient l'ultime pouvoir politique sur cette Terre, telle que l'a voulue l'économie libérale, capable de porter atteinte à l'éthique. Une anecdote vécue le démontrera.

Le Forum Économique de Davos m'invita, en 1992, à donner une vision mondiale de l'eau douce selon les Nations Unies et à dégager une politique globale à ce sujet. Ma conférence mentionna fortement le pronostic d'état critique ou déficitaire de l'eau douce dans les 150 nations du monde en développement, avant 2050. Elle visait à provoquer une réaction favorable au Tiers-Monde, chez tous les auditeurs, crème de l'industrie et de la finance mondiale. L'un des plus grands limonadiers du monde vint me parler, en fin de conférence. Il désirait une confirmation sur la panne d'eau douce de l'Inde, prévue dès 2020. Après explication convaincante, il s'adressa à ses deux adjoints et leur enjoignit ceci : *«Il convient de doubler aussitôt toutes nos installations là-bas»*. Le président du Forum, m'invitant avec insistance à Davos, pour les années suivantes, se trouva fort étonné de mon refus catégorique. Il n'en connut jamais la cause. La cynique opération s'accomplit aux dépens de l'Inde qui réagit en conséquence. Elle figure dans les histoires d'eau (n°65) du livre suivant.

En fin de compte, l'enjeu de la vie n'est pas la réussite; elle demeure une vaine illusion, puisque la mort se trouve au bout du chemin. Par contre, chacun doit comprendre qu'il est unique et porte en lui un génie particulier. Il se doit de découvrir ce qu'il peut apporter de nouveau au monde, et de le réaliser, dans un sens de fraternité, car, après tout, le vrai bonheur se trouve

dans celui des autres. Cela va bien au-delà de la solidarité, piètre substitut à l'égoïsme occidental des siècles passés. Car, à l'avenir, la traversée vitale de l'homme face à la pénurie menaçante d'eau douce, ne pourra se faire qu'en prenant soin de ses compagnons de voyage.

Au bout de soixante ans de carrière, dont trente de militantisme, s'éveille enfin la conscience internationale que l'eau douce devient de plus en plus limitée, donc rare et précieuse pour l'humanité en pleine transgression démographique. Espérons que quelques lecteurs hauts responsables liront ces mémoires empreints d'informations utiles. Je n'ai jamais tenu un journal. Ce qui a permis à ma mémoire d'effacer les détails sans intérêt. Ces mémoires sont suivis d'un ouvrage d'Histoires d'eau, vécues, ainsi que du vade-mecum de l'auteur, intitulé "vade-mecum de l'hydrologue". Il contient des notes, données, observations, réflexions, écrites au fil des années de labeur.

### Simple remarques

1. Inutile de s'étendre sur l'eau. Son appellation indique qu'elle est liquide. Sous ses deux autres états, glace et vapeur, elle apparaît solide et gazeuse, parfois invisible. Dans son conventionnel état liquide, l'eau s'écoule à sens unique; elle descend sous l'effet de la gravité. Dans le sous-sol, elle ne monterait sous l'effet de la pression que si elle était captive et libérée soudainement. Ses simples propriétés la rendent facilement contrôlable par l'ingénieur-hydrologue.

2. La chronologie commanda la rédaction de ces mémoires, sous forme de courts paragraphes intitulés. Une table détaillée, en fin d'ouvrage, constitue un résumé et un index utile à la consultation, avant tout.

3. Les deux paragraphes suivants : Vocation et Formation, demeurent une lecture facultative. Ils intéresseront le lecteur désireux de mieux connaître l'auteur. En faire l'impasse ne nuira pas à la compréhension des mémoires.

4. Les personnes qui jouèrent un rôle éminent et apprécié dans cette nouvelle hydrologie de terrain sont citées sous leur nom.

## Vocation et Formation

### *Vocation*

L'eau et la géologie firent irruption très tôt dans ma vie. S'il est vrai que les prémices d'une vocation apparaissent dès le plus jeune âge, je revois, dans ma tendre enfance, trois inclinations marquées pour l'eau.

A l'âge de cinq ans, en 1923, quand j'apprenais à lire, un fervent exercice de contrôle consistait à déchiffrer l'inscription de la plaque d'émail apposée en haut et à droite de la porte d'entrée de mon domicile urbain. J'annonçais : "Eau et gaz à tous les étages". Durant une décennie, le mot "eau" s'inscrivit dans ma mémoire à chaque retour à la maison. La curiosité enfantine aidant, je guettais, depuis le balcon, le passage quasi journalier du fontainier. Il soulevait, sur le trottoir, une petite plaque de fonte ; au moyen d'une clé carrée, il dévissait légèrement un écrou ; l'eau jaillissait ; puis, il revissait délicatement. Un jour, je descendis l'interroger. Il m'expliqua qu'il réglait le débit alloué à l'immeuble et vérifiait la pression, afin que l'eau puisse monter jusqu'au dernier étage.

A l'époque, mes parents passaient la fin de semaine à Eoures, dans la banlieue de Marseille chère à Marcel Pagnol. Une marche à pied de vingt minutes séparait le terminus du tramway de la maison de campagne. Une halte-repos l'interrompait à mi-parcours, devant une noria. Là, assis sur le bord d'un mur durant dix minutes, je contemplais, ébahi, le mulet cheminant autour du puits et faisant tourner l'appareil, faisant monter la chaîne de godets, dans un grincement de ferraille, tandis que l'eau, soutirée des entrailles de la Terre, se déversait régulièrement pour irriguer le champs voisin. Le spectacle me captivait et j'en rêvai ensuite à l'école, durant la semaine.

Non loin de là, des ouvriers s'affairaient à l'exploitation d'une carrière, depuis le pied d'une colline. A partir d'une certaine hauteur, ils décidèrent de creuser en profondeur, depuis la base, pour en extraire la pierre. Deux semaines plus tard, je découvris une mare, à cet endroit. Ensuite, je vis la mare s'aggrandir en un petit lac. L'extraction de la pierre s'arrêta. Longtemps après, je m'arrêtais sans cesse devant cette pièce d'eau qui tenait du miracle. Des explications abracadabrantes de la part de mes parents répondaient à mes questions, alors que j'y voyais l'œuvre du petit

Jésus. J'appris seulement au début de ma carrière d'ingénieur qu'il s'agissait de la présence d'une nappe phréatique et de sa mise au jour.

A l'âge de douze ans, mon professeur d'Histoire naturelle<sup>(2)</sup> emmena ses élèves, un jeudi, jour de repos hebdomadaire, en excursion géologique sur les collines d'Allauch, parcourues en ce temps-là par le jeune Marcel Pagnol, futur écrivain. Aux abords du village, sous la butte des moulins à vent, immobiles depuis peu, il montra une faille, accident géologique apparaissant pour la première fois dans ma vie; il expliqua cette fracture de l'écorce terrestre, suivie du glissement d'un des deux compartiments créés; leurs bords s'appelaient lèvres; il nous fit découvrir son beau plan de glissement, dénommé miroir de faille et sa trace de prolongement à la surface, parfois très longue, ou ligne de faille; il nous apprit que cet accident tectonique advint bien après le dépôt des couches sédimentaires et qu'il s'en produit encore de nos jours, accompagnés de secousses sismiques et grondements inquiétants. En contemplant ce tableau de la nature décrit avec de nouveaux mots expressifs, je réalisais que la Terre vivait encore.

Plus loin, dans les collines, alors que nous longions la rive d'un torrent asséché, le professeur montra, dans son lit, un chapelet de marmites de géants; il expliqua que l'érosion, par des blocs de roches dures, graviers et galets, tourbillonnant au pied des chutes d'eau, creusait ces impressionnantes cuvettes, durant les crues. Quel beau spectacle agrémenté d'une si frappante explication ! Cette première journée géologique de ma vie marqua profondément ma prime adolescence.

Durant la session scolaire, ce même professeur agrégé de Sciences naturelles nous prescrivit un curieux exercice à accomplir en deux semaines, à temps perdu. Nous devons écrire un rapport sur l'alimentation en eau de la ville de Marseille. Après la classe, je me précipitai, chaque jour ouvrable, à la bibliothèque municipale, magnifique bâtiment qui jouxtait le lycée. Là, devant mon zèle, un des employés municipaux me prit en sympathie et dénicha des documents du XIX<sup>e</sup> siècle sur le sujet imposé. Je rédigeais un rapport, le premier de ma vie. Il obtint la meilleure note. En fin d'année, je reçus le premier prix d'Histoire naturelle.

---

2) Au lycée Thiers de Marseille en 1930



### *Formation*

J'obtins, à seize ans et demi, les deux parties du baccalauréat (1935), qui ouvraient la voie de l'enseignement supérieur, c'est-à-dire la formation à une profession. Le choix se partageait entre l'université et les grandes écoles dont les classes préparatoires existaient au lycée. A l'époque, l'orientation professionnelle n'existait pas encore. Pis encore, mes parents s'avéraient incapables de combler cette lacune ; leur ambition pour moi ne dépassa jamais le métier d'instituteur. Le choix m'appartenait. J'optais pour la préparation d'une licence d'enseignement de l'Histoire naturelle, à quatre certificats, en vue du professorat de lycée. L'heureux souvenir de l'excursion géologique dans les collines d'Allauch, à l'âge de douze ans, m'entraîna vers la Faculté des Sciences de Marseille où je m'inscrivis pour le certificat de géologie générale dont l'obtention réclamait, en principe, deux années d'étude. De nombreuses excursions géologiques, le dimanche, émaillaient les cours hebdomadaires. Passionné par cette science, visible sur le terrain, et qui introduisait le temps comme quatrième dimension, j'obtins le certificat en un an avec la mention bien. Le professeur Georges Corroy, un jeune lorrain titulaire récent de la chaire, me proposa de l'aider, durant les vacances, à lever la carte géologique de la Ste Baume, son passe-temps favori. Il m'enseignait sur le terrain, durant plusieurs jours, ce travail délicat de synthèse de la stratigraphie et de la tectonique sur l'une des plus belles montagnes de Provence, mais des plus difficiles à interpréter, au plan de sa surrection géologique.

Lors de ma deuxième année à la Faculté des Sciences (1936-37), je m'inscrivis pour les certificats de zoologie-biologie animale et chimie générale, ce dernier exigeant deux années d'étude. Dans le même temps, durant les jours de congé, je continuais de lever la carte géologique de la terminaison orientale de la chaîne de Ste Baume que m'avait confiée mon maître en géologie. En fin d'année universitaire, j'obtins le certificat de zoologie-biologie animale. Le professeur Corroy vérifia sur le terrain, en ma compagnie, la portion confiée de lever de carte géologique et se montra très satisfait de mon travail. Au point qu'il me proposa de devenir ingénieur-géologue. Une seule école en France délivrait ce rare diplôme. C'était à Nancy, capitale de la Lorraine dont il était originaire. Sa proposition me remplit de joie, car j'avais souvent rêvé de devenir ingénieur. Mais, je lui confessai craindre les fortes réticences de mes parents, à cause des frais d'études. Il me rassura et convoqua mes parents

dans son nouveau bureau de doyen de la Faculté des Sciences. Mes parents, fortement impressionnés, acceptèrent ses conseils et les sacrifices induits.

La chaude recommandation du doyen Corroy me permit d'intégrer Nancy dans des conditions privilégiées. Cette réputée ville universitaire, dotée de deux Écoles nationales: Mines et Eaux et Forêts, ainsi que de deux Instituts : Géologie et Chimie, délivrait donc, chaque année, quatre diplômes d'ingénieur. Le Groupe d'Etudiants Catholiques, GEC, dirigé par des Jésuites, disposait d'une cité universitaire qui m'hébergea. Je m'inscrivis à la Faculté des Sciences pour les certificats de chimie générale et de minéralogie-cristallographie optique. Je suivais, en même temps, l'enseignement de l'Institut de Géologie dirigé par le professeur Paul Fallot, assisté du professeur Albert Robaux, chargé de l'hydrologie, des barrages et de l'hydrogéologie. Je participai au stage de quinze jours de lever de carte géologique dans le Jura. Ces deux professeurs constatèrent ma qualification en la matière. En outre, Albert Robaux, conseiller des villes et communes de Lorraine pour leur alimentation en eau et ami du doyen Corroy, m'emmenait souvent avec lui pour ses consultations durant le week-end.

En fin d'année, j'obtenais les deux certificats de chimie générale et de minéralogie, complétant la licence ès-sciences. Tandis que les deux professeurs cités quittaient l'Institut de géologie, le premier pour le Collège de France, le second pour créer et diriger au Maroc la Mission Hydrogéologique du Sud. J'entamai ma dernière année (1938-39) à l'Institut de géologie avec un nouveau directeur, Marcel Roubault, qui transforma l'Institut en École Nationale Supérieure de Géologie, au même titre et en parallèle avec l'École des Mines. La nouvelle école se spécialisait dans la prospection minière et l'exploration pétrolière. Je reçus ainsi une formation beaucoup plus pratique et appliquée, notamment dans les domaines de la géophysique et du forage. Dans ce dernier domaine, l'école nous imposait un stage sur un appareil de forage. Je le fis à l'établissement thermal de Nancy qui réhabilitait un vieux forage. Le nouveau forage fonctionnait, nuit et jour, à trois postes de huit heures. Mon stage s'effectuait sur le poste de nuit afin de ne pas manquer les cours de l'école durant le jour. Cela dura un mois où je me passionnais pour cette exploration mystérieuse. Car il s'agissait d'aller rechercher de l'eau du type de Vittel vers 400 mètres de profondeur; le jaillissement de l'eau minérale, selon les prévisions, m'impressionna. En juin 1939, j'obtenais le grade

d'ingénieur-géologue, à l'âge de 20 ans, sans avoir accompli le dernier stage d'un mois, prévu dans une mine de charbon en Pologne. Car la seconde guerre mondiale menaçait.

### Révolution 1939 dans la formation technique minière

La France délivrait les plus anciens titres d'ingénierie dûment qualifiée. Le principe de la formation consistait à tout savoir de l'acquis scientifique pour devenir un bon ingénieur. Elle l'avait englobé dans le fameux vade mecum de l'ingénieur, établi par de Laharpe, recueil de 4500 pages, en trois volumes :

PREMIER VOLUME	DEUXIÈME VOLUME	TROISIÈME VOLUME
Mathématiques. - Calcul des Probabilités. Poids et Mesures. - Monnaies. Topographie. Mécanique rationnelle. - Résistance des Matériaux. Éléments de Machines. Hydraulique. Roues et turbines Utilisation des Chutes d'Eau. Moteurs à Vent Chaleur. - Chauffage et Ventilation. Hygrométrie et Séchage. Thermodynamique. - Vapeurs. Chaudières à Vapeur. - Machines à Vapeur.	Gaz Thermiques Industriels. Moteurs à Gaz et à Pétrole. Usines à Gaz d'Eclairage. - Combustibles Industriels. Applications des Machines. Pompes. - Ventilateurs. - Compresseurs . Appareils de levage - Transporteurs Machines Frigorifiques. - Puissance des Machines. Chemins de Fer. - Routes. Automobiles. - Aéronautique. Constructions et Ouvrages d'Art. - Mines. Métallurgie - Propriétés et Emploi des Métaux Travail des Métaux et du Bois - Machines-Outils.	Électricité théorique. Moteurs et Machines électriques. Mesures et essais électriques. Stations centrales de production d'énergie électrique. Transport et distribution d'énergie. Traction électrique. - Métropolitain. Éclairage électrique Applications industrielles de l'électricité. Electrochimie. - Télégraphie et Téléphonie Télégraphie et Téléphonie sans fil Régime juridique de l'énergie. Propriété intellectuelle. - Brevets d'invention.

Le diplôme d'ingénieur civil des mines figurait parmi les plus prisés. Trois Écoles des Mines dispensaient un diplôme avec spécialisation en troisième et dernière année. Paris : toutes techniques ; Saint-Étienne : mines de charbon; Nancy ; métallurgie à partir du charbon et du fer ou prospection minière, inculquée par l'Institut de Géologie appliquée, créé en 1910. L'auteur, licencié ès-Sciences rejoignit directement ce dernier. Un accord liait les deux Écoles. Les élèves-ingénieurs des Mines de Nancy, préférant cette troisième option, faisaient leur dernière année à l'Institut. En échange, les élèves de l'Institut suivaient les cours d'exploitation minière à l'École des Mines. Nous recevions donc, à l'Institut, une formation, pour moitié d'ingénieur des mines et pour moitié d'ingénieur-géologue. J'eus la chance de bénéficier de cette formule ambivalente pour la dernière fois, en 1938-39. Car, l'avenir de l'Institut appartiendrait, désormais, à l'exploration pétrolière, au détriment de l'extraction du charbon. Et l'adaptation de l'Institut de géologie à cette nouvelle tâche l'engageait à devenir une École Nationale Supérieure de Géologie.

### Connaissances acquises

L'exploitation du charbon, active depuis la Renaissance, entraîna la première formation d'ingénieur des mines. Elle devint le modèle de l'ingénierie. Au point que le corps des mines compte encore le plus grand nombre de majors de l'École Polytechnique. Le principe de la formation française consistait à tout savoir de l'acquis scientifique pour devenir un bon ingénieur. J'absorbais ainsi la plus grande part des notions contenues dans le fameux vade mecum de l'ingénieur<sup>(3)</sup>.

Dans le domaine minier, je fis deux stages éprouvants, le premier pour le charbon, dans une mine profonde de 950 mètres, le second, dans une mine de fer profonde de 300 mètres seulement, mais balayée de courants d'air. Dans le domaine de la prospection minière, je fis deux stages de levés de carte géologique dans le Jura français, précédés du levé sur la chaîne de la Ste Baume, en Provence. Dans le domaine de l'exploration pétrolière, j'accomplis le stage sur le forage hydrogéologique et artésien de Nancy Thermal.

---

3) De Laharpe, recueil de 4500 pages, en trois volumes.

L'eau n'était pas négligée non plus, mais, dans ses applications, elle représentait simplement un adjuvant à l'exploitation des minerais comme méthode de flottation pour le triage et l'enrichissement en teneur. L'enseignement comportait un cours d'hydrologie, un cours sur les barrages et un cours d'hydrogéologie réduit à sa plus simple expression, car sa pratique ne constituait pas une profession. L'exploitation de l'eau se limitait à la construction de barrages d'accumulation ou de dérivation pour l'eau de surface, et de puits dans la nappe phréatique, la seule connue, mais non étudiée, ni cartographiée. La plupart des ingénieurs, à la sortie de l'Ecole, choisissaient leur profession dans l'exploration pétrolière ou la prospection minière.

### **Changer la formation pour le XXI<sup>e</sup> siècle**

Au sein d'une population dépassant les 60 millions d'individus, les 252 écoles françaises d'ingénieurs, aussi prestigieuses qu'elles soient, doivent se réformer. Moins de théorie, plus de pratique, mais aussi plus de moyens financiers. Elles forment 28.000 ingénieurs par an, qui, hier, devaient répondre à une question technique. C'étaient des Trouve-tout. Ils ont fait la France des voitures, des routes, des ponts, des transmissions, de l'eau humanitaire et sociale. Temps révolus !

Maintenant, la durée d'un produit micro-électronique ne dépasse pas trois ans. L'ingénieur doit, sans cesse, inventer les produits de demain. Ce qui implique d'être imaginatif et de ne pas se tromper. Or, il est de plus en plus instruit, mais de moins en moins créatif et ingénieux. Les Écoles multiplient les cours, gavent les ingénieurs de connaissances et stimulent leur mémoire, mais pas du tout leur créativité. Les jeunes diplômés fuient la recherche, l'industrie, et rêvent de banque, de finance, de management. Il aurait convenu de leur apprendre les sciences humaines et sociales, qui représentent 30% de leur cursus.

Des efforts sont faits dans le domaine de l'international, depuis une décennie, mais, la désaffection des filières scientifiques touche tous les pays industrialisés, à l'exception du Canada. Cette désaffection entraîne l'intégrisme et l'intolérance. Elle provoque la perte de l'esprit scientifique, sans lequel il n'y a pas d'apprentissage du doute et du respect de l'autre.



## PREMIER CHAPITRE

### APPRENTISSAGE

(Maroc 1942-61)

#### Circonstances exceptionnelles du choix de carrière

La seconde guerre mondiale, déclarée le 1<sup>er</sup> septembre 1939, marqua la fin de ma formation scolaire. Ce chanceux hasard d'une circonstance malheureuse entraîna ma mobilisation immédiate et ma formation d'officier d'artillerie, discipline prestigieuse. La brusque défaite de la France, en juin 1940, inacceptable pour un jeune officier, me fit entrer aussitôt, dans le premier mouvement de résistance<sup>(4)</sup>, appelé entre nous l'Armée Secrète. Deux missions, entre autres, m'amènèrent au Maroc, en 1941. J'y retrouvai mon ancien professeur d'hydrologie à Nancy, Albert Robaux, nommé à l'automne 1938, chef de la mission hydrogéologique du sud marocain, à la suite de la terrible sécheresse subie par le Maroc, en 1937, et responsable de nombreuses victimes, frappées de famine. Comme il connaissait mes aptitudes et mon penchant pour l'eau souterraine, il me proposa de le rejoindre dès ma démobilisation, me promettant un poste de choix. Deux arguments me firent accepter cette proposition : d'une part, le Maroc, par la cordialité de son peuple et la beauté de ses paysages, d'autre part, la valeur et les bons rapports avec mon ancien maître dont neuf promotions d'Ecole nous séparaient (promotions 1930 et 1939). Une telle décision me gratifia d'une carrière merveilleuse, durant soixante ans, dans un domaine inculte qu'il me plut de défricher. D'autant que cette profession n'existait pas auparavant.

---

4) Spécifiquement dénommé "Camouflage du Matériel" (CDM), authentique et apolitique, parce que formé spontanément par le général Mollard et composé uniquement d'officiers de l'Armée d'Armistice. A ne pas confondre avec l'Armée Secrète, politique, créée en 1942 par Jean Moulin, et dirigée par le général Delestraint.

A la suite de ma seconde mission militaire au Maroc, un contrat alléchant me parvint; la première brigade du sud marocain m'était offerte, couvrant un territoire de 200.000 km<sup>2</sup>, en remplacement d'un camarade d'Ecole de la promotion 1930. Le salaire proposé équivalait à cinq fois celui d'un jeune officier. Une copie signée du contrat de recrutement retourna au Maroc que je rejoignis à ma démobilisation de la 1<sup>ère</sup> Armée Secrète, le 31 mars 1942. Le colonel Aspe, mon chef et seul contact direct, tenu au courant de mes tractations civiles, en me serrant chaleureusement la main pour un adieu, me dit : *«Je vous envie. Vous vous battrez avant moi»*, paroles plus que prophétiques. Le 15 novembre suivant, les troupes américaines débarquaient sur la côte marocaine. Quinze jours plus tard, je revêtais à nouveau l'uniforme militaire. Je compris alors la prophétie de mon patron militaire; sans le savoir, mes deux missions au Maroc en 1941 avaient eu un lien étroit avec le débarquement américain. En cette année 1941, j'avais fait d'une pierre deux coups. J'appris plus tard que le colonel Aspe était en contact direct avec le général Emile Mollard, fondateur du mouvement "Camouflage du Matériel" (CDM). Je savais seulement qu'il se déplaçait parfois à Royat, près de Vichy.

L'auteur saisit cette occasion - hors de propos - pour éclaircir un malentendu au sujet de l'Armée Secrète, entretenu malicieusement par les séides du général de Gaulle qui s'accaparèrent toute la gloriole de la Résistance. Ils ne disposèrent jamais d'aucune arme de l'armée française vaincue en 1940, ni du secret de leur cache détenu par le premier mouvement clandestin, authentique et téméraire, formé au sein de l'Armée d'Armistice de la France et presque exterminé par les vainqueurs, sans jouir, plus tard, du moindre honneur. Le livre de la véritable résistance française reste à écrire.

### **Pratique de l'hydrologie**

Mais, venons-en à l'hydrologie du Maroc, en 1942, première de trois étapes de vie professionnelle dans le domaine de l'eau. Chaque étape s'étala sur quelque vingt années. La première, consacrée à l'apprentissage en hydrologie de terrain et à sa gouvernance, fut écourtée de trois ans sacrifiés à la seconde guerre mondiale. L'expérience acquise servit deux causes. L'une, d'intérêt personnel, conduisit à mon identification d'expert



international, dès 1952, suivi de mon recrutement par les Nations Unies, en 1961. L'autre, d'intérêt public, permit la création au Maroc d'un service exemplaire à l'échelle internationale<sup>(5)</sup>. L'apprentissage se dédoubla en un épisode consacré à la connaissance et à la pratique de l'hydrologie de terrain, suivi d'un épisode dédié à la gouvernance institutionnelle de l'aménagement et de la gestion de l'eau.

La Mission Hydrogéologique du Sud, créée en 1938 et confiée à Albert ROBAUX avait reçu le mandat d'étudier et d'inventorier les ressources hydriques souterraines et de procéder à leur aménagement hydraulique, dans la mesure du possible. Ces deux charges incombèrent à l'impétrant et constituèrent la toile de fond de son apprentissage en hydrologie, sur le terrain, sans moniteur et sans guide. Sauf à respecter le serment du Maréchal Lyautey, premier protecteur du Maroc : «*Servir l'intérêt prioritaire indigène en lui prodiguant l'assistance technique d'un pays plus développé*».

### *Inventaire des ressources hydriques souterraines*

Le Maroc amorça sa renaissance hydraulique, en 1930, par la construction de grands barrages<sup>(6)</sup> et la rédaction d'un code des eaux de style et d'esprit européens. Il venait de vivre un demi-millénaire sous la gestion hydraulique instituée par les arabo-musulmans au IX<sup>e</sup> siècle, suivi par un demi-millénaire d'endormissement. Le jeune ingénieur-géologue, à partir du 1er avril 1942, se promettait de renforcer la renaissance de 1930 par l'inventaire des ressources d'eau souterraine, en vue de leur aménagement hydraulique, au même titre que l'eau de surface. Il reçut la charge d'opérer sur la moitié méridionale du Maroc. Le territoire concerné s'étendait de l'oued Oum-er-Rbia jusqu'aux confins sahariens (250.000km<sup>2</sup>). Les deux-tiers de l'aire impartie se situait en zone aride, dépourvue d'écoulement d'eau pérenne.

Traitement exceptionnel et surprenant pour un responsable de l'eau souterraine, mon bureau de Rabat jouxtait celui du Directeur Général des Travaux Publics et se situait à proximité de ceux du Directeur de

5) La Direction Générale de l'Hydraulique du Maroc au sein du Ministère des Travaux Publics

6) Sous l'égide de MM Normandin, directeur général des Travaux Publics, et Picard, directeur de l'Hydraulique

l'Hydraulique et de mon patron direct, chargé de la Mission Hydrogéologique. Depuis l'indépendance, ces locaux abritent le Ministre des Travaux Publics et ses collaborateurs immédiats.

Ma brigade d'action nomade comprenait un ingénieur des Travaux publics comme assistant, un adjoint technique pour la surveillance des travaux, un agent technique pour l'inventaire et analyse des points d'eau, un topographe, un dessinateur, un chauffeur, un fourgon automobile saharien, doté du matériel de jaugeage, d'analyse d'eau, de divers instruments de mesure et d'un imposant matériel de campement.

Le contact avec le terrain s'opéra une semaine après mon installation à Rabat. En route pour le sud marocain, un premier arrêt s'effectua à Imfout, sur l'oued Oum-er-Rbia, où se construisait le septième grand barrage du Maroc. J'y fus chargé de suivre les travaux de construction, durant une semaine, auprès de l'ingénieur responsable, afin d'établir un lien étroit avec l'eau de surface. Expérience inoubliable à l'âge de 24 ans !

La destination suivante me conduisit à Marrakech, résidence de l'ingénieur en chef de l'arrondissement hydraulique du sud (M. Naissant), responsable du même territoire de 250.000 km<sup>2</sup> pour l'eau superficielle. Je devais donc collaborer étroitement avec lui pour l'eau souterraine, mais en toute indépendance hiérarchique. Cet ingénieur des Ponts et Chaussées, d'une cinquantaine d'années, me reçut avec cordialité et soulagement. Car les deux-tiers de son domaine appartenait à la zone aride, pourvue seulement d'eau souterraine dont l'aménagement hydraulique lui incombait par les textes, en tout cas. Alors qu'il ne détenait guère de savoir sur l'eau souterraine. Avec le recul du temps, soixante ans plus tard, cette rencontre et cette collaboration apparaissent historiques. L'entente demeura cordiale et exemplaire. Car, il m'accueillit et me traita comme un fils.

L'appoint de ma brigade nomade lui fut d'une assistance sans pareille. Dotée d'un cahier-questionnaire imprimé pour l'établissement d'un fichier de points d'eau, les plaines à nappes phréatiques s'explorèrent, les puits, parfois profonds, se visitèrent, leur eau s'analysa, leur profondeur se mesura; les sources et petits oueds pérennes se jaugèrent ; la cote d'altitude de tous les points d'eau se releva à l'altimètre et parfois au niveau Wild. Ainsi, peu à peu, furent dressées les cartes de la nappe phréatique des plaines du Haouz, du Souss et de la vallée du Draa, des *foums* (oasis) de l'Anti-Atlas méridional et du Bani, chaîne montagneuse la plus méridionale

avant les *hamadas* du Sahara, plaines rocheuses des déserts. Une hydraulique souterraine se figurait et se matérialisait ainsi, là où l'eau de surface faisait défaut. M. Naissant demeurait ébahi de voir apparaître en courbes de niveau l'écoulement de l'eau souterraine tellement plus étendu que celui de l'eau de surface. En outre, le lien des deux types d'eau s'établissait merveilleusement. Tantôt l'eau de surface nourrissait la nappe phréatique. Tantôt la nappe alimentait l'oued pérenne qui fonctionnait comme un drain. Cette représentation cartographique de l'eau souterraine, riche d'enseignement, constituait une grande première, en la décennie 1940. Elle permettait une conception nouvelle de l'aménagement hydraulique conjoint des eaux superficielles et souterraines. Ces cartes remplaçaient le pouvoir divinatoire des sourciers. D'ingénieurs hydrauliciens, nous devenions de véritables architectes de l'eau, selon mon expression. J'en fis une profession.

### *Le miracle de l'eau souterraine*

En quelques mois, un nouveau Maroc venait de surgir du néant. Et l'hydrologie avait accompli un pas de géant, sans s'en douter. Pour le politique, le pays prenait une autre allure. La zone aride, délaissée jusqu'alors, promettait désormais un avenir économique. Une économie de subsistance, certes, y verrait le jour, aidée par l'Etat. A cet égard, le corps des Ponts et Chaussées mérite une mention élogieuse. A Rabat, centre de décision, comme à Marrakech, capitale de zone aride, il avait accueilli et traité cordialement le nouveau service d'hydrogéologues, presque considérés, au début, comme des extraterrestres. Ces êtres étranges pratiquaient des méthodes de travail inconnues auparavant et apportaient une image et une réflexion nouvelles grâce à l'eau cachée. Sa principale révélation concernait son organisation secrète. Sous terre, elle dispose d'un réseau maillé qui la rend disponible directement à l'utilisateur sur des étendues incomparablement supérieures à celle de l'eau de surface qu'il faut toujours conduire au lieu d'usage. En fait, une nouvelle hydraulique se faisait jour. L'aménagement hydraulique de l'eau souterraine naquit ainsi, doté d'un budget substantiel, affecté exclusivement à l'eau de surface, auparavant.

### *Aménagement hydraulique de l'eau souterraine*

Contrairement aux idées reçues, la technologie de captage de l'eau souterraine chez les Marocains dépassait de loin celle des Européens,

novices en la matière. Elle disposait d'appareils élévatoires<sup>(7)</sup> et d'un système ingénieux, l'aqueduc souterrain inventés depuis plusieurs millénaires.

- L'aqueduc souterrain ("rhétara", en marocain)

Cette technique de captage, inventée en Perse sous le nom de *qanat*, permettait, depuis trois mille ans, d'amener l'eau souterraine à la surface du sol sans aide d'énergie humaine, animale ou thermique. Des ingénieurs arabo-musulmans (*muhandis*), résidant dans la médina de Marrakech (quartier sud-est), détenaient encore le secret de la méthode. Elle remplit d'admiration et de modestie le jeune ingénieur-géologue qui la déchiffra en compagnie de M. Naissant et l'améliora en observant la pratique indigène<sup>(8)</sup> qui creusait et maintenait en activité la galerie souterraine sans coffrage ni revêtement pendant des siècles. La formation de mineur de l'un et d'ingénieur hydraulicien de l'autre leur firent concevoir une protection en béton, assurance de solidité et durabilité. Cette protection se composait de trois éléments emboîtés : deux demi-ogives, larges de 0,50 mètre, hautes de 1 mètre et une cunette haute de 0,50 mètre. Ces dimensions permettaient de les descendre par les puits creusés tous les 20 mètres pour l'évacuation des déblais et l'aération.

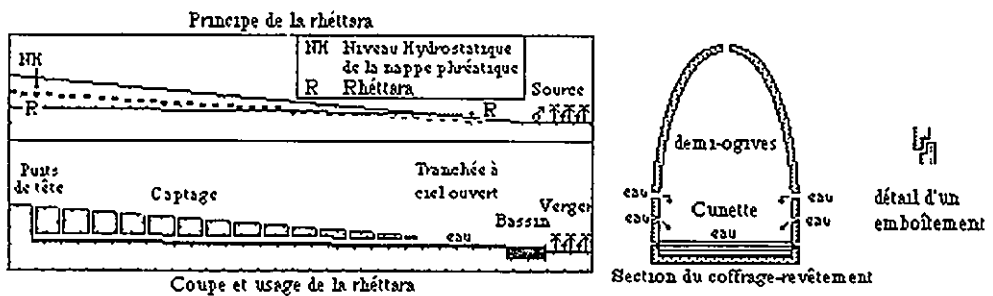


Fig.1 Rhétara marocaine et sa modernisation (à droite)

Nous construisîmes deux modèles de *rhétara* moderne, l'une dans la plaine du Haouz, pour l'eau potable de Marrakech, l'autre dans la vallée du

7) Balanciers, saqiyas, norias, delous.

8) Racontée dans "Histoires d'eau".

Souss pour l'irrigation des jardins et de l'olivaie renommés de Taroudant. Leur implantation, qui comprend deux branches captantes à leur extrémité, se fit sur carte phréatique, afin de concevoir la disposition et l'orientation les plus captantes. La première rhétara provoqua une source de 100 litres-seconde. La seconde, dans le Souss, avec ses 800 litres-seconde, engendra une rivière qui se parcourait en kayak. Après quelques semaines, son eau limpide et d'excellente qualité abritait une grande quantité de poissons; les oiseaux en avaient transporté les oeufs entre leurs pattes. Elle s'inscrit parmi les plus grandes du monde, sinon la plus grande. Elle reçut l'appellation de drain de Freija, petite localité sur une butte rive gauche de l'oued Souss, 15 km à l'est de Taroudant. La technique du qanat persan, parvenue au Maroc par le sud, au X<sup>e</sup> siècle, sous le nom de rhétara, faisait les beaux jours des tribus du sud marocain. Elles se construisaient à l'initiative du caïd qui, le plus souvent, en faisait requête directe à la brigade hydrologique du sud.

#### - Barrages souterrains

En zone aride, les oueds ne coulent que durant quelques heures ou quelques jours de crue par an. Le reste du temps, ces oueds écoulent ces eaux de crue infiltrées, sous forme d'inféoflux, (underflow, en anglais) lente circulation souterraine d'eau à travers le remplissage alluvionnaire de galets et graviers, circonscrits par des terrains schisteux imperméables. Le plus souvent, le puits à main constituait leur classique aménagement hydraulique. Parfois, dans le cas de demande d'eau d'irrigation d'une collectivité rurale, le barrage souterrain représentait l'autre mode de captage. Trois types de barrages furent imaginés. Après creusement de la fouille jusqu'au fond imperméable (*bed rock*, en anglais) de l'inféoflux, situé à 10-15 mètres de profondeur, une digue imperméable se construisait dans la fouille selon deux types : simple maçonnerie ou blocs de béton. Le troisième type : consistait à établir un rideau étanche, en battant un panneau de palplanches, consolidé par injection de ciment sous pression. Le premier type, en maçonnerie, construit à Tazenakht (70 km au sud-ouest de Ouarzazate) fournit 50 litres-seconde<sup>(9)</sup>. Le deuxième type, en blocs de béton, construit sur l'oued Massa, (20 km au nord-est de Tiznit), délivra

9) Litre-seconde alimente en eau potable un village de 1.500 habitants et permet d'irriguer 5 hectares d'orge.

250 litres-seconde. Le troisièmèr type, construit en palplanches, poutrelles emboîtées bord à bord pour former une cloison étanche, à Tazarine, dans le Sagho, (130 km est-sud-est de Ouarzazate) débita 300 litres-seconde. La réussite parut remarquable, dans les trois cas. La simple maçonnerie s'avérait le type plus économique, évidemment. Une telle politique mériterait d'être reprise dans le sud marocain. Les Maures d'Andalousie, au XI<sup>e</sup> siècle, pratiquaient déjà cette technique. Belle leçon de modestie ! De même avaient-ils opéré la recharge artificielle des aquifères, au IX<sup>e</sup> siècle, en Tunisie, appelée alors Ifriqya

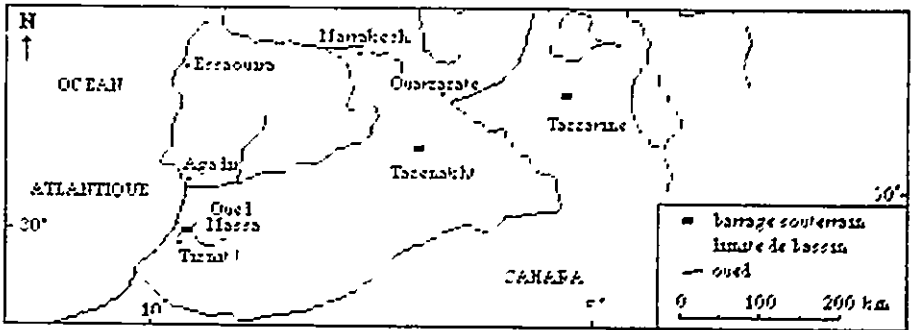


Fig 2 Situation des barrages souterrains

- Appareils élévatoires

Les appareils arabo-musulmans importés au Maroc depuis le IX<sup>e</sup> siècle émaillaient l'agriculture marocaine pour l'irrigation complémentaire et l'eau potable. Le rôle de la mission hydrologique se limitait à étudier le débit d'exhaure, la surface irrigable selon les appareils et le prix de revient de l'eau. Le type d'appareil indiquait le niveau social de l'utilisateur. Le balancier permettait l'arrosage de 50 mètres-carrés (m<sup>2</sup>), le delou, l'irrigation de 500 m<sup>2</sup>, la saqiyia, de 5.000 m<sup>2</sup>, la noria, de plusieurs hectares

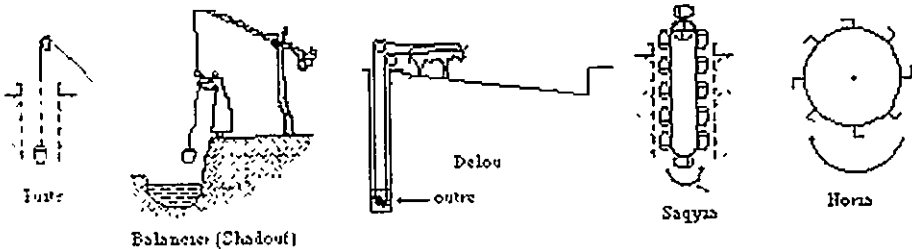


Fig 3 Appareils arabo-musulmans

Ces appareils représentent un bon millénaire d'usage au Maroc et mériteraient d'être conservés en un musée. Le puits à galeries captantes et la pompe mécanique des colons les remplacèrent en moins de vingt ans (1935-55).

## Mariage hydrologique naturel

### - *Unicité de l'eau*

Une symbiose efficace s'exerçait dans le sud marocain entre l'arrondissement hydraulique voué à l'eau de surface et la brigade hydrogéologique d'action nomade pour le plus grand intérêt d'une région de zone aride où prévalait souvent l'eau souterraine. Le premier appartenait à une institution française, les Ponts et Chaussées, implantée par le Protectorat et hiérarchisée au Maroc en Circonscription, Arrondissement et Subdivision. Le second dépendait de l'innovation française, en 1938, d'un professeur de géologie en Sorbonne. Sans le savoir, les deux construisaient le soubassement de l'unicité de l'eau dans une nouvelle institution qui deviendrait en l'an 2000, un modèle international et la notoriété des pays en développement.

De plus, ils opéraient une transition remarquable entre l'hydraulique hispano-mauresque des X<sup>e</sup>-XV<sup>e</sup> siècles, inspirée par l'apport arabo-musulman, et l'hydraulique moderne du XX<sup>e</sup> siècle. Le grand barrage-réservoir hydro-agricole de Lalla Takerkoust<sup>(10)</sup> construit à 40 km à l'ouest de Marrakech en 1930, marque le jalon historique de la renaissance hydraulique du Maroc et un sommet de transfert technologique. La juridiction faisait de l'eau, un bien national géré par l'Etat et sa hiérarchie hydraulique. Auparavant, l'eau était régionalisée, voire localisée. Son aménagement hydraulique pour la collectivité (*rhéttara*, dérivation, *séguia*) dépendait du *caïd*, *sheikh* ou *moqadem*. Il devenait libre pour le puits ou delou d'un individu.

La hiérarchie hydraulique assurait l'assistance technique fixe. Elle s'appuyait sur les administrateurs civils, au nord, et les officiers des Affaires Indigènes, au sud, responsables de l'administration du pays. La brigade hydrogéologique nomadisait. Elle avait reçu délégation d'assistance

---

10) Dénommé d'abord *Cavaignac*, son ingénieur-créateur

technique pour l'aménagement hydraulique superficiel et souterrain. Sa nomadisation répondait mieux aux besoins des populations et à leurs traditions séculaires. Par exemple, si un caïd réclamait une rhéttara, la brigade préparait un projet en deux jours avec topographe, hydrogéologue, agent technique; elle évaluait le temps et le nombre d'ouvriers nécessaires; le jour suivant, le caïd fournissait les ouvriers désignés au titre de l'impôt (tertib); pelles, pioches, barres à mine, brouettes étaient fournies; un agent technique surveillait les travaux. Un ou deux mois après, l'eau souterraine mise à jour, l'aïn, nouvelle source créée par l'homme, coulait dans la séguia principale; des moutons étaient égorgés sur place; une grande diffa (repas de réjouissance) avec méchouis (mouton rôti à la broche) fêtait la naissante eau d'irrigation. La formule eut grand succès. La brigade devint très populaire.

Avec le recul du temps, soixante ans après, la conclusion devenait évidente. Par entente cordiale entre tenants de l'eau de surface et de l'eau souterraine, nous venions de réaliser l'unicité de l'eau pour son usage. Inconsciemment, nous avons pressenti qu'elle créerait une avancée considérable en hydrologie et en hydraulique. Le Maroc du XXI<sup>e</sup> siècle en profite, en tête des nations en développement, voire même comme un leader mondial, tandis qu'on voit la France s'enfermer dans son hydroschizophrénie désuète. Étrangement, cette unicité de l'eau s'obtint en quelques mois (avril-décembre 1942). Peu de personnes en furent les artisans.

#### *- Petite hydraulique de surface*

Les digues de dérivation et séguias d'irrigation abondaient. Pratiquement, les Arabo-musulmans en demeuraient les maîtres-artisans depuis des siècles. Par contre, le barrage-réservoir restait inexistant. Simple raison : les crues, en zone aride, se montrent particulièrement destructrices de digues en maçonnerie. Je connus plusieurs échecs avant d'en comprendre la raison exacte. J'avais construit une digue à pans inclinés, large de 2 mètres et haute de 1,50 mètre, sur un oued du versant méridional du Haut-Atlas. Un jour, lors d'une crue, j'ai assisté à sa destruction par des galets de 5 à 10 kg, projetés violemment à l'horizontale contre la digue sous l'effet de la vitesse du courant. En fait, le lit de galets, sur une tranche d'un demi-mètre, s'écoulait en débit solide et bombardait



tout obstacle. Je compris alors la nécessité de guider les crues à dériver par des digues courbes en gabions, plutôt que de leur opposer des digues rectilignes en obstacle.

### **Création du Centre des Etudes Hydrogéologiques (CEH)**

*“Avantages et inconvénients d’une telle création”*, en sous-titre, expliquerait mieux ce sujet institutionnel. A la fin de 1942, le débarquement américain, suivi de la reprise des hostilités, interrompirent l’activité de la Mission Hydrogéologique du Sud. La mobilisation toucha la majorité du personnel. Durant cette mise en sommeil, un nouvel ingénieur en chef des Mines, J. Bondon, polytechnicien et excellent géologue, prit la tête du Service des Mines au sein de la Direction des Travaux Publics. Désireux d’obtenir une direction à la parité avec les Travaux Publics, il imagina d’accaparer la déjà notoire Mission Hydrogéologique, qui opérait dans le sous-sol, et de la renforcer au plan institutionnel. Conscient du rôle efficient joué par celle-ci comme Mission initialement limitée dans le temps et dans l’espace, et de l’immense tâche qui restait à accomplir, il obtint la création d’un service officiel permanent pour la recherche et l’étude des eaux souterraines. Il lui donna le titre de Centre des Etudes Hydrogéologiques (CEH). Sa compétence devenait nationale et devrait s’étendre à tout le Maroc. Dans le même temps, il détacha les Mines de la Direction des Travaux Publics et créa, au même niveau institutionnel, la Direction des Mines et de la Géologie dont dépendit le CEH. Ce faisant, il venait de dupliquer, au Maroc, la vieille tradition française où coexistaient, à égalité, les deux Corps des Mines et des Ponts et Chaussées, situés au sommet des Corps d’Etat. L’un agissait au-dessous du sol, l’autre, au-dessus. En matière d’eau, un mal en naquit, dénommé hydroschizophrénie par les hydrologues. En France, l’abondance de l’eau en limite l’usage à l’hydroélectricité, productrice d’énergie comme le charbon; donc, priorité au Corps des Mines. Le mal demeure pernicieux. Au Maroc, la pauvreté en eau exigeait l’irrigation en priorité. Le mal devenait fatal. Il mettait en évidence l’exception française à l’encontre de l’unicité de l’eau pour son usage, qui venait de se réaliser dans le sud du Maroc en 1942. J’en devins un farouche partisan.

De retour à la vie civile, en 1946, A. Robaux devint donc chef du CEH, et me confia la charge de chef-adjoint, à ma grande satisfaction. Mais,

je tins à conserver mes passionnantes activités de terrain dans le sud marocain. L'accord s'avéra parfait. Car, je limitais mes fonctions de chef-adjoint à un rôle de dauphin et de conseiller; je ne retenais la fonction de gouvernance que pour les intérimis en cas d'absence. D'autre part, la direction de l'Hydraulique recevait un nouveau titulaire, Vincent Bauzil, polytechnicien et ingénieur en chef des Ponts et Chaussées. Dans ma nouvelle charge, j'entraînai le chef du CEH à se satisfaire de l'appartenance administrative à la direction des Mines et à maintenir sur le terrain, d'après l'expérience acquise en 1942, la collaboration étroite avec la direction de l'Hydraulique, par la création de Services régionaux du CEH. Un conciliabule à quatre<sup>(11)</sup> scella une parfaite entente, certes après quelque résistance à la régionalisation du CEH, de la part du "Mineur", favorable à la centralisation prônée par le titre. Apparemment, le mal hydroschizophrénique à la française paraissait endigué.

L'accord total s'obtint également sur la mission du CEH. Outre sa mission d'ingénieur-conseil pour l'inventaire des ressources d'eau, l'exploration et l'aménagement hydraulique de l'eau souterraine, le CEH prêterait aussi son concours aux exploitations et industries du secteur privé, le cas échéant. De même, il répondrait à la demande des services publics pour tous les problèmes de géologie appliquée dans les travaux d'aménagement, principalement : les barrages-réservoirs, les tunnels d'adduction d'eau et les travaux de drainage. En matière de grands barrages, notamment, non seulement le CEH endossait la responsabilité des études et des travaux de fondation de l'ouvrage, y compris son voile d'injections, mais encore il s'engageait à rechercher et à identifier tous les sites favorables à l'échelle du territoire national. Tâche immense, mais réussie !

Il convient de noter que, dans le conciliabule à quatre, je me fis le fervent avocat de tout ce qui allait en faveur des Travaux Publics et de l'Hydraulique, convaincu par l'expérience acquise en 1942, que l'avenir du développement du Maroc par l'eau dépendrait exclusivement de ces organismes, de l'excellente qualité de leur personnel, et de leur magnifique organisation territoriale. Le sens du service public restait indéniable chez tous les acteurs. Par contre, il n'existait pas dans la nouvelle direction des Mines, surtout chez les géologues, particulièrement individualistes. De plus, un CEH consacré essentiellement à l'hydraulique de l'eau souterraine, se

---

11) Les deux directeurs généraux, le chef du CEH, le chef-adjoint

trouverait complètement isolé au sein des mines et de la géologie. Sauf à renier toute logique cartésienne.

### - Création des Services Régionaux

La création des Services Régionaux, obtenue dans le conciliabule à quatre, permettait d'échapper à toute tutelle jacobine des géologues et des mineurs. Elle débuta en 1947 pour l'essentiel (6 services), atteignit 8 services en 1952 et s'acheva à 11 services en 1956 quand l'indépendance du Maroc libéra les provinces du nord sous protectorat espagnol. Afin de donner l'exemple, l'ancienne brigade du sud forma trois entités : Casablanca, Marrakech et Agadir. Les chefs des deux dernières fonctionnèrent comme adjoints, que je supervisais pendant deux ans, à cause de l'importance des travaux d'aménagement de l'hydraulique souterraine. La formule permit de bien les initier.

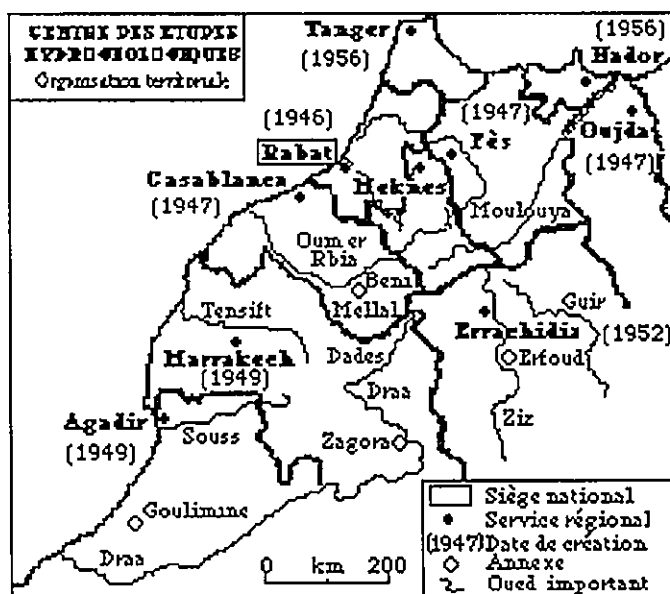


Fig. 4 Création des Services Régionaux du CEH

### - Renommée internationale du CEH

Le concept régionalisé d'étude, de recherche hydrogéologique et d'aménagement hydraulique s'avéra de grande efficacité. Un événement

historique le confirma. En 1952, le Congrès Géologique International, lors de sa XIX<sup>e</sup> session organisée par la France, se tint en Afrique du Nord (Maroc, Algérie, Tunisie). A cette occasion, le Centre des Etudes Hydrogéologiques (CEH) publia un ouvrage intitulé Hydrogéologie du Maroc<sup>(12)</sup>, première synthèse des ressources en eau du pays. Dans l'avant-propos, V. Bauzil, directeur de l'Hydraulique du Maroc, écrivait ceci : «*L'organisation marocaine paraissait bonne qui consistait à faire assister les services d'exécution responsables, Travaux Publics, Génie Rural, d'un service spécial d'études et de recherches : le Centre des Etudes Hydrogéologiques, remplissant à leur égard le rôle d'ingénieur-conseil. Sa collaboration m'est particulièrement précieuse*». L'ouvrage, composé par des spécialistes, instaura le prestige de l'hydrogéologie marocaine. Edité<sup>(13)</sup> en 5.000 exemplaires au Maroc, son succès le fit traduire en russe à 50.000 exemplaires. La préface par G. Bogomolov, hydrologue de l'Académie des Sciences et frère du Ministre des Affaires Etrangères de l'époque, mentionne notamment : «*... Ce livre contient une documentation abondante concernant la partie occidentale de l'Afrique du Nord et présente un grand intérêt scientifique et pratique...* ». L'auteur reçut le savant soviétique au Maroc, en 1953.

ХІХ МЕЖДУНАРОДНЫЙ ГЕОЛОГИЧЕСКИЙ КОНГРЕСС  
РЕГВИЗИТНЫЕ СЕРИИ

## ГИДРОГЕОЛОГИЯ МАРОККО

Р. АМБРОЗЕН, Ф. БОДЕЛЛИ, Р. БУРЖЕН  
И. ШУБЕР, Ж. МАРГА, М. НЕРА ДЕ ЛЕГНЗЕ,  
А. РОБО, А. РЕЙТЕР, Е. СТРЕТТА  
П. ТАЛЬБАС, Ж. ТЮНЬЕ

Перевод с французского  
М. Э. ГОРБУНГА

Под редакцией и в предисловии  
Г. В. БОГОМОЛОВА

И \* Л

ИЗДАТЕЛЬСТВО  
ИНОСТРАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ  
Москва — 1953

Fig.5 Fac-similé de la Couverture de l'édition soviétique

12) "Notes et Mémoires du Service Géologique", n°97, 359 p, Rabat, 1952

13) J'en fus le concepteur, rédacteur en chef et l'un des principaux auteurs. Sa réalisation se fit en moins d'un an.

Pour tout dire, un léger différend était intervenu, en 1951, à propos de la publication française de cet ouvrage, avec le chef du CEH, sur le point de quitter le service. Il refusait toute publication sous le prétexte du manque de temps face à l'importance du sujet. Je m'opposais à son point de vue et endossais tout le fardeau de cette publication en assumant la lourde charge de rédacteur en chef. C'est pourquoi, la publication parut comme une œuvre collective traduisant véritablement la réalité. Les connaisseurs y reconnurent la marque de fabrique.

En fait, sept services régionaux fonctionnaient déjà, en 1951. Leurs chefs reçurent instruction de rédiger l'état de leurs connaissances et de leurs travaux. Quelques normes de présentation et de figuration furent imposées. Au siège de Rabat, deux ingénieurs de la direction de l'Hydraulique participèrent à la rédaction, ainsi que le chef et le chef-adjoint du CEH. La mobilité de ces deux derniers, imposée par leur fonction, permit de combler les lacunes.

J'avais ressenti longtemps un remord du différend de 1951, au sujet de cette publication, avec mon patron, qui m'avait prodigué tant de sollicitude durant 14 ans, et pour lequel j'éprouvais la plus haute estime. Cependant, avec le recul des années, il apparaît patent que la juste raison se trouvait de mon côté. En effet, le CEH gagna une renommée internationale indiscutable après la publication de l'Hydrogéologie du Maroc en 1952. Sa traduction en russe en 50.000 exemplaires, y compris toutes les cartes et figures, confirma cette réalité. Dès 1953, des fonctionnaires de l'UNESCO et de la FAO vinrent au Maroc solliciter notre service auprès de leur siège. Plus tard, le directeur de la Coopération Internationale de la France me réserva un poste de conseiller à ses côtés, quand il devint l'un des membres directeurs du PNUD.

Apparemment, ce léger différend n'avait pas laissé de traces chez mon patron vénéré. Car, il maintint un contact amical après avoir quitté le Maroc. Plus encore, en 1963, il offrit un grand repas aux anciens du CEH, lors de ma soutenance de thèse d'Etat en Sorbonne, à Paris. Ce fut notre dernière rencontre cordiale qui saluait une relation de 26 ans dont une décennie sous son agréable autorité.

### **Exploration hydrogéologique**

L'exploration pétrolière enseignée à Nancy durant la dernière année d'Ecole, en 1939, m'avait impressionné par son efficacité. A base de

géophysique et de forages, elle m'avait conduit à un stage passionnant sur un forage hydrogéologique réussi qui capta l'eau à 400 mètres de profondeur, pour l'établissement de Nancy-thermal. Dès la création des services régionaux, en 1947, je convainquis ma hiérarchie, au titre de chef-adjoint et conseiller du CEH, d'adapter cette méthode assez onéreuse d'exploration pétrolière à la prospection hydrogéologique. Une forte controverse fit débat. En effet, la découverte de pétrole remboursait largement la dépense. Par contre, celle de l'eau, considérée alors d'un prix négligeable, l'amortissait mal. Il fallait donc plus de rigueur dans l'interprétation de la géophysique et dans l'exécution des forages d'eau, contrôlés par carottage électrique, autre méthode géophysique. La hiérarchie accepta ma proposition, à titre d'essai, et la plaça sous ma responsabilité. Je pris l'engagement de superviser ces deux prospections financées essentiellement par la direction de l'Hydraulique. Les travaux commencèrent donc dans le sud marocain, prioritaire.

La *prospection géophysique* incombait à une compagnie privée spécialisée. Celle-ci exécutait la campagne de terrain et interprétait les résultats. La supervision consista à mettre en place la campagne de terrain et à ré-interpréter les données en fonction des connaissances acquises sur la géologie locale, tâches inusitées dans l'exploration pétrolière. La qualité des résultats surprit agréablement. La prospection géophysique, régulièrement appliquée dans le domaine de l'eau souterraine depuis 1947, joua un rôle important au Maroc. Une centaine de campagnes furent exécutées jusqu'en 1960; elles représentent le dixième des dépenses engagées pour l'exploration par sondages. Le secret de la réussite résida dans la ré-interprétation des données en fonction des connaissances acquises sur la géologie locale. Ceci obligea à perfectionner les connaissances géophysiques des chefs de service régionaux et à superviser ces derniers.

*L'exploration par forages hydrogéologiques* débuta dans la vallée du Souss, en 1947, également. Le premier forage fut implanté par mes soins, sur rive gauche de l'oued, à mi-distance entre Agadir et Taroudant. L'implantation se fit au lieu dit km 44 par les techniciens des routes et Souk el Arba des Ouled Teïma par les indigènes. Deux bâtisses, seulement, y existaient : un bureau de Postes et la demeure du Caïd de la tribu des Haouaras, seule tribu arabe implantée en pays berbère. Une eau artésienne d'excellente qualité jaillit, signe d'heureux destin. Un demi-siècle plus tard,

une collectivité locale de 20.000 habitants entoure ce premier forage hydrogéologique. Certains crièrent à la chance, d'autres, au savoir. Car, son implantation se fit sans prospection géophysique préalable. Un deuxième forage exécuté dans d'autres formations géologiques, sur la rive droite de l'oued, à 20 km du précédent, fit jaillir aussi une excellente eau artésienne à plus fort débit et à la température de 30°. Il offrait à la population irrigation et thermalisme. Le secret de cette réussite indiscutable provenait d'une étude géologique de précision, d'une géophysique bien interprétée et d'un forage<sup>(14)</sup> suivi minutieusement. Cet adverbe mérite une explication.

A cette époque, la technique du forage de recherche de l'eau souterraine (forage hydrogéologique) était ignorée par les entreprises privées de forages. Un organisme para-étatique dénommé "*Bureau de Recherches et de Participations Minières, BRPM*" sis à Rabat, possédait un parc de sondeuses dirigé par un ingénieur des mines, M. Bousquet. J'expliquai à ce dernier les ambitions du CEH et l'ignorance de technique en matière de forage d'exploration hydrogéologique. Il accepta de coopérer. Nous fîmes équipe. Le succès couronna notre audace dès le début, au Gounna, dans le Souss, après des nuits d'angoisse passées sur le chantier de forage. Après ces succès heureux en géophysique et surtout en forages d'eau, le directeur de l'Hydraulique, convaincu de la méthode pétrolière pour l'exploration hydrogéologique, accorda au CEH un crédit annuel de forages d'eau. Une première dans le budget du Maroc ! Il est regrettable de ne pas avoir publié les modalités de la technique de forage hydrogéologique mise au point. D'ailleurs, les chefs-sondeurs préfèrent généralement garder ces secrets de main d'œuvre. Néanmoins, elles figurèrent sous forme de clauses dans les contrats passés avec les cinq à six sociétés de forages invitées à collaborer avec le CEH de 1947 à 1960. Pour combler cette lacune, rappelons quelques idées.

#### *- Les secrets du forage hydrogéologique*

Les forages modernes se pratiquent avec des sondeuses rotary <sup>(15)</sup>, c'est-à-dire dont le train de tiges muni d'un trépan broyeur à molettes est

---

14) Le sondage du Gounna, extrait de la "*Société des Sciences Naturelles du Maroc*", séance hydrogéologique 1949.

15) Précédé par le forage à battage, plus lent dans l'action mais plus facile pour la découverte de l'eau souterraine.

animé d'une rotation rapide. Une circulation d'eau chargée de boue traverse le train de tiges jusqu'au fond du trou et remonte, par l'extérieur des tiges, les débris broyés jusqu'à l'air libre. Une forte densité de l'eau de circulation acquise grâce à une boue spéciale (bentonite) facilite le fonçage et évite le coincement du trépan. Le colmatage des niveaux aquifères durant leur traversée par le trépan constitue l'inconvénient majeur si la boue est dense. Il faudrait donc l'alléger afin de repérer le niveau aquifère, au passage. Mais, inconvénient contradictoire, une perte de la circulation d'eau se produit lors de la traversée d'un niveau aquifère, avec danger de coincement du trépan. Le chef-sondeur doit donc jouer finement, en véritable artiste, sur la densité de la boue, lors de ces traversées. Le maître d'œuvre exige la tenue d'un cahier de forage, rempli de ces observations et d'autres encore nécessaires à la détection des niveaux aquifères. A la fin du forage, un carottage électrique, méthode de géophysique, permet de déterminer avec précision les cotes des niveaux aquifères et de décider du tubage à mettre en place avec les zones de crépines bien ajustées. Notion importante, un chef-sondeur spécialisé en hydrogéologie est beaucoup plus recherché que celui pratiquant les forages pétroliers. Ce dernier fore avec la boue la plus dense possible afin de traverser sans danger ni repérage les niveaux aquifères toujours superposés aux niveaux pétrolifères. C'est pourquoi les hydrogéologues jugent souvent inintéressants les forages pétroliers déclarés stériles en eau.

### *Apport européen en hydrologie*

#### *- Grand barrage-réservoir*

La cohabitation franco-marocaine, légalisée en Protectorat, dura 43 ans (1913-56). Elle connut une population indigène passant au Maroc de 5 à 10 millions d'habitants. Elle amena une minorité étrangère, surtout française, inférieure à 200.000 habitants dont 50.000 environ pratiquèrent la colonisation agricole. A leur crédit, les colons introduisirent la mécanisation, surtout en céréaliculture. A leur discrédit, ils pratiquèrent l'agriculture pluviale, essentiellement céréalière, incompatible avec la zone aride, préjudice durable et erreur politique en céréaliculture. En aménagement hydraulique, le grand barrage-réservoir pénétra dans le pays en 1929. Les deux premières constructions à vocation agricole (Beht, Takerkoust) ne connurent pas le succès escompté par défaut d'assistance aux paysans indigènes, de la part du protecteur, sur les méthodes



d'irrigation dans les grands périmètres d'irrigation. Devant cet échec, l'aménagement hydraulique du protecteur se tourna vers les barrages-réservoirs à vocation hydroélectrique et à rentabilité assurée. La reprise des barrages pour l'irrigation attendit la venue, en 1946, d'un nouveau directeur de l'Hydraulique.

#### *- Puits à grand diamètre*

En irrigation gravitaire à partir de l'eau souterraine, les colons se crurent les maîtres en transférant leur technique du puits à grand diamètre, muni de deux galeries opposées, creusées sous le niveau hydrostatique de la nappe phréatique et équipé d'une pompe à axe vertical capable d'un débit de 100 litres-seconde ou plus. Ils commirent deux erreurs. La plus grave fut d'ignorer que l'exploitation intensive de l'eau souterraine fait baisser irrémédiablement le niveau hydrostatique jusqu'à le faire passer au-dessous des galeries captantes, rendues ainsi inutiles. L'insistance à maintenir cette méthode d'ignare conduit à des dépenses inconsidérées et anti-économiques. La seconde, impardonnable face à leur prétention, est d'avoir ignoré que les indigènes les avaient précédés d'un millénaire, avec leurs rhéttaras, dans le domaine de l'irrigation gravitaire à partir de l'eau souterraine. Dans ce domaine, la différence entre les deux communautés du XX<sup>e</sup> siècle était socio-économique et non pas culturelle. Les indigènes ne possédaient pas les moyens financiers d'accéder à la technique moderne de creusement du grand puits et à l'achat de la pompe puissante. Par ailleurs, leur lopin de terre atteignait rarement l'hectare et ne nécessitait pas de telles dépenses.

#### *- Introduction incongrue de la pompe mécanique*

La découverte du moteur à explosion dans la moitié du XIX<sup>e</sup> siècle avait affecté profondément l'hydraulique rurale en Europe. Elle redonnait vie à la pompe, inventé par les arabo-musulmans depuis deux mille ans, mais qui périlclitait sous la force motrice hydraulique, peu adaptée à ce mécanisme. De ce fait, la pompe, actionnée par le moteur à explosion remplaça progressivement, en un siècle, la mécanique hydraulique élévatoire aux multiples systèmes, en usage pendant quatre mille ans. Les années 1930 datèrent son introduction incongrue au Maroc. Un grave conflit se développa alors entre les deux communautés, indigène et étrangère. La

décennie 1950 marqua la fin de cette révolution historique. Son accompagnement m'incomba à propos de la vallée du Souss. La colonisation, par ses puissants moyens de pompage, abaissa progressivement et durablement le niveau hydrostatique de la nappe phréatique en dépit des arrêtés publics de protection des puits indigènes. Ceci entraîna leur assèchement régulier. L'hydrologue, muni d'arrêtés mais dépourvu d'une police des eaux, dû lutturer constamment de sa personne pour éviter ou réparer cette injustice flagrante que les tribunaux ne parvenaient pas à corriger. Cette tâche, délicate aux plans technique et social, mérite le récit.

Le conflit avait éclaté, en 1942, entre les colons étrangers et le Caïd de la tribu des Haouaras, aux Ouled Teïma, rive gauche de l'oued Souss, à mi-distance entre Agadir et Taroudant. Il résultait de l'assèchement des puits marocains entourant les lots de colonisation soumis à un puissant pompage intensif. Un levé topographique au 1/20.000<sup>e</sup>, exécuté aussitôt, releva tous les puits de la région. Chaque puits subit un examen géologique, une mesure de débit, une analyse chimique de l'eau. La carte phréatique de la nappe fut dressée en courbes de niveau. Des essais de débit furent pratiqués sur les puits à fort débit d'exhaure avec observation concomitante des puits satellites indigènes. La vitesse d'écoulement de l'eau souterraine fut mesurée en divers endroits grâce à une méthode originale<sup>(16)</sup>. Chaque opération exigea plus d'une semaine. En conclusion, un décret du Directeur Général des Travaux Publics prescrivit la demande d'autorisation de pompage limitée à 0,3 litre-seconde par hectare, soit 10.000/an en pompage continu. Dans la pratique, le débit autorisé se traduisait par le calage de la crépine de pompe à une profondeur déterminée sous le niveau hydrostatique. Ce réglage exigeait de bien connaître le débit spécifique local de la nappe par mètre d'abaissement de son niveau. Ce règlement typique d'ingénieur réclama un gros travail de terrain par essais de débit. Une société spécialisée pourvoyait à cela, le GEMES, Groupement d'Etudes Marocaines des Eaux Souterraines..

En outre, la colonisation fut interdite à l'amont de Taroudant Ainsi, la moitié amont de la nappe phréatique de la vallée du Souss, zone d'alimentation, protégeait la moitié aval, décrétée zone d'exploitation. La

---

16) Injection de 50 kg de sel dans un puits traditionnel et observation de son arrivée dans les puits voisins, en aval.

promulgation du décret provoqua un résultat immédiat très positif. Mais, au fil du temps et à défaut d'une police de l'eau souterraine, la colonisation, renforcée de riches Marocains, outrepassa ses droits. La situation du paysannat marocain en zone irriguée apparut alors tragique. La vallée du Souss offrit le plus crucial exemple. D'autant qu'elle subit de dures sécheresses. L'année 1945, par exemple, avait connu une sécheresse exceptionnelle, répétée une fois seulement (1995) jusqu'en 2005 (cycle cinquantenaire ?).

### *- Pluviométrie et ruissellement*

Ces deux notions de phénomènes naturels constituaient les fondements pour l'établissement d'une étude hydrologique correcte. A son avantage, le Maroc possédait, depuis l'instauration du Protectorat, des données pluviométriques valables sur les principales villes. A son désavantage, cinq ou six services de l'Administration disposaient de pluviomètres et d'observateurs qui enregistraient, chacun, une portion des données. Leur recherche s'apparentait à une course d'obstacles. Le CEH, selon son rôle institutionnel, s'efforça de centraliser l'information. Mais, il se heurta à la rivalité jalouse des autres services, pathologie classique de l'Administration d'Etat. Il procéda donc au coup par coup. Par contre, aucun service ne mesurait la neige, lacune hydrologique flagrante au Maroc où quatre massifs en recevaient abondamment, chaque année : le Rif, le Moyen Atlas, le Haut Atlas, et l'Anti-Atlas. Or, la neige en zone aride constituait un réservoir d'eau temporaire non négligeable, puisque ces réserves naturelles prolongeaient le ruissellement de plusieurs mois après précipitation. Le CEH stipendia donc des nivologues amateurs.

Quant au ruissellement, son jaugeage était chichement assuré par la direction de l'Hydraulique. Trois grands fleuves pérennes possédaient quelques stations de jaugeage : Moulouya, Sebou, Oum er Rbia. Les rivières (oueds) et leurs affluents bénéficiaient de jaugeages volants, le cas échéant. Au Maroc, le système de surveillance du ruissellement ressemblait à celui d'une grande ville, dont seules les avenues compteraient, négligeant boulevards, rues et ruelles. Dans la zone aride du Maroc, par contre, la situation apparaissait meilleure. Les oueds, normalement à sec, convoaient parfois des crues de quelques heures ou quelques jours. Le CEH avait établi des questionnaires imprimés, reliés en bloc-notes et adressés à chaque bureau des Affaires Indigènes, fort nombreux au total, et judicieusement

répartis dans le pays jusqu'aux confins. Ces fichiers étaient remplis scrupuleusement par une administration militarisée. Le CEH recevait le double et évaluait relativement le débit des crues. L'administration des Affaires Indigènes conservait l'original. Ce service fonctionna correctement durant une décennie (1945-55). Cette archive fort précieuse existe peut-être encore en un ou deux endroits. La retrouver permettrait d'étalonner les images du satellite Spot. A ce propos, une autre idée mérite son exploitation. A la fin du XX<sup>e</sup> siècle, deux années consécutives, 1995 et 1996, se sont révélées les plus sèches et les plus humides du siècle. L'analyse de la couverture Spot images du Maroc de ces deux années apporterait des informations exceptionnelles sur l'hydrographie marocaine. Elle permettrait aussi d'imaginer l'aménagement hydraulique optimal du pays par petits barrages (lacs collinaires). Le paysage marocain convient particulièrement à une telle politique.

### *Histoire marocaine de l'hydro-schizophrénie (1946-55)*

A la fin de la seconde guerre mondiale, en 1945, la création du CEH constitua une avancée notable. Mais son autonomie au sein du service des Mines et sa séparation des Travaux Publics posèrent problème. Car, la rivalité à la française des Corps des Mines et des Ponts et Chaussées provoqua une fissuration institutionnelle dommageable pour l'eau du Maroc. Cette eau dépendit, alors, des Travaux Publics en surface, des Mines et de l'Industrie en profondeur. La règle de base d'organisation moderne du Maroc par ses deux protecteurs, France et Espagne, consistait à appliquer leurs lois et institutions nationales où sévissait l'hydro-schizophrénie. L'eau souterraine, considérée comme un minerai, exploitable et épuisable, y dépend encore et de facto des responsables des mines et de la géologie. Or, le Maroc d'après-guerre tentait de se libérer de ces deux protecteurs. Un danger fortuit d'hydro-schizophrénie paraissait évident. La sagesse du protecteur s'imposerait donc lors de cette transition. L'analyse de la décennie 1946-55 oriente vers la bonne décision de guérison de l'hydro-schizophrénie pour un Maroc indépendant.

### *- Equivoque institutionnelle et essai de thérapie (1946-50)*

Lors de la création de la Direction des Mines et de la Géologie, en 1946, à partir de la Direction Générale des Travaux Publics, les titulaires de

ces deux directions, corpsards de grande classe des Mines, d'une part, et des Ponts, d'autre part, méritent une mention spéciale de bonne conduite pour avoir compris l'importance du rôle de service public dévolu au CEH depuis sa création, à l'époque. Ils maintinrent la liaison pratique déjà établie entre la direction de l'Hydraulique et le CEH, nouvellement créé. A cet effet, ils lui confièrent la charge d'ingénieur-conseil auprès de la direction de l'Hydraulique, direction principale au sein des Travaux Publics (voir, création du CEH) et précisèrent ses tâches.

Les responsabilités du CEH portaient sur l'identification des sites de barrages-réservoirs sur tout le territoire, accompagnée, le cas échéant, de leur étude géologique, sur l'établissement des cartes phréatiques des nappes aquifères des grandes plaines promises à l'irrigation, sur l'exploration géophysique des réservoirs souterrains d'eau douce, sur l'exécution des forages de reconnaissance et d'exploitation, sur l'alimentation en eau potable des collectivités, sur l'étude géologique des galeries et tunnels et sur toute étude géotechnique de travaux publics. Chaque service assurait les crédits de fonctionnement du personnel.

Mais la direction de l'Hydraulique, mieux dotée en crédits de travaux, allouait au CEH le budget nécessaire à l'accomplissement de ses tâches d'aménagement. Elle créa même pour la vallée du Souss, où l'exploitation publique de l'eau souterraine se fit à grande échelle, une société spécialisée : le Groupement d'Etudes Marocaines des Eaux Souterraines (GEMES), déjà mentionnée. Cette société exécutait les essais de débit d'exploitation sur des puits à grande diamètre (1,5 m) creusé par appareil spécial Benoto, innovation complémentaire des forages mécaniques classiques permettant de très larges diamètres de fonçage. Comme cette eau nouvelle devait servir à l'irrigation, la direction de l'Hydraulique fit créer une seconde société, la Sogreah, dont elle loua les services. Celle-ci procédait aux études pédologiques, identifiaient les terres irrigables et projetait le système d'irrigation adéquate. J'assumais déjà la supervision des deux sociétés depuis 1946 quand je devins chef du CEH, en 1952. Toutes ces dispositions de responsabilités dûment respectées, visaient à éviter l'hydro-schizophrénie.

La thérapie faisait merveille, d'autant que le service public du CEH dispensait aux Marocains une assistance supérieure à la technologie des Européens. Cette dernière, introduite par le secteur privé des colons, se

limitait au creusement de puits à large diamètre, maçonnés jusqu'à la nappe phréatique, assortis de deux galeries opposées, au-dessous de celle-ci et équipés de pompes puissantes à axe vertical, capables de débits d'exhaure jusqu'à 100 litres-seconde. Les colons, très fiers de la capacité de leurs puits, considéraient avoir opéré un merveilleux transfert de technologie de captage par rapport aux puits indigènes, capables d'un débit d'exhaure de 1 à 2 litres-seconde. En fait, ils venaient d'introduire la puissance mécanique des pays riches, par le truchement de la pompe. En compensation, le CEH lança dans le Souss des puits à grand débit d'eau souterraine à l'usage exclusif des indigènes. L'esprit de justice inspiré du maréchal Lyautey y survivait encore, dans le domaine de l'eau, en fin de protectorat. Cette protection de l'eau en faveur des Marocains facilita la tâche du CEH jusqu'en 1950, quand un corpsard des mines, nouveau venu, tenta de mépriser la convention des premiers corpsards, au risque de renforcer l'hydro-schizophrénie institutionnelle.

*- Danger fortuit d'hydro-schizophrénie (1950-53)*

Car, au plan institutionnel, le CEH fonctionnait, depuis sa création en 1945, en équilibre instable entre deux directions générales tenues par les Corps des Mines et des Ponts et Chaussées. La clairvoyance au sommet avait permis une action pratique et efficace en faveur de l'unicité et du service public de l'eau jusqu'à l'arrivée, en 1950, du nouveau directeur administratif des Mines et de la Géologie, issu du Corps des Mines. Négligeant délibérément les accords convenus en 1946, Il voulut intervenir dans notre métier. Il pensait ingénument que son prestige d'école pouvait se confronter avec des compétences hydrologiques acquises sur le terrain. Mon maître, trop discipliné, en souffrit durant deux ans et donna sa démission, pressentant le danger d'hydro-schizophrénie, ce mal destructeur de l'unicité de l'eau. Je pris sa succession, en 1952, fort de l'idée que l'hydrogéologie, par ses dimensions de temps, d'espace et de valeur pour l'homme, rendait confiant en soi et interdisait une discipline aveugle. D'autant que je fonctionnais d'ordinaire, en toute collégialité et en totale cordialité, avec le directeur de l'Hydraulique avec lequel nous accomplissions une œuvre passionnante.

La première visite hydrogéologique de terrain, en 1953, réclamée par le corpsard des Mines, mon nouveau patron administratif, eut lieu dans la

vallée du Souss, remarquable exemple d'étude réussie. L'eau souterraine l'emportait en volume et en étendue sur l'eau de surface; leur usage conjoint et leur interconnexion se montraient parfaites. Le supérieur resta de marbre devant cette association incomprise d'hydrologie et d'hydrogéologie qu'il rencontrait pour la première fois sur le terrain. Cependant, gonflé de suffisance et de prétention dérisoires, il voulut afficher son autorité par des remarques désagréables sur mon exposé. Ce faisant, il démontrait que ce qu'il avait appris ne lui servait à rien pour juger de ma qualité professionnelle et de mes conceptions en hydrologie. Aucun prestige d'Ecole ne peut affronter, ni dominer l'expérience acquise. Le diplôme de grande Ecole sanctionne les qualités de l'étudiant à l'entrée, non le savoir acquis par la suite. Toutes ces remarques lui furent administrées de plein fouet. Il n'intervint plus jamais dans notre doctrine. Une seule séance avait suffi à éteindre sa morgue. Cet état d'esprit marqua, désormais, nos relations, durant des années. Jamais, je n'admis la moindre servilité à son égard, conduisant à l'hydro-schizophrénie. Le mal fut enrayé.

*- Guérison et éradication de l'hydro-schizophrénie  
au Maroc (1953-61)*

Ma promotion à la tête du CEH, en 1952, l'annonçait. Elle entraînait la rénovation du service et son rapprochement avec la direction de l'Hydraulique. Les chefs de service, tous deux méditerranéens, opérèrent en parfaite symbiose. Ce changement équivalait pratiquement à un retour déguisé du CEH dans la direction générale des Travaux Publics, comme en 1942, alors que se profilait l'indépendance du Maroc. Avec V. Bauzil, directeur de l'Hydraulique, nous ne voulions pas léguer au nouveau Maroc la tare française de l'hydro-schizophrénie. Nous trouvâmes, d'ailleurs, un écho favorable auprès du Colonel Pommerie<sup>(17)</sup> qui venait de prendre la Direction des Mines et de la Production Industrielle, dont dépendait, administrativement, le CEH. Durant ce premier épisode, la symbiose demeura tacite et efficace. Le Marocain ne saura jamais le danger de sous-développement encouru par son pays, si la gestion de l'eau souterraine avait été maintenue divorcée de celle de l'eau de surface. Il ne saura pas non plus combien de ses compatriotes m'accusèrent de trahison à la cause de la

---

17) Polytechnicien comme V. Bauzil, il entretint d'excellents rapports avec l'auteur

Géologie et des Mines lors de la sécession officielle du CEH, contemporaine de la création de l'Office National de l'Irrigation, ONI, en 1961. Faire dépendre l'eau souterraine du Corps des Mines, par le truchement de l'hydrogéologie, ne pouvait demeurer qu'une exception française.

En définitive, l'hydro-schizophrénie typiquement française ou espagnole, cette ambivalence de pensée et d'action entre eau superficielle et eau souterraine, importée au Maroc par les deux Protectorats, fut guérie et éradiquée progressivement entre 1953 et 1960. Une véritable symbiose s'établit d'abord, entre la direction de l'Hydraulique et le CEH, grâce aux deux chefs de service d'origine méditerranéenne qui aménagèrent conjointement les deux services. La rupture du CEH avec la Géologie et le Corps des Mines intervint ensuite, en 1968, pratiquement lors de l'élaboration des statuts de création de l'Office National des Irrigations (ONI), puis officiellement, le premier janvier 1961, lors de l'entrée en fonction de l'ONI. Le divorce, après séparation et jugement, intervint sous l'égide du gouvernement du Maroc. Son homologue de France traîne encore son mal récurrent malgré une tentative louable de création des Agences de Bassin, inspiration du Corps des Ponts et Chaussées, toujours en rivalité avec le Bureau de Recherches Géologiques et Minières, BRGM, agissant sous l'égide du Corps des Mines, et doté d'un groupe important d'hydrogéologues, férus d'eau souterraine. Ainsi, en raison de cette dichotomie, la France connaît encore des inondations dommageables pour l'économie nationale (Picardie, Languedoc et ailleurs), imputable à un savoir hydrologique négligé, en dépit de la grande expérience acquise au Maghreb (Maroc, Algérie, Tunisie), surtout au Maroc, durant les deux décennies 1940-60.

### **Nouvelle pratique de gouvernance (1953-61)**

De retour au changement de direction du CEH, l'élimination de l'hydro-schizophrénie demeure une péripétie heureuse, certes, mais indispensable surtout à la bonne gestion de l'eau nationale. Une telle gestion, inconnue à l'époque, réclame non seulement un service public adéquat, mais surtout, une gouvernance rigoureuse, surtout en zone aride. L'occasion s'offrait d'instituer une nouvelle pratique de gouvernance encore inconnue parmi les nations. Le Maroc devenait le candidat-modèle.



*- Création d'un service hydraulique adéquat*

Son adéquation signifie son adaptation aux types de ressources d'eau de la nation. En matière de richesse en eau allouée, chaque année, par le cycle hydrologique, la planète se subdivise en trois zones : humide ou tempérée à dominante d'eau superficielle, aride ou désertique, à dominante d'eau souterraine, et intermédiaire, qualifiée improprement de semi-aride parce qu'elle dispose d'un système complexe d'eau superficielle et souterraine. La création d'un service adéquat dépendra de l'appartenance de la nation à l'une de ces trois zones. Quelque trente nations développées appartiennent à la zone tempérée, dominée par le ruissellement de l'eau superficielle. Notamment, dans le système à la française, en règle générale, l'aménagement hydraulique s'y conçoit et se gère par des ingénieurs des Ponts et Chaussées, assistés d'ingénieurs hydrauliciens. Par contre, cent soixante nations en développement se situent dans les deux autres zones. Elles méritent un aménagement hydraulique et une gestion par des ingénieurs-géologues, seule spécialité correctement formée à l'eau souterraine en sus de l'eau superficielle. Le Maroc, situé en zone intermédiaire, expérimenta avec grand succès cette solution durant la décennie 1990.

Dans tous les cas, la situation moderne des ressources en eau douce ont montré leurs limites d'abondance face à la croissante démographie sur la planète. Car, la démographie de la nation représente la demande. Dans tous les pays en développement, la situation moderne des ressources d'eau douce montrent ses limites d'abondance face à l'explosion de population. C'est pourquoi, la création d'un service hydraulique impliquera, non seulement une bonne qualification dans l'aménagement des ressources hydriques, mais aussi, une habileté particulière dans la gestion de l'eau à allouer.

*- Mobiles du changement de gouvernance*

A la fin de 1952, quand A. Robaux dont je fus l'adjoint pendant 7 ans, me transmit la direction du CEH après une collaboration respectueuse, loyale et cordiale, la ferme intention d'appliquer cette nouvelle conception m'habitait. Rompus tous deux à la vie militaire d'officiers de réserve, nous avons toujours respecté la hiérarchie et la discipline intellectuelle. Cependant, un sentiment nous distinguait sur le fond, sans jamais nous opposer; le jacobinisme du chef contrastait avec le tempérament

décentralisateur de l'adjoint. Le titre du service, Centre des Études Hydrogéologiques (CEH), choisi essentiellement par A. Robaux en 1945, l'attestait. Le terme Centre ne souffre aucune ambiguïté de compréhension. Le terme Études introduisait une connotation universitaire, vestige de ses années de professorat. Quant à l'adjectif qualificatif Hydrogéologiques, indiquant l'eau souterraine dans les sédiments, son patron, ingénieur du Corps des Mines, et lui-même, ancien professeur, en partageaient la paternité, surtout pour en assigner la charge à l'autorité la plus qualifiée dans le sous-sol. Exception à la française, l'hydrologie se trouvait limitée à la portion mystérieuse et cachée de l'eau.

Pour ma part, huit années à pied-d'œuvre sur le terrain en compagnie de deux ténors des Ponts et Chaussées<sup>(18)</sup>, apportèrent la preuve qu'un ingénieur-géologue ou un ingénieur spécialisé en géologie s'avérait le plus habile dans l'aménagement hydraulique de l'eau souterraine. Il lui suffisait une rapide et facile formation à l'aménagement de l'eau de surface pour devenir un ingénieur-hydrologue complet dans le style des États-Unis. En outre, un pays de zone aride réclame de l'eau d'arrosage en priorité afin de nourrir son peuple, qu'elle soit sous forme de brouillard, de pluie, d'eau courante ou d'eau souterraine. Souvent, une combinaison de ces formes satisfait le besoin. Cette exigence impose de connaître parfaitement le terrain, son peuplement et ses besoins. Seul, un service régional permet d'appliquer cette stratégie. Au début du CEH, l'auteur, chef-adjoint, avait obtenu une satisfaction partielle mais suffisante pour convaincre de la nécessité et de l'efficacité des services régionaux. Il put les doubler en prenant la direction du service. Le jeune gouvernement marocain demanda, plus tard, un nouveau titre à substituer à l'appellation CEH, devenue obsolète. Division des Ressources en Eau fut la réponse adoptée, en quittant le service, en 1961, puisque l'unicité de l'eau avait enfin triomphé.

Il est intéressant de signaler pour l'histoire, qu'en 1952, le Service géologique du Maroc, atteignit le sommet de la gloire, à l'occasion du Congrès mondial de Géologie, tenu en Afrique du Nord, sous les auspices de la France. En fait, il fit illusion, car il la devait au CEH. Personne ne le comprit, sur le champs, sauf l'auteur et A. Robaux qui, écœuré, me confia les rennes et rejoignit le secteur privé. L'histoire fit vite jaillir la vérité. Un demi-siècle plus tard, la symbiose des services du CEH et de la direction de

---

18) MM. Naissant, d'abord, et Bauzil, ensuite.

l'Hydraulique trône à Rabat, depuis longtemps déjà, en une Direction Générale de l'Hydraulique occupant un grand bâtiment, tandis que le service géologique, à quelques deux cent mètres de là, est en voie d'extinction.

### **Vers le concept de ressources d'eau nationale**

Dès 1953, la nouvelle gouvernance du CEH se rapprocha encore plus de la Direction de l'Hydraulique dont elle recevait un gros budget d'aménagement hydraulique de l'eau souterraine. Elle obtint aussi d'héberger dans ses bâtiments, le service de l'hydrologie de surface afin de concrétiser le concept d'unicité de l'eau. Elle reçut aussi des ingénieurs et agents techniques détachés pour renforcer le siège et les nouveaux services régionaux. Ainsi, le Maroc devint le premier pays de l'est de l'Atlantique à intégrer l'eau souterraine dans les ressources d'eau nationale, afin que l'Etat en dispose à sa guise. Cette stratégie imposait l'inventaire du patrimoine d'eau nationale, y compris la surveillance des réservoirs aquifères des nombreuses nappes importantes. Cela entraîna une grande campagne de forages.

#### *- Surveillance des réservoirs souterrains du Maroc*

Truisme peu banalisé, l'aménagement hydraulique des ressources d'eau détermine l'importance du développement socio-économique d'une nation. Comme le Maroc avait décidé d'aménager à égalité ses ressources d'eau souterraine et superficielle, il importait de surveiller les réservoirs souterrains des nombreuses nappes, à l'image de ses réservoirs de grands barrages. La campagne de forages de 1953, financée par la Direction de l'Hydraulique, implanta plus de 150 forages. Chaque forage atteignait une centaine de mètres de profondeur. Il jouait le rôle de piézomètre de surveillance, relevé périodiquement. Un abri de maçonnerie, fermé à clé, le protégeait des déprédations. Car, les jeunes bergers s'amuserent à remplir de cailloux les premiers d'entre eux, sabotage involontaire qui les rendaient irrécupérables. Les abris permirent aussi de doter une partie des piézomètres d'enregistrements automatiques. Cet agencement apporta la surprise d'enregistrer le tremblement de terre d'Orléanville (Algérie) dans la vallée du Souss (Agadir), distante de 1.200 km de l'épicentre, grâce aux répercussions sur le niveau hydrostatique de la nappe phréatique.

L'essentiel de la campagne de forages (150) prit fin en 1955. Elle constituait une première mondiale.

Le Maroc, au contraire de la France, maîtrise entièrement le risque d'inondation lié à la saturation des réservoirs souterrains. De plus, il disposa, dès 1954, d'un service de bureau technique susceptible de conduire intelligemment une politique de l'eau, d'établir un plan national adéquat de gestion hydrique et de créer le service hydraulique idéal. A cette époque-là, il en profita déjà pour dresser le premier bilan national des ressources d'eau tant superficielles que souterraine, autre première mondiale. Ce concept de ressources nationales d'eau, découvert par le Maroc, fit bientôt fureur dans le monde entier, surtout parmi les pays en développement.

De son côté, la France créatrice du Centre des Etudes Hydrogéologiques (CEH), sous le protectorat du Maroc crut pouvoir se dispenser, en 1955, d'un savoir-faire acquis par ses fonctionnaires recrutés au Maroc et qualifiés de chérifiens. C'est pourquoi, elle souffre depuis un demi-siècle, bientôt, des conséquences désastreuses des dérèglements climatiques parce qu'elle en dicerne encore mal les véritables causes. Ce qui l'empêche de concevoir un aménagement hydraulique idoine qui lui assurerait une meilleure gestion de ses ressources en eau. Car, jamais encore, la gestion conjointe des eaux superficielles et souterraines ne fut mise en oeuvre, puisque, légalement, elle laisse le secteur privé exploiter à sa guise l'eau souterraine. Ce faisant, certains réservoirs restent saturés et incapables d'amortir les crues et d'éviter les inondations. Cet étrange comportement appelle une digression opportune

*- Chance des géologues chérifiens et malchance de la France*

Une confiance intervenant en aparté mérite la révélation de deux démarches<sup>(19)</sup> faites auprès du gouvernement français en 1955, devant l'inquiétude de la prochaine indépendance du Maroc. La première concernait le statut de la soixantaine de géologues opérant en territoire chérifien à recaser, statut auquel j'appartenais après en avoir formulé le projet. Il obtint, sans coup férir, sa commutation dans le Corps français des Carburants, analogue à celui du Corps des Mines. Ce fut un gros succès et une chance inespérée pour la plupart des collègues qui bénéficièrent ainsi

---

19) Accomplies uniquement par l'auteur

d'un avancement automatique et d'une pension de retraite au sommet de la hiérarchie, au total mépris du mérite individuel. Il serait illusoire d'imaginer des élans de gratitude, en retour. Ce qui convainquit l'auteur de l'égoïsme forcené de cette corporation.

La seconde regardait le Centre des Etudes Hydrogéologiques, CEH. L'auteur exposa au ministre français Edgar Faure le travail accompli en une décennie dans le domaine des ressources en eau du Maroc, l'inventaire acquis et la nécessité d'un tel service pour la France. Le Ministre, convaincu, appela aussitôt Louis Armand, corpsard des Mines, Directeur de la Société Nationale des Chemins de Fer (SNCF). Il lui expliqua le projet exposé et dit son entière approbation, qui ne souleva aucune objection. Il proposa à Louis Armand de nous réunir dans un bureau voisin et de rédiger un projet de loi de création en France d'un service analogue au CEH. Il fut soumis à l'Assemblée nationale qui l'adopta. Il parut donc au Journal Officiel. Malheureusement pour la France, il ne dépassa pas ce stade-là. Hélas ! la suite à donner, sous forme de décrets d'application, fit défaut. Ce fut un grand échec, surtout pour la Métropole. J'ignorerais toujours les raisons du blocage. A tout hasard, on peut supposer l'intervention des Corps des Mines et des Ponts et Chaussées et leur désaccord. Quant au Centre des Etudes Hydrogéologiques, CEH, sa disparition dans l'histoire du Maroc, après seize ans d'éminents services, coïncida avec le début de l'Office des Irrigations, ONI. L'auteur recasa ses cadres aux Nations Unies, en grande partie. Le reste se replia en France sur la branche hydrogéologique du Bureau de Recherches Géologiques et Minières (BRGM), où il perpétua la fameuse dichotomie des eaux, délice et malchance de la France.

Depuis lors, l'hydrologie reste, en France, une science asociale et négligée. Par contre, elle s'avéra fondamentale pour le Maroc, qui l'intégra profondément dans une direction générale de l'Hydraulique et la conforta d'une direction de météorologie nationale afin d'incorporer aussi le climat, depuis la première goutte d'eau tombée sur le sol national. Un tel instrument institutionnel conditionne la vie économique du pays. L'évaluation des ressources en eau permit au Maroc de concevoir non seulement sa stratégie de l'eau appelée politique de l'eau, mais aussi sa gestion de l'eau, indispensable quand la ressource, plus tard, se montra limitée. Malgré l'occasion manquée de 1955 par le gouvernement français, il ne serait pas trop tard, au début du XXI<sup>e</sup> siècle, pour qu'il relance le projet de loi de création en France d'un service analogue au CEH du Maroc,

projet oublié délibérément dans les archives nationales, sans doute en raison de l'incompatibilité de deux grands Corps d'Etat, à propos de l'eau douce, patrimoine national qui commence à montrer ses limites, malgré une illusion d'optique quasi-cinquantenaire.

### **Bilan marocain des ressources hydriques**

Le Maroc redevint indépendant au début de 1956, après 44 ans de protectorat assumé par la France et l'Espagne. Pour prendre le relais, j'avais préparé un Marocain, Hazan Raymond, ingénieur hydraulicien, spécialisé en hydrogéologie et géologie à Grenoble. Cependant, les nouveaux gouvernants exigèrent mon maintien à la direction du Service du CEH, afin d'assurer une parfaite transition entre les deux régimes de gestion. L'ingénieur marocain destiné à me remplacer plus tard, fut donc recruté à mes côtés, en 1956. Après une année d'initiation au Service, il y assumait la direction du Bureau technique d'hydraulique souterraine où il fit merveille. Son prédécesseur avait quitté le Maroc dignement et de son plein gré, sollicité depuis longtemps par les compagnies pétrolières pour l'évaluation du potentiel des gisements de leur fluide précieux. Car, il avait appris durement son métier avec le fluide banal de l'eau souterraine dont l'exploration et l'exploitation se finançaient à des coûts infimes par rapport à ceux du fluide pétrolier. La modicité des crédits lui avait imposé une plus grande rigueur de recherche, récompensée d'une réussite d'importance égale.

En somme, le Maroc devint le premier pays au monde, ex-æquo avec les Etats-Unis, à disposer d'un service qualifié dans l'évaluation de la capacité des réservoirs d'eau souterraine. Première mondiale, le mètre-cube, unité de volume s'introduisait dans l'eau souterraine par millions (M) ou milliards (Mds), ainsi que le litre-seconde (l/s), le mètre-cube/seconde ( $m^3/s$ ) et le mètre-cube/an ( $m^3/an$ ), unités de débit. Avantage considérable du Maroc, la méthode de mesure fut mise au point sans aide extérieure et fonctionnait parfaitement avec les modestes moyens financiers d'un pays en développement. De fil en aiguille, elle fut mise à profit pour établir le premier bilan des ressources hydriques du Maroc, dernier volet de la mission du Service dénommé, depuis 1946, Centre des Etudes Hydrogéologiques (CEH), c'est-à-dire chargé de l'inventaire des ressources en eau souterraine. Car, chemin faisant, le Centre s'adjoignit l'hydrologie de surface et mérita amplement le titre de Division des Ressources en eau décerné en 1961.

Le premier bilan hydrique du Maroc annonçait, en 1958, un apport moyen annuel de 20 milliards de mètres-cube d'eau douce, dont 4 d'eau souterraine sur un territoire de 330.000 km<sup>2</sup> confié au protectorat de la France. De ce bilan, 3 milliards avaient subi un aménagement hydraulique dont 2 par barrages-réservoirs pour l'hydro-électricité et l'irrigation et 1 par forages, essentiellement pour l'alimentation en eau potable des villes. L'Espagne laissa un infime aménagement hydraulique et aucun bilan hydrique, ni au nord, ni au sud du Pays.

*- Abondance mythique de l'eau douce*

Ce premier bilan paraissait maigre en comparaison avec l'apport moyen annuel des cours d'eau français qui arrosent un territoire à peine supérieur de 430.000 km<sup>2</sup>, exclusion faite de l'eau souterraine dans cet apport. Ce constat me donna à penser, chiffres à l'appui, que les nations sont vraiment inégales face à la manne céleste. Or, depuis des siècles, il est dit que l'eau douce existe sur notre planète en quantité incommensurable, sans s'appuyer sur le moindre inventaire. Cette profession de foi découlait vraisemblablement de préceptes religieux. Car, à l'origine, seules les religions détenaient le savoir et tendaient à glorifier l'abondance de l'eau douce. Ensuite, et pour ma part, l'enseignement primaire et secondaire l'inculquèrent. Même dans l'enseignement supérieur de la décennie 1930, le cours d'hydrologie n'attribuait aucune dimension à l'eau de notre planète. Les mesures de volume et de débit et leurs unités se limitaient aux sources, cours d'eau, barrages-réservoirs, canaux et autres structures hydrauliques. La plus grosse unité de mesure usitée s'exprimait en millions de mètres-cube. Les milliards appartenaient encore à la croyance, à la foi.

Le cours mentionnait simplement qu'un cycle hydrologique annuel procurait la ressource d'eau sur les continents de la planète. Aucun volume n'était mentionné. Les Chinois en avaient émis la première idée. Les savants grecs avaient repris l'idée. Les Arabo-musulmans en avaient hérité. Trois segments du cycle en résultèrent :

- i, évaporation depuis l'océan et transfert de l'eau douce, par nuages, sur le continent ;
- ii, précipitations ;
- iii, écoulement jusqu'à l'océan.

A l'époque, l'eau souterraine n'avait pas encore sa place dans le segment d'écoulement du cycle. Elle figurait seulement parmi les réserves et ne se mesurait pas encore. L'hydrogéologie naissante lui donnera sa place dans le cycle hydrologique, à partir des années 1930, en découvrant le rôle éminent et l'importance de la tranche renouvelable d'eau souterraine s'écoulant annuellement à la mer ou dans les déserts. Au plan scientifique, le cycle hydrologique s'avérait enfin complet. Quatre mille ans s'étaient écoulés depuis son premier concept émis par les Chinois.

Le français H. Darcy se trouve à l'origine de cette heureuse conclusion en introduisant la mathématique dans la mécanique des fluides. Sa publication de 1856 sur les fontaines publiques de Dijon le rendit célèbre. Plus tard, durant la décennie 1935-1945, les Américains Meinzer, Theis et Jacob élaborèrent, sur ses bases et formules, l'évaluation pratique de l'eau des nappes phréatiques en vue de leur exploitation durable. Les hydrogéologues français du Maghreb (Maroc-Algérie-Tunisie) enchaînèrent au cours de la décennie 1945-1955. J'y contribuais notoirement en introduisant dans le service, dénommé Centre des Etudes Hydrogéologiques (CEH) du Maroc, un excellent ingénieur hydraulicien, Emmanuel de Gélys, pour y diriger le Bureau technique d'hydraulique souterraine. Le CEH devint vite chef de file et conseiller au Maghreb et en France, grâce à cet ingénieur. La publication<sup>(20)</sup> de ses travaux, en 1956, fait encore école en la matière. Comme il répugnait à écrire sa méthode, j'usais d'un subterfuge. Au cours d'une conférence faite aux ingénieurs du service, j'enregistrais subrepticement ses paroles. Il n'eut qu'à corriger l'enregistrement.

### **Au seuil de l'indépendance du Maroc**

La transition vers l'indépendance exigeait la "marocanisation" des cadres et des effectifs réduite à sa plus simple expression dans l'administration chérifienne. Ma promotion, en 1952, annonçait une rénovation du CEH à cet égard, avec regain de pouvoir en matière de

---

20) E. de Gélys "*Eléments d'hydraulique souterraine*" Notes et Mémoires du Serv Géol , n°114, 84 p., Rabat, 1956



recrutement grâce à l'appui financier de la direction de l'Hydraulique. Il équivalait pratiquement, comme en 1942, à un retour déguisé du CEH dans la direction générale des Travaux Publics. Avec son chef, V. Bauzil, nous avons évité la tare française de l'hydro-schizophrénie. Il convenait aussi d'adapter au CEH la "marocanisation" des cadres déjà entreprise aux Travaux Publics. Elle porta sur les adjoints et agents techniques de terrain ainsi que sur le personnel central du fichier de points d'eau, riche de 40.000 fiches. Nous trouvâmes, d'ailleurs, un écho favorable auprès du Colonel Pommerie<sup>(21)</sup> qui venait de prendre la Direction générale de la Production industrielle, des Mines et de la Géologie dont dépendait le CEH, administrativement. Durant ce premier épisode (1952-55), la symbiose demeura tacite. A la signature de l'indépendance en 1956, la "marocanisation" anticipée des adjoints et agents techniques se confirma comme une heureuse initiative. Leur service fonctionnait merveilleusement et fut d'un grand secours pour les agriculteurs. Quant au chef du personnel central du fichier de points d'eau, il fut promu directeur de la première raffinerie de pétrole installée à Mohammedia.

Le Marocain ne saura jamais les difficultés de transition vers l'indépendance rencontrées durant cette période, ni le danger de sous-développement encouru par son pays, si la gestion de l'eau souterraine avait été maintenue divorcée de celle de l'eau de surface. Il ne saura pas non plus combien de ses compatriotes m'accusèrent de trahison à la cause de la Géologie et des Mines lors de la sécession officielle du CEH, contemporaine de la création de l'Office National de l'Irrigation, ONI, en 1961. Faire dépendre l'eau souterraine du Corps des Mines, par le truchement de l'hydrogéologie, ne pouvait demeurer qu'une exception française, non endossable par un Maroc moderne. L'auteur reste marqué par l'acharnement aveugle des Français à son égard.

En pratique, la rénovation du CEH, en 1952, toucha tant le personnel que le fonctionnement. La marocanisation, revendication légitime d'indépendance pour le personnel non technique tel que les chauffeurs, déjà bien avancée au CEH, s'améliora encore. Elle s'étendit aux adjoints et agents techniques. L'essai audacieux se transforma en réussite spectaculaire. En outre, le CEH intégra dans ses locaux, parmi les cadres

---

21) Directeur général de la Production industrielle, des Mines et de la Géologie, polytechnicien comme V. Bauzil.

supérieurs, l'ingénieur responsable de l'hydrologie de surface, un ingénieur-hydraulicien, chef du bureau technique et un autre, chef d'un service régional. Le premier concrétisait l'unicité des ressources d'eau ; le deuxième déterminait les valeurs numériques de l'eau souterraine ; le troisième démontrait l'indifférence de formation ou de spécialisation pour la conduite d'un service régional.

Le budget des services régionaux, pour la géophysique et les forages hydrologiques, fut amplifié considérablement, ainsi que pour le parc automobile, afin d'opérer la surveillance par piézomètres des réservoirs souterrains. Car, ceux-ci venaient d'être dotés d'un réseau de forages-piézomètre afin de surveiller leurs fluctuations entre recharge et décharge, à l'image des barrages-réservoirs. Un comptable, détaché de l'Hydraulique, géra désormais tout le budget alloué au CEH. Sur le terrain, la 2 CV Citroën, type "saharienne" à châssis renforcé, dota tous les adjoints et les agents techniques pour les relevés de points d'eau et de piézomètres. Cet équipement se révéla d'un fonctionnement efficient et économique. Il suffisait de substituer un moteur neuf et peu coûteux en fin d'usage du précédent pour prolonger durablement la longévité du parc automobile, comportement très apprécié des fonctionnaires des Finances, qui répugnaient toujours à l'allocation de voitures neuves.

Il n'en alla pas de même pour la "marocanisation" des cadres supérieurs car, malheureusement le Marocain recherchait peu l'ingénierie dans le domaine de l'eau. Et les rares fanatiques visaient les hauts postes. Un jeune ingénieur-hydraulicien berbère, affecté d'office au CEH, en 1954, en fournit la preuve. Farouche nationaliste<sup>(22)</sup>, il refusa de travailler sous mes ordres. Je lui offris néanmoins un bureau agréable. Il me confessa qu'il attendait de prendre la direction de la Régie des Exploitations Industrielles du Maroc, gestionnaire de l'eau potable pour quelques collectivités locales. Il l'obtint un an plus tard. Nos rapports restèrent courtois. Comme il était issu de l'Ecole d'ingénieurs-hydrauliciens de Grenoble, il me confia in extremis qu'un de ses amis marocains y terminait ses études d'élève-ingénieur.

Son bureau, à peine libéré, hébergea un autre indépendantiste, premier polytechnicien marocain et premier ingénieur du Corps des Mines du

---

22) Du parti de l'Istiqlal, signifiant indépendance, en arabe

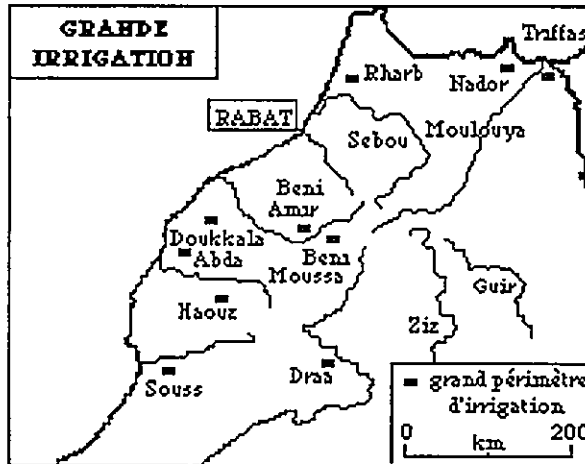
Maroc. Il ne fut jamais question qu'il travaillât avec moi. Il attendit là, durant quelques mois, le retour au Maroc de Sa Majesté Mohamed V, prévu pour novembre 1955. Nous nous contentâmes d'avoir de nombreuses discussions à propos de l'indépendance prochaine où il aurait assurément un poste de Ministre. Je lui exprimais mes idées d'ainé de 16 ans dans l'ingénierie et lui recommandais de ne pas chasser brutalement les tenants français des hauts postes afin d'assurer une transition réussie. Malgré ou grâce à quelques heurts de discussion, une heureuse transition couronna l'indépendance marocaine.

Au moment de l'indépendance, la pénurie de cadres s'avéra le gros problème. Il fallut, à la fois, trouver un successeur marocain pour prendre la direction du CEH et conforter le corps des ingénieurs pour assumer les nouvelles charges nées de l'indépendance. Le territoire sous protectorat espagnol nécessita la création de trois services régionaux. Le CEH en comporta, alors, onze. Le renforcement du service central en découlait avec la création d'un bureau d'hydrochimie doté d'un ingénieur-chimiste et de quatre laborantines, d'un bureau technique d'hydraulique souterraine et d'un bureau des travaux (forages et géophysique). Le recrutement d'ingénieurs devint délicat mais confina à un heureux panachage : deux Algériens, un Egyptien, un Turc, un Vietnamien, trois Français. Un poste de chef-adjoint du CEH assura le contrôle permanent des services régionaux.

Un voyage à Grenoble permit de résoudre le problème de ma succession par un Marocain. J'y rencontrai l'élève-ingénieur hydraulicien mentionné par mon récent locataire. Il s'appelait Hazan Raymond, de confession israélite, né à Fès. L'excellente impression de prime abord se confirma après deux jours d'entretiens. Il accepta le principe de prendre ma succession après des étapes en doublure, accomplies à mes côtés. Tout d'abord, son perfectionnement en hydrogéologie s'imposait durant la dernière année d'études à Grenoble. Ensuite, son recrutement au siège du CEH à Rabat s'opérerait comme chef du bureau technique d'hydraulique souterraine, installé à proximité de mon bureau. J'achèverai sa formation aux tâches de technicité et de gouvernance du CEH. Afin de le rassurer sur son avenir prochain, je lui confiai mes liens tacites d'expert auprès des Nations Unies qui attendaient avec impatience que je rejoigne l'Organisation au titre de fonctionnaire dans un poste élevé. Il pourrait donc me succéder, dès que possible, pour lui et pour le Maroc.

- *Départ d'un grand Maître de l'Hydraulique*

Depuis la fin de la deuxième guerre mondiale (1945), Vincent Bauzil dirigeait avec compétence et passion l'aménagement hydraulique du Maroc. Il décida de rejoindre la métropole en 1955 pour diriger le seul aménagement hydro-agricole de France du Bas Rhône-Languedoc. Durant sa décennie marocaine, il introduisit la stratégie des grands barrages à buts multiples (irrigation et hydroélectricité) en privilégiant l'irrigation, stratégie indispensable dans un pays de la zone aride. En cela, il rompit avec son prédécesseur dont la méthode consistait à construire des barrages à but hydro-électrique et à rentabilité garantie, afin de peser le moins possible sur le budget de la France. V. Bauzil avait compris le paysage marocain qui comportait de vastes plaines irrigables au pied des montagnes. Il introduisit donc la technique de captage par double barrage : l'un pour servir de grand réservoir d'accumulation, l'autre de compensation pour dériver l'eau vers les lieux d'irrigation. Il n'hésita jamais à traverser la montagne par galerie de 6 mètres de diamètre sur une dizaine de kilomètres de longueur. Durant mon apprentissage de terrain, je l'assistais à deux reprises pour l'étude géologique détaillée de deux tunnels<sup>(23)</sup>. Il accomplit ou prépara l'irrigation des grandes plaines et vallées du Maroc : Triffas, Nador, Rharb, Abda-Doukkala, Beni-Amir, Beni-Moussa, Haouz, Souss, Draa. Ce faisant, il s'institua le précurseur de l'Office National des Irrigations.



*Fig 6 La grande irrigation au Maroc*

23) Imfout-Doukkala (11 km) et Bine-el-Oudanc Benu Moussa (10 km).

Lui rendre hommage par cette mention paraissait la moindre démarche légitime. Comme il pratiquait beaucoup le terrain, nous nous connûmes dès sa prise de fonction et nous nous rencontrâmes souvent, durant des heures de discussion passionnante entre méridionaux. Notre collaboration étroite des dernières années (1952-1955) se montra riche de résultats. L'hydro-schizophrénie fut terrassée discrètement. Nous avons offert au Maroc indépendant une hydrologie et une hydraulique débarrassée de la tare de compétition absurde entre eau de surface et eau souterraine aggravée d'une mentalité étrange selon laquelle le spécialiste de l'une ne pouvait pas être celui de l'autre. Il s'agissait désormais de gestion conjointe des eaux. L'extraction de l'eau souterraine assumait trois fonctions : irrigation complémentaire, drainage, eau potable des collectivités locales. Elle marqua le premier pas important accompli en hydrologie. Datons-le de 1946.

L'indépendance du Maroc offrait l'occasion de modifier les institutions en fonction de l'expérience acquise. Les études hydrologiques avaient démontré la réalité du climat marocain à caractère aride sur les trois-quarts d'un territoire mitoyen du plus grand désert du monde. Les sécheresses constituaient un mal endémique du pays. Il s'avérait non éradicable mais à atténuer par l'irrigation. Au nord, l'écoulement avoisinait les zones irrigables. Au Sud et à l'Est, l'écoulement devrait bénéficier d'onéreux transferts. L'un d'eux avait déjà été élaboré entre le bassin de l'Oum er Rebia et le bassin du Tensift. Avec l'indépendance, l'appartenance du CEH à un service géologique et au corps des Mines devenait de plus en plus obsolète. L'aménagement hydraulique combiné de l'eau souterraine et de l'eau de surface par trois futurs Ministères : Travaux Publics, Agriculture, Mines, apparaissaient une compétition ridicule. Il fallait innover. Car, grâce au Maghreb et au Maroc en particulier, la France non métropolitaine venait de découvrir un nouveau mode d'aménagement hydraulique, anticipé seulement par les États-Unis, sur leur territoire. J'allais le constater incessamment et le diffuser à travers le Tiers-Monde.

*- Voyage d'étude aux États-Unis (1956)*

Dès ma prise de fonction au CEH (1953), j'avais ouvert les fenêtres du Maroc sur l'étranger. Deux agences des Nations Unies : UNESCO et FAO avaient établi des relations. Les États-Unis avaient entrepris, en 1952, des études appliquées au moyen des énergies renouvelables. Ils

s'intéressaient notamment à la distillation des eaux saumâtres par l'énergie solaire sous l'égide du département de l'Intérieur<sup>(24)</sup>. Ma fiche y figurait depuis 1947, pour avoir piloté au Maroc, le Professeur Lowdermilk, conseiller du Président des États-Unis pour le Plan Marshall dans le domaine de l'hydraulique et des irrigations. Un représentant du Ministère vint à Rabat en 1953 pour négocier la participation du Maroc. Dans la mesure des moyens budgétaires du CEH, j'acceptai la proposition d'étudier la distillation solaire à petite échelle. Elle s'effectuerait aux confins du Sahara, au sud de l'Anti-Atlas, dans les Foums (khenegs) ou gorges de la chaîne du Bani, riches en eau saumâtre. L'étude se réaliserait sur des chassis-cuvettes d'un mètre-carré de superficie et d'une capacité de 10 litres, recouvertes d'un vitrage en plan incliné. Autant qu'il me souvienne, le rendement en eau distillée atteignait 4 à 5 litres par jour qui garantissait l'eau potable journalière d'un individu. Cette méthode favorisait notamment les chantiers de travaux.

En remerciement de cette collaboration fructueuse, le département de l'Intérieur des États-Unis m'offrit un voyage d'étude de deux mois sur le sujet de l'hydrologie et de l'hydraulique sous la conduite de l'United States Geological Survey (USGS), et de sa branche de l'eau, très importante dans ce service. Selon un programme bien organisé, je visitai ainsi tous les États-Unis depuis San-Diego jusqu'à Washington en passant par la Californie, les Montagnes Rocheuses, le Colorado, la Tennessee Valley Authority (TVA). Je constatai que la technique des États Unis avait une ou deux décennies d'avance sur l'euro péenne. Je découvris même des innovations, telles que les barrages en terre et en enrochements plus économiques que les barrages européens en béton, ou encore la recharge à grande échelle des réservoirs souterrains d'eau douce. De retour au Maroc, j'appliquais aussitôt cette dernière technique de recharge pour garantir à long terme l'alimentation en eau de Tanger. Je rencontrais par contre une résistance farouche de la part des ingénieurs français responsables de la construction des barrages-réservoirs malgré des coûts d'équipement hydraulique bien inférieurs à celui du béton pour les digues en terre ou en enrochements. Un axiome de Tertullien (III<sup>e</sup> siècle ap. J.C.) disait déjà : *«on méprise toujours ce que l'on ignore»*. Cette tournée d'étude à l'américaine renforça beaucoup ma formation dans les domaines de l'hydrologie et de l'hydraulique.

---

24) Responsable aux États-Unis des études et développements techniques.

*- Vers un Office National de l'Irrigation, ONI*

Malgré l'indépendance du Maroc signée en 1956, les responsables de l'eau demeurèrent français dans les trois Ministères nouvellement créés: Travaux Publics (Hydraulique), Agriculture (Génie Rural), Production Industrielle et Mines (CEH). Abandonnant tout esprit de compétition et de rivalité, ils commencèrent à échanger leurs réflexions afin d'éliminer les double-emplois et de constituer une force commune. L'Hydraulique de Vincent Bauzil, intégrant le CEH, avait préparé le terrain pour la grande irrigation. Ils convinrent de concevoir une institution mi-publique, mi-privée, susceptible de traiter l'eau depuis la première goutte tombée (climat) jusqu'à la commercialisation du produit agricole. Ainsi, l'idée d'un office national des irrigations se fit jour. Cet office réunirait les forces vives et expérimentées des trois services existants : le CEH pour les ressources d'eau, l'Hydraulique pour leur aménagement et distribution, le Génie Rural pour la mise en valeur par irrigation et pour la commercialisation.

Un groupe de sept personnes dont les trois chefs de service, se réunirait régulièrement pour concevoir l'institution idoine. Un seul Marocain y figurait, destiné à la diriger. Sa formation d'ingénieur du Génie Rural et sa position politique l'y prédestinaient. Provisoirement, il présida le groupe des sept. Son prestige et son autorité compensèrent largement sa minorité nationale. Ses plus grandes difficultés provinrent du gouvernement mis en place. Celui-ci s'appuyait par la force des choses sur une administration pléthorique et toute puissante qui s'opposait farouchement à une innovation institutionnelle d'une telle envergure. D'autant que la perte d'un service responsable de l'eau dans chacun des trois ministères concernés constituait un affaiblissement considérable du Ministre. D'autres encore craignaient la création d'un Etat dans l'Etat.

Dans ces conditions, quatre ans furent nécessaires à la conception et au fonctionnement de l'ONI, daté du 1er janvier 1961. J'avais choisi cet évènement pour prendre congé du Maroc et rejoindre les Nations Unies qui me sollicitaient depuis plusieurs années déjà. Durant la longue gestation de l'ONI, mon action au sein du groupe des sept s'avéra très utile. Car, doyen du groupe, j'étais le seul à connaître parfaitement le pays. En effet, durant la décennie 1942-51, l'apprentissage de l'hydrologie sur le terrain me conduisit d'Oujda à Goulimne. Ainsi furent identifiés les grands périmètres d'irrigation qui formèrent les objectifs de développement assignés à l'ONI et plus tard à plusieurs offices régionaux de mise en valeur.

*Le séisme d'Agadir et l'eau potable (29 février 1960)*

Terrible catastrophe nationale (15.000 morts), il s'accompagna de ma dernière aventure hydrologique au Maroc. Elle couronna la fin de mon apprentissage dans la pratique de gouvernance. Et, par-dessus tout, elle provoqua une rencontre hors du commun qui influença fortement la fin de ma carrière d'hydrologue. Cet événement vécu démontra le rôle fondamental de l'eau. Il mérite donc d'être conté, à titre d'exemple.

S.A.R. le Prince Héritier MOULAY HASSAN dirigea dès le 1er mars 1960, les opérations consécutives au séisme. L'auteur<sup>(25)</sup> servit à Ses côtés. Les opérations, communes à toutes les catastrophes, comprirent: le sauvetage des survivants, les soins aux blessés, l'approvisionnement en eau non polluée et non contaminée, le déblaiement des décombres, la reconstruction de la ville. Leur réussite exige de bien penser (la pensée) pour mieux agir (l'action); cela s'appelle le raisonnement tactique, selon la doctrine de l'Ecole de Guerre. L'expérience réussie incite à l'exposer en préalable au rôle de l'eau dans un séisme.

*- Raisonnement tactique*

La pensée doit conduire à la décision, début de l'action. Elle procède par une analyse critique qui étudie chaque facteur de décision : mission, péril, terrain, moyens, suivant un procédé d'analyse par rapport des facteurs, deux à deux. Cela conduit à la conclusion de l'analyse critique. Cette conclusion nous dit :

mission : sauver le maximum de survivants dans le plus court délai possible,

péril : le séisme ; magnitude 6 (très forte) ; degré VII-IX (destructions massives); répétition des répliques d'ajustement post-sismique pendant 2 mois, à raison de plusieurs par jour. Danger d'épidémies : choléra, typhus, etc.... par le vecteur-eau.

terrain : montagneux en majorité; ville répartie en 10 quartiers distincts dont 7 dans la zone montagneuse; nombreux accès obstrués.

---

25) Officier de réserve, breveté d'Etat-Major.



moyens : localement disparus; distribution d'eau rompue en de multiples points; poteaux de téléphone et d'électricité abattus. Sauveteurs qualifiés : quelques dizaines aux alentours de la base aérienne d'Inezgane. Matériel : néant. Besoins : des milliers de sauveteurs et de matériels. Divers : détection, percement, excavation, déblaiement, conduite de grue.

L'idée de manœuvre traduit la décision: sauver le maximum de survivants ensevelis, soigner les blessés et protéger la santé de tout le monde. La conception de la manœuvre exprime le passage à l'action 8 :

... dans un premier temps : opérer rapidement le sauvetage des survivants, simultanément dans tous les quartiers, sans distinction ni priorité, par intervention massive de l'Armée.

... dans un deuxième temps : prémunir les sauveteurs, survivants, blessés, contre toute épidémie en assurant la fourniture d'eau éminemment potable en quantité suffisante.

... dans un troisième temps : établir un cordon sanitaire autour de la zone sinistrée.

La préparation de la manœuvre exigea la création d'une petite cellule d'action autour de S.A.R. le Prince Héritier comprenant civils et militaires et dont un élément avancé était installé dans la zone sinistrée. Un hôpital de campagne se dressa près de la base aérienne. Le transfert et la concentration des Forces Armées Royales (FAR) s'opérèrent au sud d'Agadir, avec l'appui d'une force navale étrangère en rade. Le dispositif de sauvetage s'organisa selon les dix quartiers de la ville, avec affectation des commandements par quartier. S.M. le Roi Mohammed V assurait le commandement suprême dans cette catastrophe nationale, mais avait délégué la conduite de la manœuvre, l'autorité d'action et d'intervention à S.A.R. le Prince Héritier Moulay Hassan.

Une seconde délégation d'autorité s'effectuait dans les trois opérations essentielles : *sauvetage* assuré par l'Armée; *santé* (soins aux blessés) assurée par le ministre responsable; *eau potable* confiée à l'auteur, ingénieur-géologue. Il est à remarquer que l'opération Eau potable ne fut pas intégrée dans l'opération Santé, malgré une revendication appuyée du Ministre de la Santé. D'ailleurs, en 1987, après l'accident nucléaire de Tchernobyl, la Suisse émit l'opinion que la santé publique n'est pas uniquement l'affaire des médecins.

*- Rôle de l'eau*

Avant le séisme, la ville d'Agadir occupait une situation particulière. Construite au pied méridional de la chaîne atlassique, à cheval entre montagne et plaine, elle se partageait en dix quartiers séparés les uns des autres. Le séisme la détruisit donc inégalement, suivant la situation tectonique des quartiers et la fondation géologique des bâtiments. Par contre, il ruina entièrement les réservoirs et le réseau de distribution d'eau. L'application du raisonnement tactique par l'analyse critique conduisit aux conclusions suivantes :

**mission** : approvisionner en eau potable la population résidant dans la zone sinistrée : ainsi que les sauveteurs et survivants regroupés, à l'écart, en villages de toile.

**péril** : nombre incalculable de morts ensevelis sous les décombres ; les cadavres constituent des foyers pathogènes. La rupture des conduites d'eau lui confère le rôle de vecteur microbien et d'agent de graves épidémies. En outre, en raison de l'épandage aérien constant de DDT sur les décombres, l'humidité océanique et la pluie éventuelle introduisent dans l'eau répandue en sous-sol, une forte toxicité. Cette eau rejoint la nappe phréatique, là où elle existe.

**terrain** : plus de 90% de cadavres se trouvaient ensevelis dans les quartiers de montagne, où se situaient le réservoir principal et le départ du réseau de distribution. Une nappe phréatique existe dans la plaine à partir du quartier industriel, dernier quartier de la ville, exempt de cadavres.

**moyens** : exclure toute idée de rétablir, même partiellement, le réseau de distribution d'eau potable à cause de son rôle de transporteur d'agents pathogènes. Utiliser pour l'approvisionnement en eau, les trois forages profonds du quartier industriel ainsi que le puits du drain des dunes.

La décision, en forme d'idée de manœuvre consiste à mettre aussitôt hors circuit toutes les installations d'eau potable et à créer entièrement un

nouveau service d'eau potable. L'action à mener dans la conception de la manœuvre exige :

... dans un premier temps, la mise en exploitation des 4 points d'extraction d'eau désignés,

... dans un deuxième temps, l'organisation d'un service de camions-citernes à partir de ceux-ci,

... dans un troisième temps, la mise en place de points de distribution, sous forme de camions-citernes jouant le rôle de réservoirs temporairement fixes, mais substitués par d'autres, dès épuisement.

La préparation de la manœuvre nécessita la réquisition d'une trentaine de camions-citernes ainsi répartis : 12 pour les réservoirs temporairement fixes (1 par quartier et 2 pour le village de toile), 12 pour la navette de remplissage aux sources, et 6 en réserve, et la création d'une cellule opérationnelle composée d'un chef, d'un agent technique à chacune des 4 sources de remplissage pour contrôler l'hygiène, avec chloration de l'eau au taux de 7 pour mille, ainsi que d'un garde militaire à chaque point de distribution. L'exécution fut confiée au chef de la cellule opérationnelle<sup>(26)</sup>, sous la supervision de l'auteur, responsable de la conception.

En guise d'épilogue hydrologique consécutif au séisme d'Agadir, aucune épidémie ne prit naissance. Le service de distribution semi-mobile d'eau potable fonctionna parfaitement pendant les 20 jours de sauvetage. Après cela, il fut remplacé par une adduction provisoire vers le village de toile, abri des rescapés, d'une part, et d'autre part, par des bornes-fontaines temporaires sur l'emplacement de l'Armée opérant le déblaiement. L'étroite coopération avec S.A.R. le Prince Héritier Moulay Hassan créa un lien ineffable avec le futur Hassan II qui apprit, en deux mois, le rôle fondamental de l'eau pour son royaume. Il avait aussi compris l'importance de l'eau souterraine et la nécessité de l'utiliser conjointement avec l'eau superficielle. Pour ce faire, un seul organisme devait les gérer ensemble.

### **Progrès constatés en hydrologie (1942-61)**

Les travaux du CEH permirent de mettre en exergue une hydrologie de portée internationale encore méconnue. Cette notion s'avère très

---

26) Chef du service des eaux de la ville, courageusement resté à son poste. La chloration normale de l'eau potable est de : 2-3 pour mille en Europe et 5-7 pour mille aux États-Unis.

importante pour les nations de zone aride, et de plus en plus, pour toutes les autres nations. L'hydrologie insipide et inerte des années 1930, enseignée à l'École française d'ingénierie, s'était avérée nuisible à ce véritable patrimoine commun de l'humanité. Car, à force de créer les nations et leurs frontières, l'ONU morcela inconsidérément l'eau douce des continents. Fort heureusement, elle fut réanimée, revivifiée et améliorée au Maroc. Elle devint ainsi une nouvelle notion très importante pour les nations de zone aride, et de plus en plus, pour toutes les autres nations. Mieux encore ! Elle devenait le meilleur indicateur du potentiel de développement économique d'une nation.

Dans les faits, l'auteur avait constaté que l'ONU, en totale inconscience, menait une politique contradictoire, dépourvue de réflexion. D'une part, elle recherchait le bien des nations en les rendant indépendantes; d'autre part, en morcelant l'eau et en multipliant les frontières, elle avait porté atteinte à ce véritable patrimoine commun de l'humanité. Depuis sa création, elle conduisit une politique forcenée de création de nations, passant de 60 en 1945 à 100 en 1960, sans se préoccuper de leur potentiel hydrique. L'Organisation morcela ainsi l'eau douce des continents au point de la rendre parcimonieuse et insuffisante dans beaucoup de nations. Dans le même temps, la charte des Nations Unies resta muette, en droit international, au sujet de l'eau douce<sup>(27)</sup>. A titre d'exemple de portée internationale, il convenait de déterminer le potentiel hydrique du Maroc.

### *Degré de richesse nationale (du Maroc) en eau douce*

Ainsi, dans une sorte de divination de l'intérêt national, l'auteur crut utile de léguer au Maroc indépendant une première évaluation du patrimoine national d'eau douce<sup>(28)</sup>, exprimée, sous forme de moyenne (calculée sur 10, 20 ans et plus), en milliards de mètres-cube d'eau par an. Cette manne, renouvelée chaque année par le cycle hydrologique, se décompose en eau superficielle et souterraine. Elle indiquait, en 1959, hormis le territoire occupé par l'Espagne, 20 milliards de mètres-cube par an environ, dont deux tiers en eau de surface et un tiers en eau souterraine.

27) Le sujet se traitera en deuxième partie de ces mémoires

28) "Les recherches d'eau au Maroc et le CEH". Bulletin n°1, Mines et Géologie, Ministère de l'Economie Nationale, 1958

En règle générale, la première évaluation minore la vérité. Le perfectionnement de l'inventaire aboutit plus tard à 30 milliards de m<sup>3</sup>/an, en même proportion (20+10).

L'écoulement moyen calculé sur 10 ans, 20 ans et plus, représente donc la richesse en eau d'un pays, conférée par le cycle hydrologique annuel. Mais, le cycle varie, chaque année. La variation est d'autant plus forte qu'un pays avoisine un désert tel que le Sahara. Au Maroc, elle est de 40% en plus ou en moins de la moyenne, contre 5-10% en Europe. Elle révéla surtout le phénomène de sécheresse, succession de 2 à 5 années de pluviométrie inférieure à la moyenne. L'Europe ne connaît pas ce phénomène. Sa paysannerie hurle après trois mois de sécheresse. L'auteur essaya, en vain, de déterminer une périodicité de retour des sécheresses. Mais, à son départ du Maroc, en 1961, les données correctes de pluviométrie ne dépassait guère 25 ans d'âge, période trop courte pour révéler un tel phénomène. Nous restions ignorants, donc impuissants devant ce phénomène par le biais de la statistique.

A ce point, déjà avancé (1960), de l'histoire de l'hydrologie, il convient aussi de reconnaître que le lien cohérent entre la demande d'eau et la richesse nationale en eau douce restait à découvrir. Mon apprentissage de gouvernance dans le domaine de l'eau douce me plaçait sans cesse devant deux demandes principales d'eau, soutenues par la mouvance politique: l'eau potable des villes et l'eau d'irrigation des campagnes. Les collectivités locales exprimaient la première, les colons, la seconde. Nos services techniques s'exécutaient docilement pour donner satisfaction aux uns et aux autres. Notre seule objection, parfois, concernait le coût. Mais, nous n'avions jamais le sentiment d'agir en architecte hydraulique de l'Etat, frustration évidente. Nous parlions toujours d'une stratégie de l'eau appelée politique de l'eau. Elle se limitait, en fait, à préconiser la priorité à l'eau potable. Un taux de croissance de 8% par an de la population urbaine constituait le seul critère de guidance. En pratique, nous subissions une politique au coup par coup, en l'absence d'une doctrine cohérente d'hydrologie sociale. Nul n'avait encore pensé à rattacher l'eau douce à l'homme pour sa survie. Nul au monde n'avait encore découvert la cohérence de ce lien. Il eut été prétentieux d'annoncer, en 1955, que le Maroc de l'indépendance s'avérait assez riche en eau, avec ses dix millions d'habitants et son patrimoine national d'eau douce de 20 milliards de mètres cubes par an, soit une ration de 2.000 par an et par habitant. Mais, la

démographie du Tiers-Monde représentait une autre ignorance de la communauté scientifique. Celle-ci n'a pas décelé à temps la transition démographique, c'est-à-dire l'explosion de population, qui venait de l'affecter, après la seconde guerre mondiale, par suite de l'amélioration de la santé dans les pays en développement.

### *Esquisse 1960 d'une stratégie marocaine de l'eau douce*

Deux mois de visite technique aux Etats-Unis, en 1956, m'avaient appris la modernité dans le domaine de l'eau douce. En climatologie, l'analyse critique de la pluviométrie sur de nombreuses années détermine le climat réel des régions. En hydraulique, l'innovation des barrages en terre et en enrochements abaissait considérablement le coût d'aménagement. En hydrologie, la recharge artificielle des réservoirs d'eau souterraine promettait un bel avenir, malgré la négative réaction coutumière des économistes<sup>(29)</sup>. La configuration des diverses eaux du Maroc conduisait à imaginer une stratégie innovante d'aménagement de l'eau douce. D'après les récentes études, le climat faisait du Maroc un pays deshérité en eau par rapport à ses voisins du Nord, situé sur la même longitude. Quand il tombait en moyenne 100 litres d'eau en Grande-Bretagne il en tombait 50 en France, 30 en Espagne et 10 au Maroc. Les deux premiers pays pratiquaient allègrement la culture pluviale. Le troisième avait besoin d'irrigation complémentaire et donc de barrages-réservoirs. Quant au Maroc, il ne pouvait vivre décemment qu'avec l'irrigation, ce qui imposait un aménagement hydraulique généralisé par barrages-réservoirs, puits et forages. La politique des barrages, quoique onéreuse, s'imposait.

Comme les trois autres pays de comparaison, le Maroc se situe en première ligne pour recevoir toutes les dépressions météoriques, chargées d'eau, venues de l'océan Atlantique à l'ouest. Les nombreuses montagnes du pays favorisent leur précipitation. Une expérience, à grande échelle, de pluie provoquée, poursuivie pendant douze ans, apporta une amélioration de 17% des précipitations, dans des conditions économiques acceptables. D'autre part, l'exploitation inconsidérée des réservoirs souterrains (grandes nappes phréatiques et nappes profondes), entreprise depuis 1940, entraîna

---

29) Ignorant l'eau souterraine et fixant un prix de revient modique par sous-estimation de son importance réelle

un abaissement de dizaines de mètres du niveau hydrostatique, en quelques décennies. La recharge artificielle devra et pourra combler ce déficit, attendu que l'expérience de 1959, pour l'alimentation en eau de Tanger, a démontré la grande facilité d'absorption du sol marocain. Une stratégie de recharge artificielle s'imposera donc, tôt ou tard, au Maroc. Elle exigera une sérieuse campagne d'explications pour y préparer les mentalités. Il convient de savoir que les Israéliens, dans ce domaine, ont copié les Californiens avec grand succès depuis 1964. Le Maroc deviendrait ainsi le troisième pays au monde à adopter cette stratégie indispensable à sa survie.

#### *- Considérations institutionnelles*

A la suite de la dernière famine au Tafilalet, en 1937, consécutive à une grave sécheresse, avec mort d'humains par épidémies, J. Bourcart, professeur de Géologie dynamique à la Sorbonne et membre de l'Institut, visita le sud marocain. Il constata que l'eau souterraine, seule ressource de survie en cas de sécheresse, y était relativement abondante dans des nappes phréatiques et des lits souterrains d'oueds. Il fallait un savoir de géologue pour la détecter et la capter. Il imagina donc pertinemment et obtint la création, en 1938, d'une Mission Hydrogéologique, intégrée au sein des Travaux Publics qui disposait d'un service d'aménagement hydraulique. Son utilité, reconnue et appréciée, la transforma en service public, en 1945, sous le nom de Centre des Etudes Hydrogéologiques, CEH. Un mal venait de trouver son remède.

Mais alors, le Protectorat avec ses tares d'exception française, apporta un autre mal à ce remède. En France, le Corps des Mines, gère la Géologie. Au Maroc, celle-ci a subi pendant trente ans la tutelle du Corps des Ponts et Chaussées qui se décida, à la fin de la seconde guerre mondiale, de faire jeu égal avec l'autre Corps rival, grâce à l'exploitation des phosphates, du charbon, de divers minerais et à l'exploration pétrolière. Pour ce faire, il adjoignit au service des Mines existant, un Service Géologique fabriqué de toutes pièces. Pour lui donner de l'importance, il lui incorpora le CEH sur la base de son appellation sémantique "hydrogéologiques" et non pas sur sa mission de service public de l'eau. Cette aberration institutionnelle provoqua l'hydro-schizophrénie. Ce mal, ridicule en France, mais non nocif, en raison de l'abondance de l'eau superficielle, apparaissait préjudiciable à l'aménagement conjoint de l'eau superficielle et souterraine, au Maroc.

Au sein du Service Géologique, la cohabitation administrative des cadres du CEH, formés au service public, devint vite difficile avec des géologues sans mission publique notoire, préoccupés de leur intérêt particulier et de leur renommée personnelle, encouragés par un chef de service à mentalité universitaire, c'est-à-dire orienté vers la thèse de doctorat et l'enseignement. Un Conseiller scientifique, professeur au Collège de France, de même tendance, le flanquait chaque année, durant un mois, pour la supervision des géologues.

Le chef du CEH, mon patron, ingénieur-géologue voué à la géologie appliquée, méritait beaucoup plus le poste de chef du Service Géologique d'un pays riche en gisements miniers. Cependant, sans l'avoir obtenu, Il se montra assez accommodant et discipliné pour fonctionner en subalterne. Toutefois, après sept ans de cohabitation contre-nature, il préféra abandonner, en 1952. L'atmosphère au sein du service géologique était devenu trop délétère entre un organe d'intérêt public, le CEH, dont la renommée ne cessait de grandir, fortement soutenu financièrement par la direction de l'Hydraulique, et les autres cadres de la géologie disposant de moyens modiques et assumant une charge soi-disant publique, peu utile et foncièrement invisible.

Le CEH, considéré simplement comme l'une des trois sections du service géologique, faisait figure de géant, avec ses services régionaux, une vingtaine de cadres et un effectif de cinq cent personnes en comparaison des deux autres sections qui réunissaient à peine cent personnes au total, dont vingt cadres. De toute évidence, le Protectorat avait commis une grave erreur institutionnelle en 1945 en détachant le CEH naissant de la direction des Travaux Publics et de l'Hydraulique.

J'adoptai une démarche plus conforme à l'intérêt national du Maroc, en prenant la direction du CEH, en 1953, pleinement conscient de la faute commise et du rôle de faire-valoir imposé au CEH. Comme déjà évoqué, le rapprochement du CEH avec l'Hydraulique devint très étroit et la collaboration s'instaura en liaison directe. Une entente tacite, par fraternité polytechnicienne entre les deux grandes directions (Travaux Publics-Production industrielle et Mines), l'avait précédée. Par contre-coup, le divorce virtuel du CEH avec le Service Géologique devint apparent. En tout cas, il portait un coup mortel à l'hydro-schizophrénie naissante. La suite des événements concrétisa légalement l'intégration du CEH au sein de



l'Hydraulique et des Travaux Publics. Ce comportement audacieux me valut le surnom de "Napo" pour "Napoléon". Je l'appris, amusé, à mon départ du Maroc, en 1961.

L'indépendance du Maroc, signée en mars 1956, confirma le schisme virtuel du CEH et la fin pratique du Service Géologique, amputé de sa pièce-maîtresse. Alors que le CEH allait servir magnifiquement le développement du nouveau Maroc, les tenants du Service Géologique amputé, par dépit et aveuglement, l'accusèrent, dérisoirement, de trahison. Les deux maigres sections restantes (carte géologique et gîtes minéraux) furent rattachées à un Ministère des Mines et de l'Energie et sombrèrent dans l'endormissement du fonctionnarisme. La troisième et dernière partie de ces mémoires démontrera la pertinence des remaniements institutionnels entrepris en faveur du Maroc, lors de l'Indépendance

*- Région naturelle ou bassin versant*

A l'échelon national, la meilleure approche hydrologique d'aménagement hydraulique consiste à considérer le bassin versant, détenteur d'eau de surface et souterraine qui se combinent naturellement. Les Etats-Unis constituent le meilleur exemple d'adoption de cette stratégie, constatée lors du voyage d'étude de 1956. Cependant, en fin de carrière marocaine, l'auteur regrettait l'approche par région naturelle, propice au développement socio-économique, choisie par le CEH, quand il devint service public national, en 1946, et qu'il se décentralisa en services régionaux. Il poursuivit, ainsi, cette démarche politique par région naturelle, "au coup par coup", imposée par la demande d'eau potable et d'irrigation. Ainsi fut publiée son œuvre<sup>(30)</sup> en 1952. Grâce à la symbiose de travail établie, dès lors, avec la direction de l'Hydraulique, la première évaluation du patrimoine national d'eau douce parut peu après<sup>(31)</sup>.

Il fallut attendre deux décennies pour la parution des "Ressources en Eau du Maroc" en trois tomes<sup>(32)</sup> (1971-75-77) qui remplaça

---

30) "*Hydrogéologie du Maroc*", Direction de la Production Industrielle et des Mines, Notes et Mémoires n°97, 1952

31) Pp.35-38, bulletin trimestriel "*Mines et Géologie*" n°1, 1958, Ministère de l'Economie Nationale, Rabat.

32) Sous le timbre "*Direction de l'Hydraulique*", et "*Notes et Mémoire du Service Géologique*" n°231, Rabat

avantageusement la publication de 1952. Le cadre général de présentation, par région naturelle, demeurait identique. Le bassin versant n'intervient pas.

Le retour de l'auteur au Maroc, à titre de conseiller du Roi Hassan II, en 1979, permit d'introduire enfin l'approche par bassin versant en même temps que la planification nationale de l'eau. Avec le recul du temps, la dichotomie française entre eau superficielle et souterraine semble avoir été préjudiciable au progrès de l'hydrologie. La notion de bilan hydrique eut apparu plus tôt en considérant le bassin versant. En outre, dans le terme hydrogéologie, l'accent fut mis par les géologues et les mineurs sur la portion géologie plutôt que sur *hydro*, d'où la divagation sur la région naturelle. S'il avait été mis sur *hydro*, c'est-à-dire *eau*, la notion d'écoulement naturel de l'eau par gravité l'aurait emporté en faveur du bassin versant et, donc, du bilan d'écoulement. Dernier reproche, l'opinion publique considérait peu les spécialistes de l'eau souterraine, eau mystérieuse où le sourcier avait plus d'importance que l'hydrogéologue.

Pourtant, la bonne hydrogéologie se montrait un métier difficile. Pour devenir excellent hydrogéologue, il ne suffisait pas de faire de la bonne géologie et d'y ajouter de l'eau, comme le prétendent les universitaires. Il faut aussi connaître et comprendre la mécanique des fluides en sous-sol, difficile gageure qui fait la sélection parce qu'elle réclame une grande expérience.

### *Le Maroc, modèle d'hydrologie*

Le Maroc se montra un territoire de prédilection pour y apprendre l'eau superficielle et souterraine, comprendre leur relation étroite, et exploiter leur complémentarité naturelle pour les divers usages. Phénomène méconnu en hydrologie, l'eau superficielle se cache progressivement vers le sud, sous l'effet de la chaleur du climat et préfère survivre en eau souterraine. Un œil averti voit le passage graduel de l'eau de surface qui se terre, au fil des degrés de latitude. Le voyage depuis Tanger, au climat de type tempéré européen, jusqu'au-delà d'Agadir, au sud, au climat de type saharien, permet d'observer la transition idéale par tous les climats intermédiaires. Cet examen conduisit à imaginer enfin l'importance des réservoirs d'eau douce sous les déserts. L'expérience acquise au Maroc se prolongea par celle du Sahara, facilitée par la direction de l'Hydraulique en Algérie, qui consulta l'auteur durant la décennie 1952-61.

Les progrès réalisés en hydrologie concernent à la fois la nation, le niveau de bien-être obtenu par la société et l'expertise acquise par l'hydrologue. Au niveau de la nation, le Protectorat provoqua la renaissance hydraulique du Maroc en 1929 en y apportant la centralisation de l'Etat, notamment par les Travaux Publics, le Droit relatif à l'eau, la technique des grands barrages-réservoirs et les institutions propres à produire le développement : services de l'Hydraulique, du Génie Rural, de la mission hydrogéologique convertie en CEH. Au niveau de la société, le bien-être arriva avec l'eau potable des villes et des collectivités locales, l'irrigation de grands périmètres, le creusement de puits à grand diamètre, équipés de pompes puissantes, le forage d'exploitation de l'eau souterraine, la construction de digues et lacs collinaires, de barrages souterrains, de rhétaras modernes, l'apport de la pompe mécanique à axe vertical.

Au niveau de l'expertise par l'hydrologue, le recueil des données s'instaura : pluviométrie, nivométrie, jaugeage des cours d'eau, fichier des points d'eau souterraine (40.000). Le Groupement pour l'étude au Maroc des eaux souterraines (GEMES), déjà mentionné, sorte de société mixte conventionnée, construisit des captages d'eau souterraine à grand débit (300-500 litres-seconde, soit 9,5-15,8 millions de m<sup>3</sup>/an). La constitution d'une Section d'essais de débit par gros moyens de pompage mobile, administrée par la Régie des exploitations industrielles de l'Etat, permit d'évaluer la capacité des réservoirs d'eau souterraine sous les auspices du Bureau technique d'hydraulique souterraine du CEH. La prospection géophysique joua un rôle important dans la recherche des eaux souterraines. Une centaine de campagnes de prospection, suivies de campagnes de forages d'exploration, débouchèrent sur les forages d'exploitation à gros débit pour la mise en valeur. En deux décennies (1942-61), 2.200 forages furent exécutés (longueur cumulée : 175.000 m). A titre personnel, l'auteur acquit une perception et une connaissance extraordinaire de l'eau souterraine sur le terrain, contribution propice à la bonne gouvernance. Il en tira avantage, plus tard, au plan international, pour une expertise de qualité qui lui valut sa sélection par l'ONU.

#### *- L'eau de l'homme*

Grâce au Maroc, l'auteur fit la plus importante découverte en hydrologie et la plus simple, à la fois, puisqu'il la vécut. Il avait appris la relation intime de l'eau et de l'homme, peu à peu, chemin faisant, entre la

civilisation de l'eau douce en Europe et la rude existence nourrie d'eau saumâtre de l'homme du désert. Par essence biologique, l'homme ne vit qu'avec de l'eau disponible, c'est-à-dire stable ou régularisée et peu ou pas saumâtre. Ces derniers adjectifs signifient : *permanente* et à *débit constant*. Cet état de l'eau survient quand elle est régularisée par la nature. L'étiage des cours d'eau, les sources, les lacs, l'eau souterraine, entrent dans ce cas. L'homme peut aussi la régulariser en construisant des barrages-réservoirs. La régularisation naturelle ou le besoin de régularisation proviennent du fait que le cycle hydrologique ne prodigue que de l'eau de crue, sauvage et impropre à l'usage. L'école n'enseignait que le besoin d'eau imprescriptible de l'homme pour sa survie, à savoir 2,5 litres quotidiens en pays tempéré et plus de 5 litres en zone aride. Déjà, à la moitié du XIX<sup>e</sup> siècle, Claude Bernard, créateur de chaires d'hydrologie dans les universités de médecine, proposait cette définition «*L'eau est la condition première, indispensable à toute manifestation vitale, comme à toute manifestation des phénomènes physico-chimiques*». C'est ainsi qu'a pu être décrite, à l'aube de l'humanité organisée, une civilisation de l'eau. Cette définition, tour à tour ignorée, reconnue et respectée, reconnue et négligée, fut à nouveau prise en considération à la fin du XX<sup>e</sup> siècle<sup>(33)</sup>. Car, le Maroc m'avait appris la relation entre l'eau douce et l'homme à travers ses besoins d'eau. J'en avais découvert une dizaine, parmi lesquels trois besoins paraissaient fondamentaux pour l'homme moderne : l'eau domestique, l'eau agricole, l'eau industrielle. L'histoire de l'eau, plus précisément, l'histoire de la relation de l'homme et de l'eau y fut traitée comme un véritable roman.

Mais, en quittant le Maroc, en 1961, je n'avais pas encore essayé de l'exprimer en nombre de mètres-cube par individu, pour deux raisons. D'abord, je n'en ressentais pas la nécessité. Ensuite, et pour cette raison-là, je n'avais pas concentré ma réflexion pour comprendre la triple relation intime homme-calorie-eau, besoins exprimés en grammes et en litres. Dans cette constante réflexion nécessaire pour assurer la satisfaction du besoin en eau de l'homme, je me satisfaisais de notions simples. Il me suffisait de savoir, par exemple, qu'un hectare de céréales réclamait 5.000 mètres-cube pour garantir une bonne récolte ou encore qu'un hectare d'agrumes en exigeait le double.

---

33) De Jean Bernard, préface, quand l'auteur publia "*Seule l'eau est éternelle .. après Dieu*", Ed. ONEP, Rabat, 1998.

### *Prochaine carrière à l'ONU*

La profession d'hydrologue vécue par l'auteur jusqu'à 40 ans s'était révélée exaltante. Elle équivalait à celle d'un architecte de l'eau, capable d'élaborer un plan d'aménagement hydraulique national, de le construire et de le gérer. Les circonstances de l'indépendance imposait un choix crucial: partir ou rester. Le nouveau Maroc m'invitait à rester. Les Nations Unies réclamaient mon assistance depuis des années. Un événement fit pencher la balance. Le directeur de la Coopération au Ministère français des Affaires Etrangères, Paul Marc-Henry, en mission au Maroc en 1959, visita le patron du CEH. Il se fit expliquer le Centre des Etudes Hydrogéologiques, CEH, ce service public inconnu en France et se montra fort impressionné et très cordial. Pour des raisons d'Etat, deux autres entretiens et un repas eurent lieu en présence de l'ambassadeur de France au Maroc. Au cours du repas, le problème de mon départ fut évoqué. L'ambassadeur s'y opposait avec véhémence, invoquant la haute appréciation de mon expertise par les Marocains. Un accord franco-marocain avait dressé une liste restreinte de hauts fonctionnaires français à maintenir au Maroc, pour assurer une transition harmonieuse entre les Administrations de Protectorat et d'Indépendance. Mon nom figurait sur la liste depuis quatre ans déjà. Paul Marc-Henry eut cette sentence péremptoire «Son expertise servira mieux l'humanité de toutes les nations du Tiers Monde, plutôt qu'une seule d'entre elles». Ce fut le mot de la fin. Le destin placerait l'auteur au plan international en le maintenant au sein du Tiers-Monde pour mieux l'aider. Merveilleuse perspective !

### *- Incident Maroc-ONU*

Le Maroc tenait beaucoup à conserver l'auteur parmi ses fonctionnaires chérifiens et à le maintenir en position dirigeante. Il prit donc ombrage de la sollicitation gourmande du PNUD et de la FAO de le recruter. L'auteur décida d'accepter l'offre alléchante de celle-ci au moment précis où l'Office National d'Irrigation, ONI, entrerait en fonction, le 1er Janvier 1961, mettant fin de facto au service du Centre des Etudes Hydrogéologiques, CEH. Il partit donc pour Rome, deux mois après cette date. Le Maroc, par mesure de rétorsion, refusa l'assistance des Nations Unies en vertu d'un principe clairement exprimé : «*La véritable assistance technique consiste à ne pas priver un pays en développement de ses*

*meilleurs experts*». La diatribe émanait de la bouche du jeune Roi. Le refus d'assistance dura près de deux ans.

Au cours d'une mission au Maroc, en 1963, Sa Majesté le Roi Hassan II reçut l'auteur en audience, à sa demande, en souvenir du service rendu à la suite du tremblement de terre d'Agadir. Le cordial entretien porta sur ses nouvelles fonctions auprès des Nations Unies et sur sa position privilégiée aux côtés de l'Administrateur du PNUD à New York. Expliquant et assurant que le Maroc pourrait en tirer parti pour l'octroi de projets de développement entièrement financés en dollars par le PNUD, l'auteur suggéra de lancer la mise en valeur hydro-agricole du bassin du Sebou, le plus grand fleuve du Maroc, négligé par le Protectorat. Connaissant le haut intérêt du Roi pour les deux vastes régions dépendant du fleuve qu'il convenait de développer : plaine du Rharb et plateau de Fès-Meknès, l'auteur proposa de faire, de cette opération, la preuve de sa bonne foi. Positive et immédiate décision du Roi, qu'il n'eut jamais à regretter. L'incident Maroc-ONU était clos.

## DEUXIEME CHAPITRE

# HYDROLOGIE INTERNATIONALE

( Nations Unies : 1961-79)

*La rubrique n'existait pas avant 1961, car nul n'avait encore comparé l'eau douce entre les divers pays du monde.*

### Rencontre-surprise

La Food and Agriculture Organisation (FAO) accueillait l'auteur à Rome, siège général de l'Organisation, comme haut-conseiller en hydrologie<sup>(34)</sup>, en position de directeur, à titre personnel, et de citoyen du monde, parmi les 45.000 employés des Nations Unies. Attaché, par principe administratif, à une division "Terre et eau", il opéra en binôme avec un hydraulicien hongrois, âgé de 65 ans, vétéran de la construction de barrages, à qui il laissa la préséance de l'ancienneté, par courtoisie. La tâche du binôme consistait à superviser, en bonne entente, les projets du Programme des Nations Unies pour le Développement (PNUD), exécutés par la FAO dans les pays ayant formulé une requête d'assistance technique. Dans cet ordre d'idée, au cours des dernières années au Maroc, la FAO avait déjà utilisé l'expertise de l'auteur, en 1957, afin d'établir, pour le gouvernement de la Grèce, une "Étude et aménagement de l'eau karstique en Grèce", premier projet financé par le Fonds Spécial, précédente dénomination du PNUD. A l'évidence, j'en reçus la supervision, à mon entrée en fonction à la FAO.

La première mission de la FAO m'amena en Amérique centrale, avec instruction de passer par New York, auparavant, afin de me présenter au siège du PNUD. Là, un trio formait l'autorité suprême. Un membre du Congrès des États-Unis le dirigeait avec le titre d'Administrateur, assisté de deux collaborateurs, Myer Cohen, américain, et Paul-Marc Henry, français,

---

34) "Hydrology Senior Advisor", titre sur le passeport en cinq langues : anglais, français, espagnol, russe et chinois

remplissant indifféremment la fonction de directeurs des opérations. Quelle agréable surprise de revoir, à deux ans d'intervalle, l'homme qui, au Maroc, avait plaidé ma cause en faveur du Tiers Monde ! D'autant qu'il n'avait rien laissé paraître de ses intentions de rejoindre l'ONU, lors de nos précédents entretiens. Seule, sa dernière remarque décisive à l'ambassadeur de France au Maroc, se comprenait mieux. Nos relations, de cordiales devinrent amicales. Son collègue enchaîna dans le même sens. Nous dinâmes ensemble. De là naquit, à trois, une nouvelle stratégie. L'eau, facteur-clé du développement, devrait recevoir une attention particulière et une impulsion notoire dans les pays du Tiers-Monde. La proposition me fut faite de devenir, dans cette discipline, le conseiller permanent du PNUD et, donc, du duo directeur. Je l'acceptai allègrement en découvrant que mes nouveaux patrons travaillaient la main dans la main.

Pour la vérité historique, l'organe de financement, appelé Fonds Spécial (*Special Fund*), depuis 1957, ne prit son titre définitif de PNUD qu'en 1964, après fusion avec le Programme élargi d'assistance technique, institué initialement en 1950. L'ONU comportait deux organes de financement, la Banque mondiale à Washington et le Fonds Spécial à New York. A l'époque de notre rencontre de concertation (1961), le premier accordait quatre milliards de dollars EU par an à titre de prêt à 8%. Le second disposait d'un budget annuel d'un demi-milliard de dollars par contributions volontaires, dont 25% environ, seraient consacrées à l'eau. Car, j'avais fait remarquer que l'eau constituait la déficience fondamentale des pays en développement. Le futur PNUD accordait son financement, à fonds perdus, sous forme de projets de 3 à 5 ans, dotés de 0,2 à un million de dollars EU. Il n'exigeait qu'une contrepartie en nature, sous forme de personnel et fournitures diverses. Il avait, évidemment, la faveur des nations du Tiers-Monde. Cette faveur se traduisait, en échange, par le pouvoir, de la part de l'organe de financement, d'accorder à la nation requérante, le projet le mieux adapté à ses besoins de développement. Ce pouvoir se délégua naturellement, au conseiller pour l'eau. Sa qualité d'expertise et d'évaluation des besoins se devait donc d'être irréprochable.

Ma nouvelle charge de conseiller fit l'objet d'une convention avec la FAO, avec priorité d'emploi pour le PNUD, qui exigerait ma présence à New York, deux fois par an, en janvier et en septembre, durant trois semaines, pour l'examen et la sélection des requêtes concernant l'eau à soumettre à l'approbation du Conseil d'administration. Cette charge



remplissait l'auteur de sentiments mélangés, partagés entre la joie de fonctionner auprès des plus hautes autorités de l'ONU et de ses Agences spécialisées, et la crainte de ne pas être à la hauteur d'une immense tâche nouvelle au monde : raisonner sur le patrimoine disponible d'eau douce de la planète et prendre soin, dans ce domaine, des trois-quarts de sa population localisée dans des nations dites en développement. De plus, cet heureux destin me mettait à portée des universités américaines, centres de savoir scientifique et technologique, et des grands organismes d'Etat américains, responsables de l'eau<sup>(35)</sup>.

Les meilleures conditions se trouvaient réunies pour hisser l'hydrologie au niveau international et la consacrer en science humanitaire et sociale. De science indifférente et esseulée, l'hydrologie accéderait à la science appliquée à l'humanité. Mais, je pressentais de nombreuses embûches, chemin faisant. Si la réussite attendait au bout, il ne resterait plus qu'à convaincre les grands décideurs de ce monde, responsables des nations. Et parmi eux, un chef d'Etat en apprentissage, le Roi Hassan II. Enthousiasmante perspective !

### **La glorieuse décennie hydrologique du PNUD (1961-70)**

La charte des Nations Unies stipulait que l'eau comprise dans les frontières politiques constituait un patrimoine national de ressources naturelles, à l'exclusion des eaux les traversant. Chargé de mission pour l'eau des 70 pays en développement, à l'époque, et imbu de mon expérience marocaine, je me lançai à la recherche du patrimoine mondial d'eau douce et de sa répartition par nation dans les arcanes du gratte-ciel onusien. En somme, cette information permettrait d'établir un jugement d'ensemble indispensable en faveur de l'équité. Dans ma candeur naïve, j'avais toujours crû trouver la réponse au sein des Nations Unies.

#### *- Dilemme incompréhensible sur l'insuffisance d'eau douce*

Tel "Alice au pays des merveilles", je fus introduit auprès du directeur de la division des ressources naturelles, le Révérend Père de Breuvery, jésuite français qui hébergea à New York le R.P. Teilhard de Chardin

---

35) Au Department of Interior Bureau of Reclamation, US Geological Survey (USGS), Army Corps of Engineers.

jusqu'à sa mort en 1955. Nos relations communes dans la Compagnie de Jésus rendirent cordial notre entretien. Mais, grande fut ma désillusion : l'hydrologie internationale, avec volume et débit chiffrés par nation, n'existait pas. Néanmoins, pour mon interlocuteur et pour la plupart des têtes pensantes, la quantité d'eau douce restait une question dérisoire. Estimée si grande par rapport aux besoins, elle était jugée incommensurable, qu'elle fût douce ou salée. Aucun pays développé ou en cours de développement ne possédait un bilan hydrique national. Le Maroc venait donc de réaliser une performance extraordinaire. Découverte effarante ! Qui plus est, à l'époque, l'éminent professeur de Harvard, Roger Revelle, dans le *Scientific American*, publication apologétique de la science moderne, propageait une opinion identique à celle des Nations Unies : surabondance d'eau douce. Mes patrons du PNUD partageaient cette opinion fort répandue partout. Le mythe persistait fièrement.

Or, mes vingt ans vécus en zone aride laissaient pressentir que la quantité d'eau disponible par nation deviendrait un problème, peut-être grave, dans un avenir rapproché, c'est-à-dire cinquante ans. Comme j'avais la responsabilité de 70 pays en développement, j'insistais sur la nécessité de posséder des mesures bien chiffrées afin d'établir une politique équitable de l'eau internationale. Perplexes, mais confiants dans mes convictions, mes nouveaux patrons du PNUD répondirent : *«A vous de juger. Vous avez carte blanche. Faites-nous des propositions. Nous en reparlerons»*.

Je m'en ouvris à l'un de mes amis américains, Raymond Nace, membre vétérane du département de l'eau au US Geological Survey, service très avancé dans l'inventaire des ressources d'eau, tant nationales qu'internationales. Car, le Service Géologique des États-Unis comprenait une importante division consacrée à l'eau et animée par des hydrologues (hydrologists) sous la houlette de Luna Leopold. Aux États-Unis, cette qualification d'hydrologue certifie une excellente formation dans le domaine de l'eau, qu'elle soit de surface ou souterraine. Par contre, en France, le terme d'hydrologue désigne le spécialiste de l'eau de surface et celui d'hydrogéologue, le spécialiste de l'eau souterraine. Chacun se forme à une école spéciale et exclusive de l'autre. C'est pourquoi la France est jugée atteinte d'hydro-schyzophrénie.

Nace, à la suite de R. Revelle, venait de procéder à une première estimation de l'eau disponible sur le globe. Il avait recensé les 50 plus

grands fleuves du monde, totalisé leur débit annuel à l'embouchure, estimé le volume annuel d'eau souterraine écoulé à la mer. L'écoulement global dépassait les trente cinq mille milliards de mètres-cube, apportés, chaque année, par le cycle hydrologique. Or, les besoins en eau de la population mondiale des années 1960, trois milliards d'habitants, n'atteignaient pas les quatre mille milliards de mètres-cube par an. Au plan global, sans frontières politiques, il y avait incohérence flagrante entre le fort débit annuel du cycle hydrologique et la réalité du maigre besoin humanitaire d'eau douce. D'où la force du mythe populaire de surabondance d'eau douce.

Mais, la géopolitique apportait une notion bien différente par la clause de la charte des Nations Unies décrétant patrimoine national toute ressource naturelle comprise dans les frontières politiques. De son côté, la science enseignait que la ressource d'eau provenait du cycle hydrologique qui la distribuait chaque année, à sa façon. La majeure partie retournait au cycle perpétuel. L'excédent alimentait les réserves : lacs, eaux souterraines, glaciers. Un troisième homme nous rejoignait souvent, Michel Batisse, directeur des Sciences de l'Environnement et des Ressources Naturelles à l'Unesco. Il partageait entièrement nos points de vue. En somme, la bonne question à poser était : quel volume d'eau douce contenait la Terre continentale dans ses entrailles et quelle quantité recevait-elle chaque année par le cycle hydrologique et, enfin, comment se répartissait-elle entre les nations ? La réponse permettrait d'établir un jugement plus proche de la vérité. Nous avons convenu de mesurer tout cela. L'expérience marocaine avait enseigné qu'un bilan national nécessitait près de deux décennies. Il fallait donc créer un projet international de longue durée, disons une décennie. Hélas ! une infime minorité avait soulevé ce dilemme sur l'insuffisance d'eau douce, incompréhensible pour la grande majorité, à l'exception des patrons du PNUD.

#### *- Naissance de la Décennie Hydrologique Internationale*

Mais, un projet d'une telle envergure devait s'organiser sous forme d'une Décennie Hydrologique Internationale et réclamerait un endossement politique de haut niveau. Nous pensions l'obtenir par trois voies. L'Unesco s'avérait l'organisation de l'ONU la plus qualifiée pour organiser et exécuter cette étude scientifique. Batisse agirait vers sa direction. Il y reçut un plein accord. Nace imagina de présenter et d'expliquer une telle opération au Congrès des États-Unis, par le truchement du US Geological

Survey. Il réussit sa démarche. Batisse reçut la charge de l'exposer devant le Congrès, à Washington. Il remporta un grand succès et obtint un acquiescement général. Les États-Unis contribueraient généreusement à cette opération par le truchement du US Geological Survey. L'auteur s'en ouvrit à ses patrons du PNUD. Ils prêtèrent une oreille attentive à ses propositions et démarches préliminaires.

Une Décennie Hydrologique Internationale, DHI, se créerait. Elle réunirait les meilleurs experts du monde entier, y compris les excellents hydrologues du US Geological Survey des États-Unis et ceux de l'Académie des Sciences de l'URSS. L'Unesco, spécialisée dans les études scientifiques, servirait d'intermédiaire et d'agence d'exécution de la Décennie. Elle se trouvait en mesure de sélectionner les meilleurs savants du monde. Leur mission consisterait à dresser un bilan précis de la quantité d'eau douce disponible dans le monde par le cycle hydrologique annuel, à identifier sa distribution géographique et volumétrique, ainsi qu'à déterminer l'état et le volume des réserves d'eau douce. A ma grande joie, ils acceptèrent l'idée de ce vaste projet, les termes de la mission et le choix de l'Unesco. Mes patrons du PNUD consultèrent le représentant des États-Unis auprès de l'ONU au sujet de l'ampleur du projet et de la possible agence d'exécution, l'Unesco. Ils obtinrent le feu vert. Nous pouvions agir en conséquence.

Je reçus la consigne de réunir mes collègues Raymond Nace et Michel Batisse à San Francisco pour jeter les bases de ce vaste projet. Je nous revois, en Californie, en 1963, en train de concevoir la Décennie Hydrologique Internationale, durant une décade vécue dans l'ambiance merveilleuse d'un grand parc national. Plus tard, G. Bogomolov, de l'Académie des Sciences d'URSS, frère du Ministre des Affaires étrangères, y fut associé pour finaliser le projet.

L'Unesco reçut mission de créer et diriger la Décennie Hydrologique Internationale (DCI) alias International Hydrological Decade (IHD). Elle associa à son entreprise l'Organisation Météorologique Mondiale (OMM) ainsi que l'Association Internationale d'Hydrologie Scientifique (AIHS). Ce faisant, les meilleurs experts du monde en ce domaine se retrouvèrent réunis sous les hautes auspices de l'ONU. Les travaux commencèrent en 1965. L'Unesco en fit son programme régulier, très bien organisé et soutenu par son propre budget. Des comités nationaux de la Décennie se formèrent dans

105 pays. Les Soviétiques comme les États-Unis participèrent généreusement. Des étapes intermédiaires permirent de faire le point et de procéder à des ajustements.

### Assistance hydrologique au Tiers-Monde

Dans l'attente des résultats de la Décennie Hydrologique Internationale, le PNUD instruisit l'auteur d'accomplir, au coup par coup, sa tâche d'expertise hydrologique envers les pays définis par l'ONU, en voie de développement, c'est-à-dire les nations du Tiers-Monde, au nombre de 70 en 1961 et de 120 nations, en 1979, quand il abandonna ses fonctions. Durant cette période de 18 ans, il accomplit des missions dans 52 nations ou régions et produisit 84 rapports. Il réussit à collectionner 73 d'entre eux, concernant 40 nations. Ces mémoires mirent à profit cette aubaine.

#### Les 52 nations ou régions visitées (\* rapport non collectionné)

Algérie	Grèce	Mali	Sahel(région)
Arabie Saoudite	Haïti	Maroc	Savanna Belt
Bénin*	Haute Volta*	Mauritanie	Sénégal
Bolivie	Inde	Mexique*	Somalie
Brésil	Iran*	Niger	Soudan
Bulgarie	Israël	Nigeria	Sri Lanka*
Cambodge	Jamaïque	Pakistan*	Syrie
Cameroun	Jordanie	Pérou*	Tchad
Chypre	Kenya*	Philippines	Togo
Corée du Sud	Liban	Rép. Dominicaine*	Tunisie
Égypte	Libye	Roumanie	Turquie
Espagne	Madagascar	Sahara (région)	Yougoslavie*
Ghana*	Malawi	San Salvador*	Zambie

De toute évidence, la priorité d'assistance du PNUD s'adressait à la zone aride.

## 1- Difficile hydrologie en zone aride

Une bonne trentaine de pays l'occupaient, ainsi que les plus vastes déserts.

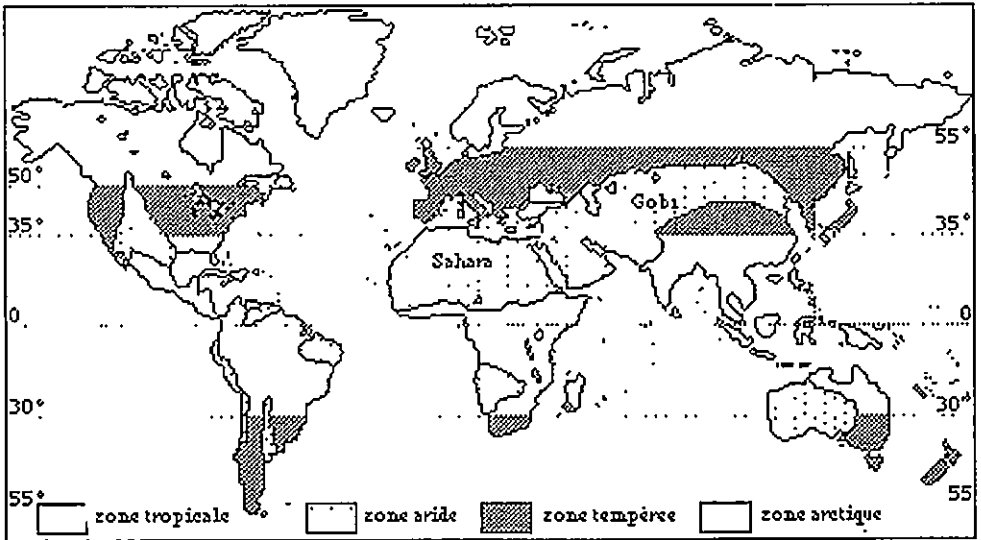


Fig. 7 Les quatre zones climatiques de la planète

Une dizaine d'entre eux ceinturaient le Sahara, dont deux, à l'est, se répartissaient l'eau du Nil générée dans sept autres pays. Six pays couvraient la Péninsule arabique et cinq, le Proche-Orient où se déroulait la plus grave crise d'eau; trois se disputaient l'eau de l'Euphrate. Plus à l'est, les pays avaient su s'aider de l'eau souterraine, depuis des millénaires.

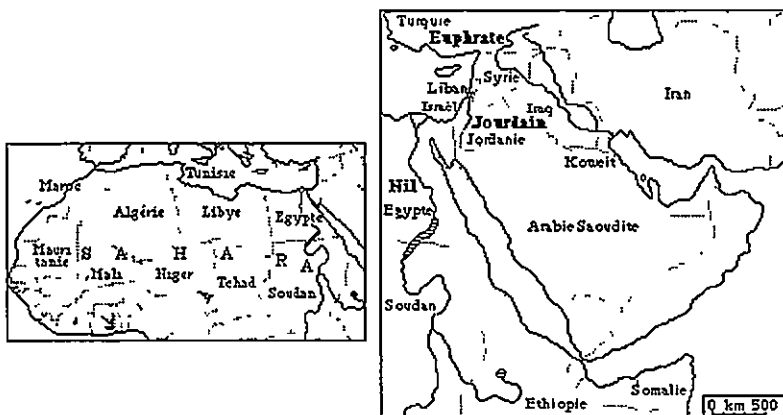


Fig. 8 Les 10 pays riverains du Sahara et les 3 bassins fluviaux du Moyen-Orient

Trop souvent, les diplomates, désignés comme traceurs de frontières, ignoraient superbement l'hydrologie, malgré leur excellente formation traditionnelle. Leurs oukases cartographiques, compliquent souvent la tâche de l'hydrologue mêlé par l'ONU aux problèmes internationaux d'eau, nés, souvent, du démembrement des empires ou de la décolonisation. La longue expérience de l'auteur permet de mentionner, à bon escient, la cause qui rendit l'hydrologie si difficile en zone aride. La grande compagne de l'aridité s'appelle la pénurie d'eau. L'auteur l'apprit durant son long apprentissage au Maroc. Il le comprit aussitôt en courant au plus pressé, au Proche-Orient, où la pénurie créait une crise aiguë. Aussi, dès que la situation le permit, il s'en revint sur les lieux de sa première rencontre avec la pénurie d'eau en zone aride. Ce faisant, il privilégia le lien de l'aridité, en poursuivant le récit de ces mémoires à partir des pays les plus déshérités en eau superficielle jusqu'à rejoindre le Maroc.

En outre, dans les lignes qui suivent, l'auteur s'efforça de dresser un florilège d'envergure mondiale pour exposer les plus notoires exemples d'hydrologie à travers les grands continents.

### **Conflit hydrique au Proche-Orient dans le bassin du Jourdain (1900-67)**

Le Moyen-Orient apparaissait comme la première destination d'un hydrologue curateur en la matière. Plus particulièrement, le Proche-Orient donnait des signes alarmant de crise d'eau. Durant les dernières années de service au Maroc (1955-60), le Fonds Spécial de l'ONU m'avait confié deux missions exploratoires au Proche-Orient (fact finding missions) à accomplir discrètement. Dès mon arrivée officielle au PNUD, en 1961, en me confiant le dossier, je reçus la charge urgente de traiter l'hydrologie de cette région, en priorité absolue. Les missions se multiplièrent entre 1961 et 1967 dans les quatre nations concernées : Syrie, Liban, Israël, Jordanie, pour tenter de desserrer l'étau sur le fleuve Jourdain. Depuis 1948, quatre nations se partageaient, dans une atmosphère de crise, les ressources hydriques du bassin du Jourdain. Le problème d'eau devenait grave, en 1961, et agitait les gouvernements de Syrie, Liban, Israël, Jordanie, y compris la Cisjordanie et Gaza (future Autorité palestinienne). En dépit des efforts fructueux déployés pour démontrer la présence méconnue d'abondante eau souterraine dans ces pays, le conflit éclata. Israël triompha.

Le conflit hydrique disparut aussitôt. J'en tirai d'importantes conclusions sur la pénurie d'eau, en matière d'hydrologie internationale.

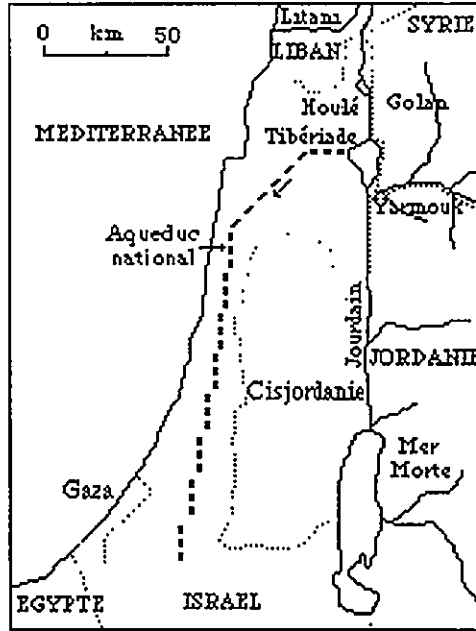


Fig. 9 Géographie politique du litige

Les eaux gisent dans un cadre hydrogéologique de style karstique, c'est-à-dire que les deux-tiers de l'eau circulent sous terre, tandis qu'un tiers s'écoule en rivière. A l'évidence, les quatre nations concentraient leur querelle sur le tiers visible de l'eau courante du Jourdain, ignorant le reste de la ressource cachée. Afin de soulager la croissante tension, le PNUD leurs proposa, à partir de 1961, des projets d'étude et d'inventaire de leurs ressources d'eau souterraine au loin du fleuve. Couronnés de succès, ces projets firent gagner du temps jusqu'en 1967, quand Israël déclencha une guerre-éclair sous le prétexte (*casus belli*) de blocus maritime du détroit d'Hormuz à éliminer. A la fin de la guerre, six jours plus tard, toutes les ressources hydriques du bassin du Jourdain passaient sous contrôle israélien, couvert par le silence des médias. Grand choc, par contre, pour l'auteur, mandataire responsable de l'assistance technique de l'ONU auprès des quatre pays, durant six ans. Par une ironie du sort, les États-Unis venaient de réunir, un mois auparavant, la première conférence internationale sur l'eau, sous le titre symbolique "Water for Peace" (L'Eau pour la Paix). L'auteur, encore tout imbu des beaux principes énoncés,



qualifia de “guerre de l’eau” ce que les médias appelèrent “guerre des six jours”, à titre de camouflage. L’ONU l’écoula, mais ne l’entendit pas. Le PNUD comprit son conseiller et le chargea de poursuivre son action auprès des trois autres pays, seulement : Syrie, Liban, Jordanie. Le Golan syrien, la Cisjordanie jordanienne sous l’appellation de West Bank, et Gaza, restent, en 2004, des territoires occupés. Depuis 1968, Israël assure leur alimentation en eau. Officiellement, le conflit hydrique, au Proche-Orient, dans le bassin du Jourdain, n’existe plus. Cependant, il a pris une autre forme, une autre ampleur et un autre nom. Le Proche-Orient devient, désormais, la plus dangereuse poudrière du monde.

*- Révélation chiffrée de la pénurie israélienne d’eau*

Je désirais découvrir les raisons techniques qui auraient pu déclencher la surprenante guerre de l’eau. J’avais entretenu, de 1961 à 1967, avec Israël, comme avec les trois autres pays, des relations cordiales et très appréciées, au plan technique. De grands progrès s’obtinrent dans la science et la technologie des eaux superficielles et souterraines. Israël, engagé dans une économie de marché, progressait plus vite, surtout dans les domaines de l’usage de l’eau, de l’efficacité en irrigation, de l’économie liée à l’eau, dans une constante recherche de la meilleure rentabilité. Il venait d’établir, avec l’aide du PNUD, un réseau national de transfert et de distribution d’eau, assorti d’un système de recharge artificielle des réservoirs souterrains pour le mixage et le stockage temporaire, durant l’hiver, de l’eau à utiliser au moment de l’irrigation. Cet aménagement demeure unique au monde. Il introduisit même une dose satisfaisante de ressources d’eau non-conventionnelle. Je disposais de toutes les données concernant l’eau et ses usages en Israël, ainsi que la chronologie de la croissance démographique.

D’autre part, le siège de la FAO, à Rome, possédait une Division de la Nutrition comportant des spécialistes de valeur. Je leur proposai d’entreprendre une étude permettant d’établir une relation étroite et chiffrée entre l’eau, la nutrition et la démographie. Nos efforts débouchèrent sur une norme de sécurité hydrique, élément de base d’une méthode originale. Une notion la résume. Pour assurer une vie décente à sa population, mesurée en calories par son alimentation, une nation doit garantir la disponibilité de 400 mètres-cube par an et par habitant d’eau, afin de satisfaire ses besoins

domestiques (30 m<sup>3</sup>), nutritionnels (350 m<sup>3</sup>), industriels (20 m<sup>3</sup>). Dans un pays en développement, l'indispensable ration individuelle de 2.200 calories par jour provient de 250 kg de céréales par an. La disponibilité de 400 m<sup>3</sup>/an/habitant d'eau aménagée équivaut à 1.000 m<sup>3</sup> de ressources d'eau naturelle, considérés comme l'indispensable ration individuelle d'eau naturelle. Au-dessous de cette ration, la nation entre en pénurie chronique d'eau. L'enquête peut encore s'affiner en mesurant le degré de gravité d'une pénurie; il s'exprime selon un taux de prélèvement par rapport à l'eau disponible; ce taux peut dépasser les 100%, niveau alarmant à partir duquel les réserves d'eau souterraine sont exploitées jusqu'à l'épuisement. Par ailleurs, un professeur de l'université de Yale aux États-Unis conseillait de garder en mémoire qu'au-dessous de 1200 calories par jour et par personne, les gouvernements ne peuvent pas survivre; à 1000 calories, la moralité disparaît, et à 800 calories, l'âme n'est plus libre.

En vérité, Israël déclencha la guerre de 1967 quand la ration d'eau se réduisit à 340 mètres-cube par an et par habitant, établissant ainsi l'équivalence pratique du degré de pénurie 100%, au-delà duquel la nation épuise ses réserves d'eau et s'adresse à l'eau non-conventionnelle. A l'époque, les autorités considéraient empiriquement que les conditions de disette, voire de famine se trouvaient réunies au-dessous de 200 m<sup>3</sup>/an/habitant. Certes, la guerre engendre les pires calamités. En compensation, elle apporte parfois un progrès dans la connaissance, tel la norme de sécurité hydrique en hydrologie, si l'auteur a vu juste. Toutefois, poussant la réflexion et l'observation plus avant dans le temps, la guerre pour obtenir de l'eau ne sera jamais qu'une solution provisoire. Car, la croissance démographique et économique aidant, Israël se retrouve, 35 ans plus tard, en butte à la fatidique norme minimale de sécurité hydrique. Au point que, désormais, seule une solution régionale de transfert d'eau sous contrôle international, permettra de résoudre le problème de la nouvelle pénurie d'eau. C'est pourquoi elle est proposée, quelques pages plus loin.

A moins que d'autres faucons paranoïaques, rêvant d'un grand Israël, n'envisagent une autre guerre, plus impérialiste encore, cette fois, qui redessinerait un grandiose aménagement hydraulique régional. A cette échelle-là, les ressources hydriques le permettraient. On entrerait, alors, dans un monde déboussolé.

*- Mobile secret de la surprenante guerre israëlo-arabe de 1967*

Mentionnée déjà dans le chapitre de la difficile hydrologie en zone aride, particulièrement au Proche-Orient, dans le bassin du Jourdain, cette guerre-éclair dite des 6 jours, survint soudainement. A la surprise générale, elle se solda par une vaste et étrange conquête territoriale et le détournement des droits d'eau libanais, syriens et jordaniens, sur le Jourdain. Cet étrange comportement conduisit l'hydrologue à calculer la ration d'eau, limite de sécurité alimentaire. Cette ration individuelle s'établissait à 340 m<sup>3</sup>/an, dans une économie de marché. Pour mémoire, dans une économie de subsistance, elle se situe, à vue de nez, au-dessous de 30 litres par jour, soit 11 m<sup>3</sup>/an. Cette condition de vie peu décente affecte encore, en ce troisième millénaire, 42 des 190 nations de la planète. La barre fatidique de 340 m<sup>3</sup>/an affecterait donc près de 120 nations en développement. Sans prétendre la consacrer comme norme internationale, l'auteur s'en servit régulièrement pour définir le niveau de pénurie par l'arithmétique. Car, ni l'éthique internationale, ni les religions, n'accepteront jamais la dénomination "guerre de l'eau". Elle demeurera seulement le percutant leitmotiv des médias.

Le vagabondage hydrologique à travers le monde, dans l'attente des résultats de la décennie hydrologique, se montrait riche d'enseignements. Il permettait de découvrir une hydrologie humanitaire méconnue, aux dimensions impressionnantes, ainsi qu'une bonne portion de la planète déshéritée en eau. Il suffirait d'une croissance démographique anormale pour créer une crise d'eau. Chemin faisant dans ces conditions, la guerre israëlo-arabe de 1967 tinta comme un signal d'alarme.

En fait, les 52 nations visitées ont permis d'examiner 85 types différents d'hydrologie. Un ouvrage scientifique sur l'hydrologie de l'an 2000 en mentionnerait, certes, encore plus. Il a suffi, dans ce vagabondage, de citer une quarantaine de cas, parmi les plus typiques.

L'idée générale à retenir consiste à déclarer, en l'an 2000, que la ressource d'eau à aménager pour l'homme et ses animaux domestiques, doit comprendre, à la fois, l'eau superficielle et souterraine. Une nation, en général possède les deux et se doit de les aménager selon une architecture nationale. Celle-ci se concevra et se gèrera, ensuite, avec un grand souci de parcimonie. Le prix à payer assurera la bonne gestion. L'œuvre accomplie durant une décennie, en faveur du Tiers-Monde, par le truchement des

Nations Unies, et plus spécialement par un PNUD particulièrement efficace, démontra que l'eau aménagée constitue le fondement inébranlable de tout développement socio-économique.

- *Pessimisme sur l'indépendance de la Cisjordanie*

En fait, la guerre israëlo-arabe des 6 jours devint le premier exemple navrant d'erreur hydropolitique. Il annonçait, toutefois, au monde entier que le fléau de la pénurie chronique d'eau douce venait de s'abattre sur notre Terre. Il enseignait aussi que plus aucune solution nationale ne pourrait résoudre ce type de problème en zone aride. Le pire des cas concernait la Cisjordanie. Les Israéliens l'occupent depuis 37 ans, parce que son sous-sol recèle 40% des ressources d'eau gérées par Israël. Pour cette raison, il deviendra de plus en plus difficile de les déloger de leur emprise. Les Palestiniens ont perdu le droit d'accès à l'eau souterraine. La création, sans cesse promise, d'un État, exige de recouvrer leur entière liberté<sup>(36)</sup>.

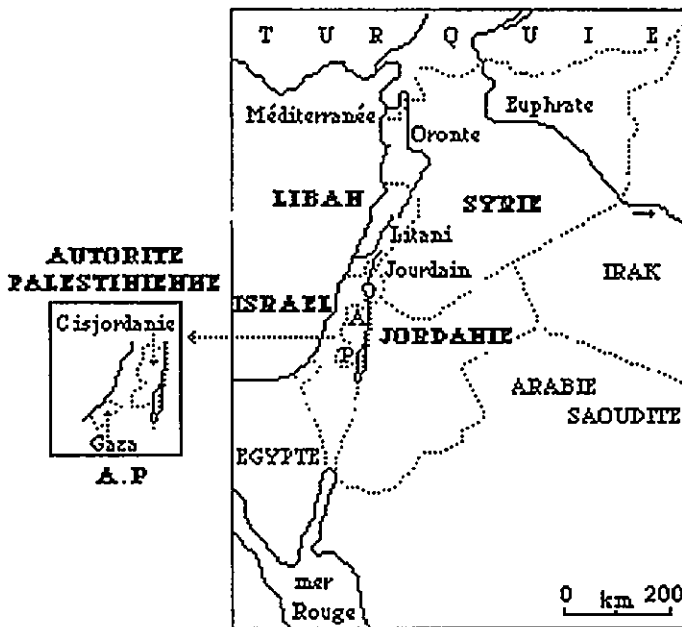
Or, le PNUD de la splendeur (décennie 1960) disposait du financement de trois catégories de projets : nationaux (85%), régionaux (15%) et globaux (1%). Le moment était arrivé de porter l'effort sur les projets régionaux. Le Proche-Orient du XXI<sup>e</sup> siècle réclame un projet régional exemplaire, capable de satisfaire cinq nations en manque d'eau, à partir d'une ou deux nations riches en eau douce. Une communication faite à Amman, en 1996, et intitulée "*L'avenir de la paix au Proche-Orient dépendra de l'eau*" relate l'historique du problème de l'eau au Proche-Orient de 1913 à 1996. "*L'eau demeure l'unique raison qui m'amènerait à la guerre contre Israël*" déclarait encore, en 1990, Sa Majesté le Roi Hussein de Jordanie. A l'évidence, la guerre en vertu du droit à l'eau pour mobile n'apportera plus jamais la paix au Proche-Orient. Elle ne pourra conférer qu'une survie de quelques décennies à une région affectée d'une pénurie d'eau chronique. Mais, dans le même temps, elle faisait apparaître un besoin indispensable : *l'hydropolitique*, science qui doit apporter l'eau de la paix. Car, au XXI<sup>e</sup> siècle, la paix au Proche-Orient dépendra de l'eau. Cette sentence devrait s'écrire en lettres d'or.

---

36) Répétition volontaire, exprimée diversement.

*- Projet hydraulique régional du Proche-Orient au XXI<sup>e</sup> siècle*

L'ensemble régional pris en considération comprend, d'une part, les cinq territoires affectés par la pénurie d'eau : Cisjordanie-Gaza, Israël, Jordanie, Liban, Syrie et, d'autre part, deux nations riches en eau : Turquie et Irak. Le paroxysme de crise d'eau et de pénurie concerne le sous-ensemble sud : Autorité Palestinienne<sup>(37)</sup> (Cisjordanie/Gaza), Israël, Jordanie et l'affecte sévèrement. Une crise d'eau latente touche le sous-ensemble nord (pénurie nord) : Liban, Syrie, au nord et deviendra insupportable avant 2050. Le sous-ensemble sud mérite la priorité absolue.



*Fig. 10 Projet régional hydraulique du Proche-Orient*

Les ressources d'eau chiffrées mesurent la détresse du sous-ensemble sud en 2000, dont la ration individuelle se situe aux deux-tiers de la ration minimale au degré de pénurie 100%. Une situation semblable surviendra dans le sous-ensemble nord, à la fin du premier cinquantenaire du XXI<sup>e</sup> siècle.

37) Dénommé officiellement par l'ONU "Territoire Palestinien Occupé" ou bien Cisjordanie-Gaza.

degré de pénurie								
Nations	Ecoulement	Situation 2000		transferts	Situation 2050		100%	0%
	interne (M m <sup>3</sup> /an)	Populat. (M.hab.)	Ration (m <sup>3</sup> /an)	(M m <sup>3</sup> /an)	Population (M.hab.)	Ration (m <sup>3</sup> /an)	Ration (m <sup>3</sup> /an)	
Turquie-Irak	246.500	87,7	3.000		152,4	1 600		
Transfert minimum	231.400			15.100	152,4	1.500		
Transfert maximum	208 500			38 000	152,4	1 350		
Syrie-Liban	10.300	19,7	520	3 700	41,3	340		
(sous-ensemble nord)	18.000	41,3	680					
Israël-Jordanie-Palestine	3.200	14,1	230	11 400	33,5	340		
(sous-ensemble sud)	20.000	33,5	680					

Un transfert des eaux de l'Euphrate, compris entre 15 et 38 milliards de mètres-cube par an, résoudrait le problème à l'échelle régionale, sans trop restreindre la ration individuelle des nations donatrices. D'autant que les cinq nations atteintes de pénurie chronique d'eau n'ont pas épuisé toutes les ressources de leur environnement : eaux souterraines, sources sous-marines d'eau douce. Les méthodes modernes de l'hydrologie : dessalement de l'eau de mer, recharge artificielle des réservoirs aquifères, seront aussi d'un grand secours. La légende de la figure 11 en donne une certaine idée.

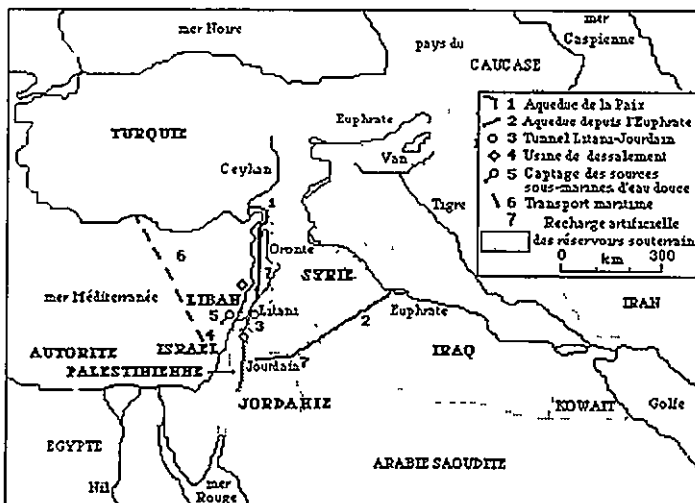


Fig. 11 Solutions régionales techniques et hydrologiques

Une étude préalable de synthèse régionale des ressources hydrogéologiques s'impose. Car les réservoirs des roches fissurées de l'ensemble du Proche et Moyen-Orient couvrent près de 100.000 km<sup>2</sup>. Elle s'appuiera, en outre, sur une trentaine d'études et de documents de valeur, établis par le PNUD, en deux décennies (1960-80). Le choix des solutions incombe à l'hydropolitique. En somme, une étude hydropolitique constituerait une première mondiale, comportant les techniques hydrologiques et hydrauliques, la politique étrangère, les faisabilités et le financement. Un tel projet<sup>(38)</sup> nécessite une garantie et une efficace protection internationale. A titre d'innovation, l'ONU s'appuierait sur les États-Unis, l'Europe, la Russie, la Chine et le Japon. Ils devraient endosser la charge d'une telle étude avec les pays concernés, en contrepartie.

### **L'Euphrate et ses trois parties prenantes au Moyen-Orient**

Les trois nations tributaires du fleuve : Turquie, Syrie, Iraq, se disputent sa ressource d'eau superficielle dans un contexte de discord et de chantage économique. Les Nations Unies les contraignent désormais à une concorde peu désirée. Car, selon une tendance naturelle, les chefs d'Etat considèrent l'eau comme un élément de discord surtout quand un cours d'eau doit se partager, de la source à l'embouchure, en trois riverains successifs pour l'usage très consommateur de l'irrigation.

Là encore, comme en Égypte, sept mille ans d'histoire consacraient la primauté de l'agriculture irriguée de la plaine de Mésopotamie; là aussi, les récentes créations de frontières politiques avaient provoqué tensions et conflits à propos de l'eau. L'Iraq, déjà riche d'irrigation, mais comblé en outre par la manne pétrolière, devenait l'objet d'envie pour une Syrie peu irriguée et faiblement dotée en pétrole, et plus encore, pour une Turquie pauvre en pétrole mais riche en terres arables et en eau douce. Dans les années 1960, la Syrie s'engageait dans la mise en valeur hydro-agricole de sa plaine traversée par l'Euphrate. Elle construisit un grand barrage avec l'assistance du PNUD<sup>(39)</sup> et de la Banque Mondiale, et après négociation, avec le pays d'amont et d'aval. La Turquie suivit, avec une décennie de retard, quand elle réalisa que l'eau devenait rare et précieuse, alors que cette nation constituait le château d'eau du Moyen-Orient. A l'image des pays du

---

38) L'auteur l'imagina dans les années 1980, auprès de S.M. le Roi Hassan II

39) Participation de l'auteur

pétrole qui en faisaient. leur instrument de politique étrangère, la Turquie lança en Anatolie du sud-est un projet grandiose à partir de l'Euphrate, comportant la construction de 20 barrages-réservoirs, autant de stations hydroélectriques et 25 périmètres d'irrigation.

L'entreprise dépassait, en première estimation, les vingt milliards de dollars EU. d'investissement. La Banque Mondiale refusa de se prêter à ce genre d'investissement. La Turquie tenta d'attirer les pétrodollars pour assurer le financement par des étrangers bénéficiaires de l'eau, jouissant également du sol productif, type évident de colonisation. Mais, une telle aventure les rendait réticents. A juste titre, la Syrie et l'Iraq redoutaient que cet ambitieux projet ne réduise de 35%, en année normale, l'écoulement qui leur revenait, voire de 50 à 70% en année de sécheresse, dommage irréparable pour une économie hydro-agricole déjà établie et concernant des millions d'hectares irrigués. Dans un souci d'apaisement et de conciliation, la Turquie proposa, alors, l'établissement d'aqueducs de la paix, à partir de son territoire, en direction des nations pétrolières du Moyen-Orient. Cette eau ne pourrait satisfaire que les besoins d'eau potable. Ce type de projet s'avérait trop risqué puisqu'il concernait leur sécurité hydrique. Néanmoins, à coup sûr, l'Euphrate reste, avec la rivière Ceyhan à l'ouest, les pièces maîtresses du seul projet régional capable de résoudre la grave crise d'eau des cinq pays liés au Jourdain.

### L'eau sous le Sahara

Le palais de verre de l'ONU à New York bruissait sans cesse de mille rumeurs. L'accession au sommet du PNUD du spécialiste de l'eau du Sahara ne passait pas inaperçue. D'autant que la découverte successive de l'eau sous la Péninsule arabique avait suivi sans tarder. A tel point que le Scientific American me contacta, en 1965, de façon très simple. Son président et rédacteur en chef, Gerard Piel, m'invita à déjeuner dans un bon restaurant de grillades de la 2<sup>e</sup> Avenue. Il me proposa surtout d'écrire dans sa revue mensuelle, qui dictait discrètement la politique scientifique du monde en annonçant toujours les grandes innovations du moment. En l'occurrence, il s'agissait de "L'eau sous le Sahara". Cette consécration, de valeur internationale, possédait une règle aisée. Le rédacteur en chef se réservait le droit de révision soigneuse de l'article (*editing*), le choix du titre et de l'illustration. La rédaction, sous forme d'annonce, appartenait à l'auteur.



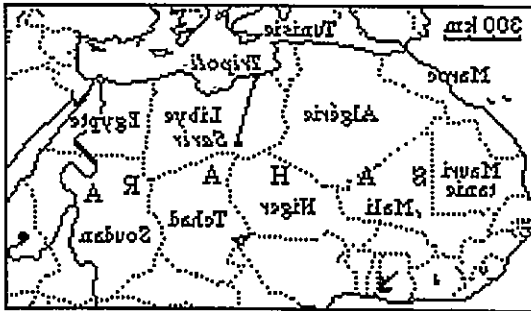


Fig. 12 Les dix pays riverains du Sahara

Ainsi, à l'invitation du "Scientific American" (États-Unis), l'auteur écrivit un article<sup>(40)</sup> intitulé "Water under the Sahara", publié en mai 1966 et paru en article de tête. «Sous la surface aride du grand désert se trouvent d'énormes réservoirs naturels d'eau» formait le sous-titre. Ces ressources, à l'étude depuis 1946, commençaient à être exploitées, en 1961, au profit des pays du Sahara, quand l'auteur rejoignit l'ONU. Dix pays limitrophes ceinturent ce désert, en l'incorporant partiellement : Maroc, Algérie, Tunisie, Libye, Égypte, Soudan, Tchad, Nigeria, Niger, Mauritanie. Peuplés de 150 millions d'habitants, ils se partagent ce vaste territoire aride, équivalent de la superficie des États-Unis (huit millions de km<sup>2</sup>), et le dénuement qu'implique son nom mais où survivent néanmoins deux millions de nomades. La quantité énorme d'eau sous-jacente permettrait l'installation de populations et la création de pâturages pour les animaux et, dans bien des endroits, d'une agriculture productive et durable sur plus de cinquante ans. L'invitation faite au conseiller du PNUD d'écrire dans ce magazine permit de promouvoir cette politique dans les États de zone aride.

#### - Irrigation du désert soudano-égyptien

L'eau du Nil trouve son origine dans sept des neuf pays de son bassin hydrographique. L'histoire a voulu que les deux pays dépourvus d'eau, Égypte et Soudan, jouissent seuls de la prodigalité hydrique des sept autres,

40) Traduit en français par l'auteur et publié dans "Academia", n°10, Académie du Royaume du Maroc, Rabat, 1993

parmi lesquels l'Éthiopie qui contribue à 85% du débit annuel. La superficie irriguée en plein désert soudano-égyptien s'inscrit même parmi les plus vastes périmètres d'irrigation du monde. Pour en finir avec les records, cent millions d'habitants vivent dans cette portion du désert. L'usage de l'eau du Nil dépend des deux ministres, soudanais et égyptien, de l'irrigation. Ils ignorent ou veulent ignorer l'eau souterraine, voire l'hydrologie, pour s'en tenir à une simple comptabilité de l'eau du fleuve. Mes patrons du PNUD m'envoyèrent en mission d'investigation (fact finding) dans ces deux nations pour évaluer la situation hydrique en fin de construction du barrage-réservoir d'Aswan. Un rapport cruel de vérité sur les erreurs commises leur fut soumis (1965).

Le responsable de la construction de cette gigantesque structure hydraulique (Sadd El-Ali), gloire du colonel Nasser, assistée par les Soviétiques, vantait ses bienfaits : irrigation de 300.000 hectares de terres, forte augmentation du potentiel hydroélectrique, régularisation de la navigation sur le Nil. Par contre, un silence absolu couvrait ses méfaits, alors qu'il insultait l'histoire et l'hydrologie. Pour la première fois, depuis cinq mille ans, les limons d'inondation ne fertiliseraient plus les rives alluviales du fleuve. A partir de 1961, la digue les retenaient en même temps que le débit annuel moyen de 84 milliards de mètres-cube. L'évaporation sur le lac-réservoir en prélevait 10 milliards. L'infiltration dans les grès nubiens des flancs, surtout en rive gauche, en supprimait presque autant pour alimenter le réservoir souterrain de grès nubien du Sahara. A l'embouchure du Nil, la mer gagnerait sur la côte à la suite de la suppression définitive d'alluvionnement par la crue annuelle du fleuve qui nourrissait en mer, de surcroît, l'abondante faune de sardines, en voie de disparition.

Ce désastre écologique, résultat d'une décision inique découlait d'une totale méconnaissance de l'hydrogéologie. La vallée du Nil, d'Aswan à la mer, longue de 1.000 km, large de 10 km, remplie de sable sur 800 mètres de profondeur, constitue un réservoir d'eau extraordinaire, méconnu et négligé. Il eut pu fournir aisément le complément d'irrigation nécessaire après la crue annuelle. Les ingénieurs hydrauliciens, imbus du pouvoir hydroélectrique du fleuve l'ignoraient totalement. Quelle erreur stratégique !

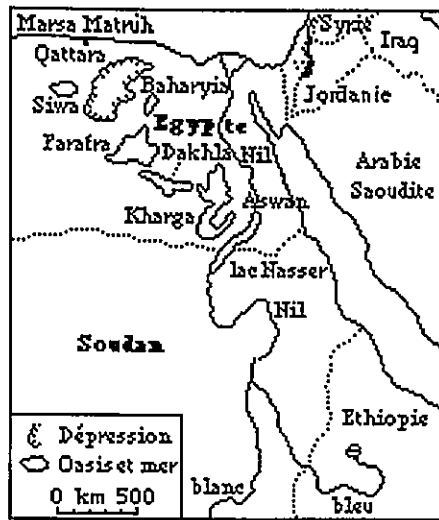


Fig. 13 Vallée du Nil et Nouvelle vallée à l'ouest

Mais, le gâchis ne s'arrêta pas là. Une seconde myopie stratégique frappa les décideurs égyptiens. Une vue d'ensemble morphologique du désert à l'ouest du fleuve laisse deviner un ancien cours du Nil. Il diverge du cours actuel au droit du lac Nasser. Il reste jalonné, depuis son origine, par un chapelet de longues oasis. Entre elles, sur l'ancien cours existent des sols incultes de première qualité, légèrement recouverts de sable dunaire, sur un demi-mètre d'épaisseur. Mieux encore ! L'eau souterraine du désert gît à faible profondeur pour assurer les compléments d'irrigation. Les décideurs ne s'en préoccupèrent pas. Obnubilés par le Nil, ils préférèrent s'en tenir au cours actuel et s'enfoncer dans l'erreur.

En 1959, un accord bilatéral soudano-égyptien partagea l'écoulement annuel du Nil, retenu par le barrage d'Aswan, à savoir 84 milliards de mètres-cube :

	avant le barrage	après le barrage	
perdu à la mer	32,0	10,0	perdu par évaporation
usage en Égypte	48,0	55,5	usage en Égypte
usage au Soudan	4,0	18,5	usage au Soudan
	84,0	84,0	

Le barrage avait octroyé pour usage 74 milliards de mètres-cube d'eau disponible pour l'usage au lieu de 52 auparavant. Le gain de 22 milliards profita plus au Soudan, 14,5, qu'à l'Égypte, 7,5. Le maigre revenu hydrique

devait profiter à l'irrigation de la vallée, au drainage négligé, sur des sols de troisième ou quatrième qualité à rendement médiocre. En d'autres termes, la construction d'Aswan, décidée par l'Égyptien Nasser n'est guère favorable à l'Égypte.

- *Projet de la Nouvelle Vallée*

C'est pourquoi l'auteur, lors de sa mission d'investigation de 1965 proposa de rattraper l'erreur en transférant le gain égyptien vers l'ancien cours du Nil, où existent des sols non cultivés de première qualité et l'eau souterraine du désert pour assurer les compléments d'irrigation. Elle devait s'appeler la Nouvelle Vallée, avec 800.000 hectares irrigués en sus par le complément d'eau acquis par l'accord soudano-égyptien, et 300.000 hectares irrigués par l'eau souterraine des cinq oasis. Le tout s'ajoute aux 3 millions d'hectares déjà irrigués de la vallée du Nil.

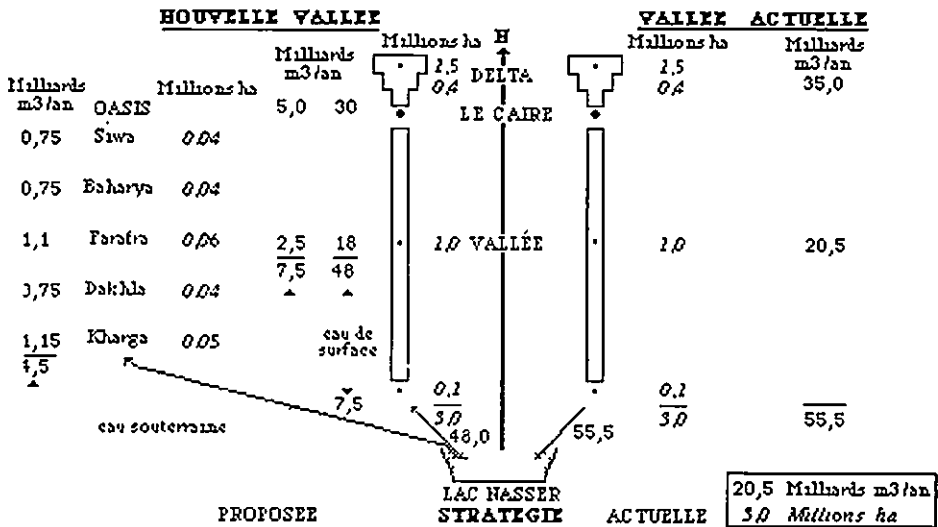


Fig. 14 *Projet de transfert d'eau du Nil dans la Nouvelle Vallée*

Le transfert présentait un double avantage; il irriguait des terres vierges, très fertiles, au lieu des sols de basse catégorie de la vallée du Nil; il mettait en œuvre l'eau souterraine du désert et de la vallée du Nil, abondante et inutilisée. La proposition déclencha une tempête politique au sein du gouvernement entre le clan conservateur des ingénieurs d'irrigation, obnubilés par la vallée du Nil, et l'Organisation du développement général du désert, aux ingénieurs audacieux. En fin de compte, le PNUD prit

position en faveur du développement du désert. L'auteur reçut instruction de formuler, en 1969, une requête pour la diversion d'une partie de l'eau superficielle du lac Nasser vers la Nouvelle Vallée (désert occidental du Nil) et pour l'irrigation à grande échelle par l'eau souterraine (tubewell irrigation) de la vallée et du delta du Nil. Cette nouvelle stratégie apporterait à l'Égypte un complément de 1.100.000 hectares irrigués, alors que l'accord soudano-égyptien de 1959 intervenu après la construction du grand barrage Sadd El-Ali ne permettait d'irriguer que 300.000 hectares supplémentaires de sols de mauvaise qualité<sup>(41)</sup>.

#### *- Irrigation du désert libyen*

La Libye, pays entièrement saharien plutôt que riverain du Sahara, réalisa le grand aqueduc Sarir-Tripoli, long de 900 km (fig. 12), alias "The Great River", (la "Grande Rivière"), sur la base de la première divulgation de l'eau sous le Sahara par le *Scientific American*. Elle acquit ainsi son indépendance céréalière par l'irrigation d'un périmètre de 50.000 hectares de blé sous centres-pivots alimentés par forage, dans les années 1970. L'astuce consista à transférer l'eau située à la latitude 24°, vers le nord, à la latitude 30°, en bordure de la mer Méditerranée. Ce faisant, le blé réclamait seulement 8.000 mètres-cube par hectare au lieu de 16.000, pour produire ses 80 quintaux à l'hectare, soit une sérieuse économie d'une eau si précieuse. L'exploitation prévisionnelle de la nappe captive permettra l'irrigation durant 50 ans, au moins, avant d'atteindre une baisse anti-économique de son niveau hydrostatique. Comme la Péninsule arabique, au-delà de la mer Rouge, possède un réservoir similaire d'eau captive, l'Arabie Saoudite, suivant l'exemple de la Libye, obtint son indépendance céréalière et s'engagea même dans l'exportation du blé. A l'époque, dans le bassin méditerranéen, l'investissement d'aménagement d'un périmètre d'irrigation par les techniques traditionnelles s'élevait à 3.000 dollars EU par hectare. Il en coûta 25.000 dollars, en Libye.

#### *- Irrigation du désert algéro-tunisien*

Pour l'histoire, ce projet constitue une grande première et un développement révolutionnaire. Il osa utiliser pour l'irrigation, non plus

---

41) La presse de 2003 décrit l'exécution actuelle de ce projet dénommé *Moubarak*.

l'eau renouvelable du cycle hydrologique, mais les réserves d'eau de la planète. De toute évidence, de sévères réactions s'ensuivirent. L'auteur engagea alors la responsabilité du PNUD en suscitant un projet régional couvrant une portion d'Afrique du nord riveraine du Sahara : Algérie, Tunisie, Libye. Après négociation, la Libye préféra agir indépendamment et en second lieu. L'auteur supervisa donc, sur le terrain, un projet régional algéro-tunisien, réalisant le rêve presque mythique de faire fleurir le désert. La grande réussite de cette audace convainquit l'Algérie d'engager un programme d'irrigation de 100.000 hectares et la Tunisie de développer, dans le sud, son tourisme et des oasis de palmiers dattiers Deglet Nour, aux fruits si appréciés en Europe. La Libye, puis l'Arabie Saoudite les imitèrent. Enfin, l'Égypte, impressionnée par ces succès, décida de lancer le grand projet de développement du désert de l'ouest (*Western desert*), dénommé projet *Moubarak*. Ainsi, cinq nations s'engagèrent dans une stratégie impressionnante, en une décennie.

Le projet algéro-tunisien permit d'en tirer des informations capitales. Bien conduit au plan technique, l'aménagement d'un tel périmètre d'irrigation par centres-pivots s'établissait, dans les années 1970, au-dessous de 8.000 dollars par hectare. Si les périmètres se limitaient à une aire de 10.000 hectares (100 km<sup>2</sup>), leur espérance de vie dépasserait largement le cinquantenaire. La grande superficie du désert permet de disséminer les périmètres d'irrigation.

### **Péninsule arabique**

Comme elle appartient au Moyen-Orient, la logique géographique aurait placé sa description avant l'eau sous le Sahara. Mais, le déroulement historique du développement de l'eau profonde des déserts s'imposa, grâce à la rapidité d'action du PNUD par rapport à l'Arabie Saoudite.

La Péninsule arabique constitue l'unité climatique, caractéristique des déserts, comble de l'aridité. De petites unités politiques émaillent son pourtour : Koweït, Qatar, Émirats Arabes Unis (EAU), Oman, Yémen. L'Arabie Saoudite forme l'immense centre. Le sud de la péninsule bénéficie de la mousson indienne extrême et comporte quelques écoulements d'eau superficielle. Mais, l'attraction hydrologique demeure l'eau sous le désert dont l'Arabie Saoudite sut tirer profit.

### *L'Arabie saoudite*

«*Qui aurait cru qu'un pays désertique comme le nôtre produirait un jour 2,6 millions de tonnes de blé et 250 000 tonnes de lait, ainsi que de la viande, des fruits, des légumes et des dattes ?*» déclara le Roi Fahd en 1988. L'aventure de l'eau commença, en 1961, avec le prince Fayçal, devenu roi deux ans plus tard. Elle deviendra historique et, plus encore, exemplaire de la constitution d'un Etat-Nation.

#### *- Histoire de l'eau*

En 1744, Abd al-Wahhab parvint à Diriyya, berceau de la dynastie régnante des Al-Saoud, non loin de Riyad (50 km). Ce prédicateur, sorte de Luther musulman, exigeait un strict respect du Coran, selon sa version personnelle. Pour l'imposer, il passa un pacte d'alliance avec la tribu des Saoud. «*L'imam cherchait une épée, le guerrier cherchait une doctrine*», résuma plus tard Benoît Méchin. Cette alliance du Coran et du sabre, modeste au départ, devint une puissance mondiale grâce à la providentielle découverte du pétrole, en 1933, par la Caltex des États-Unis. Un an auparavant, la tribu des Saoud avait fondé le royaume d'Arabie Saoudite. Les deux entités fondèrent l'Arabian Oil Company. En 1946, elle fusionna avec des filiales de la Standard Oil de New Jersey et de la Socony Vacuum pour donner naissance à l'ARabian AMerican oil COMpany, ARAMCO, qui fera les beaux jours de l'Arabie Saoudite. Depuis l'inattendue découverte pétrolière de 1933, l'Arabie Saoudite passa, en une génération, d'une société médiévale, contemporaine de Mahomet, à un niveau de vie de type américain.

En 1958, le roi Saoud, épuisé, accorda une délégation de pouvoir à son frère Fayçal. Le bannissement de l'esclavage date de 1960. Une première mission de l'ONU, sous l'égide de la FAO, m'amena en Arabie Saoudite, en 1961, à propos de la construction d'un barrage-réservoir sur le Wadi Jizan, formant frontière avec le Yémen. Le prince Fayçal accorda un long entretien au premier expert international de l'eau qui visitait son pays. Visiblement, le sujet passionnait le personnage. Un survol aérien, à l'est de Riyad, en sa compagnie, suivit cette première audience. La similitude avec le Sahara apparaissait frappante. Il semblait se prolonger dans la Péninsule arabique, au-delà de la Mer Rouge. Or, le désert saharien renfermait le plus grand réservoir aquifère du monde. Et le désert saoudien recelait

vraisemblablement la même richesse, outre le pétrole. Le prince Fayçal, fort surpris de cet étrange diagnostic, m'avoua que les géologues de l'Aramco niaient l'existence d'importantes réserves d'eau souterraine et excluaient toute possibilité de développement socio-économique du pays. Cela méritait un débat reporté à l'année suivante, à l'invitation du Prince. Je rendis compte, au siège de la FAO, de mes importantes présomptions saoudiennes où se dessinait une politique de l'eau. Je suggérais la nomination immédiate d'un économiste résident. Un indien notoire fut désigné aussitôt auprès du prince Fayçal.

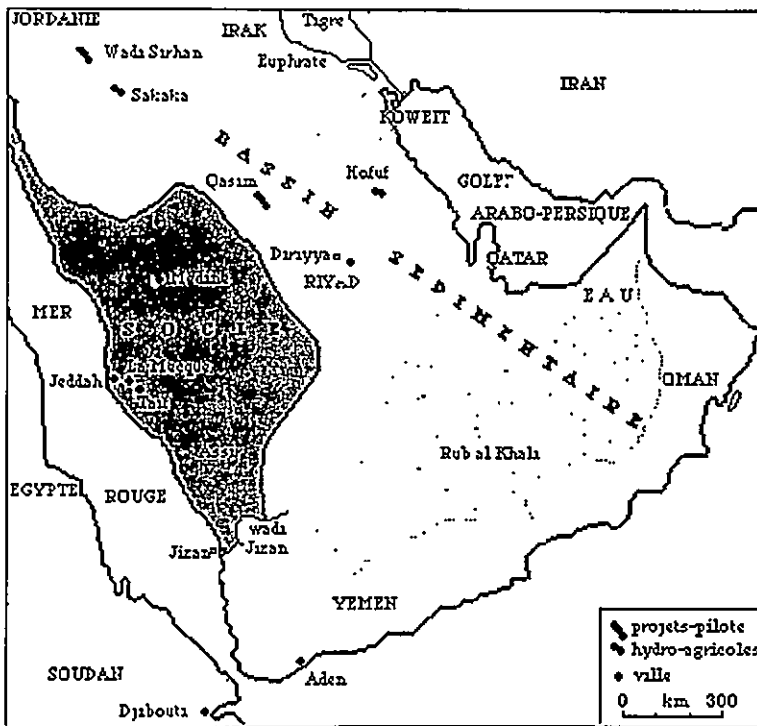


Fig. 15 Péninsule arabe

La deuxième visite, en 1962, fut remarquablement organisée. L'économiste indien avait bien travaillé et avait gagné la confiance du prince. Celui-ci exhaussa aussitôt mon désir d'explorer le territoire royal; son grand avion personnel fut mis à notre disposition et plusieurs membres fort diplômés de la famille royale nous accompagnèrent. En une semaine, nous survolâmes toute la Péninsule arabe, suivant un périple accompli à mon initiative, avec de nombreux atterrissages dans le désert, d'après l'expérience acquise au Sahara algérien.



Plus aucun doute géologique ne subsistait. La Péninsule arabique constituait, en parfaite analogie stratigraphique et tectonique, la terminaison orientale du Sahara. Comme lui, outre le pétrole, elle contenait assurément d'immenses réserves d'eau douce, au-dessus et au-dessous des strates pétrolifères. Il restait à le vérifier. Dans cette perspective, la politique économique du royaume changerait considérablement. L'eau douce lui permettrait de devenir un Etat-nation. Un débat géologique avec l'Aramco s'imposait. Le prince Fayçal l'arrangea. Le géologue-en-chef de l'Aramco appartenait au U.S. Geological Survey, bien connu depuis mon voyage d'étude de 1956, aux États-Unis, où j'avais maintenant des amis. Le débat aboutit à des opinions nettement opposées. L'Aramco niait la présence d'immenses réserves d'eau douce. Seule une mise à l'épreuve pouvait lever ce blocage. Je suggérais que la démonstration se fasse au profit de la ville de Riyad. Celle-ci, en plein essor, réclamait beaucoup d'eau. Je proposais un forage jusqu'aux grès du Saq, à 2000 mètres de profondeur, afin de tester trois couches aquifères et de démontrer au prince Fayçal où se trouvait la vérité du jugement professionnel. Quelques mois plus tard, les trois aquifères furent découverts et se montrèrent intéressants en qualité et quantité d'eau. Les grès du Saq surtout, alias grès nubiens au Sahara, se révélèrent un puissant aquifère. L'Aramco, en dernier recours, afin de retarder ou d'enrayer le développement du royaume par l'eau, proposa un projet d'étude hydrogéologique de quelques dizaines de millions de dollars. Le prince, convaincu par la vérité de l'épreuve du terrain, pressentit la manœuvre dilatoire. Il rejeta ce projet et me confia le soin de proposer une politique de l'eau douce en Arabie Saoudite.

*- Pour une politique de l'eau*

Le royaume comporte 600.000 km<sup>2</sup> de socle imperméable et 1.000.000 de km<sup>2</sup> de terrains sédimentaires assez perméables pour y recueillir une pluviométrie de 100 à 200 mm/an, produite par de violentes averses s'infiltrant rapidement. Deux mers flanquent le royaume. Or, tout développement socio-économique dépend de l'eau. Trois sources d'eau le permettent ;

- i. Le royaume dispose d'un ruissellement non négligeable sur le socle, surtout au sud-ouest atteint par la mousson indienne. L'aménagement hydraulique par petits barrages ou lacs collinaires s'y impose.

- ii. Le volume des réserves exploitables d'eau souterraine doit être évalué afin de fonder un développement hydro-agricole valable pour un cinquantenaire, pour le moins.
- iii. Le dessalement de l'eau de mer couvrira les besoins en eau potable de la population.

Ces trois axes de stratégie reçurent l'aval du prince Fayçal. Le développement hydro-agricole représentait, pour le prince, la stratégie la plus importante et imposait le plus grand effort de temps et d'argent pour l'accomplir. Il fallait explorer l'eau souterraine par géophysique et par forages, sous le million de km<sup>2</sup> de terrains sédimentaires, en le découpant en parcelles, afin d'établir un plan national d'agriculture irriguée. Des sociétés spécialisées se verraient confier l'étude et la recherche en matière d'eau, de sols (pédologie) et de pâturages. Le royaume devrait consolider son ministère naissant de l'Eau et de l'Agriculture et y nommer un directeur général. Mais, sans attendre les résultats de ces travaux à long terme, il conviendrait d'identifier trois ou quatre projets-pilotes spécifiques et prioritaires. A cette fin, une autre mission s'imposait en 1963. J'en proposais la composition : Georges Drouhin, directeur de l'Hydraulique en Algérie et responsable du développement hydro-agricole au Sahara, Alexander Kroon, agronome spécialisé de zone aride et l'auteur. L'avenir socio-économique de l'Arabie Saoudite s'en trouverait profondément changé, pour le plus grand désagrément de l'Aramco. Un incident le confirma aussitôt.

Peu après mon compte-rendu de mission au siège de la FAO à Rome, son directeur général m'appela à son bureau. D'un air cordial et ironique, il me tint à peu près ce langage : *«l'ambassadeur des États-Unis sort de ce bureau après vous avoir soupçonné de concussion de la part de l'Arabie Saoudite»*. Je répliquais d'un ton badin : *«pourtant, vous procédâtes à une sérieuse enquête à mon sujet, avant recrutement»*. Reprenant mon sérieux, j'expliquai le grand changement politico-économique prévisible dans ce pays, si mon analogie saharienne se vérifiait. J'avouais aussi que j'avais fait annuler une campagne hydrogéologique de plusieurs dizaines de millions de dollars, proposée par l'Aramco. Je confessai aussi la proposition du prince Fayçal qui m'avait offert un salaire triple de celui de directeur aux Nations Unies pour venir travailler à ses côtés. Proposition rejetée aussitôt. Je quittai le bureau du directeur général, réconforté, félicité et encouragé à poursuivre

le duel à fleuret moucheté avec l'Aramco, avec l'appui de l'économiste indien de la FAO, attaché auprès du Prince. La mission 1963 prévue à trois experts eut lieu. Elle identifia quatre projets-pilote spécifiques et prioritaires pour un montant total de 12 millions de dollars EU et de durée de 3 à 5 ans (fig. 13). Le succès couronna cette entreprise. Le prince Fayçal devint roi en 1964, et grâce à l'eau découverte, dota son pays d'une infrastructure moderne jusqu'en 1975.

Une seconde aventure, heureuse cette fois, en 1965, émaila cette histoire d'eau. Elle montra, en quelque sorte, le revers de la médaille des États-Unis, un revers beaucoup plus brillant. La double fonction de conseiller hydrologique auprès de la FAO et du PNUD ("Programme des Nations Unies pour le Développement") m'amenaient régulièrement à New York. J'y reçus une invitation à déjeuner de la part de Gerard Piel, rédacteur en chef et patron du *Scientific American*. Il me proposa d'écrire l'article principal de sa publication mensuelle sur le sujet de l'eau douce sous le Sahara. J'acceptai. L'algarade hydrogéologique d'Arabie Saoudite avec l'Aramco, dénouée en ma faveur, avait cheminé discrètement dans les hautes sphères géopolitiques. Inconsciemment, la notoriété internationale m'investissait. L'article connut un retentissement considérable d'après toutes les réactions communiquées. La Libye saisit cette information au vol et lança son projet, réalisé maintenant, de grande rivière saharienne. Je devins l'écrivain hydrologique du *Scientific American*. jusqu'en 1980 (invited author), avec trois articles publiés.

#### - Une agriculture en pleine expansion

Une industrie céréalière florissante contraste avec le mythe d'un pays aride. La production locale étant inférieure à 3 000 tonnes en 1970, une grande partie du blé consommé provenait de l'importation. En 1986, l'autosuffisance était atteinte avec une production de 2,5 millions de tonnes. Le pays devint le sixième exportateur de blé au monde, avec des marchés en Chine, en Union Européenne et en Russie. Des réductions de subventions ont, depuis, conduit à une diminution de la surface cultivée de blé, mais les agriculteurs ont développé d'autres secteurs. Les dattes saoudiennes jouissent désormais d'une excellente réputation et la production atteint 650.000 tonnes. Phénomène plus récent, le secteur des fruits et légumes est en plein essor, avec des productions annuelles de 1,2 et 1,7 millions de

tonnes respectivement. Il en va de même de l'industrie laitière et de la viande, toutes deux intensives. Les forêts sont jalousement protégées et d'innombrables pépinières ont été implantées dans le but de faire pousser les jeunes plants nécessaires à leur expansion. Le gouvernement a planté des barrières d'arbres qui servent de lignes de défense à l'avance inexorable des sables. Le littoral de la Mer Rouge a vu une augmentation régulière du nombre de parcs d'aquaculture tirant parti des conditions idéales d'élevage de crevettes et de poissons.

Les centres de formation établis dans les régions agricoles, jadis identifiés par la dernière mission du PNUD, notamment Riyad, al-Qasim, al Hofuf et Jizan permettent de renforcer les compétences fermières et l'expertise technique. Il va sans dire que l'eau est un bien infiniment précieux. L'eau pure est désormais disponible dans chaque foyer du royaume, achèvement dont le pays est particulièrement fier. L'Arabie Saoudite est le premier producteur mondial d'eau potable à partir d'eau de mer. La capitale, Riyad, est désormais pourvue en eau potable provenant du golfe, à 480 kilomètres de là. La Ville Sainte de Médine fait venir son eau potable de la Mer Rouge, distante de 190 kilomètres. Des travaux sont en cours pour acheminer l'eau dessalée à la Ville Sainte de la Mecque et à la station estivale de Taïf. La région méridionale de l'Assir sera elle aussi pourvue en eau dessalée, ce qui permettra d'utiliser les réserves souterraines pour l'agriculture.

Alors qu'il n'existait en 1975 que 16 barrages de collecte d'eau de pluie et de crues dans la région occidentale du socle, 200 barrages permettent désormais de conserver l'eau et de protéger la zone des inondations. Certains d'entre eux sont d'envergure considérable. Les barrages protègent, en outre, les réserves souterraines et permettent de fournir de l'eau potable. La priorité donnée à l'eau se reflète dans une décision prise récemment de créer un Ministère de l'Eau. Ce dernier se consacre uniquement au problème de l'eau et prépare un schéma directeur pour ce secteur.

#### *- Anecdotes saoudiennes en guise d'épilogue*

En début de décennie 1960, Djeddah constituait la seule ville ouverte vers l'extérieur, avec port maritime et aéroport international, trente ans après que le pétrole eut jaillit, toujours plus abondant, en Arabie Saoudite.

La ville, avec ses 60.000 habitants, était le siège des quelques missions diplomatiques étrangères. L'ambassadeur d'Italie représentait les intérêts de quelques grandes nations européennes, dont la France. Le souvenir de son cordial accueil marque encore ma mémoire. Une route cahotante reliait Djeddah à Jizan et à Riyad. Les trajets s'évaluaient en nombre d'heures et non en kilomètres. Le passage par Riyad s'imposait, afin de discuter avec les autorités. Repartir de Riyad et d'Arabie Saoudite exigeait de regagner Djeddah ou d'atteindre Dahran au Qatar, en auto, après une randonnée monotone et inquiétante sur route goudronnée rectiligne, à travers 400 km de désert. Ce que je fis en 1961. Car, l'aérodrome de Riyad se limitait à une piste sans infrastructure d'aviation commerciale. En 1962, aventure inoubliable, sur intervention du prince Fayçal, un avion de ligne atterrit sur cette piste, après une attente de 3-4 heures sur le tarmac, pour me transporter vers Rome.

En ces temps-là, j'assistais à l'installation du premier feu rouge réglant la circulation alternée d'autant de chameaux que de voitures automobiles, au croisement des deux grandes avenues de Ryad. La capitale de l'Arabie Saoudite, peuplée de 200.000 habitants, devait sa prééminence à l'islam Wahhabite, pur et dur. L'alcool y était interdit. Un expert FAO imagina et réussit à produire, à partir de raisins secs, un vin fort agréable pour arroser nos repas d'experts étrangers.

Au cours de nos entretiens, le prince Fayçal me demanda de résoudre le problème de l'alimentation en eau de La Mecque. J'expliquai que mon diagnostic dépendait entièrement de mes observations visuelles, grâce à une longue expérience de terrain. M'autoriserait-il, dans cette circonstance exceptionnelle, à visiter les environs de la ville sainte ? Devant sa réponse négative, je proposai une solution exempte d'exploration hydrogéologique. Une usine de dessalement de l'eau de la Mer Rouge produirait l'eau douce, et la conduirait ensuite jusqu'à destination suivant une adduction assez courte. Sa capacité, en fonction des besoins croissants, s'ajusterait plus facilement qu'à partir d'un captage de l'eau douce naturelle. Solution adoptée.

Enfin, une anecdote amusante, sans le moindre rapport avec l'eau mérite une digression. En 1962, lors du périple aérien avec les membres de la famille royale, nous atterrissions, chaque soir, près d'un palais où un somptueux repas nous attendait. Le jeu de cartes succédait au repas. Je

constatai avec effarement qu'ils jouaient à la belote, jeu très populaire en France. Ils prononçaient, d'ailleurs, les mots arabisés de "pilot, ripilot" pour "belote et rebelote". Je leur demandais de participer. Ils me firent remarquer que je ne saurais pas jouer, puisque c'était le jeu royal d'Arabie Saoudite qui ne se jouait qu'au Palais. Comme j'insistais, ils m'acceptèrent courtoisement et s'aperçurent avec grande surprise que je savais jouer à ce jeu, l'ayant appris en France. De là naquit une grande discussion sur l'origine du jeu. Quel pays avait appris à l'autre ? Courtois, je laissa croire que l'Arabie Saoudite l'avait enseigné à la France.

### *Le Maroc*

L'auteur quitta le pays en 1961, six ans après la déclaration d'indépendance, sous la sollicitation insistante de l'ONU qui provoqua la bouderie de son jeune Roi à l'égard de l'organisation internationale. Sa réaction naturelle resta longtemps célèbre : *«La première assistance de l'ONU à un pays en développement consisterait à ne pas lui soustraire ses meilleurs experts étrangers»*. Et, durant deux ans, le Roi fit la sourde oreille au partenariat Maroc-ONU. En 1963, l'auteur prit l'initiative d'une mission au Maroc et d'une rencontre avec le Roi Hassan II, afin d'expliquer la nouvelle politique prônée par le PNUD, dont la collaboration offrirait des avantages incontestables. Le Roi le reçut en audience. L'entretien porta sur ses nouvelles fonctions de conseiller auprès des Nations Unies dans le domaine de l'irrigation et sur sa position privilégiée, aux côtés de l'Administrateur, de conseiller du PNUD dans le secteur de l'eau. Ce qui permettait d'entreprendre la mise en valeur du Maroc par grandes régions. Suivant cette stratégie, l'étude de l'eau et l'aménagement hydraulique d'un bassin hydrographique devrait servir au développement socio-économique, c'est-à-dire satisfaire d'abord les trois besoins fondamentaux : eau potable et domestique, eau d'irrigation et eau industrielle. Ce faisant, le Maroc se doterait pour la première fois d'une politique de l'eau entièrement dirigée vers le développement de son économie. Le Roi se laissa convaincre par cette intéressante suggestion. La glace se rompit entre le Maroc et l'ONU. Ainsi débuta une fructueuse coopération avec les Nations Unies.

Après un début difficile, le partenariat Maroc-ONU devint intense et fructueux durant les deux premières décennies du règne de S. M. Hassan II. Il permit de lancer la politique des grands barrages, puissant moyen de

disposer, en zone aride, de l'eau propre à satisfaire les usages fondamentaux, nourriture et boisson, sous la forme des grands périmètres d'irrigation et de l'eau potable nationale.

*- Développement hydro-agricole du bassin du Sebou (1963)*

Le Roi manifesta aussitôt son haut intérêt pour le bassin hydrographique du Sebou, le plus grand fleuve du Maroc, négligé par le Protectorat. Il comportait deux vastes régions à développer : la plaine du Rharb et le plateau de Fès-Meknès, un ensemble de 400.000 hectares. En abrégé, il s'appela le Projet Sebou.

Le gouvernement marocain avait créé l'Office National des Irrigations (ONI), en 1961, et avait décidé d'entreprendre la mise en valeur intégrée du bassin du Sebou, le plus important fleuve du Maroc. Mais, en ce début d'indépendance, les fonds manquaient. J'offris, au nom du PNUD, un budget dépassant le million de dollars EU non remboursable, étalé sur trois ans. La FAO servit d'agence d'exécution. La mise en valeur hydro-agricole du bassin du Sebou conforterait la preuve du nouveau partenariat avec l'ONU. Positive et immédiate décision de S.M. Hassan II qu'il n'eut jamais à regretter. Le projet Sebou devint la première opération internationale du Maroc.

Les études commencèrent donc, en 1963, lors de ma première visite de fonctionnaire des Nations Unies. La mise en valeur par irrigation porta sur deux zones focales : la plaine du Rharb et le plateau de Fès-Meknès. L'irrigation couvrit 300.000 hectares dans le Rharb. En fin de compte, le montant total des fonds alloués par le PNUD s'éleva à 1,8 million de dollars EU de l'époque, après cinq ans d'assistance gratuite. Une ré-évaluation en l'an 2000 aurait réclamé le coefficient 5 ou 6.

*- Histoire du slogan politique d'un million d'hectares  
irrigués en l'an 2000*

Une deuxième mission au Maroc, en 1964, comporta aussi une audience avec sa Majesté Hassan II. J'en profitai pour exposer mes constatations sur le développement des pays du Tiers-Monde. Certains d'entre eux pratiquaient des politiques d'irrigation à grande échelle, c'est-à-dire de plusieurs millions d'hectares par nation tels l'Egypte, le

Soudan, le Pakistan, l'Inde, etc... Cette politique se planifiait sur plusieurs décennies, par anticipation. L'eau d'irrigation provenait non seulement des fleuves mais aussi des réservoirs souterrains d'eau douce. Cette dernière irrigation se dénommait *tubewell irrigation*, c'est-à-dire irrigation par forage. J'émis l'idée que le Maroc pourrait imiter ces pays-là, à moindre échelle, en tablant sur un million d'hectares irrigués pour vingt millions d'habitants, dose alimentaire normale. Son objectif de l'an 2000, associé au million d'hectares, formait un percutant slogan national pour l'opinion publique. Ainsi apparut ce leitmotiv politique. Ma mission se doubla d'une visite de terrain de six jours à propos du projet Sebou. Le Roi me fit accompagner par le général Oufkir, ministre de l'Intérieur, faisant office de Premier ministre, et quatre autres ministres pour montrer l'importance qu'il attachait à ce projet.

Avant de prendre congé de Sa Majesté, la conversation porta sur la plaine du Souss, bien connue de l'auteur et hautement appréciée par le Roi qui avait jeté son dévolu sur un domaine agricole qu'il désirait rendre royal selon mon avis sur son potentiel en eau souterraine. A la suite de ma certification très favorable, Il exprima un second souci : le besoin de gestion rigoureuse de ce domaine. Par un heureux hasard, Jean Soldini, ingénieur agronome, l'un de mes anciens collègues de travail, le gérait pour le compte d'une société étrangère. Je pouvais donc garantir sa compétence, son honnêteté, sa connaissance des lieux et sa parfaite loyauté. Sa Majesté le maintint, non seulement, à son poste mais encore le consacra directeur des domaines agricoles royaux, durant plus de trente ans. Mon ancien camarade de travail, considéré comme un ami, ne connut jamais l'origine de son heureux sort. Ou bien préféra-t-il l'ignorer.

*- Naissance de la politique des barrages  
et de l'eau potable (Skhrirat 1966)*

En mai 1966, S.M. le Roi Hassan II m'appela au Maroc en consultation, par l'entremise du directeur de la FAO à Rome. L'audience officielle prit place au palais de Skhrirat, au bord de mer, non loin de Rabat. Le sujet portait sur l'eau de surface dans la plaine du Souss pour sa mise en valeur. Le Roi désirait mon avis. Je préconisais un aménagement hydraulique par trois grands barrages-réservoirs : le premier sur le Souss amont, à Aoullouz, à l'entrée dans la plaine, pour retarder les crues et



recharger sa nappe phréatique; le deuxième sur l'oued Massa, similaire à un affluent du Souss, au sud, pour l'irrigation de la rive gauche aval du Souss; le troisième sur l'oued Issen affluent de rive droite, pour l'irrigation du Souss central. Je me contentais d'ajouter que les dossiers techniques avaient été préparés depuis plus d'une décennie et qu'il suffisait de les actualiser. J'indiquai le processus. Et, j'en profitais pour annoncer, à ce propos, que j'avais laissé en archives, dix sept autres dossiers techniques de projets de grands barrages, en quittant le Maroc. J'avais vu le Roi tiquer légèrement. Il donna instructions aux ministres présents de lancer l'aménagement hydraulique de la plaine du Souss. L'audience officielle se termina là.

Le Roi m'accompagna vers les jardins, me prit par le bras pour une marche. Une conversation privée commença à propos des dix sept dossiers techniques mentionnés. J'expliquai que j'avais prévu le verrouillage par grands barrages-réservoirs de tous les cours d'eau au sud du Haut Atlas, en stockant les eaux fuyant vers le désert, afin de développer la zone aride du Maroc. Les autres barrages équiperont le pays au nord du Haut et Moyen Atlas afin d'irriguer de grands périmètres dans le Maroc dit *utile*. Ils conforteraient ainsi la politique du million d'hectares, envisagée pour l'an 2000. Je précisai qu'après une entrevue réussie avec le président des États-Unis, il pourrait s'appuyer sur la Banque mondiale pour le financement de la construction des barrages. Il ajouta, souriant : *«Outre l'appui de la Banque mondiale, j'instaurerai une taxe sur le sucre. Ainsi, mon peuple m'aidera aussi à construire les barrages, chaque jour, en buvant son thé»*. Notre conversation intime dura une bonne heure. Le Roi s'en montra très satisfait. Ministres et hautes autorités avaient suivi notre marche à distance respectueuse. Aucun écho de notre conversation ne pouvait leur parvenir. Celle-ci débouchait sur une grande ambition : la politique des barrages<sup>(42)</sup>.

D'autre part, les études faisaient déjà apparaître la faisabilité de construction de plusieurs grands barrages. Une telle entreprise réclamait des centaines de millions de dollars de crédit. Un véritable partenariat avec l'ONU, par le truchement de la Banque mondiale, devenait nécessaire. Celle-ci appartient à l'ONU, selon l'adage juridique : l'exception confirme la règle pour les cas non exceptés. Car, elle est toujours dirigée par un éminent américain désigné par le Président des États-Unis dont l'influence

---

42) Le Roi associa toujours l'eau potable à sa politique des barrages.

reste primordiale, évidemment. Le dialogue entre chefs d'Etat s'imposerait donc à brève échéance. Il impliquerait nécessairement, une visite au Président des États-Unis.

*- L'eau potable*

Avant de nous séparer, le Roi avait ralenti le pas, afin d'être entendu de sa suite. Il me précisa alors que l'eau potable resterait sa grande priorité. Sans doute, restait-il impressionné par le problème crucial de l'alimentation en eau potable d'une grosse collectivité telle qu'Agadir, après son séisme destructeur. Sa mémoire n'oublierait jamais la nécessité de sa priorité absolue en pareille situation. J'acquiesçai et assurai que l'assistance des Nations Unies aiderait beaucoup. Elles détenaient le savoir par le truchement de l'Organisation Mondiale de la Santé qui possédait une division parfaitement spécialisée à ce sujet. Le PNUD assurerait le financement des études de pré-investissement. La Banque mondiale fournirait les crédits d'investissement à un taux raisonnable. Je suggérai que le projet "eau potable" comporte plusieurs tronçons géographiques. Le premier traiterait l'alimentation en eau des villes sises sur la côte Atlantique entre Casablanca et Kénitra. Cette étape étudierait aussi l'organisation centralisée de l'eau potable pour le Maroc. Le Roi donna son accord et je pris congé.

Le Représentant de l'ONU à Rabat sollicita l'OMS d'aider le Maroc à préparer une requête conforme à ce dernier entretien royal afin de la soumettre au prochain conseil d'administration du PNUD. A New York, je retouchai une dernière fois la requête avant sa présentation au Conseil d'administration afin qu'elle satisfasse pleinement les besoins du pays. Ainsi naquit au Maroc, l'Office National de l'Eau Potable, ONEP, organisme national hautement compétent et efficace, réussite remarquable ! S'aidant d'abord de l'ONU ("Organisation Mondiale de la Santé, OMS," PNUD et Banque mondiale), il fit doter le royaume d'un plan directeur national, en 1969, avant la création, en 1973, de l'ONEP, tandis que les Collectivités locales continuaient d'assurer le financement, la production et la distribution de l'eau potable de certaines villes par l'intermédiaire de régie ou de gérances. Les avancées obtenues par S.M. Hassan II dans le secteur de l'eau potable, accompagnées par la Banque mondiale, après une décennie de règne, apportèrent une nette amélioration de la santé publique, des services et de la qualité.

- *Visite de S.M. Hassan II au Président L. Johnson (janvier 1967)*

Le Souverain, soucieux de lancer au plus vite sa politique des barrages, se mit d'accord avec le Président des États-Unis Lyndon B. Johnson pour lui rendre visite au début de 1967. Je me trouvais au siège du PNUD, quand S.M. le Roi du Maroc me fit aviser de son arrivée à New York, pour une visite officielle au Président des États-Unis, Lyndon Johnson, que je connaissais assez bien, indirectement, grâce à son ami d'enfance, ambassadeur auprès des Nations Unies. Ce dernier, texan et amoureux de l'eau, de la terre et de l'irrigation comme le Président, adorait nos conversations à propos de l'eau. Il venait fréquemment discuter de l'eau dans le monde à mon bureau de New York, car il aidait son ami président à préparer la première conférence mondiale sur l'eau, dénommée "L'eau pour la paix" (*Water for Peace*), prévue pour mai 1967. En effet, l'eau commençait déjà à devenir une préoccupation géopolitique à travers le monde, puisqu'elle conditionnait, en grande partie, le développement économique. Ainsi, indirectement, je connaissais assez bien les sujets favoris du Président.

S.M. Hassan II me reçut longuement, le soir même de son arrivée à New York. Nous conversâmes une bonne partie de la nuit, à la veille de sa visite de 1967 au Président Johnson, à Washington. L'entrevue devait porter entièrement sur la politique royale de l'eau, sans la moindre allusion à la guerre des sables, entretenue avec l'Algérie depuis 1963. Le Roi écouta attentivement mes suggestions.

Le Maroc disposait d'eau superficielle et souterraine en quantité non négligeable. Malheureusement, cette eau souffrait d'un faible aménagement hydraulique qui la rendait peu utilisable. Le Roi désirait s'engager dans une stratégie de développement de l'agriculture irriguée et d'alimentation en eau potable des villes, fondé sur la construction de grands barrages-réservoirs, importants en nombre. La disponibilité de l'eau retenue permettrait le développement de l'irrigation et la desserte d'eau potable. Cette approche pacifique et constructive profiterait non seulement au Maroc, mais aussi, servirait à l'approvisionnement des pays de l'Afrique sahélienne. Ainsi, préconiserait le Roi devant le Président. La seule préoccupation royale demeurerait financière face au coût élevé d'un aménagement hydraulique du pays.

Le Président fut agréablement surpris par cette présentation peu commune de la part d'un pays en développement. Une chaleureuse concordance de vue et de pensée s'établit aussitôt. En politique étrangère, le pays devint l'un des partenaires arabes privilégiés. En mettant en avant le domaine de l'eau, le Roi trouva dans le président texan un véritable ami et une oreille attentive, trop souvent sollicitée pour l'armement, jamais pour l'eau du développement. Cette entrevue, équivalente d'un véritable pacte agricole avec les États-Unis, devint déterminante dans la politique de l'eau au Maroc. Les résultats se montrèrent probants. Ils entraînèrent le soutien du Congrès et de l'Administration fédérale de Washington, ainsi que la faveur des organisations internationales pour leur assistance financière et technique. La Banque mondiale et le FMI accueillirent désormais favorablement les demandes d'assistance du Maroc. Et le trio directeur du PNUD fut reçu en audience chaleureuse par le Roi. L'amitié traditionnelle entre le Maroc et les États-Unis en sortait renforcée. Comble du succès, le Souverain rapporta au Maroc son enthousiaste adoption de l'informatique, qui y fit une entrée appréciée. La réussite de cette visite royale produisit des effets positifs et durables sur l'assistance financière consentie par la suite au royaume. Elle devint aussitôt éminente dans le domaine de l'eau potable. En sus, toutes les demandes d'assistance du Maroc reçurent désormais la priorité.

Par le domaine de l'eau, le Roi, reçu fort à propos, devint un véritable allié du président texan. En effet, ce dernier organisait, cette année-là, sa première conférence internationale sur le thème "*l'Eau pour la Paix*". Peu après son retour, le Souverain, fort du soutien des États-Unis et des instances financières internationales, prononça les fameux discours des 3 et 20 mars 1967 qui donnaient naissance à la politique des grands barrages, ouvrages indispensables pour l'irrigation des grands périmètres de terres arables et la satisfaction de la demande d'eau potable. Au plan institutionnel, l'énorme Office National des Irrigations (ONI) disparaissait au profit de deux organismes. D'une part, une direction générale de l'Hydraulique intégrait l'aménagement hydraulique conjoint des ressources d'eau superficielles et souterraines; elle renforçait le ministère des Travaux Publics. D'autre part, un groupement de sept "Offices Régionaux de Mise en Valeur Agricole (ORMVA)" dépendraient du ministère de l'Agriculture.

Deux décennies plus tard, alors que j'aidais le Maroc à accomplir la politique des barrages patronnée par le Roi, j'appris que cette politique

émanait d'un discours prononcé en 1967. A l'évidence, l'idée avait germé dans le cerveau du roi au cours de notre promenade dans les jardins de Skhriat. La fameuse renommée qu'il en tira me remplit de joie. L'auteur voulait simplement démontrer, en écrivant ces lignes, la faculté exceptionnelle de S.M. Hassan II d'exploiter remarquablement au profit de son pays, une information inattendue.

*- Décès de mon successeur marocain lors de la préparation  
du projet du Souss*

Après la visite aux États-Unis, le Roi désira montrer sa droiture envers le Président des États-Unis. Alors que le projet Sebou concernait la plus riche région hydrographique du Maroc, il convenait, en compensation, de porter l'effort sur une région de la zone aride. La plaine du Souss s'avérait le meilleur exemple. Elle se situe à la latitude 30° nord comme Le Caire, encastrée entre deux grandes montagnes, Haut Atlas et Anti Atlas. Elle bénéficie ainsi d'un climat saharien, tempéré par les ressources hydriques de la montagne; ce qui favorise une agriculture irriguée très prospère dont l'eau souterraine constitue la majeure ressource. Le PNUD formula, en 1967, le projet d'établir un plan d'aménagement hydraulique et un plan directeur optimum des irrigations portant sur 40.000 hectares environ, à partir d'un centre d'activité basé à Agadir.

Le directeur des ressources en eau du Maroc, Raymond Hazan, mon successeur et ami, m'accompagnait pour la formulation de cet important projet national. Nous disposions d'un avion de tourisme et d'une auto. Avec mon épouse, nous utilisâmes l'auto pour atteindre Agadir durant le week end, par Marrakech et à travers le Haut-Atlas. Mon ami devait nous rejoindre le lundi matin par avion. Je l'attendis en vain, à l'aéroport d'Agadir. L'avion s'écrasa contre le Haut-Atlas. Inutile de dépeindre la détresse qui s'ensuivit. Le destin m'avait été favorable et malheureux, à la fois. En outre, il m'imposait la double tâche de formuler le projet et de désigner un remplaçant, selon instruction royale.

*- Supervision PNUD de la politique marocaine de l'eau (1969)*

En une demie décennie, la politique de l'eau au Maroc, sous l'égide du PNUD, transformait le royaume et débouchait sur des investissements considérables. En particulier, le projet Sebou, bien conduit, touchait à sa fin.

Il réclamait une dernière supervision avant d'enchaîner avec l'assistance financière de la Banque mondiale. La mission s'accomplit au niveau ministériel, en compagnie du général Oufkir, jouant le rôle de premier ministre et de Si Hamed Bargach, ministre de l'Agriculture. Deux faiblesses méritaient d'être signalées; le plateau de Fès-Meknès, l'un des deux objectifs principaux, restait négligé; l'aménagement hydraulique de l'eau souterraine connut le même sort. La plaine du Rharb avait concentré toute l'attention; l'accent y portait trop sur l'eau de surface. La mort accidentelle, en 1967, de mon successeur, chef des ressources en eau du Maroc expliquait ces défaillances. Mais, la construction d'un grand barrage-réservoir et l'organisation de 300.000 hectares à irriguer furent préparées remarquablement. En accord avec le gouvernement, le suivi avec la Banque mondiale fut mis en place.

Le projet du Souss, par ailleurs, progressait bien. Un litige local de gouvernance naquit entre le directeur du projet, Berbère marocain et le représentant du PNUD qui reprochait un excès d'autorité de la partie marocaine. Connaissant la haute technicité et la compétence de mes anciens collègues, je pris fait et cause en sa faveur. Par exception et avec mon appui, la conduite du projet incombait donc à un directeur marocain et non pas à un directeur international. La qualité du projet y gagna grâce à l'intime connaissance du pays par le directeur marocain, qui, en l'occurrence n'avait pas besoin d'assistance technique. Cet exemple mérite répétition, chaque fois que possible, dans les projets PNUD-Nation en développement.

Cette mission s'acheva à Rabat par une réception inoubliable que me réserva le général Oufkir, ancien camarade de combat, durant la seconde guerre mondiale. Je n'imaginai jamais que ce serait notre dernière rencontre. Des événements cruels eurent lieu. Ils me tinrent éloigné du Maroc durant une demi-décennie.

#### *- Planification nationale de l'eau*

Lors de mes séjours aux États-Unis, je visitai régulièrement l'université américaine, surtout Harvard et MIT (Massachusetts Institute of Technology) Au début de la décennie 1970, elle promouvait l'idée de planifier l'aménagement hydraulique à l'échelle de la nation en raison des budgets considérables concernés. La Banque mondiale adopta aussitôt cette politique. Lors d'un entretien au siège de Washington au sujet de la

construction des grands barrages au Maroc, elle me fit remarquer, à juste titre, que le pays poursuivait sa méthode regrettable de décision au coup par coup. De toute évidence, la décision incombait toujours au Roi. Nous conçûmes alors une opération hors du commun. Le PNUD proposerait au Maroc un projet de pré-investissement pour la planification nationale de l'eau. La Banque mondiale financerait au fur et à mesure la construction des barrages selon le programme qui découlerait de la planification. Le projet de pré-investissement s'évaluait à environ deux millions de dollars EU. Au siège du PNUD, à New York, j'obtins carte blanche pour ce projet et son montant, le plus élevé jamais octroyé.

La mission au Maroc eut lieu en 1975. Elle concernait cinq ministères coordonnés en l'occurrence par le nouveau ministre de l'Intérieur, Dr Benhima, un vieil ami. Il fut mis au courant de l'importance financière et politique du projet à formuler qui supputait même la réorganisation de la direction de l'Hydraulique au Maroc (ministère des Travaux Publics). Je visitais de fond en comble les sites hydrauliques du pays. Les discussions et négociations se tinrent dans les meilleures conditions possibles. Une sorte de consensus émergea entre les cinq ministères. Mais, par mesure de sécurité en raison de l'importance du projet, je proposai de formuler la requête du gouvernement en brouillon-modèle soumis aux cinq ministères pour amendements et approbation dans les trois mois à venir. Ainsi fut fait. Seul, le ministère des Travaux Publics refusa l'approbation par suite de l'opposition de dernière minute du titulaire de la direction de l'Hydraulique au Maroc, reniant sa parole donnée, trois mois plus tôt. Sans doute avait-il craint que ce projet ne lui fit perdre un poste d'autorité et de pouvoir fort enviés. Témoignage d'absence totale de patriotisme ! Le Maroc venait de perdre une chance unique au monde, une aide de deux millions de dollars; pis encore, il prendrait vingt ans de retard dans la modernisation de l'hydrologie humanitaire. Un motif égoïste, d'apparence futile, en formait la cause.

Je n'avais pas pu voir le Roi en fin de mission, comme cela était prévu. Le Dr. Benhima, personnage très estimé du Roi, connaissait parfaitement mes rapports privilégiés avec Sa Majesté. En début de mission, il m'avait demandé quand je désirais voir le Roi "en fin de mission", lui répondis-je, à cause de son importance et de son poids financier dans la politique des barrages. L'audience fut donc accordée et programmée par le Roi en personne, pour la veille de mon départ. Fâcheuse coïncidence, le

président de la France, Giscard d'Estaing, arrivait le lendemain, en visite officielle de plusieurs jours. Le Protocole annula, sans plus de façon, les audiences royales à la veille de cette importante visite. Nul doute qu'une entrevue royale aurait fait force de loi et aurait évité la manœuvre fallacieuse du directeur de l'Hydraulique. Le PNUD et la Banque mondiale en ressentirent une profonde déception. Ainsi s'acheva une fructueuse coopération Maroc-ONU de douze ans (1963-75).

*- Le forage dénommé Aïn-Allah (source de Dieu)*

Deux ans plus tard, en 1977, le Roi Hassan II me consulta par l'intermédiaire de son directeur des domaines royaux agricoles au sujet de la possible irrigation du domaine de Douyet, près de Fès, hérité de son père feu Mohamed V. Je proposai la solution par l'eau souterraine à condition d'affronter une opération aventureuse mais explicable. J'avais découvert l'eau artésienne dans la plaine du Saïs, à l'ouest de Fès, une décennie auparavant. Elle gisait à la profondeur de 400 mètres, dans un réservoir calcaire qui s'enfonçait vers le nord où une grande faille le sectionnait brutalement. Le domaine de Douyet se trouvait à cheval sur cette faille, invisible en surface mais dont je soupçonnais le tracé. Au nord de celle-ci, le réservoir calcaire aquifère disparaissait à une profondeur inaccessible par forage. Au sud de celle-ci, il se trouverait à plus de mille mètres de profondeur. Aucun forage d'eau n'avait encore opéré à ces profondeurs-là, au Maroc. Il faudrait donc utiliser une sondeuse d'exploration pétrolière et implanter le forage sur la limite sud du domaine pour s'assurer de le situer, à coup sûr, au sud de la grande faille. A condition de respecter rigoureusement ces consignes, les chances de succès s'établiraient à 80%. Mais, je prévins que, dans le domaine de l'eau souterraine, le défi demeure constant. Je savais le Roi gourmand de défi.

Le succès apparut impressionnant. L'eau jaillit au sol avec un débit de 330 litres par seconde et une pression de 24 kg par centimètre carré. Elle provient du réservoir calcaire rencontré entre 1.300 et 1.500 mètres de profondeur. Ce puits artésien représente le record marocain de débit, de pression et de profondeur des forages d'eau, encore valable en 2003. Le Roi Hassan II demeura particulièrement impressionné et fier de ce défi relevé. C'est pourquoi, Il dénomma ce forage, *Aïn-Allah*, qui renforçait l'estime royale vis-à-vis de l'auteur.



### *Le Sahel (Savannah Belt), zone sud du Sahara*

La zone de savane, pauvre en végétation, qui ceinture la Sahara méridional, se dénomme ainsi. Si le désert se singularise par une pluviométrie inférieure à 200 millimètres de pluie annuelle, le Sahel en reçoit de 200 à 400 et devient région de pâturage. Mais, comme il avoisine le désert, il se caractérise surtout par de sévères sécheresses susceptibles de durer 8 à 10 ans. A Rome, la FAO me confia, en 1963, la formation d'un jeune ingénieur agronome, à titre d'adjoint. Je l'envoyais aussitôt en mission au Sahel pour identifier les nations ou les régions en détresse hydrique. Il en revint avec un rapport alarmant. Deux jours consacrés à l'interroger à fond (*debriefing*) firent suspecter l'installation d'une famine particulièrement sévère. Le directeur général de la FAO en fut informé. Il déclencha aussitôt l'alarme internationale de l'ONU. La politique du sac de riz, organisée au cours d'une réunion des agences spécialisées au siège de la FAO à Rome, sévit alors, pour secourir les populations en détresse.

J'en avais profité pour y expliquer la cause et la nature de la famine. De graves sécheresses frappent périodiquement le Sahel suivant un cycle de 20 ans environ. Elles entraînaient l'assèchement des puits creusés pour l'abreuvement du cheptel et l'alimentation en eau des populations. Gens et animaux mouraient autour des points d'eau alors qu'une eau abondante gisait à quelques mètres sous le fond des puits, au sein d'une nappe aquifère puissante. La conclusion de ma violente intervention qualifiait cette famine de crime de l'imprévoyance des gouvernements et des organismes internationaux. Elle vitupérait la politique du sac de riz, jugée publicitaire, afin de racheter les erreurs de prévention des fonctionnaires des Nations Unies.

#### *- Conférence PNUD du Sahel*

Au siège du PNUD à New York, je répétais cette explication et condamnais la politique absurde du sac de riz. Je suggérais les véritables solutions techniques d'aménagement hydraulique lié, par endroits, à l'eau de surface et, presque partout, à l'eau souterraine. Cela entraînerait une série de projets concernant toutes les agences spécialisées. Pour mettre au point cette stratégie régionale d'envergure, je proposai de réunir à Khartoum, les 13 pays sahéliens<sup>(43)</sup> et les agences spécialisées

---

43) Dont 5 bordent le Sahara et 8 autres en comportent une portion.

de l'ONU. Le montant de cette réunion s'éleva à 20.000 dollars EU, financés par le PNUD.

Elle se tint sous l'égide des grands patrons du PNUD, en fin 1963. Elle fut excellente grâce au haut niveau technique des experts. Le Sahel se caractérise par une zone à pluviométrie annuelle comprise entre 200 mm au nord et 550 mm au sud, en moyenne. Cette pluviométrie assez régulière permet, après infiltration, le plein usage de l'eau souterraine presque partout, y compris sur le socle, recouvert d'une arène granitique aquifère. Car, même avec l'alimentation minimale de 200-350 mm/an de pluie au nord, l'eau souterraine satisfait les collectivités locales et l'abreuvement du bétail.

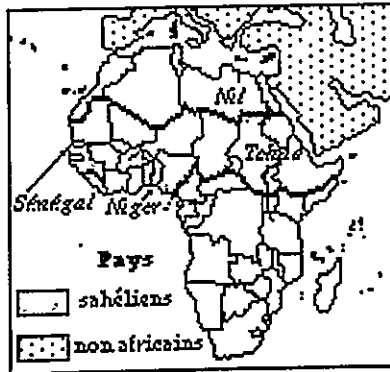


Fig. 16 Les pays de la ceinture sahélienne

La portion méridionale se nourrit de 350-550 mm/an de pluie tombant durant les trois mois d'été; elle permet aussi une agriculture pluviale de millet et arachides, et parfois même une petite irrigation de riz et de coton. Trois fleuves traversent le Sahel : Nil, Niger, Sénégal; le lac Tchad collecte deux autres fleuves. L'usage de leur eau ne peut satisfaire que les riverains. La ressource hydrique dominante du Sahel reste l'eau souterraine. Hélas ! L'humanité, même développée, ne sait pas encore l'aménager ni la gérer collectivement.

En dépit d'un apport scientifique et technique remarquable, la réunion ne réussit pas à déboucher sur une stratégie régionale de développement pour une raison sordide. Elle achoppa malheureusement sur la désignation de l'agence d'exécution qui devait coordonner l'ensemble des projets de développement, à cause de la déraisonnable convoitise financière de certaines agences spécialisées. Car le PNUD accordait aux agences 13% de

rémunération pour la gestion d'un projet. Ce mépris de la solidarité internationale par mesquinerie à propos d'une opération liée à l'eau convainquit le PNUD d'user de plus d'autorité dans cette discipline pour l'attribution des projets aux agences des Nations Unies. D'une part, le PNUD eut plus souvent recours à des projets régionaux confiés à la division des ressources naturelles, servant d'agence d'exécution du Conseil Économique et Social (ECOSOC), basé à New York. D'autre part, il encouragea les agences à développer dans leur programme régulier des projets sur le thème de l'eau, financés sur les fonds propres de l'agence.

*- Bassins hydrographiques institués commissions régionales*

Afin de compenser l'échec de la Conférence du Sahel, le PNUD concentra son action sur les trois bassins hydrographiques de la ceinture sahélienne : Sénégal, Niger et Tchad,, couvrant une superficie de 5.200.000 km<sup>2</sup>. Il réussit à doter chacun des bassins d'une organisation régionale des nations riveraines, capable de gérer équitablement le patrimoine eau du bassin. Sur conseil de l'auteur, chaque organisation prit la forme d'un projet régional financé par le PNUD et administré par la division des ressources naturelles de l'ECOSOC. L'organisation du bassin du Sénégal comprenait quatre nations, celle du Niger sept nations, celle du Tchad quatre nations. Les trois entités comblaient aussi un vide juridique patent à l'ONU. Le PNUD me chargea de leur supervision, tout particulièrement l'entité du Tchad, zone géopolitique sensible. L'occasion s'offre de l'expliquer.

*- Juridiction internationale*

En rejoignant les Nations Unies, en 1961, comme responsable de l'eau à l'échelle internationale, deux lacunes d'importance apparaissaient : l'absence de données chiffrées sur le cycle hydrologique distributeur d'eau et la quasi-complète vacuité juridique internationale dans le domaine de l'eau. En somme, depuis deux cents ans, seuls des traités de navigation fluviale avaient vu le jour et avaient fait jurisprudence. En matière de partage des eaux, le traité de l'Indus et affluents, conclu entre l'Inde et le Pakistan, huit ans après leur partage territorial, représentait le seul accord obtenu car il s'agissait d'un cas de force majeure avec menace imminente

de guerre. Je m'empressais de recruter un juriste de qualité<sup>(44)</sup> pour combler cette lacune et m'épauler en la matière. L'organisation régionale des nations riveraines du Sénégal, Niger et Tchad, selon un statut juridique conforme fut une réussite incontestable.

La Commission du fleuve Sénégal réunissait quatre États riverains, présidant à tour de rôle, chaque année, la Commission : Sénégal, Mauritanie, Mali, Guinée. La Commission du fleuve Niger réunissait sept États riverains du fleuve ou des affluents : Niger, Nigeria, Mali, Bénin, Burkina Fasso, Guinée, Togo. La Commission du bassin du Tchad (CBLT) réunissait quatre États riverains : Cameroun, Niger, Nigeria, Tchad.

*- Exemple de la Commission du Bassin du Lac Tchad (CBLT)*

L'organisation de cette Commission régionale mérite la description, à titre d'exemple valable pour les autres Commissions. Sa création remonte à 1964. Elle formait un bassin conventionnel de 430.000 km<sup>2</sup>, à l'extrémité des sept pays riverains<sup>(45)</sup> du Sahel occidental. Elle possède un organe d'exécution : le Secrétariat exécutif dont le siège se trouve à N'Djamena. Par son intermédiaire, la CBLT a acquis la structure technique et administrative, ainsi que des moyens financiers propres à une agence d'exécution. En effet, elle dispose de cinq divisions techniques permanentes : hydraulique et génie civil, agriculture, élevage, pêche et forêts, économie, ainsi que de six sous-commissions réunies deux fois par an et à l'occasion : agriculture, élevage, eau et géologie, pêche et forêts, génie civil et télécommunications, économie et commerce. La CBLT dispose d'un budget de fonctionnement de 500.000 \$ EU par an et d'un fonds de développement de 1 à 3 millions de \$ EU par an. Elle bénéficie en outre, d'une assistance extérieure et est soutenue, depuis sa création, par le PNUD. La CBLT agissant comme une agence d'exécution, est en mesure de réaliser, dans le cadre du bassin conventionnel, un programme rationnel de développement régional et d'exécuter tout projet de pré-investissement et d'investissement, en totalité ou en contrepartie d'une contribution extérieure. Dans la perspective de satisfaire les besoins alimentaires des populations, la CBLT

44) Dante CAPONERA, avocat italien, devenu éminent expert des juridictions nationales pour l'eau.

45) Mauritanie, Sénégal, Gambie, Mali, Burkina Fasso, Niger, Tchad.

exécute un programme de développement régional normal qui comprend des opérations d'agriculture irriguée, d'élevage et de pêche.

La situation catastrophique de 1973 conduisit à déclarer "région sinistrée" le bassin conventionnel de la CBLT et à accroître le programme normal par l'exécution d'actions de lutte contre les effets d'une sécheresse récurrente. Dans cet esprit, l'effort portait sur la mobilisation et l'utilisation des ressources en eau du bassin conventionnel pour les besoins alimentaires de vie et de survie des humains et des animaux, suivant une méthode de "petite hydraulique", aménagement hydraulique de modeste capacité. L'utilisation de l'eau se pratiquait à une échelle modeste permettant de déterminer les possibilités, les contraintes et les dimensions souhaitables des unités de développement.

*- Réflexion sur la stérilité juridique de l'ONU  
en matière d'eau douce*

Le PNUD tenta vainement d'internationaliser le principe des Commissions régionales. Cependant, à sa demande de transformer leur statut juridique régional en une règle internationale, la division juridique de l'ONU à New York se montra impuissante parce que «*la charte n'autorise pas à intervenir dans les affaires qui relèvent essentiellement de la compétence nationale d'un État*». En un mot, la charte fait de la frontière politique un obstacle infranchissable, protecteur de l'eau qui devient ainsi patrimoine national. Hérésie inacceptable pour une hydrologie humanitaire ! Elle brisait ma volonté de créer une juridiction internationale de l'eau. Le juriste recruté fut limité, par la direction juridique du siège à New York, à l'inventaire des juridictions nationales de l'eau et à leur étude, afin de conseiller les États demandeurs. Piètre résultat juridique obtenu, à côté des efforts considérables d'assistance technique et financière consacrés à l'eau, son aménagement et son utilisation, dans le même temps. Cette défaillance de l'ONU en matière de création de juridiction internationale, surtout dans le domaine de plus en plus sensible de l'eau, fait figure de tare impardonnable. En fait, la pression financière restera l'instrument privilégié des Nations Unies, par le truchement de la Banque Mondiale, surtout, et du PNUD, modiquement, pour la prévention ou la résolution des conflits; encore fallait-il trouver le temps et les conditions favorables de l'exercer. Tâche insurmontable face à l'intransigeance de la géopolitique !

Voilà pourquoi, après 50 ans d'existence de l'Organisation des Nations Unies, le code international de l'eau douce et des cours d'eau partagés restait toujours muet et, donc, incapable de prévenir ou de résoudre les conflits. A coup sûr, ceux-ci se multiplieront et menaceront la sécurité hydrique, pour ne pas dire alimentaire, de régions ou de nations. Il a fallu une initiative privée de code international de bonne conduite pour secouer vingt années de torpeur de l'organisation internationale, suivies de vingt cinq années d'hésitations avant que n'apparaisse un premier brouillon juridique fort timide. Les principes traditionnels d'éthique et les conseils usuels de bonne conduite y demeuraient les seules bouées de sauvetage sur un océan de pusillanimité : besoin d'information et de consultation entre nations tributaires d'un même cours d'eau avant toute action singulière et préjudiciable aux autres, allocation d'eau négociée raisonnablement (?) et équitablement (?) entre partenaires d'un même bassin fluvial. Quel pouvoir pourrait-on accorder à de tels adjectifs ? Rien d'étonnant de voir apparaître autant de points chauds sur la carte du monde, où se multiplient déjà les dangers d'escarmouches hydropolitiques, en cette fin de millénaire. Leur inventaire ouvrirait un débat dramatique de nature prophétique, mais hors de propos.

### *L'eau de quelques pays de la ceinture sahélienne*

Les géographes associèrent le Sahel au désert et le qualifièrent improprement de "semi-désertique". Mais, comme l'hydrologue définit le climat par la pluviométrie, le Sahara méridional mérite une description plus précise. Il comporte une zone sahélienne comprise entre 200 mm au nord et 550 mm au sud, une zone saharienne en deçà et une zone soudanaise au delà. C'est pourquoi, suivant leurs frontières politiques, les pays situés au sud du Sahara peuvent comprendre une, deux ou les trois de ces zones. Ainsi s'explique mieux la participation de treize nations à la conférence PNUD du Sahel tenue fin 1963. La profession d'hydrologue y utilisa essentiellement le bon sens paysan. La pluviométrie y commanda la stratégie de l'aménagement hydraulique.

#### *- Nation du Niger*

Elle représente le mieux les nations du Sahel. Elle possède d'importantes ressources d'eau bien réparties sur son territoire. Dans le

sud-ouest, le fleuve Niger peut irriguer 200.000 hectares, grâce à un étiage de 1,2 million de mètres-cube et un débit annuel de 40 milliards dont 6 milliards proviennent de trois affluents d'une rive droite infestée par la maladie du sommeil. En 1970, l'irrigation desservait 15.000 hectares par gravité et 2.000 par pompage dans le fleuve. Cette dernière méthode promet un grand potentiel pour les légumes de primeurs, à condition de trouver un marché en Europe, tâche politiquement insurmontable.

Les ressources d'eau souterraine occupent pratiquement tout le pays. Elles comportent la nappe phréatique avec une eau excellente et la nappe captive du Sahara avec une eau de qualité variable. Elles assurent en priorité l'eau potable des collectivités locales et aussi l'abreuvement du cheptel, car l'élevage forme la base de l'économie nationale. Sa diversification avec une irrigation moderne élèverait le niveau de vie national. A l'époque, celle-ci s'élevait à 3.000 dollars EU par hectare avec l'eau superficielle et à 1.500 dollars EU avec l'eau souterraine. Un projet-pilote financé par le PNUD permettait de déboucher, ensuite, sur un plan national d'irrigation.

#### *- Nation du Sénégal*

Elle détient le double privilège d'appartenir au Comité inter-Etats pour le fleuve Sénégal et à la zone du Sahel. Au premier titre, elle bénéficia d'un projet d'étude hydro-agricole de la vallée du fleuve dans son cours inférieur et dans le delta. Ce dernier contient l'eau souterraine dans deux formations; l'une, fluvio-lacustre, possède de l'eau saumâtre drainable qui a permis d'identifier les périmètres à canne à sucre et les zones à pâturage et à riziculture; l'autre, dunaire, possède de l'eau douce qui autorise la forêt et le maraîchage au profit des villages, au voisinage des marigots.

Une étude hydrogéologique de la vallée du fleuve dans son cours inférieur permit de déterminer le potentiel d'eau souterraine utilisable par l'agriculture irriguée des villages, de loin, préférable aux cultures traditionnelles. Elle permit une mise en valeur hydro-agricole anticipée d'une vingtaine d'années, en attendant la construction du barrage-réservoir (Gouina), régulateur du fleuve en amont.

Au second titre d'appartenance à la zone du Sahel, le Sénégal bénéficie du climat soudanais ou subtropical au sud (plus de 600 mm/an de pluie) où se situe la ville très peuplée de Dakar, à l'extrémité de la

presqu'île du Cap Vert. Depuis 1900, l'alimentation en eau potable de la ville est assurée par l'eau souterraine exploitée à 6 km au nord-est par puits et forages; ces derniers s'ajoutèrent les uns aux autres, jusqu'à 14, sans étude hydrogéologique d'envergure, ni aucun plan de longue durée. Quand le système d'alimentation montra ses limites, une affaire politique se déclencha, en 1966. La grande firme germanique de tuyaux Manessman proposa une longue adduction d'eau (150 km) à partir du lac de Guiers au nord-est, à proximité du fleuve Sénégal. Le président Léopold Senghor, perturbé, fit appel au PNUD. Le directeur-adjoint et l'auteur se rendirent sur place. Il apparut aussitôt qu'une solution par l'eau souterraine dans un rayon de 50 km existait sûrement à l'est de Dakar. Un programme d'urgence, d'un demi-million de dollars EU, permit de confirmer ce diagnostic et d'éliminer le problème politique.

### - Togo

Bon producteur d'eau (11,5 milliards de m<sup>3</sup>/an), il en laisse échapper 97% sans en tirer profit. En conséquence, l'habitant ne dispose que de 200 m<sup>3</sup>/an pour assurer tous ses besoins, alimentaires, domestiques, énergétiques, industriels. La ration se compare à celle de la zone aride. D'autant que cette ration n'est pratiquement pas aménagée. Seuls, 35 m<sup>3</sup> /an le sont. Cet indicateur s'inscrit parmi les plus bas du monde. Car le socle imperméable occupe 93% du territoire. Les quelques rares réservoirs ne régularisent que 2,5% de l'écoulement. Aussi, sur le plan social, une population de 1,7 million sur un total de 2 millions, répartie en plus de 4.000 villages ne disposait que de 10 litres d'eau par jour et par habitant pour assurer ses besoins en eau potable et domestique. Telle se présentait la situation de 1975.

Une aide extérieure agissait alors dans le domaine de l'eau sans la moindre stratégie. Un aménagement hydraulique par puits procédait empiriquement sans programme prioritaire. Le PNUD conçut alors une assistance en deux projets de base : l'un dressait l'inventaire des ressources en eau du territoire (56.000 km<sup>2</sup>); l'autre préparait un schéma d'aménagement hydraulique national. L'action lancée par le PNUD porta ses fruits, car le Togo disparut de la liste des 42 pays souffrant de pénurie d'eau en 2003, dressée par le troisième Forum mondial de l'eau, suivant le critère d'une disponibilité en eau inférieure aux besoins vitaux de 30 litres par jour et par habitant.



*- Nation du Soudan*

Très étendue du nord au sud, elle comporte les trois climats, saharien, sahélien, tropical ou soudanais. Une sécession politique règne au sud, dans les provinces tropicales qui ne reçoivent donc pas l'assistance de l'ONU, accordée seulement aux provinces sous climat saharien et sahélien, situées entre l'Égypte et la latitude de Malakal (fig. 17). En 1964, le Darfour, zone typique du Sahel, à l'ouest du pays, attira le PNUD.

*- Province du Darfour*

Associé au PNUD, le gouvernement porta alors, son effort sur la province du Darfour qui représente un Sahel montagneux et humide, limitrophe du Tchad. La montagne, située entre 3.000 et 1500 mètres d'altitude bénéficie d'une pluviométrie de 400 mm/an, répartie en une saison des pluies de quatre mois et une saison sèche de huit mois. Le Wadi Azoum et ses affluents constituent le bassin hydrographique allongé sur 300 km. Les cours d'eau sont pérennes sur 75 km. Ils se transforment, ensuite, en inféro-flux sous les alluvions aquifères épaisses de 30 mètres au maximum, en couverture du socle imperméable. Un plan d'aménagement hydraulique fut conçu en conséquence. De petits barrages de dérivation, retardateurs de crue durant la saison des pluies, furent construits en amont. Ensuite, des forages et stations de pompage exploitent l'eau souterraine vers l'aval. Le profil ondulé du substratum imperméable constitue une série de petits réservoirs souterrains successifs. Grâce à cet aménagement, la province du Darfour a acquis son autonomie économique vers 1965. Malheureusement, l'animosité du gouvernement reprit ses droits, à la fin du siècle. Le Darfour du XXI<sup>e</sup> siècle se retrouve politiquement démembré.

*- Sélectif développement hydro-agricole de la nation*

En 1977, le gouvernement sollicita de la Banque Mondiale une importante mission d'évaluation du secteur hydro-agricole (agricultural sector review). Après la construction du grand barrage d'Aswan (Sadd El-Ali), l'accord de partage égypto-soudanais des eaux du Nil de 1959 constitua la force vive de l'expansion horizontale de l'irrigation. Le Soudan, majeur bénéficiaire, utilisa sa part annuelle de 16,62 milliards de mètres-cube, allouée par l'accord soudano-égyptien de 1959, pour mettre en valeur une

surface irriguée de 1.600.000 hectares. Gourmand et avisé, il négocia même l'obtention d'une part des dix milliards de mètres-cube de perte par évaporation sur le lac Nasser. Ayant obtenu gain de cause, sa part annuelle d'allocation d'eau fut portée à 20,35 milliards de mètres-cube, calculée au barrage de Sennar, sur le Nil blanc, 100 km à l'amont de Khartoum. Le gouvernement avait planifié l'usage de sa part conventionnelle qui serait entièrement utilisée, en 1983. Soudan et Égypte, inquiets de voir disparaître si tôt les dernières disponibilités d'eau d'écoulement du Nil, venaient de s'engager dans le projet superfétatoire de Conservation de l'eau. Il consistait à gagner de nouvelles ressources d'eau sur l'évaporation.

Le projet prévoyait d'abord de court-circuiter les grands marécages du Nil blanc par un canal dit de Jonglei. Pour le Soudan, le gain d'eau contre l'évaporation atteindrait 2 milliards de mètres-cube calculés à Sennar. Ensuite, l'assèchement des grands marécages de Sobat, Nashar et Bahr El-Ghazal, procurerait encore 6 milliards de mètres-cube. L'ensemble coûterait un prix faramineux, trois à quatre fois supérieur au coût d'aménagement hydraulique classique. De plus, l'atteinte à l'environnement par la disparition des marécages deviendrait une catastrophe écologique irréversible, aux conséquences imprévisibles sur tous les plans.

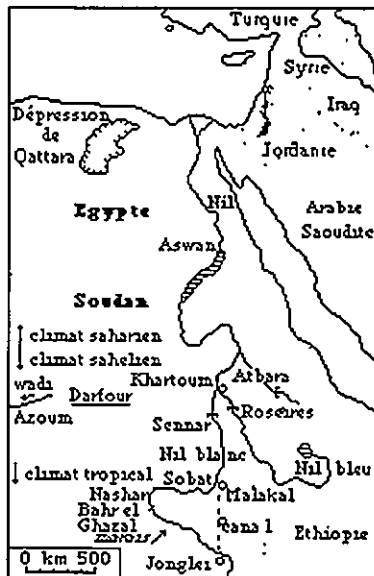


Fig. 17 Darfour et Nil saharien-sahélien

Le rapport de la Banque Mondiale éliminait la solution des projets de conservation de l'eau sur le Nil blanc et adhérait, en compensation, à la construction de structures hydrauliques (barrages-réservoirs), surtout sur l'affluent Atbara, et à la surélévation du barrage de Roseires sur le Nil bleu. Comme ces structures seraient condamnées au colmatage, à brève échéance (moins de 15 ans), par l'abondant débit solide que charrient les deux cours d'eau, l'auteur élimina également les travaux prévus sur ces deux structures. Une telle décision experte supprimait un volume de travaux s'élevant à un demi-milliard de dollars EU (1980). Il les remplaçait par une opération de forages d'exploitation d'eau souterraine (*tubewells*) de quelques dizaines de millions de dollars EU, qui satisfaisaient aux mêmes besoins. Il est facile d'imaginer la réaction hostile du gouvernement, confortée à l'identique par celle de la haute autorité de la Banque Mondiale, présidée à l'époque par M. Mac Namara. L'auteur, membre de la mission désigné par le PNUD, au titre d'ingénieur d'irrigation responsable des ressources d'eau, endossait l'entière responsabilité du conflit naissant. Il refusa de céder à l'instruction présidentielle de modifier sa rédaction.

*- Conflit au sujet du Nil par ignorance hydrogéologique*

La méconnaissance du potentiel d'eau souterraine sous le Sahara et dans la vallée du Nil perdurait encore en 1977. Elle découlait de l'hydro-schizophrénie notoire dont souffraient les ingénieurs responsables de l'aménagement hydraulique des eaux du Nil aux fins d'irrigation. Elle s'étendait jusqu'au sommet de la hiérarchie puisque le ministre provenait toujours de ce corps d'ingénieurs. Or, le *Scientific American* avait publié depuis 1966 l'article "*Eau sous le Sahara*" déjà exploité avec profit par trois chefs d'Etat. Un an auparavant, un rapport PNUD de mission d'investigation (fact finding) en Égypte et au Soudan, communiqué à ces deux pays, expliquait scientifiquement la grave erreur hydrologique d'établissement du barrage d'Aswan. En dépit de ces informations pertinentes, les ministres des irrigations (du Nil) d'Égypte et du Soudan continuaient à raisonner comme si l'eau souterraine n'existait pas dans leur pays. Ils confortaient la maxime de Tertullien (III<sup>e</sup> siècle) «*On méprise toujours ce que l'on ignore*». En l'occurrence, le ministre du Soudan, à la fin de la mission de 1977, prétendait encore que les ressources d'eau souterraine de son pays ne dépassaient guère 1,4 milliard de mètres-cube par an, alors que je les estimais dix fois supérieures.

De retour à Washington, la mission rédigea son rapport conformément à ses jugements et à son expertise. L'expert reste maître de sa rédaction. La réaction hostile de l'autorité suprême n'y changea rien. A bout d'arguments, elle demanda à l'expert de retourner au Soudan pour une ultime négociation avec le ministre. Ce qui eut lieu. Sans résultat de changement fondamental. Quelques phrases furent modifiées, afin d'éviter tout jugement vexatoire. Étrange coïncidence ! L'ONU avait désigné ce ministre-là à la préparation et à la présidence de la première conférence internationale de l'ONU sur l'eau, tenue à Mar del Plata (Argentine) en 1977. Elle se solda par un échec notoire, alors que l'organisation venait d'apprendre, à la fin de la Décennie Hydrologique Internationale (DHI), en 1975, que l'humanité risquerait de connaître la pénurie d'eau au XXI<sup>e</sup> siècle.

Pour sa gouverne, le lecteur doit savoir qu'un rapport de la Banque Mondiale se présente successivement sous couverture de trois couleurs : jaune, verte, grise. La troisième rend le rapport officiel et reçoit une diffusion générale. La rédaction s'arrêta après la couverture verte. Elle s'adressa seulement au gouvernement concerné et resta donc sans suite. Ainsi se traduisit la décision de M. Mac Namara dont je devins l'expert indocile et fier de son droit de savoir. Il trouvera l'occasion de me punir basement, quelques années plus tard. En 1982, plusieurs pays proposèrent à Athènes de me faire décerner le prix Onassis (\$ 100.000) par un jury de neuf membres étrangers notoires de grands États, pour mon œuvre internationale de 18 ans dans le domaine de l'eau. Un jury, restreint à quatre de ces membres dont l'ancien président de la République de Grèce, me désigna pour l'obtention du Prix. Lors de la réunion finale des neuf membres du jury élargi dont M. Mac Namara, celui-ci s'opposa à la proposition du jury restreint. Il convainquit même le président britannique du jury élargi et ancien membre du jury restreint d'accord pour ma désignation, de voter contre moi. Comme il disposait d'une voix double, je fus éliminé au profit d'un Indien méconnu pour son œuvre, mais président du Comité international d'Irrigation et du Drainage.

#### - *Somalie*

La mer Rouge et l'océan Indien bordent cette nation située à l'extrémité orientale de la zone du Sahel. Elle bénéficie d'une pluviométrie comprise entre 300 et 500 mm/an. Deux cours d'eau le traversent à partir du

nord-ouest, Giuba et Scebeli. Le socle imperméable forme les trois-quarts du pays, partiellement recouvert par une mince couverture sédimentaire qui procure de petites sources. Le dernier quart constitue une bande sédimentaire, côtière de l'océan Indien, large de 90 km, profondément enfoncée dans le sous-sol, grâce à un grand accident tectonique, parallèle à la côte. Un réservoir d'eau souterraine d'une puissance de 400 mètres l'occupe à partir du sol.

Cet état des connaissances, acquis en 1964, permit de concevoir la politique nationale d'aménagement hydraulique et d'utilisation de l'eau à des fins hydro-agricoles. Un périmètre central de 140.000 km<sup>2</sup> fut délimité à cet usage. Il s'encadrait entre les deux cours d'eau Giuba et Scebeli, à aménager, en amont, par barrages-réservoirs et réseau d'irrigation. L'aval serait soumis à l'irrigation par l'eau souterraine exploitée par forages (*tubewells*). L'étude hydrologique des eaux de surface permettrait de déterminer les volumes disponibles pour les besoins de l'agriculture et des collectivités ainsi que les volumes drainés à partir de l'eau souterraine pendant la saison sèche. De graves troubles politiques, survenus peu après, arrêtaient l'action du PNUD.

## 2- Hydrologie en zone humide (Nations au Sud du Sahel)

### *La zone tropicale africaine*

Elle s'étale au sud du Sahel et occupe la région méridionale du continent africain. Elle jouit d'une forte pluviométrie qui préside à une hydrologie différente de celle de la zone aride, car elle ignore pratiquement, la pénurie d'eau et les sécheresses qui, en principe, restent très limités dans le temps et dans l'espace. La Banque Mondiale en fit sa zone privilégiée d'assistance, en conformité avec son souci essentiel de rentabilité. A défaut d'une expertise affectée à son organisation, elle fit appel, le plus souvent, à l'auteur, conseiller permanent du PNUD.

### *- Zambie*

En 1974, le gouvernement sollicite de la Banque Mondiale une mission d'évaluation du secteur agricole et rural (*Agricultural and Rural Sector Survey*). L'auteur y participa comme ingénieur d'irrigation, responsable de l'eau. Le pays s'inscrit parmi les pays du monde les plus

riches en eau. Le rapport qui s'ensuivit (110 pages, 5 cartes couleurs) se montre très complet. Pays et rapport peuvent servir de modèle en hydrologie de la zone humide. Quelques nombres démontrent l'importance du secteur de l'eau : 760 m<sup>3</sup>/an de précipitations, comprises entre 700 et 1.500 mm/an, produisent 90 km<sup>3</sup>/an d'écoulement (12%) et alimentent 150 km<sup>3</sup>/an de réserves (souterraines, lacs, marais, barrages-réservoirs). L'eau d'étiage, 38m<sup>3</sup>/an, régularisée naturellement, est présente partout en quantité suffisante pour permettre l'irrigation. L'évapo-transpiration enlève 560 km<sup>3</sup>/an (74%). Les conditions climatiques s'avèrent favorables à la culture pluviale durant la saison des pluies (novembre-mars). L'hydroélectricité demeure le principal usage de l'eau. L'irrigation mériterait de devenir prioritaire à l'avenir, en prenant pour exemple le bassin de la rivière Kafue.

#### *- Madagascar*

La région la moins riche en eau de cette île tropicale, occupe 60.000 km<sup>2</sup> au sud-ouest, soit 10% du territoire. Les terrains sédimentaires en forment les 2/5e et le socle cristallin, le reste. La pauvreté totale assaille ses habitants, dépourvu de tout aménagement hydraulique. Le climat aride comporte un été austral humide, de novembre à mars, avec une pluviométrie comprise entre 700 et 350 mm par an, d'est (plateau) en ouest (océan). La sécheresse intervient 1 à 2 ans par décennie. Elle provoque la mort d'humains et d'animaux. Un demi-million d'habitants vit d'une économie agricole de subsistance dans cette zone qui comporte quatre bassins hydrographiques. Ils possèdent un cheptel de deux millions et demi de têtes, moitié bovins, moitié ovins et caprins. L'agriculture pluviale occupe 140.000 hectares de culture traditionnelle, manioc, patate douce, maïs, haricots, riz, etc... et 40.000 hectares de culture industrielle, sisal, arachide, ricin. L'irrigation n'existe pas. La propriété foncière ne dépasse pas un hectare par parcelle. Le projet de développement du PNUD se fonde sur le secteur-clé de l'eau. L'eau de subsistance minimale (5 litres/jour/habitant) s'achetait, à l'époque de la formulation d'un projet-pilote d'aménagement.

Les besoins s'établissent à 50 millions de mètres-cube annuels en l'an 2000, sans irrigation, ou 450 millions, avec irrigation. En comparaison, les ressources en eau de la région insultent les besoins; deux milliards et demi d'eau de surface s'écoulent chaque année à l'océan, ainsi qu'un

demi-milliard d'eau souterraine. En pareille zone tropicale, la pauvreté des habitants dépend entièrement de l'incapacité des gouvernements d'assumer leur devoir prioritaire d'aménagement hydraulique dont dépend l'amélioration de la condition humaine, de l'élevage et de l'agriculture. Au plan technique, la tâche de l'expert reste facile : il suffit d'établir un plan-directeur d'aménagement hydraulique, assorti d'un programme d'intervention-pilote. Au plan financier, l'expert chevronné demeura coi. Car, il se trouva confronté, en 1972, à l'hydrologie humanitaire la plus désolante du monde, dont l'image reste à jamais en mémoire, quand le droit à l'eau de l'homme du XX<sup>e</sup> siècle demeure totalement négligé.

- *Malawi*

La politique du PNUD s'orientait vers les pays les plus démunis et le plus souvent en manque d'eau ou d'aménagement hydraulique. La Banque Mondiale, par contre, préférait les pays bien pourvus en eau et utilisait l'expertise en eau du PNUD. Ainsi l'auteur eut le privilège de participer à plusieurs missions de la Banque, quand celle-ci adhéra à la stratégie internationale de l'eau à partir de la décennie 1970. La Banque dominait le lot des organismes des Nations Unies par la qualité de ses projets, étudiés dans l'extrême détail de l'efficacité économique. Les dossiers de projet dépassaient, de loin, la centaine de pages. J'en tirais le meilleur profit. Après la Zambie, elle m'invita au Malawi, autre pays à pléthore d'eau, pour contribuer à la conception d'un projet hydro-agricole de la vallée du Shire, crédité de 10,5 millions de dollars EU.

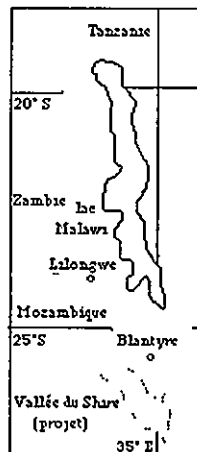


Fig. 18 Le Malawi et la zone du projet

L'objectif visait la mise en valeur d'un périmètre irrigué dépassant 50.000 hectares consacrés essentiellement au coton et au maïs, et, collatéralement à la production annuelle de 1.500 tonnes de poisson séché. Le rapport sur le potentiel des ressources en eau, leur usage et leur aménagement comporta une trentaine de pages et deux cartes (potentiel + usage et aménagement). L'eau est traitée à parité entre eau superficielle et souterraine. L'irrigation à grande échelle par forages est également recommandée, afin de jouer le rôle de drainage de l'irrigation superficielle, trop souvent négligé. Le sujet de l'eau potable pour 16.000 fermiers fit partie du projet. En concevant ce type de projet, l'auteur se posait en architecte de l'eau.

### L'eau des Amériques

De prime abord, elle paraît abondante. Seulement, deux pays développés, États-Unis et Canada, occupent l'Amérique du Nord et ne posent aucun problème hydrique requérant une assistance étrangère.

#### *Amérique centrale*

Région hospitalière de la planète au climat humide, elle abrite une quantité de petites nations, à l'exception du Mexique qui possède une zone aride notable. Le PNUD dut résoudre un problème plus politique que technique auprès des petites nations. Une rivalité constante existait dans la propriété foncière entre les *haciendas*, grandes exploitations rurales et le petit paysan. L'auteur intervint, avec un succès limité à l'eau potable des villes, au San Salvador et au Guatemala, dès 1961. L'administration du PNUD associait les Antilles à l'Amérique centrale.

#### *- Antilles*

La décolonisation battit son plein durant la décennie 1960. L'auteur fut chargé de la Jamaïque, île dotée d'un magnifique système karstique sur la côte nord. Concilier un grand respect de l'environnement très attractif pour le tourisme, avec l'aménagement hydraulique nécessaire, telle apparut la principale difficulté rencontrée par l'hydrologue.

Par ailleurs, l'auteur reçut la responsabilité de Haïti, décolonisée en 1804 puis séparée de la République dominicaine en 1843. Le pays subissait



depuis lors, une constante décrépitude quand le PNUD décida, en 1961, de relancer son développement, tandis que le président Duvalier, médecin de campagne, maintenait le pays sous l'emprise de la négritude et que les États-Unis imposait leur embargo. L'effort porta sur le département du nord-ouest (Gonaïves) pour y introduire l'irrigation sur 15.000 hectares à partir d'eaux superficielle et souterraine. Cette dernière fournit le supplément indispensable pendant l'étrange saison sèche novembre-avril de cette île tropicale. Le PNUD, avec l'aide de l'auteur, poursuivit son effort de développement sur le département du sud-ouest afin de maintenir en survie la sympathique population d'une nation durement touchée par la pauvreté.

### *Amérique du sud*

#### *- Brésil*

Le cycle hydrologique de notre planète gratifie cette nation du quart de son volume d'eau annuel. Ce privilège incita peut-être le gouvernement à créer en 1966, avec l'aide du PNUD, un centre d'hydrologie appliquée à Porto Allegre à l'Institut de recherche hydraulique de l'université fédérale de Rio Grande do Sul. Il assure non seulement la formation mais encore un service de consultation qui exonère le pays de l'assistance étrangère. La réussite de cette opération conduisit le PNUD à prolonger son assistance jusqu'en 1973.

A la même époque (1966), le PNUD accorda un projet de 1,5 million de dollars EU pour l'étude hydrologique du bassin supérieur du Paraguay, alias Pantanal (marécage, en portugais), aux confins du Mato Grosso, plateau dépendant du bassin de l'Amazone. Le Pantanal constitue une vaste cuvette de 120 km de diamètre creusée dans un socle imperméable, recouvert d'alluvions épaisses de 50 à 200 mètres. La galette perméable couvre 130.000 km<sup>2</sup> et reçoit plusieurs cours d'eau dont le débit cumulé provoque une crue de 5 à 10 mètres de hauteur. Celle-ci s'amortit par infiltration de l'eau dans les alluvions. La vaste superficie de marécage varie donc considérablement suivant les saisons et les lieux. Le fleuve Paraguay, émissaire du Pantanal, écoule 30 milliards de mètres-cube par an. Le but du projet consiste à trouver le juste équilibre entre les deux principaux usages envisagés, irrigation et navigation. L'eau souterraine, en comparaison, jouera un rôle mineur, limité au Pantanal pour l'eau potable

des *haciendas* et, le cas échéant, pour l'abreuvement du cheptel. En fait, les objectifs concerneraient, sans ordre de priorité : annonce et prévention des crues par stations automatiques, irrigation, élevage, étude d'aménagement hydraulique. Ce projet passionnant exigea une hydrologie de précision.

- *Ouverture de l'Amazone au développement*

Une tâche moins plaisante attendait l'auteur, en 1972. Pour la première fois le gouvernement du Brésil sollicitait l'assistance du PNUD pour le développement du bassin de l'Amazone, jusqu'alors jalousement protégé. Car, l'équatoriale forêt amazonienne constitue, à juste titre, le poumon de la planète pour la régulation du gaz carbonique (CO<sup>2</sup>). J'accomplis une mission préliminaire d'exploration des faits (*fact finding mission*), en compagnie du Dr. Mualdo Fernando Bonnhausen de Faria, haute autorité du Sous-Secrétariat de Coopération Internationale économique et technique. Nous visitâmes Belem, sur le Tocantins (2.640 km), fleuve voisin de l'Amazone à son embouchure, Manaus, au milieu du fleuve Amazone (6.400 km) et Brasilia.

Le bassin hydrographique international du plus important fleuve du monde par son volume couvre 7 millions de Km<sup>2</sup> et appartient à sept pays : Brésil (60%), au centre, Bolivie, Pérou, Équateur, Colombie, Venezuela, Guyane, situés à la périphérie. Le bassin brésilien en occupe 4 millions de Km<sup>2</sup>. Le fleuve le traverse d'ouest en est, sur 3.000 km, à la verticale de l'équateur, entre l'altitude 90 mètres et le niveau de l'océan. Il s'arroge toutes les exceptions. Il possède le plus faible gradient mondial. Deuxième en longueur après le Nil, mais, de loin, le premier du monde en volume annuel. Grâce à une active subsidence, l'une des plus fortes du monde, le bassin a accumulé 4.000 mètres de terrains récents. La hauteur d'eau du fleuve, en période de crue, peu atteindre normalement 20-25 mètres, voire 80 mètres en certains endroits. L'ouverture de l'embouchure dépasse 300 km de largeur. Le fleuve s'écoule sur une largeur moyenne de 2 km, mais le lit de crue, par épandage de l'inondation atteint 30, voire 80 km de large. Il possède un double régime d'écoulement en fonction des deux saisons de pluie subies. La pointe de crue survient en juin, sur les affluents de l'hémisphère sud, en juillet-août, soit deux mois plus tard; sur ceux du nord. Le niveau du fleuve varie de 6 à 13 mètres, selon les années et exige des docks flottants dans les ports fluviaux. Cette fluctuation de grande

amplitude crée, chaque année, une vaste zone (*varzeas*) vouée à l'agriculture et à l'élevage. La marée océanique remonte le fleuve sur 900 km et forme barrage sur les affluents. Par conséquent, le niveau de la nappe phréatique monte et provoque une zone marécageuse de 6 millions d'hectares, alors que les marécages continentaux n'en couvrent que 2 millions. Le réseau navigable s'étend sur 50.000 km, mais varie selon les saisons. Les grands navires peuvent remonter l'Amazone sur 4.000 km, au-delà d'Iquitos, au Pérou.

L'auteur rencontra une trentaine de spécialistes brésiliens, concernés par l'ouverture de l'Amazone au développement. Il trouva partout appréhension et réticence devant une telle entreprise. Le souvenir hante encore sa mémoire des journées vécues dans la jungle de la forêt amazonienne des environs de Manaus, en compagnie du professeur Macheido, directeur de l'INRA (Institut de Recherches). Il en va de même des soirées passées à discuter avec lui, en tête à tête, sur les dangers d'une telle aventure. Finalement, nous nous résolûmes à concevoir un projet qui commandait une prudence justifiée. Car, pour la première fois, nous affrontions le bassin hydrographique le plus imposant et le moins exploré de la planète. De plus, le PNUD m'avait donné carte blanche pour une mission sans termes de référence (instructions écrites). Je proposais une mission d'identification par des spécialistes d'un projet d'étude hydrologique et climatologique du bassin national du fleuve Amazone à incorporer dans le premier plan de développement prévu pour trois ans par SUDAM, ("Superintendencia do Desenvolvimento da Amazônia"). La suite des projets de développement dépendrait surtout de l'opinion publique.

## L'eau de l'Asie

Elle se caractérise par une relative abondance couplée avec l'intensif usage d'une nombreuse population. Une zone aride d'un million de km<sup>3</sup>, s'intercale entre la Mongolie et la Chine sous la désignation de désert de Gobi.

### *Asie du sud*

#### *- Philippines*

Plus de 7.000 îles composent cet archipel. Il représente le plus bel exemple au monde d'hydrologie souterraine. Ses réservoirs naturels

réunissent plusieurs caractéristiques : ils forment le soubassement de dépressions créées par de grandes failles; une pluviométrie de 1.000 à 2.250 mm/an les alimente, complétée par l'infiltration des cours d'eau, les inondations, l'irrigation superflue; des sables fins à grossiers forment la roche-magasin, intercalée de lits d'argile. Une nappe phréatique, puissante d'une trentaine de mètres, existe dans toutes les plaines. Son niveau hydrostatique s'établit près de la surface du sol, à 2 mètres de profondeur. Cette situation particulière favorise l'utilisation de la pompe centrifuge, dite à axe horizontal, capable de puiser l'eau jusqu'à sept mètres de profondeur. L'industrie mit au point des pompes portables, peu coûteuses et faciles d'emploi. Le paysan conserve sa pompe à domicile. Il la transporte au lieu de travail, à chaque usage.

Les puits fournissent des débits moyens de 50 litres par seconde, ou supérieurs à 100 litres par seconde, par pompe à axe vertical avec un rabattement maximum de 25 mètres; par pompe centrifuge, ils délivrent 5 à 10 litres par seconde avec un rabattement maximum de 5 mètres; l'eau courante et la nappe phréatique sont en liaison étroite. Une nappe captive, sous-jacente à la nappe phréatique, se situe au-dessous de 50 mètres de profondeur et son plancher se trouve à 250 mètres de profondeur. Au-delà de 425 mm/an de précipitations, l'eau infiltrée reste acquise au stockage souterrain; la pression au sol de l'eau artésienne ne dépasse guère 5 mètres; son débit au sol atteint 20 litres par seconde. Le pompage d'un puits artésien peut délivrer de 30 à 200 litres par seconde par pompe à turbine ou 5 à 25 litres par seconde, par pompe centrifuge; la qualité de l'eau se situe entre 150 et 2.500 parts de sels par million (ppm). Les plus hautes valeurs conviennent encore pour le riz.

Une portion de 20% des 300.000 km<sup>3</sup>, de l'archipel possède des réservoirs souterrains. Les quatre plus importants se trouvent à Luzon et à Mindanao. Les deux îles détiennent 80% du potentiel d'eau souterraine de l'archipel. La stratégie d'irrigation par forages s'impose là (tubewell irrigation). Considérant qu'un centre-pivot de dimension courante (longueur du bras : 400 mètres) irrigue 50 hectares, le forage fournisseur d'eau, aux Philippines, permettra d'irriguer une aire double, cas exceptionnel à l'échelle mondiale. Une explication s'impose. En principe, le fonctionnement idéal du centre-pivot exige un débit d'alimentation en eau de un litre par seconde et par hectare. Le centre-pivot le plus courant irrigue 50 hectares. Il doit donc disposer d'un débit d'alimentation de 50

litres par seconde. En général, ce débit reste difficile à obtenir par un seul forage ou puits, de par le monde, surtout en zone aride. Or, aux Philippines, il n'est pas rare d'obtenir plus de 100 litres par seconde en un seul forage ou puits, c'est-à-dire le potentiel d'irrigation de 100 hectares capable d'alimenter deux centres-pivots. Or, les États-Unis venaient d'inventer le centre-pivot (1960), appareil d'irrigation idéal pour l'exploitation de l'eau souterraine (tubewell irrigation). Cet instrument très efficace pour la pratique de ce type d'irrigation n'avait pas encore vu le jour aux Philippines.

La politique locale d'irrigation pratiquée jusqu'en 1968 portait sur l'eau de surface, sous l'influence de l'U.S. Corps des Ingénieurs, fervent spécialiste et amateur de la construction des grands barrages. Le périmètre irrigué variait de 700.000 à 800.000 hectares selon les années. L'irrigation par l'eau souterraine demeurait une alternative négligée (66.000 hectares) pratiquée seulement par le secteur privé. Au cours d'un long entretien avec le président Marcos, l'auteur l'informa sur la richesse exceptionnelle en eau souterraine des grandes îles et expliqua l'inanité d'une irrigation par eau de surface, pratiquée plus par tradition que par connaissance réelle du terrain. D'autant qu'elle favorisait la saturation des sols, préjudiciable aux cultures, et entraînait des frais de drainage. Il ajouta que l'eau souterraine suscitait la ferveur populaire parce qu'elle se trouvait plus proche de l'individu, que son aménagement coûtait quatre fois moins cher que l'aménagement hydraulique des eaux de surface et que la productivité s'en trouvait accrue et bénéfique. Cette rencontre cruciale porta ses fruits.

Elle valut, aussi, une altercation mémorable avec le représentant de l'U.S. Corps des Ingénieurs qui voyait s'éteindre brusquement une durable politique de construction de barrages-réservoirs. La pluviométrie locale (1.000 à 2.250 mm/an) infligeait au pays une telle surcharge d'eau qu'il convenait de l'évacuer le plus rapidement possible à la mer, au lieu de la stocker. Car, se créait le problème supplémentaire et onéreux du drainage imposé par l'excès d'eau d'irrigation. La méconnaissance du potentiel exceptionnel d'eau souterraine avait entretenu cette stratégie hydraulique erronée.

*- Inde, Pakistan, Bangladesh, Népal*

La décolonisation britannique de 1947 découpa l'union indienne en Inde et Pakistan islamique, comportant le territoire oriental du Bengale,

devenu un troisième État (Bangladesh), en 1971. Elle engendra ainsi le lieu le plus dramatique de l'hydrographie internationale. Auparavant, l'Himalaya, en fond de décor, dominait la scène de l'Union indienne. Ses trois grands fleuves, Brahmapoutra, Ganges, Indus, et leurs affluents l'arrosaient. Seul, le Népal partageait le haut bassin de quelques affluents du Ganges. Maintenant, quatre États se disputent partiellement les eaux des trois grands bassins hydrographiques. L'auteur intervint sur ces incongrus partages politiques de cours d'eau.

En 1963, l'Inde requérait l'assistance du PNUD pour l'irrigation de la plaine du Teraï conquise par les Britanniques, en 1814, sur le Népal. Les cours d'eau traversent les trois chaînons népalais des monts Siwaliks, dernier refuge du tigre royal, avant d'atteindre la plaine où l'eau superficielle et l'eau souterraine sont au rendez-vous. Le PNUD exigea d'accorder son assistance à la condition d'établir un accord entre Inde et Népal sur la répartition de l'eau. Cet accord se conclurait durant l'exécution du projet. La clause imposée figura dans un paragraphe spécial du plan d'opération, faisant de cet accord, une obligation. L'opération fonctionna correctement. La plaine du Teraï possède maintenant un périmètre d'irrigation mixte par eaux superficielle et souterraine (tubewell irrigation).

Un affluent important de l'Indus, le Sutlej, 1.600 km, l'une des cinq rivières du Punjab (Inde et Pakistan), prend naissance dans le Tibet, traverse la chaîne de l'Himalaya occidental, puis l'Inde, au sud d'Amritsar, pénètre au Pakistan, au sud de Lahore, et conflue avec l'Indus près de Sukkur. Les faiseurs de frontières de 1947 tronquèrent ainsi le cours d'eau du Sutlej entre l'Inde et le Pakistan.

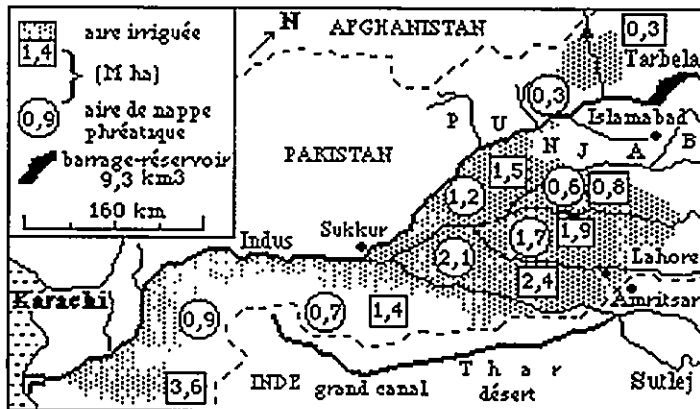


Fig. 19 Système d'irrigation de l'Indus

Le système d'irrigation du bassin de l'Indus au Pakistan représente une énorme contribution artificielle au remplissage du réservoir d'eau souterraine grâce à un système de quelque 60.000 km de canaux situés dans la région en pointillé. Les chiffres dans les carrés, dans les régions avec des canaux, représentent en millions d'hectares les surfaces de terres touchées par le système de canalisation, et les chiffres dans les cercles montrent en millions d'hectares les zones présentant des ressources d'eau souterraine utilisable. La construction a commencé en 1860. L'infiltration de l'eau des canaux dans le sol a fait monter progressivement le niveau hydrostatique à tel point que l'eau souterraine empêchait finalement l'agriculture. Le système est maintenant géré de telle façon qu'une partie de l'eau souterraine est délibérément pompée pour l'irrigation.

En 1962, les Nations Unies demandèrent à l'auteur, accompagné du géologue John Auden, frère du célèbre poète, d'explorer le potentiel en eau souterraine de la vaste région de Thar, désert du Rajasthan, afin d'y accroître l'irrigation prévue par le grand canal dérivant la part indienne des eaux du Sutlej vers le désert du Rajasthan. L'exploration de l'eau souterraine démontra un potentiel médiocre, insuffisant pour pareille entreprise. Ils proposèrent le prolongement du grand canal vers le sud et une augmentation du volume d'eau dérivée du Sutlej. A leur grande surprise, le concept plût et se négocia favorablement. Désormais, un canal de 700 km dérive en partie les eaux du Sutlej et transforme le paysage du désert indien du Thar (fig. 19).

L'Etat du Rajasthan, au nord-ouest de l'Inde, reçoit une pluviométrie de 780 mm par an, acquise essentiellement en trois mois de mousson (juillet-septembre). De fréquentes sécheresses et famines frappaient mortellement un État de 20 millions d'habitants en 1966. Le prolongement du grand canal d'irrigation vers le sud était en voie d'achèvement, à l'ouest de l'Etat. Un second périmètre d'irrigation à partir de la rivière Chambal, à l'est, entrepris en 1961, devait irriguer 300.000 hectares au Rajasthan et autant dans l'Etat voisin de Madhya Pradesh. Au total, le périmètre d'irrigation du Rajasthan atteindrait 2 millions d'hectares, en 1968. Situation satisfaisante pour vaincre les famines. Cependant, de sérieux problèmes d'irrigation apparurent dans le périmètre d'irrigation du Chambal : remontée de la nappe phréatique (*waterlogging*) à la suite d'infiltration par les canaux d'irrigation en terre, salinisation du sol, plantes aquatiques. L'auteur, à la tête d'une mission, sélectionna un secteur de 5.000 hectares et

un plot de 400 hectares, dans le périmètre irrigué pour servir de projet-pilote afin d'étudier les remèdes à apporter afin d'établir un plan directeur d'usage et de gestion efficace de l'eau et du sol, valable pour le périmètre d'irrigation du Chambal.

- *Excès d'irrigation dans l'Indus*

Le périmètre de l'Indus (fig. 19), le plus grand système d'irrigation du monde, couvre plus de dix millions d'hectares. Il se développa dans le bassin du fleuve, au cours du XIX<sup>e</sup> siècle. Un réseau de 60.000 km de canaux au Pakistan surmonte un immense réservoir d'eau souterraine, dont la nappe phréatique, étalée sur 16 millions d'hectares et sur une tranche de 350 mètres d'épaisseur. La partie supérieure contient de l'eau de grande qualité (0,7 g / litre) en contraste avec la couche d'eau inférieure salée à 6 grammes par litre ou 6.000 ppm<sup>(46)</sup>. Les pertes des canaux d'irrigation réalimentent continuellement le réservoir. Cette recharge artificielle, estimée à 17 kilomètres-cube d'eau par an, en 1965, se comparait avec les 8 kilomètres-cube d'alimentation naturelle. L'entrée d'eau supplémentaire provoquait une hausse progressive du niveau hydrostatique de la nappe de 30 cm par an. Celle-ci émergeait dans de nombreuses zones de la vallée, créant des marécages (*waterlogging*) et des problèmes de salinité du sol, nuisibles à une bonne production agricole.

Un groupe de l'Université Harvard, conduit par le professeur Revelle, conseiller du président des États-Unis, étudia cette situation, au cours de la décennie 1950, sous l'égide d'un projet de la Banque Mondiale. Ses membres proposèrent d'utiliser l'eau souterraine pour l'irrigation et pour la gestion de l'eau. L'auteur pratiquait cette méthode au Maroc, à la même époque. Une partie du plan consistait à extraire l'eau souterraine pendant 30 ans comme un minerai, en exploitation minière (*mining*), afin d'abaisser le niveau hydrostatique et de réduire le problème de salinité des sols. L'eau ainsi pompée devait être mélangée avec l'eau du canal afin de maintenir un niveau acceptable de salinité au droit des racines des plantes irriguées. En outre, l'eau exhaurée du réservoir inférieur d'eau souterraine devait être transportée jusqu'à la mer par des canaux.

---

46) Pour mémoire, l'eau de mer contient 35 grammes de sel par litre.



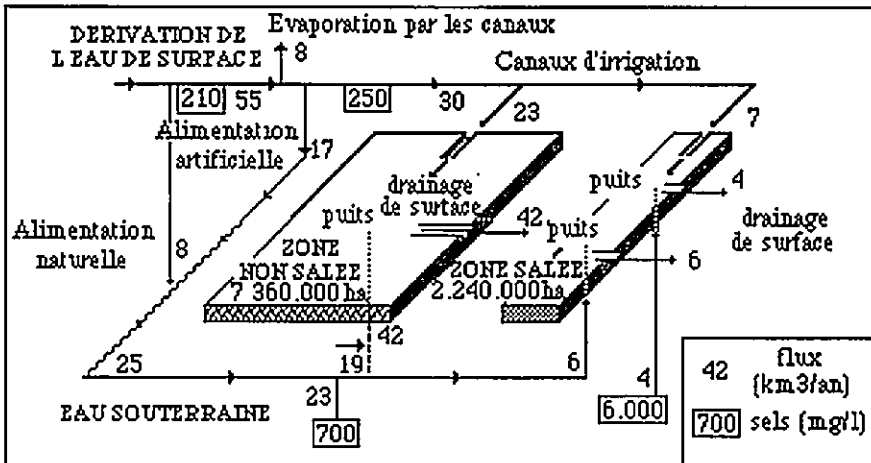


Fig. 20 Gestion de l'eau de la vallée de l'Indus

La gestion de l'eau de la vallée de l'Indus est représentée ici schématiquement selon la conception de Harold A. Thomas, Jr., et Robert P. Burden, de l'Université de Harvard. Les chiffres associés à des flèches indiquent l'écoulement de l'eau en kilomètres-cube par année. Les chiffres dans les rectangles représentent (en milligrammes par litre) la concentration de l'ensemble des solides dissous dans l'eau, et indiquent donc le taux de salinité. L'ensemble des 9,6 millions d'hectares de terres irriguées est divisé en zone salée et zone non salée parce que la gestion des canaux diffère. La quantité d'eau pompée de la couche supérieure des réservoirs souterrains est supérieure à la recharge annuelle, ce qui permet d'abaisser le niveau hydrostatique qui s'était élevé pendant le siècle écoulé. Le résultat de ces actions est de diminuer le problème des zones marécageuses et de salinité du sol qui faisaient obstacle à l'agriculture. Par ailleurs, l'utilisation d'eau souterraine pour l'irrigation a permis une expansion considérable de la zone agricole.

L'eau, piégée par le système de l'Indus à partir du cycle hydrologique au cours du siècle écoulé et stockée dans les réservoirs souterrains, représente aujourd'hui un volume d'eau utilisable d'environ 400 kilomètres-cube stockés dans les 30 mètres supérieurs du réservoir aquifère sous-jacent à la zone irriguée. L'eau a subi une extraction minière (*mining*) au moyen d'un système de forage d'eau appelé localement "*tubewells*". La plupart d'entre eux furent forés par l'entreprise privée jusqu'à une

profondeur d'environ 30 mètres; ils exhaustent l'eau au débit de 30 litres/seconde. Les forages tubés installés par les agences gouvernementales descendent jusqu'à une profondeur de 70 mètres et débitent un volume d'eau de 120 litres/seconde.

Le résultat de ces activités est que l'eau souterraine, fortement subventionnée par la réalimentation artificielle, participe pour un tiers à l'alimentation en eau de la région et a rendu possible une extension de 4 millions d'hectares de la surface du terrain à partir desquels les plantes pouvaient être moissonnées. Chaque hectare de terre irriguée pourrait aussi bénéficier d'un fond de réserve de 40.000 mètres-cube d'eau utilisable, stockée dans les réservoirs au cours du siècle écoulé. L'exploitation par forages (*tubewells*) de cette eau stockée permettrait soit une expansion annuelle de la superficie cultivée ou une garantie de totale irrigation durant les périodes de sécheresse sévère ou durant les quelques années de pluie minimale. Au prix de 1977, le réservoir d'eau souterraine peut produire un kilomètre-cube par an d'eau utilisable par an pour environ 20 millions de dollars, tandis que le même volume d'eau piégé à partir du cycle hydrologique par un barrage-réservoir coûterait 100 millions de dollars.

La mégalomanie, folie des grandeurs, atteignit les ingénieurs de barrage, manipulateurs du ciment pour béton, vers la moitié du XX<sup>e</sup> siècle. Le barrage-réservoir de Tarbela représente le record mondial du plus grand volume de matériaux de construction. Avec ses 120 millions de mètres-cube, il fait figure de géant par rapport au grand Coulee sur le Colorado (3<sup>e</sup> mondial avec 8 millions) et la pyramide de Chéops (2,5 millions), le géant de 5.000 ans. Pour ne rien cacher, Tarbela coûta très cher, non seulement à la construction, mais encore à la réfection, car il connut des mésaventures qui créèrent des céphalées et des dépenses à la Banque Mondiale.

A titre de diagnostic hydrologique, la mousson rythme durant trois à quatre mois, la vie agricole et la sécurité alimentaire de cette vaste région à démographie inquiétante. Elle pénètre, au printemps, par le sud-est et se propage vers l'ouest tandis que son abondance et sa régularité décroissent. Elle ne parvient pas tous les ans jusqu'au Punjab. Famine et mort s'ensuivent alors. Hydrologues et agronomes redoublèrent d'effort pour supprimer le fléau à partir de la décennie 1961. Les uns développèrent l'aménagement hydraulique de l'eau souterraine, particulièrement

abondante, et l'irrigation par forages (*tubewell irrigation*). Les autres sélectionnèrent des plants de riz à épis à grains abondants. Une véritable révolution verte s'ensuivit vers la décennie 1971 avec éradication des famines mortelles. L'aménagement hydraulique de l'eau superficielle alla de pair. Car, cette révolution verte exigeait une irrigation intensive. En contrepartie, le drainage dut se développer, car les sols très perméables de cette région du globe facilitent la percolation de l'eau. Par conséquent, le niveau hydrostatique des nappes phréatiques remonte et provoque les calamités d'excès d'eau dans les sols (*waterlogging*) et de salinisation. Après six missions, l'auteur considère résolus les problèmes liés à la révolution verte, durant la période 1961-79, concomitante avec une démographie galopante, de 560 à 870 millions d'habitants dans cette région du globe. L'Inde seule, partie de 440 millions d'habitants, en 1960, atteignit le milliard en 2000.

- *Sri Lanka (Ceylan en cingalais)*

Cette île, séparée de l'Inde par un détroit profond de 15 mètres seulement, et située près de l'équateur, mérite une mention particulière en hydrologie et aménagement hydraulique. L'auteur, alla de l'Inde à Ceylan, en 1962, pour une mission d'apparence anodine. L'île de 9 millions d'habitants, célèbre pour ses pierres précieuses, requérait l'assistance technique du PNUD dans le domaine de l'eau souterraine pour l'alimentation en eau de ses exploitations minières. Le chaleureux accueil par le gouvernement s'éleva jusqu'à la présidence de la république socialiste démocratique. J'y rencontrai la présidente Madame Bandanaraiké, qui venait de succéder à son époux, assassiné deux ans auparavant.

Dès le premier entretien autour d'une tasse de thé, elle découvrit que mon expertise s'étendait au-delà de l'eau souterraine. Sa préoccupation principale était le développement hydro-agricole du plus grand bassin hydrographique de l'île, le Mahaweli Ganga, qu'elle me proposa de visiter. J'y découvris le plus fabuleux site archéologique d'aménagement hydraulique de ma carrière. Il se caractérise par la présence sur la moitié nord-est de l'île d'immenses lacs collinaires, construits plus de deux mille ans auparavant. Ces lacs artificiels incitent à la modestie. Ils parsèment l'immense plateau qui domine l'île d'un millier de mètres environ. L'île culmine à 2.500 mètres vers le sud. Cette découverte éveilla chez

l'hydrologue l'idée extraordinaire de concevoir le développement intégral du Sri Lanka selon cette technique bimillénaire. Je m'en ouvris à la présidente de la République qui acquiesça. Pour préparer le terrain vis-à-vis du PNUD, je revins à New York avec deux requêtes, l'une pour l'eau souterraine liée aux exploitations minières, l'autre pour l'étude de développement du bassin hydrographique du Mahaweli Ganga. Elles furent acceptées par le PNUD qui retint l'idée de servir de base à la mise en valeur socio-économique du Sri Lanka.

Une visite à la Banque Mondiale à Washington permit d'expliquer la situation et de recevoir l'accord de principe de son suivi pour les prêts d'investissements. La Banque suggéra même que le PNUD prépare un projet de pré-investissement pour le développement intégral du Sri Lanka. L'auteur forma une mission de formulation d'un tel projet et retourna au Sri Lanka, à la plus grande joie de la présidente. La mission formula un projet de quatre ans, en deux phases. La première assurerait la réfection du système hydraulique bimillénaire, la compléterait par la construction de trois grands barrages-réservoirs, dotés d'installations hydroélectriques. La deuxième porterait sur l'aménagement de l'irrigation, de l'eau potable et des usages industriels de l'eau.

La mission de formulation, sous l'influence pressante de la présidente, conçut un projet de pré-investissement qui correspondait en tous points, aux désirs de la Banque Mondiale. En fait, il contenait, en germes, le développement socio-économique de toute l'île. Ainsi, une population de dix millions d'habitants, en 1961, devint vingt millions en 2000, dans une prospérité appréciable. Cette population, formée de Cinghalais d'origine indo-européenne, de Tamils, de Burghers, métis entre indigènes et Hollandais ou Portugais, bénéficia de circonstances exceptionnelles, au départ, puisqu'il s'agissait simplement d'aider l'exploitation des pierres précieuses en développant l'eau souterraine. Bel exemple à méditer !

### *Asie du nord*

#### *- Corée du sud*

D'une autre manière qu'au Sri Lanka, l'eau déclencha le développement socio-économique du pays grâce à l'eau souterraine. Le climat de la Corée du sud, comme celui du Japon, dépend de la zone

tempérée. La pluviométrie annuelle dépasse les 1.000 mm et atteint 1.450 à l'île de Cheju, au sud-est. Il pleut tous les mois de l'année, mais plus en été (juin-septembre), moins en hiver. C'est pourquoi les Coréens parlent d'un été humide et d'un hiver sec, émaillé de fréquentes sécheresses quand la pluie se fait très rare, tous les quatre ou cinq ans, en décembre et janvier, période cruciale des pépinières de riz. Seule, l'eau souterraine peut apporter remède à pareille situation. D'autant qu'une pluviométrie supérieure à un mètre par an sur des sols asiatiques particulièrement infiltrants garantissent une eau souterraine prospère.

Aussi, le PNUD donna instruction à l'auteur de procéder à une mission exploratoire de la Corée du sud (*fact finding mission*), durant trois semaines en 1967. Ce pays, de 100.000 km<sup>3</sup>, (10 millions d'hectares), en consacre le cinquième (2 millions d'hectares) à l'agriculture, dominée par 1,3 million d'hectares de riziculture. Guère plus de la moitié (700.000 hectares) était irrigué, à l'époque. La dure sécheresse hivernale de 1965 provoqua la requête adressée au PNUD pour assistance dans le domaine de l'eau souterraine. Celle-ci dépendait de trois organisations gouvernementales : l'Union des Associations d'amélioration de la terre (ULIA), le Service géologique et le Bureau des Ressources d'eau. ULIA reçut la charge d'organiser une mission d'une vingtaine d'ingénieurs et spécialistes des trois organismes. Cette mission accompagna l'auteur durant dix jours dans la visite des neuf provinces du pays afin de préparer un projet d'exploration et d'aménagement hydraulique de l'eau souterraine pour développer l'irrigation par forage (*tubewell irrigation*). Ce pays donna à l'auteur le meilleur exemple d'organisation rencontré dans un pays en développement. Tous les membres de la mission expliquèrent parfaitement le terrain à l'auteur et se comportèrent, d'autre part, en excellents étudiants de l'eau souterraine trop longtemps négligée dans leur pays.

Le projet se conçut pour doter le pays d'un complément de 700.000 hectares de riziculture à irriguer par l'eau souterraine. L'effort essentiel porterait d'abord sur une aire de 400.000 hectares à partir de 1973, qui s'accroîtraient au fil des ans jusqu'à irriguer totalement le périmètre rizicole. La portion de riziculture déjà irriguée par l'eau de surface recevrait aussi une dotation de forages capable de compenser les deux mois de sécheresse sévissant parfois au moment des pépinières. Le projet s'accomplit parfaitement, selon les règles de l'art.

Un quart de siècle plus tard, l'auteur suivait à la télévision les championnats mondiaux de football qui avaient lieu, partiellement, en Corée du sud. Celle-ci lui apparut complètement transformée par le progrès. Conscient de l'expérience acquise en cours de carrière, il comprit que le complément d'eau souterraine apporté à partir de la décennie 1970 avait grandement favorisé le miracle constaté. Ce capital d'eau gisait, méconnu, depuis des siècles. L'intervention de 1967 avait permis enfin d'en percevoir les intérêts. La Corée du sud, par le zèle et l'efficacité de ses élites, en avait conforté l'accomplissement.

### L'eau de l'Europe

Certaines nations firent preuve de modestie en requérant l'assistance du PNUD dans le domaine de l'aménagement hydraulique de l'eau souterraine et de sa contribution notoire dans l'aménagement hydraulique à l'échelle nationale.

#### *Espagne*

Non loin du Maroc où avait pris naissance l'utilisation conjointe des eaux superficielle et souterraine, l'Andalousie d'origine mauresque avait suivi avec un intérêt compréhensif les avantages acquis par cette méthode. Sachant que l'équipe spécialiste avait rejoint le PNUD, le gouvernement espagnol demanda, en 1964, son assistance pour l'aménagement hydraulique complet (eau superficielle et souterraine) du bassin du Guadalquivir (de Oued El-kebir, le grand cours d'eau, en arabe). Satisfait des avantages acquis par cette collaboration, le gouvernement maintint sa relation avec le PNUD jusqu'en 1973.

#### *- Bassin du Guadalquivir*

L'exploration de l'eau souterraine constituait l'objectif essentiel du projet. Trois régions présentèrent les caractéristiques nécessaires à leur aménagement hydraulique : les Marismas, delta du fleuve entre Huelva et le rio Guadalete; la Vega de Grenade, de part et d'autre du rio Genil, affluent principal; Guadania menor, plateau aride autour de Guadix-Baza. Un second projet s'ensuivit, concernant l'aménagement hydraulique de l'eau souterraine en complément de l'hydraulique de surface. Il devait déterminer

le volume exploitable et préparer un programme économique de développement de l'irrigation par forage (*tubewell irrigation*).

Sur les 6.500 Mm<sup>2</sup> annuels du Guadalquivir, 3.000 Mm<sup>2</sup> d'eau superficielle, régularisée par 26 barrages-réservoirs, irriguent 300.000 hectares. Un volume de 1.000 millions de mètres-cube (Mm<sup>2</sup>) par an d'eau souterraine mise en évidence par le projet, permet l'irrigation de 170.000 hectares, soit 57% supplémentaires. La construction de 9 autres barrages-réservoirs ajoutera 200.000 hectares. Ainsi, le bassin disposera d'un périmètre irrigué supérieur à 670.000 hectares, car les réserves d'eau souterraine estimées à 15.000 Mm<sup>2</sup> représentent un facteur important de modulation.

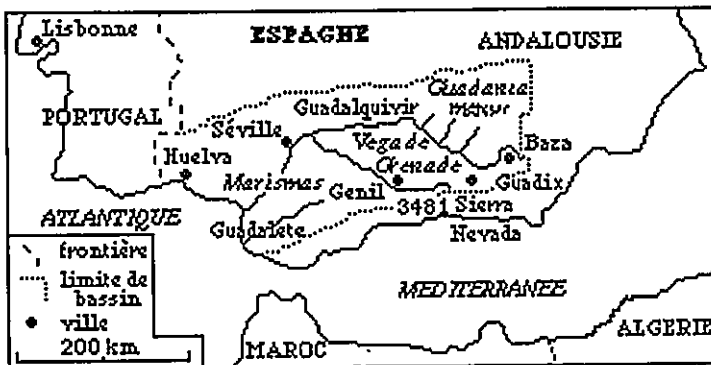


Fig. 21 Bassin du Guadalquivir et régions sélectionnées (en italique)

#### - Archipel des Baléares

Les Baléares, entièrement orientées vers le tourisme, atteignait une situation hydrique critique, en 1968, surtout dans l'île de Majorque, la principale des quatre îles de l'archipel. Celle-ci bénéficie d'une pluviométrie de 600 mm/an. L'infiltration évaluée à 600 Mm<sup>2</sup> par an l'emporte sur le ruissellement de 200 Mm<sup>2</sup> par an dont une part rejoint l'infiltration qui se produit dans des calcaires karstiques. La solution réside dans l'aménagement hydraulique de l'eau souterraine. Or, dans la législation espagnole, seule l'eau de surface est domaniale. L'eau souterraine est de propriété privée. Et à Majorque, elle constitue 80% de la ressource d'eau. D'où est né un grand commerce d'eau. A l'époque, il

existait 200 sondeuses pour l'eau, plusieurs centaines de commerçants d'eau et plus encore de camions-citernes.

Le gouvernement demandait une assistance du PNUD. En raison du caractère privé de l'eau souterraine, l'auteur offrit une simple consultation. Il suggéra trois étapes :

... dans l'immédiat et dans l'urgence (2 ans), l'exploitation de l'eau souterraine dans le nord, dépourvu de propriétés privées, avec assistance d'un modèle analogique pour rechercher la solution optimale d'exploitation,

... construction de 2 barrages-réservoirs dans la sierra du nord d'une capacité totale de 12 millions de mètres-cube en trois ans, sur un programme déjà établi de 6 barrages-réservoirs dont les sites étaient reconnus,

... en fonction des deux types d'aménagement hydraulique pilote, dégager la solution finale d'aménagement.

#### *- Archipel des Canaries*

Les Canaries, archipel de sept îles, firent l'objet, en 1965, d'une requête d'assistance technique du PNUD de la part du gouvernement d'Espagne pour l'étude scientifique des ressources d'eau de l'archipel. Un délai de cinq ans intervint avant l'approbation de ce projet afin de bien définir l'objectif final. Il apparut, enfin, en 1969. Sur les deux principales îles, les plus peuplées : Gran Canaria et Ténériffe, et, dans une moindre mesure La Palma, la demande d'eau dépasse largement les ressources existantes. La planification de l'usage de l'eau devait comprendre la possibilité de création de ressources non-conventionnelles, notamment le dessalement de l'eau de mer et l'usage de l'énergie géothermique, abondante à Lanzarote.

Les résultats du projet se révélèrent très intéressants sur le plan technique. Le comportement de l'eau en terrain volcanique reste une discipline peu connue, car l'expérience dans le monde est encore clairsemée. Le cas des îles Canaries mériterait une diffusion mondiale de la part du PNUD qui a rassemblé là l'expérience acquise depuis plus d'un siècle. De même, la proposition des choix pour une politique de l'eau à un moment crucial de la vie des îles constitue une expérience rare. Faut-il



maintenir une politique de développement agricole avec production de fruits tropicaux fort appréciés à l'exportation ? Faut-il privilégier le tourisme sur des îles très attractives ? Peut-on concéder aux Canariens une large autonomie de décision politique ? Les relations entre PNUD et Gouvernement en fin de projet se tendirent en raison des réponses pertinentes et désintéressées des experts internationaux à ces graves questions. L'auteur reçut toujours un accueil privilégié de la part de tous les membres espagnols. Il n'en fut pas de même, sur la fin, avec d'autres spécialistes étrangers. Néanmoins, l'étude scientifique des ressources en eau des trois îles : Gran Canaria, Ténériffe, La Palma parvint à ses fins. Gran Canaria bénéficia même d'un modèle analogique. L'étude se poursuivit pour les quatre autres avec les moyens du gouvernement, selon la méthode introduite par le PNUD. Les résultats de ce projet exceptionnel en hydrologie des terrains volcanique méritaient une diffusion internationale. Elle eut lieu sous forme d'un symposium organisé dans l'archipel. L'auteur ne connut pas la décision politique de l'Espagne en matière de priorité d'usage de l'eau accordée aux Canaries, car elle intervint bien après la fin du projet. Par ouï-dire, le dessalement de l'eau de mer assura l'eau potable nécessaire au tourisme et aux habitants.

Le dernier projet d'assistance du PNUD au Gouvernement d'Espagne concerna l'étude de la pollution de l'eau souterraine et de la protection de la péninsule contre cette calamité. La grande capacité des réserves, 200 milliards de mètres-cube sous une superficie de 100.000 km<sup>2</sup>, constitue un énorme potentiel d'eau potable pour une population qui atteindra bientôt 50 millions d'habitants. L'auteur ne suivit pas la supervision de ce projet qui connut le succès, paraît-il. Il marquait la fin de la collaboration Espagne-PNUD. Durant la décennie de coopération bilatérale avec le Gouvernement d'Espagne, le PNUD fonctionna avec les organismes suivants de contrepartie : Ministères des Travaux Publics, de l'Agriculture, de la Mise en valeur (Colonisation), des Mines et Industrie (Institut de Géologie).

## Grèce

### - Hydrologie karstique

Le PNUD s'appelait encore Fonds Spécial (*Special Fund*), en 1957, quand se formula en Grèce le premier projet d'une longue liste de projets

financés par cet organisme. Il s'intitulait «*Exploration de l'eau souterraine en terrain calcaire*». Un excellent collègue irlandais, Dr David Burdon et l'auteur établirent ce projet quand ce dernier dirigeait encore le Centre des Études Hydrogéologiques (CEH) du Maroc. Le premier dirigea ce projet en Grèce à partir de 1960. Le second le supervisa à partir de 1961, quand il rejoignit les Nations Unies. Le plus typique lieu de l'eau souterraine en terrain calcaire s'appelle Karst et se situe en ex-Yougoslavie. D'où le nom et l'adjectif *karstique* pour désigner un calcaire qui a subi la corrosion par l'eau et son enfouissement. Le projet grec reconnut que ce calcaire karstique constituait dans le bassin méditerranéen un important et fort utile réservoir d'eau souterraine. Son exploitation requérait la mise au point de techniques particulières. Le projet procéda à des études-pilotes d'hydrogéologie, des forages et pompages d'essai, notamment dans la région de Delphes (Parnasse), Argos, en Crête et à l'île de Céphalonie.

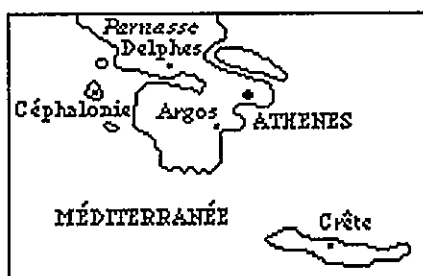


Fig. 22 Lieux d'études et d'essais

Le calcaire karstique contient des fractures ouvertes et des canalisations créées par la corrosion de l'eau en circulation et par son pouvoir de dissolution (perméabilité principale). La tectonique peut l'avoir cassé par des failles et/ou brisé par des diaclases. Elles seront remplies d'eau si le niveau hydrostatique recouvre le calcaire karstique (perméabilité secondaire). Le Dr. D. Burdon et N. Papakis, codirecteurs, étranger et national, du projet, rédigèrent en 1963 un excellent manuel en anglais (*handbook of karst hydrogeology*), établi en peu d'exemplaires<sup>(47)</sup>. Quatre chapitres traitent de la géologie du karst, de l'hydrochimie de son eau, de la formation et de la circulation de l'eau dans le karst y compris les sources sous-marines, des modes d'exploration et d'exploitation de l'eau du karst.

47) Se trouvent à l'Institut de géologie de Grèce, à la FAO à Rome et au PNUD à New York, 276 p., déc. 1962, Athènes.

Les sources sous-marines retiennent l'attention de l'auteur qui regrette que le PNUD n'ait pas donné suite à un projet de captage de ces sources au Liban. Car, le karst très développé sur le pourtour de la Méditerranée a donné naissance à de nombreuses sources sous-marines à fort débit. Elles gisent, inexploitées, à faible profondeur (- 30 mètres). Cela reste un des regrets de sa carrière aux Nations Unies.

Néanmoins, par ailleurs, le projet suggéra une innovation. Il fit mettre au point avec l'aide de Parsons, Californie, des nasses en plastique à tirer par remorqueur, dénommées vulgairement "saucisses", pour le transport d'eau potable dans les nombreuses îles grecques. Modernisées et agrandies, elles s'appellent, désormais, "méduses".

#### - Irrigation en Crête orientale

Sa mise en valeur impliquait, en 1966, l'irrigation conjointe par eaux superficielle et souterraine. Il fallait donc évaluer leur potentiel. Ce projet ressemblait au projet du Sebou (Maroc). Le PNUD désigna, plus ou moins, la même équipe de spécialistes. Plusieurs sites de barrages-réservoirs furent identifiés et étudiés. Trois d'entre eux furent sélectionnés pour construction. Les ressources importantes d'eau souterraine gisaient dans les calcaires karstiques, mal répartis par rapport aux plaines irrigables. Celles-ci se répartissent en plusieurs enclaves : Messara (15.000 ha), Ierapetra (2.000 ha), Lassithi (3.000 ha), Heraklion (6.000 ha) avec sa source vaclusienne d'eau douce d'Almyros, au bord de mer (débit : 300 Mm<sup>3</sup>/an), suffisante pour l'irrigation du dernier périmètre. Constat étrange, le potentiel en eau de la Crête orientale s'avère supérieur aux besoins d'irrigation, d'eau potable et industrielle.

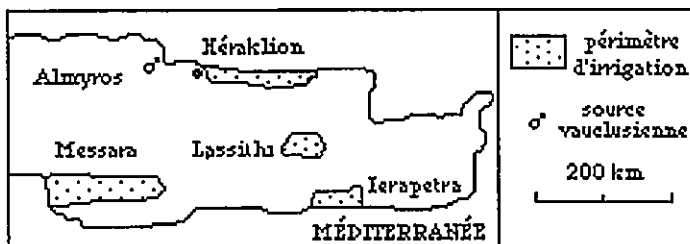


Fig. 23 Irrigation en Crête orientale

Ce projet, achevé en 1971, apparut comme une belle réussite de mise en valeur hydro-agricole intégrale, exploitant conjointement les eaux de surface et souterraine, méthode mise au point au Maroc, dans la décennie 1950.

### *Roumanie*

Le Gouvernement demanda, en 1965, l'assistance du PNUD pour l'irrigation de la Lunca du Danube. La Lunca désigne la vallée du fleuve formée d'alluvions déposées en terrasses, sur la rive gauche du fleuve. Ce dernier forme frontière avec la Bulgarie. Le lit majeur constitue la terrasse irrigable, non plus inondable parce que protégée par une digue. Comme la nappe phréatique se trouve à faible profondeur, l'irrigation par eau de surface aurait tôt fait de provoquer la remontée du niveau hydrostatique et de créer la saturation en eau des sols (*waterlogging*) et leur salinisation. C'est pourquoi, l'irrigation de la Lunca par l'eau souterraine fut préconisée par l'auteur, dès le début.

Une phase préliminaire de 30 mois permit de mettre au point la méthode et la profondeur de forages d'exploitation de l'eau souterraine (30 mètres). Les essais de débit démontrèrent le potentiel hydrique des forages (100 litres-seconde ou 360 mètres-cube par heure et par forage), potentiel jugé important et économique en nombre de forages à exécuter. Le débit d'exploitation choisi fut de 50 litres-seconde ou 180 mètres-cube par heure. Une deuxième phase se consacra à l'expérimentation de la mise en valeur sur une station-pilote de développement à Baneasa, 40 km au sud de Bucarest. Un programme d'exploration et d'exploitation de l'eau souterraine fut établi et réalisé en 1966-68. L'irrigation par l'eau de surface viendra en complément. En fait, deux stations-pilotes d'irrigation se mirent en place, l'une sur la terrasse du Danube pour irriguer 100 hectares, l'autre sur le plateau au-delà de la terrasse, pour 20 hectares. Les résultats se montrèrent conformes aux prévisions. Après 1968, les décisions du gouvernement visèrent la mise en valeur des 300.000 hectares de la Lunca, à l'aval de la station-pilote de Baneasa. Celle-ci se réalisa en une décennie. Belle opération stakhanoviste !

## Commentaires sur un vagabondage hydrologique à travers le monde

Ils recouvrent la décennie 1961-70. Cinquante deux nations ou régions sur les soixante dix déclarées en développement, reçurent ma visite à une ou plusieurs reprises. Cette statistique par nation traduit mal l'œuvre accomplie. Car, une nation peut comprendre plusieurs cas hydrologiques différents. En fait, les 52 nations visitées ont permis d'examiner 85 types différents d'hydrologie. Un ouvrage scientifique sur l'hydrologie de l'an 2000 mentionnerait, certes, plus d'une centaine de cas différents, afin de s'en tenir au précepte de Buffon : «*Accumuler des faits pour avoir des idées*». Il a suffi, dans ce vagabondage, de citer une quarantaine de cas, parmi les plus typiques. Ainsi se dégage une hydrologie inconnue de notre planète.

L'idée générale à retenir consiste à déclarer, en l'an 2000, que la ressource d'eau à aménager pour l'homme et ses animaux domestiques, comprend, à la fois, l'eau superficielle et souterraine. Une nation, en général possède les deux et se doit de les aménager selon une architecture nationale. Celle-ci se concevra et se gèrera, ensuite, avec souci de parcimonie. Le prix à payer assurera la bonne gestion. L'œuvre accomplie durant une décennie, en faveur du Tiers-Monde, par le truchement des Nations Unies, et plus spécialement par un PNUD particulièrement efficace, démontra que l'eau aménagée constitue le fondement de tout développement économique. Mais une croissance démographique excessive le contrecarre et en réduit son bénéfice.

Un tel phénomène survint à la moitié du XX<sup>e</sup> siècle. De toute évidence, il frappa d'abord la zone aride de la planète, parcimonieusement servie en eau du cycle, et, en premier lieu, le Proche-Orient. La guerre israélo-arabe de 1967 et sa revanche de 1973 tintèrent comme un signal d'alarme de découverte de la pénurie d'eau en certains lieux, suspectée par l'auteur, quelques années plus tôt. Fort heureusement, la Décennie Hydrologique Internationale, créée à ce propos, fournissait un premier bilan hydrique mondial, en 1970, qui permit de comprendre l'enchaînement de cette infortune.

Malheureusement, dans ce même temps, le PNUD subissait une révision de son statut qui entraîna sa perte d'autorité en hydrologie internationale et amorça sa décadence à partir de 1971. Comme par

enchantement, telle la réaction attentive d'un système immunodépresseur au sein de l'ONU, la Banque Mondiale sortit de sa torpeur à propos de l'eau et commença à s'y intéresser sérieusement. Dépourvue d'expertise en la matière, elle fit appel au PNUD et, en particulier à l'auteur, pour étoffer ses missions de terrain dans le domaine de l'eau. Mais, selon sa politique de financement en investissements productifs, elle s'intéressa aux pays riches en eau, au contraire du PNUD, préoccupé par les pays pauvres en eau. Si bien que la pénurie d'eau sur la planète, découverte en 1967, s'aggravait et préoccupait la plupart des pays en développement. Le Conseil Économique et Social essaya de répondre à ce souci, en organisant une conférence internationale de l'eau en 1977. Elle se solda, hélas, par un coûteux échec. Il conviendra, cependant, de commenter, un jour, sur cette pénurie d'eau.

### *Les deux cruciaux événements hydrologiques du XX<sup>e</sup> siècle*

Trois ans, seulement, séparent la guerre israélo-arabe dite des six jours, en 1967, de la découverte de la pénurie d'eau sur la planète, en 1970, par le symposium de Reading, en avant-première des résultats de la décennie Hydrologique Internationale. La guerre-éclair au Proche-Orient, dite des six jours, mentionnée déjà en préambule du vagabondage hydrologique, survint et s'arrêta soudainement. A la surprise générale, elle se solda par une vaste et étrange conquête territoriale et le détournement des anciens droits d'eau libanais, syriens et jordaniens, sur le Jourdain. Les médias internationaux, si prolixes à propos de la guerre, ne mentionnèrent jamais ce détournement. Événement extraordinaire, inconnu jusqu'alors dans un cas de guerre moderne. Cet étrange comportement conduisit l'auteur, responsable hydrologique du Proche-Orient, à douter de l'officiel motif de guerre invoqué et à suspecter la pénurie d'eau découverte, comme mobile inavouable par raison éthique et religieuse.

Il découvrit, alors, que la ration d'eau individuelle minimum tolérable dans une économie de marché s'établissait à 340 mètres-cube par an (930 litres par jour). Les habitants de près de 120 nations en développement (75%) l'atteindraient avant 2100. Sans prétendre la consacrer comme norme internationale, l'auteur s'en servit régulièrement pour définir le niveau de pénurie par l'arithmétique, et détecter ainsi le danger de guerre prédatrice. Car, officiellement, ni l'éthique internationale, ni les religions, n'accepteront jamais la dénomination "guerre de l'eau". Elle demeurera seulement le percutant leitmotiv des médias. Pour mémoire, dans une économie de

subsistance, la ration minimum tolérable se situe à 30 litres par jour, soit 11 mètres-cube par an. Cette condition de vie peu décente affecte encore, en ce troisième millénaire du calendrier grégorien, 42 des 190 nations de la planète (22%).

Dans l'hypothèse invérifiable où l'eau constituerait le véritable mobile de la guerre des six jours, selon le diagnostic de l'auteur, il paraîtrait compréhensible que le Conseil Économique et Social (ECOSOC) de l'ONU ait rejeté la proposition d'un symposium de l'eau et l'ait remplacé par une Conférence internationale sur le sujet. En effet, un lobby, groupe de pouvoir classique aux États-Unis, s'exerce couramment sur l'ECOSOC. Les Israéliens, comme les autres, y pratiquent ce sport. Un symposium aurait conduit à une sérieuse enquête socio-économique, sur la centaine de pays en développement de l'époque et, notamment, sur ceux du Proche-Orient. Il y avait donc grand intérêt à remplacer une telle enquête par une Conférence internationale, confuse cérémonie à milliers de participants, réunis pour trois jours, d'où rien n'émergerait. Et surtout pas la pénurie d'eau désormais prévisible à brève échéance dans certaines régions de la planète, dont le Proche-Orient représentait le premier exemple. La Conférence de l'ONU sur l'eau de Mar del Plata (Argentine) en 1977 s'assimila donc à un grand feu d'artifice, à l'image de celui de la Conférence internationale de Washington "Water for Peace", l'Eau pour la Paix, de 1967, tenue une décennie auparavant.

Il fallut la Conférence internationale de Rio de Janeiro sur l'Environnement, quelques années plus tard, pour sonner l'alarme sur ce grave problème de pénurie d'eau douce sur une planète qui en reçoit du ciel, chaque année, quatre fois plus que nécessaire. En somme, répétons-le, l'Organisation du monde de l'an 2000 par l'ONU va à l'encontre de la raison. Par ses nouvelles créations de frontières géopolitiques incompatibles avec une humanité de dix milliards d'individus cloisonnés en deux cents nations, elle a morcelé ce patrimoine commun fondamental de l'eau en portions inacceptables pour la moitié d'entre elles, sans toucher à la juridiction globale de l'eau.

## **La décadence hydrologique du PNUD (1967-77)**

### *Découverte en 1971 de la pénurie d'eau sur la planète*

Une décennie maussade en hydrologie allait commencer. Trois événements significatifs la marquèrent : la première annonce du Bilan

hydrique mondial par le Symposium de Reading de 1970, la neutralisation du PNUD à partir de 1971, la conférence internationale de l'eau organisée par l'ONU en 1977. Déjà, la guerre israélo-arabe de 1967 et sa revanche de 1973 avaient tinté comme un signal d'alarme. La décadence imposée au PNUD en reste l'élément majeur.

### *Symposium de Reading de 1970*

La Décennie Hydrologique Internationale (DHI), commencée en 1965, avait travaillé vite et bien. Cinq ans après, un symposium présentait déjà un Bilan hydrique mondial. Il parut, plus tard, dans les Actes du colloque de Reading<sup>(48)</sup>. Une première mondiale et un progrès immense venaient enfin de se réaliser. Traduite en graphique, la réalité apparut aussitôt. Hélas ! mes pressentiments pessimistes se confirmaient. La quantité d'eau disponible pour l'humanité se montrait limitée. Mes missions et pérégrinations en zone aride avaient déjà prévenu qu'il y aurait lieu de se préoccuper de la quantité d'eau disponible pour les nations en développement. L'un après l'autre, tous les gouvernements éprouvaient des soucis d'eau. Le graphique permettait de comprendre la difficile relation de l'homme avec l'eau douce. Il exigeait de l'eau disponible. La nature l'avait rendue parcimonieuse.

Certes, le bilan hydrique mondial confirmait un écoulement annuel de 40.000 milliards de mètres-cube d'eau douce. Mais, l'étude détaillée de sa distribution géographique inégale détruisait l'illusion de pléthore d'eau douce. La nature n'en offrait aux humains que 7.000 de disponibles, c'est-à-dire régularisés. Le Maroc m'avait appris la relation entre l'eau douce et l'homme. Celui-ci ne vit qu'avec de l'eau disponible, c'est-à-dire stable parce que régularisée par la nature. C'était le cas de l'étiage des cours d'eau, sources, lacs, et de l'eau souterraine. Au cours des derniers millénaires, l'homme découvrit des techniques propres à imiter la nature; le barrage-réservoir devint sa dernière trouvaille conséquente. Le Bilan hydrique mondial incita à détecter toutes les causes de pénurie d'eau.

Parfois, l'eau stable demeure inutile à l'homme quand elle traverse des régions désertes : forêts vierges, hautes montagnes, zones trop froides, etc. qui occupent 60% des continents, eux-mêmes, maigre portion de la

---

48) Publié en 1972, en trois volumes, et rédigés en anglais, français, espagnol, russe, par l'Unesco, OMM, AIHS.



planète (30%). A tel point que l'homme ne vit que sur 12% de sa planète, dans des régions hospitalières, dénomination de l'auteur.

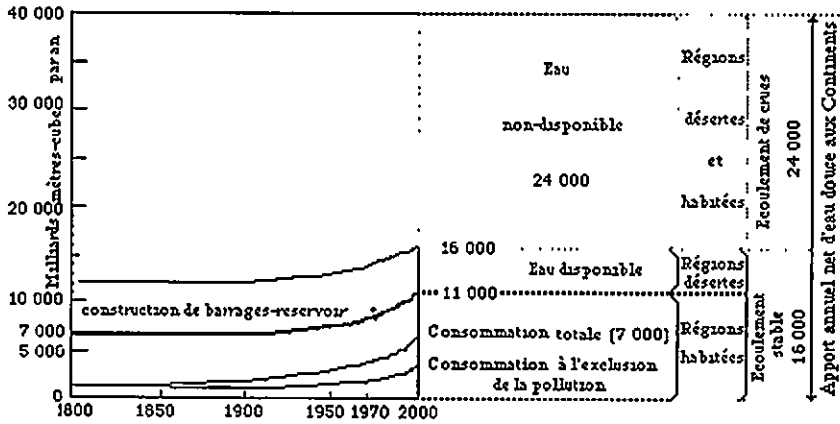
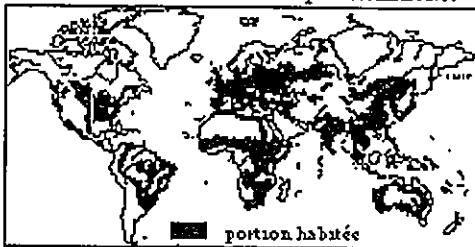


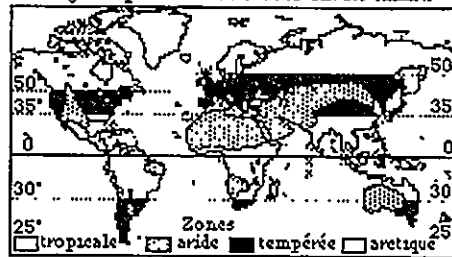
Fig 24 Offre en eau du bilan hydrique global

En outre, quatre types de climat distribuent inégalement l'eau du cycle sur les continents. L'étude détaillée du bilan démontre que l'humanité ne dispose que de 11.000 kilomètres-cube d'écoulement stabilisé, en 1970, dont 7.000 par la nature et 4.000 par elle, qui, dans des conditions de gestion correcte, pourraient être employés par l'humanité pour ses besoins croissants.

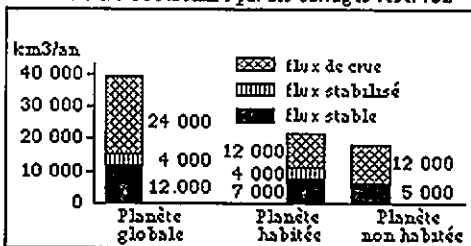
1 Ecoulement annuel inutile sur la portion inhabitée



2 Inégale répartition de l'eau suivant les climats



3 L'homme assure ses besoins par le flux stable de la nature ou stabilisé par les barrages-réservoir



4 Organisation politique en 190 Etats souverains

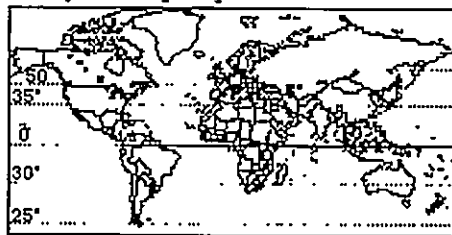


Fig. 25 Les 4 causes de pénurie d'eau pour l'humanité

Autre adversité, l'organisation politique des continents en 125 entités nationales, en 1970, (devenues 190 en 2000), encouragée et entérinée par l'ONU, morcelle l'eau douce des continents en autant de propriétés individuelles, en dépit de ce que devrait être ce patrimoine commun de l'humanité.

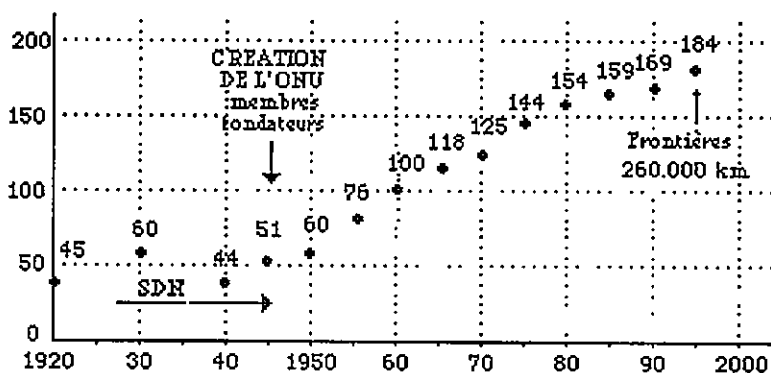


Fig. 26 Création d'états-nation et de frontières au 20<sup>e</sup> siècle

Dernière calamité découverte par l'ONU, la population des pays en développement venait d'entamer une forte transition démographique (croissance anormale des naissances). La pénurie d'eau douce menacerait donc une partie importante de l'humanité au troisième millénaire. Il convenait de l'informer en temps voulu, afin de prévenir ou d'atténuer les tensions et crises en perspective. D'autant que le Bilan hydrique mondial fit apparaître deux problèmes politiques internationaux de l'eau douce. En premier lieu, l'écoulement d'eau se partage entre 70 nations riveraines et affecte 159 bassins fluviaux. En second lieu, une trentaine de fleuves et lacs importants constituent une frontière partielle ou totale concernant plus de 60 nations. Une analyse complète du bilan figure dans une publication ultérieure<sup>(49)</sup>.

Plus encore, le Proche-Orient venait d'enseigner que, dans les zones arides, le conflit peut surgir à cause de la rapacité de l'homme face à une eau parcimonieuse. La brutale déflagration de la Guerre des six jours, parmi quatre nations récemment proclamées : Syrie, Liban, Jordanie, Israël et une

49) Eau, Climat et Humanité. "Academia", revue de l'Académie du Royaume du Maroc, n°8, déc. 1991, Rabat.

en devenir : l'Autorité Palestinienne. Malgré une tentative infructueuse de revanche en 1973, cette guerre mit fin, au moins provisoirement, au conflit de l'eau parcimonieuse quand un seul pays en disposa autoritairement, quelle fût superficielle (le Jourdain) ou souterraine (les réservoirs afférents). Par intuition, j'avais observé Israël, pays le plus doué dans la science hydrologique. Et j'en avais conclu qu'au point de vue économique, la ration humaine minimale d'eau douce disponible ne peut pas descendre au-dessous de 340 mètres-cube par an sans que le détonateur ne fonctionne. Aucun pays ne reconnaîtra jamais l'appellation "guerre de l'eau", gargarisme des médias, pour deux raisons impératives, religion et secret-défense. Sur ces fortes réflexions, je conçus le projet d'un symposium mondial de l'eau douce. Mais, la neutralisation du PNUD l'empêcha.

### *Neutralisation du PNUD*

Tout organisme important et réputé efficace devient le siège de luttes de clans. Le PNUD n'échappa pas à la règle. Le génie du mal se mit à l'œuvre en 1969.

#### *- Le PNUD initial (1961-70)*

Pour bien comprendre la tragédie, il convient d'expliquer brièvement la réussite extraordinaire du PNUD, durant la décennie 1960, due au trio exceptionnel qui l'avait conçu et organisé. Paul Hoffman (EU.), ancien membre du Congrès l'administrait, assisté de deux administrateurs-adjoints : Myer Cohen (EU.) et Paul-Marc Henry<sup>(50)</sup> (France). Ils s'étaient dotés des meilleurs experts mondiaux dans les domaines-clés du développement. Un Conseil d'Administration les contrôlait et attribuait les projets de pré-développement. Il se composait d'une vingtaine de nations, moitié membres donateurs, moitié récipiendaires. Les projets duraient 2-3 ans. Leur montant s'élevait à 0,3-1,0 million de dollars EU. Des spécialistes hautement qualifiés les identifiaient et les préparaient au cours de missions dans les pays en développement. Trois catégories de projets étaient alloués : nationaux (92%), régionaux (7%), globaux (1%), qualificatifs très explicatifs. Le domaine de l'eau bénéficiait de 25 % de projets du PNUD, en terme de budget. J'assurai souvent, dans les cas difficiles, la conception

---

50) Ambassadeur de France. Les numéros 2 et 3 devinrent de grands amis de l'auteur.

de ces projets-là et toujours leur analyse critique, à raison de deux fois par an, avant chaque réunion du Conseil d'Administration chargé de leur attribution. Le budget, fait de donations nationales, surtout de la part des membres de l'OCDE, s'éleva de 200 millions de dollars, au début, à 500 millions par an, ensuite. La discipline de l'eau jouissait donc d'une dotation annuelle atteignant 125 millions de dollars.

J'assumai deux charges, l'analyse critique et technique de tous les projets concernant l'eau à soumettre à chaque réunion du Conseil d'Administration chargé de leur attribution. Cette fonction exigeait une présence de trois semaines au siège de New York, deux fois par an. La seconde charge m'imposait la conception de projets, dans les cas difficiles, avec mission d'expertise préliminaire (*fact finding mission*) suivie d'une mission de formulation de requête. Proche-Orient, fleuves Jourdain, Euphrate, Nil, Gange et affluent Chambal, Nations du Sri Lanka, Corée du Sud, Haïti, forment les plus typiques exemples.

En fait, des trois organes de financement de l'ONU, le PNUD fonctionnait en amont, par pré-investissement à fonds perdus, tandis que la Banque Mondiale suivait ou non, selon sa propre décision, et prêtait pour l'investissement avec intérêt à 8%. Quant au Fonds Monétaire International (FMI), il intervenait en cas de difficultés financières des nations. En outre, le PNUD usait d'un autre pouvoir, avec discrétion. Il nommait les Représentants-Résidents auprès des nations, véritables ambassadeurs de l'ONU.

#### - *Mission de révision du PNUD*

En 1970, les Nations Unies se trouvaient déjà en voie de dégradation. Elles désignèrent une mission de révision du PNUD conduite par un Australien d'influence britannique notoire, Sir Robert Jackson, assisté d'une Britannique, Johan Anstie. Ce duo, visant à neutraliser le trio au pouvoir, proposa de nouveaux statuts du PNUD qui virent le jour en 1971 et constituèrent une véritable révolution au sein de l'ONU<sup>(51)</sup>. Les familiers de l'ONU soupçonnèrent la Division des Ressources naturelles de l'ECOSOC de cette manoeuvre machiavélique.

---

51) L'auteur soupçonna la Division des Ressources naturelles de l'ECOSOC.

Le pouvoir centralisé à New York, constitué d'éminents fonctionnaires ainsi que de son conseil d'administration, disparurent. En substitution, une allocation forfaitaire en dollars EU fut allouée, pour une période de cinq ans, à chaque pays en développement suivant son ampleur. Donc, à partir de ce moment-là, chaque pays disposait d'une fraction des fonds du PNUD et donc du pouvoir de décision en matière d'attribution des projets. Malheureusement, ces décideurs-là ne possédaient pas la qualification nécessaire pour le faire, surtout dans le domaine de l'aménagement hydraulique qui était pratiquement une inconnue pour tous ces pays. En fait, c'était plus qu'une révolution, c'était la destruction d'un système qui fonctionnait à merveille et qui était le seul possible dans un domaine pratiquement inconnu pour la plupart des pays, y compris les plus développés. Incroyable mais vrai, au début des années 1970, tous les pays du monde, sans exception, étaient ignorants en fait de ce que l'on pouvait appeler la gestion de l'eau, qui s'avérait indispensable. Le trio de mes grands patrons du PNUD perdirent leur grand pouvoir de choix et d'attribution des projets. De même, disparaissaient mes pouvoirs d'identification des problèmes d'eau dans les pays en développement, d'analyse critique des requêtes présentées au PNUD et d'attribution des projets aux agences d'exécution des Nations Unies. L'administrateur-en-chef américain et l'administrateur-adjoint français démissionnèrent. La notoriété de ce valeureux organe de l'ONU s'en ressentit. Mon expertise, durant la décennie 1970 servit la FAO et, le plus souvent, la Banque mondiale qui commença à s'intéresser sérieusement à l'eau, à cette époque-là.

*- L'eau vue par les Nations Unies en 1971*

En rejoignant l'ONU, en 1961, j'avais constaté avec surprise et inquiétude que plusieurs agences spécialisées du système s'occupaient de l'eau : la Division des Ressources naturelles auprès du Conseil Économique et Social à New York, l'Unesco à Paris, les Organisations Mondiales de la Santé et de la Météorologie (OMS, OMM) à Genève, la FAO à Rome. Dans cet ordre, chacune prétextait la nature de son intervention : l'usage général supervisé au siège de l'ONU, la science, la santé par l'eau potable, le climat, l'irrigation. Une rivalité, contraire à l'efficacité, régnait. Le PNUD y mit bon ordre et servit, discrètement de coordinateur. Sa fonction d'agence de financement facilitait sa tâche. Ce rôle s'amplifia au cours de la décennie et lui conféra un pouvoir discrétionnaire en matière d'eau pour le plus grand

bien des 130 pays en développement, en 1971, quand le rapport d'une mission injustifiée de révision le lui ôta. La raison invoquée pour le changement de statut se résumait en une expression conclusive sur l'efficacité du PNUD durant la décennie écoulée. Elle s'exprimait en "20% de bois mort (*dead wood*)". Ce qui porta un coup au cœur des grands démissionnaires. Et pourtant, le motif invoqué de 20% d'échec signifiait surtout 80% de réussite, performance unique à l'ONU. Hélas ! Le PNUD se trouvait neutralisé et condamné à vivoter. Il venait de perdre le droit d'identifier lui-même les points faibles des pays en développement afin d'y porter remède.

La Banque Mondiale, autre agence de financement, aurait pu prendre la suite. Mais, durant la décennie 1960, elle s'était montrée réfractaire à l'eau, malgré de fréquents efforts de ma part. A peine s'engagea-t-elle sur deux ou trois gigantesques barrages-réservoirs avec des fortunes diverses. Elle commença, cependant, sa conversion à l'eau superficielle et souterraine avec la décennie 1970. Elle fit appel à l'auteur, plusieurs fois. Mais, elle ne pouvait pas jouer le rôle d'excellente coordination du PNUD vis-à-vis des agences spécialisées. Si bien que le rôle d'observatoire et d'action du PNUD dans le domaine mondial de l'eau durant la période 1961-70 reste une expérience unique au plan international.

Lors du troisième Forum mondial de l'eau de Kyoto, en 2003, un ancien directeur du FMI déplora l'absence d'une agence spécialisée de l'eau. Il ignorait que l'ONU s'instaura en propre avorteur, lors de la neutralisation incompréhensible du PNUD, en 1971, alors qu'il jouait un rôle remarquable dans le domaine mondial de l'eau, au point d'influer parfois sur la géopolitique. D'ailleurs, le PNUD existe encore. Il suffirait de lui redonner à New York le rôle qu'il a détenu durant la période 1961-70 dans le domaine mondial de l'eau, c'est-à-dire la coordination des agences spécialisées, et de le doter d'un budget satisfaisant (250 millions de dollars EU par an), portant l'effort principal sur des projets régionaux, dans le domaine de l'eau.

### *Projet et rejet partiel d'un symposium mondial de l'eau*

L'auteur ignorera toujours les motifs officieux du rejet de la préparation du symposium mondial de l'eau, décision inique et regrettable de l'ONU. Mais, très averti de ses arcanes et comportements, il peut

imaginer les motifs inavouables d'une grosse erreur que le temps révèle impardonnable. Un tel projet naquit des conclusions du Symposium de Reading de 1970). Il se justifiait d'autant plus que la conférence internationale de L'eau pour la Paix (Water for Peace), organisée par les États-Unis en mai 1967 avait été suivie, à quinze jours d'intervalle, par la Guerre des six jours qui, par le résultat, aurait mérité l'appellation proscrite de "Guerre de l'eau", puisque le conflit mit fin à une crise latente de soixante ans à propos de l'eau du Jourdain. Cette remarque formait le préambule du projet d'un symposium mondial de l'eau. La pénurie d'eau douce qui menacerait l'humanité après l'an 2000 constituait le danger à circonscrire.

Le cheminement vers le symposium, proposé par le Programme des Nations Unies pour le Développement (PNUD), concevait un projet global de stratégie mondiale de l'eau en faveur du "Sud", gros de 105 nations. Le projet, réalisable en trois temps, portait sur cinq ans.

... dans un premier temps (3 ans), formuler un projet semblable pour chacun des pays en développement. Un tel projet visait à : (1) étudier la transition démographique de la population nationale; (2) évaluer le potentiel d'eau et de terres irrigables; (3) apprécier les besoins d'eau à l'échelle de 50 ans; (4) esquisser une planification nationale d'aménagement hydraulique. L'exécution de ces projets aurait été confiée à des groupes d'experts (*panels of consultants*) pour une période de trois ans environ. Le montant du financement de l'enquête nationale s'élevait à 300.000 à 1 Million de dollars EU, selon l'importance du pays.

... dans un deuxième temps (1 an), un groupe d'experts de haut niveau devait examiner le rapport final de chaque pays afin de dégager une politique réaliste et une stratégie pratique, mettre en évidence les mesures d'intérêt général comme les mesures spécifiques. Sur ces bases, le groupe aurait conçu les thèmes d'un symposium international des nations à haut risque de pénurie d'eau.

... dans un troisième temps (1 an), préparation et réunion d'un Symposium qui confronterait les attitudes, projets et politiques des pays menacés et évaluerait les investissements nécessaires. La trentaine de pays développés y participeraient

Ce projet, d'une telle envergure, représentait une dépense de 100 millions de dollars EU. environ. Le PNUD disposait à l'époque d'un budget annuel d'un demi-milliard de dollars EU., formé de contributions volontaires. Dépense infime pour un projet aussi indispensable ! Le projet, accompagné d'une note ultra-confidentielle du PNUD fut transmis au Secrétaire Général des Nations Unies, en 1971. Le Conseil Économique et Social des Nations Unies, organe suprême de l'ONU après le Conseil de Sécurité, saisi du dossier, annula la préparation du symposium mais retint la proposition de la réunion finale, seule partie spectaculaire, sous forme d'une Conférence internationale. Ainsi naquit la Conférence des Nations Unies sur l'Eau de Mar del Plata de 1977. Son échec remarquable répétait, en conformité, le bavardage pompeux et inutile de la conférence de 1967 "*Water for Peace*" de Washington, sans même mentionner le dangereux phénomène de pénurie d'eau en devenir. Ainsi échoua la dernière tentative d'action cohérente et efficace du PNUD, en matière d'eau, et, par là même de l'ONU, au niveau international. Il convient de mentionner, à la décharge du PNUD, le concours malheureux de circonstances du rapport néfaste de Sir Robert Jackson dont il fut victime.

#### *- Conférence internationale de l'eau de 1977*

La conférence internationale de l'eau organisée par les Nations Unies, en 1977, à Mar del Plata (Argentine), substitut du symposium refusé en 1972 aurait dû alerter la population mondiale de cette situation angoissante de la pénurie d'eau sur la Terre au cours du prochain siècle. Hélas, les décideurs responsables de son organisation siégeaient à la division des Ressources naturelles auprès du Conseil Économique et Social à New York. Ces organismes ne détenaient pas le savoir hydrologique international acquis par le PNUD durant sa glorieuse décennie hydrologique de 1961-70. Ils ne possédaient pas non plus des spécialistes de haut niveau en la matière. Or, sans jamais consulter le PNUD, distant de 200 mètres de leurs bureaux, ils prétendirent se suffire à eux-mêmes pour organiser une conférence aussi importante, à un moment crucial de l'hydrologie mondiale. Ils oubliaient la conférence "*Water for peace*" bien organisée par les États-Unis en 1967. Ils faisaient fi de son échec à empêcher le détournement des droits d'eau sur le Jourdain, intervenu deux semaines plus tard. Ils confiaient la présidence de cette conférence internationale à une haute autorité soudanaise responsable des eaux du Nil, mais ignorante totalement des immenses ressources d'eau



souterraine de son pays. L'auteur s'exprime en connaissance de cause pour l'avoir rencontré en son pays, comme interlocuteur, pendant des heures. Question sans réponse : a-t-il été prévenu de la pénurie d'eau en perspective et du projet de symposium ?

En tout cas, cette conférence précédée néanmoins de réunions préparatoires, ne fut que paroles dans le vide dont il ne resta rien. Elle ressemblait, à s'y méprendre, à celle de 1967 organisée par les États-Unis. Les nations riches s'en retournèrent avec la même idée, type image d'Epinal, de la situation mondiale, croyant que la pénurie d'eau ne touchait que l'Afrique sub-saharienne, le Proche et le Moyen-Orient. La pleine explosion démographique subie par les pays en développement appartient aux omissions préméditées, de même que la pénurie d'eau menaçante. La deuxième expérience de réunion internationale sur l'eau confirmait trop facilement l'inutilité d'une méthode fort coûteuse et donnait crédit à l'appellation de "machin" par un homme célèbre. Bien que ni le PNUD, ni l'auteur n'aient participé à la Conférence, nous avons ressenti une légitime humiliation. Alors qu'une bonne partie de notre planète était menacée de pénurie d'eau et qu'une vieille civilisation manque d'ores et déjà d'eau douce sur le pourtour méridional de la Méditerranée où ils seront deux cents millions, trois décennies plus tard.

La Division des Ressources naturelles de l'ECOSOC à New York, de composition médiocre en matière d'hydrologie internationale, avait organisé cette conférence avortée, machination déloyale envers l'humanité, manœuvre pire que la neutralisation du PNUD qu'elle ne consulta pas. Pis ! Elle lui révéla une animosité envieuse de sa réussite. Ce comportement déloyal fonctionna comme un déclic chez l'auteur. Il décida de quitter les Nations Unies avant terme. La cause en incombait à la déception d'une décision machiavélique de suppression d'un symposium sur un sujet aussi important que l'eau. Trouver, sur ma route de missionnaire, des gens aussi sordides en la matière, dépassait l'entendement. Cette démission virtuelle se justifiait d'autant plus que ma réputation internationale se trouvait en jeu. La cinquantaine de pays visités, la triple invitation en une décennie à écrire pour le *Scientific American* m'avaient conféré une notoriété internationale de chef d'orchestre de la partition "Eau" et empreinte d'une éthique conforme aux intérêts du Tiers-Monde.

Il convenait donc de se désolidariser de la forfaiture onusienne. L'année 1978 se consacra à un départ correctement organisé avec le PNUD et la FAO, à valoir en date du 31 décembre 1978. La Division des Ressources naturelles de l'ÉCOSOC à New York, agit dans cette affaire comme un agent d'exécution. Pour les personnes averties du fonctionnarisme, mon poste budgétaire de directeur fut supprimé aussitôt sur le budget 1979. C'est dire qu'il s'était avéré gênant pour la géopolitique. Tout lecteur informé comprendra d'où venait l'inspiration.

- *La double faute de la Conférence de 1977*

L'ONU commit une double forfaiture dans l'organisation et la présentation de sa conférence. En terme géopolitique, elle représenta un parfait modèle de désinformation. Elle omit délibérément une analyse critique catégorique des résultats de la Décennie Hydrologique Internationale, présentés en 1975. Car, cette analyse critique aurait conclu inévitablement à l'annonce d'une pénurie d'eau en perspective imminente sur une bonne partie de la planète. La seconde omission concernait l'explosion démographique qui venait de se manifester dans le Tiers-Monde et que la Division de la Population de l'ÉCOSOC avait révélée. D'autant que l'hydrologie internationale avait enfin découvert que la croissance de la demande en eau était liée étroitement à l'homme et à ses besoins.

Un profitable sujet de thèse de doctorat reste à traiter : Procéder à l'analyse critique de l'énorme documentation hydrologique rassemblée et imprimée par la Conférence et débattre des raisons justifiées ou non, des omissions délibérées onusiennes.

- *Le "Scientific American", l'ONU et l'opinion publique en 1980*

L'auteur venait d'abandonner l'ONU, quand le *Scientific American* lui demanda un dernier article sur l'Eau, l'un des quatre éléments (avec la Population, la Nutrition et l'Énergie) indispensables au Développement Economique, thème phare décennal à paraître dans sa revue mensuelle de septembre 1980. L'occasion s'offrait de tenter un ultime stratagème pour neutraliser du mieux possible la manœuvre de désinformation matérialisée par la Conférence de 1977 de l'ONU et de son ECOSOC et de prévenir l'opinion publique, dans l'article intitulé "*Water*", de la pénurie d'eau douce

qui affecterait plus de la moitié des nations du Tiers-Monde, en moins de cinquante ans, sans ouvrir la voie à la polémique. Car, les Etats-Unis comme l'ONU soutenaient toujours la théorie d'une surabondante production d'eau douce par la planète Terre. Une rédaction prudente s'imposait. Le chapitre des ressources en eau se terminait donc ainsi :

*«Par conséquent, les ressources effectives en eau, c'est-à-dire celles dont on dispose réellement pour satisfaire tous les besoins des années à venir, s'élèvent à environ 9.000 kilomètres cubes par an. Même réduite de 40.000 à 9.000 milliards de mètres-cube, cette analyse laisse à penser que le potentiel des ressources en eau peut satisfaire amplement l'humanité. Car, même si la culture dépendait totalement de l'irrigation, la demande totale en eau, c'est-à-dire les besoins domestiques, industriels et agricoles, ne serait que de 350 à 450 mètres cubes par personne et par an».*

Le comité d'édition finale (*editing*), désireux d'harmonie avec les Etats-Unis, voulait maintenir la notion d'énorme potentiel en eau du cycle hydrologique de 9.000 milliards de mètres-cube, qui permettrait sans doute à notre planète de faire vivre 25 milliards d'individus. Je prévins qu'il serait dangereux d'énoncer un tel nombre, jugé d'ailleurs invraisemblable, mais qui pourrait impressionner à tort l'opinion publique. Le comité l'introduisit néanmoins, mais le tempéra aussitôt. Ainsi, l'opinion mondiale<sup>(52)</sup>, composée de scientifiques, politiques et d'autres lecteurs de culture élevée, put lire ceci : *«Même si l'agriculture dépendait totalement de l'irrigation, la demande totale en eau c'est-à-dire les besoins domestiques, industriels et agricoles, ne serait que de 350 à 450 mètres cubes par personne et par an. Avec un tel niveau de consommation, les 9.000 kilomètres cubes d'eau douce potentiellement disponible chaque année pourraient subvenir aux besoins d'une population mondiale de 20 à 25 milliards d'individus. Cette analyse présente un défaut puisque l'on y admet implicitement que l'eau et la population humaine sont réparties de la même façon sur la Terre. Or, la répartition réelle est tout à fait différente».* Le texte initial maintenu compare la ration d'eau journalière d'un Américain et d'un Malgache en volume (150 fois plus) et en coût (100 fois plus)... *«Corriger de telles inégalités est l'un des objectifs prioritaires du développement économique».*

52) *Scientific American* est traduit en français, espagnol, italien, russe, chinois et japonais.

Le besoin d'une bonne gestion des ressources en eau estompa cette dernière allusion à la pléthore d'eau douce et dessina à partir de l'article "Water" de 1980 les grandes lignes d'une nouvelle politique de l'eau, enfin dénommée *hydropolitique*. Il constitua avec trois autres articles Population, Nutrition, Energie, les facteurs-clé du Développement Economique.

Deux décennies plus tard, le *Scientific American* reprit le problème de l'eau. Il constata que nous buvons de l'eau, qu'elle produit de l'électricité et qu'elle est indispensable à l'agriculture. Pourtant, nous gérons encore mal nos ressources et nos réserves en eau douce. Aurons-nous assez d'eau pour couvrir les besoins de la terre entière ? Telle est la question posée en 2001. Les périodiques *Forums Mondiaux de l'Eau* y répondent, tous les trois ans. Le prochain aura lieu en 2006. L'opinion publique mondiale, enfin alertée, après soixante ans de campagne, connaît le problème à venir.

### *Lancement de la gestion de l'eau en Europe*

La dégradation des Nations Unies devenait déroutante, tout au moins dans le domaine de l'eau, quand la réorganisation déprimante du PNUD prit place, en 1971, et annulait de facto son pouvoir d'action. La pénurie d'eau douce suspectée par l'auteur, puis confirmée par la Décennie Hydrologique Internationale, suggérait d'en appeler à l'économie d'eau comme dernière ressource. Ce qui impliquait une excellente gestion de l'eau et, donc, une politique à définir. Quelques universités des États-Unis commençaient à parler de *Water Management* (gestion de l'eau). Ce léger frémissement annonçait le lancement d'une mode durable.

J'avais pensé, dès 1970, me tourner vers l'Europe, à défaut de PNUD, et agir par le truchement de la France, fort compétente dans l'industrie de l'eau potable. Car, j'entendais poursuivre mon action internationale et humanitaire en faveur de l'eau douce. Au retour de New York, je m'arrêtai à Paris et prenais contact avec les plus hautes autorités du pays. Le cabinet du président de la République, Georges Pompidou, me confia à son conseiller scientifique, Jean-François Saglio, ingénieur en chef du corps des Mines. Au cours d'un excellent repas, j'expliquais les dernières péripéties de l'ONU indiquant son déclin dans le domaine de l'eau par suite de la neutralisation prévisible du PNUD alors que la pénurie d'eau venait de se découvrir à l'échelle mondiale, bien qu'encore localisée. A ce propos, je

signalai l'indigence de la formation française de nos grandes écoles dans le domaine de l'eau par rapport aux États-Unis au moment où se dessinait une nouvelle politique de gestion de l'eau. Si la France et l'Europe ne voulaient pas manquer le train, elle devraient créer un centre international de gestion de l'eau, axée sur sa pénurie en devenir, événement nouveau dans le monde entier. Il fallait concevoir une nouvelle méthode d'aborder le problème de l'eau, de l'enseigner en France et à travers le monde. Le conseiller scientifique du président comprit immédiatement. Rapide dans ses décisions, il répliqua que cela se réaliserait. Nous discutâmes aussitôt du processus de création. La réalisation suivit.

*- Création de Sofia Antipolis et du CEFIGRE*

Je passerai sur tous les détails qui nous occupèrent pendant deux ou trois ans. Il importe seulement de retenir que cette rencontre extraordinaire avec la présidence de la république provoqua deux grandes créations en France : la technopole de Sophia Antipolis, près de Nice, et le Centre de Formation Internationale à la Gestion des Ressources d'Eau (CEFIGRE). Détail savoureux, un sénateur, corpsard des Mines, s'occupa de la première. Un autre corpsard des Mines prit en charge la seconde où la France me nomma membre du conseil d'administration, en qualité de fondateur. Je n'exigeais qu'une règle, que ce centre international fonctionne au bénéfice des nations en développement et non pas au profit des nations développées car les intérêts n'étaient pas les mêmes. Un débat s'ensuivit. En fin de compte, j'obtins satisfaction. Ainsi commença en France, la formation des meilleurs spécialistes des pays en développement. Cela dura deux décennies (1975-95). Je fus amené à démissionner du conseil d'administration, quand le CEFIGRE abandonna les pays du Tiers-Monde au profit des pays développés, sous l'influence des membres appartenant aux firmes multinationales de l'eau potable. Ils remplacèrent la compassion par le profit économique des pays riches de la planète puisque l'eau rapporte beaucoup d'argent. Le CEFIGRE devint ainsi le berceau d'une sorte de privatisation déguisée de l'eau potable des grandes villes à travers la planète. Finalement, l'eau du profit l'emporta sur l'eau du besoin, aux dépens d'un fidèle promoteur des pays du Tiers-Monde.

## *Réflexions d'hydrologie internationale*

### *- L'eau et l'homme, civilisation de l'eau*

Les presque deux décennies vécues au niveau international (1961-79), ajoutées à l'apprentissage et à la gouvernance de l'eau dans un pays en développement, le Maroc, enrichirent mon maigre savoir hydrologique d'Ecole, et ouvrirent un chapitre humanitaire important d'hydrologie internationale, forfanterie mise à part. Il constituera le thème essentiel de discussion et de préoccupations du XXI<sup>e</sup> siècle. Mes pérégrinations, rencontres et découvertes en Mésopotamie et au Moyen-Orient permirent de comprendre l'évolution de la relation entre l'homme et l'eau jusqu'à son intimité moderne. Durant des millions d'années, l'eau resta la compagne platonique de l'homme. Au dernier interglaciaire, dix mille ans auparavant, la cueillette, la chasse et la pêche ne suffisaient plus à sa croissance. Il inventa, alors, l'élevage et l'agriculture qui l'obligèrent à s'organiser par rapport à l'eau. C'est pourquoi l'auteur appela cette humanité-là, la "*Civilisation de l'eau*", grâce à laquelle l'homme développa sa raison<sup>(53)</sup>. D'abord, l'homme alla à l'eau; enfin, l'eau vint à l'homme.

Dans une inconscience surprenante, les humains du XXI<sup>e</sup> siècle ignorent encore ces notions de base. Les chefs qui les organisent en Etats-nations n'en savent guère plus. L'ONU devint en un demi-siècle une étonnante couveuse de nations. De 60 en 1945, elle en dénombre 190 en 2003 (fig. 26). La potentielle ressource annuelle d'eau douce de la planète, capable de subvenir aux besoins en tout genre de l'humanité, s'avère quatre fois supérieure à ses usages de l'an 2000. Mais, le partage géopolitique des continents de la planète vient d'aboutir à un morcellement en 190 propriétés nationales d'eau douce. La moitié d'entre elles sont ou deviendront incapables de satisfaire les besoins décents de leurs populations au XXI<sup>e</sup> siècle. Pour rétablir l'équité, des transferts faramineux, voire anti-économiques s'imposaient. Car, le droit international de l'eau s'est traduit par un demi-siècle de stérilité onusienne, malgré les efforts de l'auteur durant dix-huit ans. Face à lui, il ne trouva qu'impuissance, laxisme et lâcheté. Constat déplorable et hérésie à nulle autre pareille !

---

53) Dans "*Seule l'eau est éternelle... après Dieu*" édition ONEP, 260 p., 254 fig., Rabat-Chellah, 1997, Maroc.

- *Prise de conscience mondiale*

Ce constat amer s'ajoutait aux regrettables événements intervenus : transformation en 1972 du symposium nécessaire sur l'eau en spectacle de conférence internationale, neutralisation préméditée du pouvoir du PNUD à partir de 1971. Cet ensemble annihila, à juste titre, mon ardeur combative en faveur de l'eau humanitaire. Mon départ volontaire et inattendu des Nations Unies, à la fin de 1978, en surprit plus d'un, dans le système international. De toute évidence, le personnage et la fonction dérangent dans les hautes sphères de l'ONU, surtout à cause du rôle géopolitique que l'eau commençait à y jouer. Nul n'avait compris ma simple position de chantre de l'eau, élément fondamental longtemps négligé dans le développement du monde moderne. Le seul but à atteindre visait l'opinion publique pour lui faire comprendre de replacer l'eau au premier rang de l'humanité. Le *Scientific American* avait aidé dans cette voie, en m'ouvrant ses colonnes, à deux reprises, et en m'invitant une troisième fois, à écrire le chapitre "*Eau*" dans le numéro spécial 1970 intitulé "*Economic development*" (Développement économique), clôturant la décennie consacrée à l'œuvre efficace du PNUD dans ce domaine<sup>(54)</sup>.

Curieusement, après mon départ, le ton changea dans le petit monde de l'ONU. Il commença à s'inquiéter pour l'eau, dans les deux dernières décennies du siècle. Il émit des rapports assez inquiets. La communauté internationale voulait faire oublier son refus obstiné de toute législation sur l'eau en droit international, malgré la multiplication de mes démarches auprès des instances concernées (division juridique) au siège de l'ONU. Il est bon de savoir, en le répétant en demi-teinte, qu'en 1961, dès mon arrivée aux Nations Unies, ma première préoccupation fut de recruter un spécialiste de la législation de l'eau, de nationalité italienne, qui travailla à mes côtés auprès de la FAO, à Rome où je résidais. Il doublait un autre spécialiste de la législation de l'eau, de nationalité argentine. Ainsi, durant près de deux décennies, je fis étudier, sous l'angle juridique, l'explosion démographique, la croissance urbaine démesurée, la pollution, le gaspillage, ou toute autre calamité contribuant à la diminution d'une ressource d'eau limitée. Les deux classiques problèmes internationaux de l'eau que sont l'écoulement d'eau partagé entre pays riverains (70 nations) et les cours d'eau-frontières

---

54) Issu en sept. 1980, puis publié en livre par W. H. Freeman and Co, San Francisco, HD82.E2814, Lib.of Congress.

(une trentaine), furent remis sur le tapis de la discussion. Dans ma candeur naïve, je croyais que ces sujets relevaient d'une concertation insuffisante à l'échelle internationale, laissant la porte ouverte à une multitude de conflits. Je constatais avec amertume que les juristes, fonctionnaires internationaux siégeant à New York, intimidés par les puissantes nations, n'osaient pas affronter les problèmes délicats de l'eau douce et préféraient se réfugier dans la négligence de leur rôle. Tout au plus, ils demandaient aux deux spécialistes de la législation de l'eau de posséder une excellente connaissance des diverses juridictions nationales de l'eau, à titre d'expertise au profit de nations requérantes. De cette manière, la juridiction de l'eau compta un demi-siècle d'impardonnable stérilité onusienne.

Il eut fallu un chef d'Etat tel que feu Hassan II pour combler le vide juridique international, à peine pourvu d'un code de navigation fluviale. A mon départ de l'ONU, la concertation sur l'eau s'étiolait de plus en plus. Pis encore ! L'Organisation s'empressa de supprimer mon poste de Senior Adviser (Haut-Conseiller). Car, elle ne voulait plus d'un "*Monsieur Eau*" qui dise la vérité à travers le monde. Ainsi la fonction d'hydrologue, aussi, disparut rapidement des multiples organisations internationales, opération dûment délibérée. Peut-être, le secteur privé de l'eau exerça-t-il une forte pression ? En tout cas, une manœuvre certaine, qui n'a jamais dit son nom, eut le dernier mot. L'ONU n'émit plus que des signaux de détresse épisodiques, afin de garder bonne conscience.

#### *- Le secteur privé de l'eau en 2002*

Depuis 1980, deux géants de l'eau potable, d'origine française, se partagent la vedette mondiale. L'un, Vivendi, dessert cent vingt millions d'habitants en eau dans le monde et détient un chiffre d'affaires de treize milliards d'euros. L'autre, Suez, en dessert cent dix millions avec un chiffre d'affaires de neuf milliards d'euros. Ainsi, dans la deuxième moitié du XX<sup>e</sup> siècle, l'eau devint un marché lucratif pour des sociétés multinationales actives sur plusieurs fronts. Elles obtiennent des contrats de gestion des services d'eau, déléguée par les États ou les municipalités; nouveau produit commercial, le contrat de gestion déléguée fait fureur dans le monde entier. Ces sociétés multinationales construisent des usines de production d'eau potable et de traitement des eaux usées; elles proposent divers services aux industriels. Vivendi provient de la Compagnie générale des eaux, renforcée



par US Filter, société américaine. Suez procède de la Société lyonnaise des eaux, associée avec Degrémont et Nalco.

Certes, les investissements se montrent lourds, dans le domaine de l'aménagement de l'eau. Mais les activités n'en restent pas moins très profitables. Ainsi, en trois ans, Suez, dans le seul secteur de l'eau, a accru son chiffre d'affaires de 167% entre 1998 et 2001. Quand à Vivendi, sa présence dans cent pays du monde commence à impressionner. Les grandes capitales du globe cèdent à ces deux multinationales la gestion de leur service des eaux. Ainsi, se partageront-elles bientôt le monde, nouvelle paranoïa de la conquête de l'eau.

Mais, d'autres concurrents les suivent de près sur le terrain de l'eau commerciale où dominant : Nestlé, Danone, Coca-Cola, Pepsi-Cola et autres. Ils viennent de faire un bond en avant dans le raffinement de l'eau à vendre à un coût toujours plus élevé. Ils ont accaparé les grandes eaux de source dites minérales : Evian, Vittel, Volvic, Perrier, etc... Plus récemment, le Japon élaborait une eau sensationnelle, voisine d'une découverte. Ils s'affrontent désormais sur le juteux marché de l'eau pure en bouteille, encore plus importante que l'eau potable des deux multinationales précédentes. En vertu d'un principe infaillible : plus le flacon se réduit de taille, plus le prix de l'eau augmente. Quand s'écrira l'histoire de l'eau commerciale, le coût de l'eau d'irrigation s'inscrira au XIX<sup>e</sup> siècle, la percée de l'eau potable au XX<sup>e</sup> siècle et le raffinement de l'eau de boisson au XXI<sup>e</sup> siècle. Quant au volume délivré, on sera passé des milliers de mètres cubes d'eau d'irrigation au décilitre d'eau du gourmet. Vogue le progrès !

### *- L'eau du besoin et l'eau du profit*

La croissance démesurée de la première, à la fin du XX<sup>e</sup> siècle, demeure, à la fois, la plus grande satisfaction et la plus notoire désillusion d'une carrière internationale. La forte vague de production d'eau potable, née dans les pays développés, se répandit vite, telle un *tsunami*, dans les pays en développement. Une aventure exemplaire me traumatisa. Le président du Forum de Davos m'invita à la session de 1992, au titre de Haut Conseiller honoraire de l'eau auprès des Nations Unies. Devant six cent personnalités les plus riches du monde dans le domaine économique, j'avais essayé de faire appel à leur compassion en exposant le terrible

problème de la pénurie d'eau qui menacerait le monde, au cours du prochain demi-siècle (2000-50) durant lequel plus d'un tiers de la population mondiale serait affectée.

Grande fut ma déception de voir que mon appel de compassion se transforma en un intérêt prodigieux de la part des auditeurs. Ils m'assaillirent de questions en fin de conférence; car pour eux, les grandes régions où allait sévir la pénurie, devenaient des zones merveilleusement attractives pour leur futur profit. Ils y installeraient des usines de production de boissons. Mes oreilles résonnent encore de leurs sordides desseins annoncés sans vergogne. Ainsi, j'avais travaillé quarante ans de ma vie avec la seule pensée humanitaire de porter assistance à ces pays en manque d'eau afin de faciliter le plus possible leur développement. Ce choc moral face à la réalité du monde du troisième millénaire me fit comprendre que la meilleure utilisation de l'eau change avec le temps. Car, l'eau du profit l'emportait de loin, en économie moderne. Or, il convient de rappeler ce principe fondamental : dans l'ordre chronologique, l'eau sert d'abord à lutter contre la faim, puis à assurer des conditions normales de vie, enfin à procurer des bénéfices. Le bon missionnaire des Nations Unies, dans sa candeur naïve, venait de découvrir le troisième et ultime étape de la politique de l'eau en matière d'hydrologie humanitaire. Son éthique surannée en avait subi le choc. Les pays développés vont désormais dans les pays en développement souffrant de pénurie d'eau, pour y gagner de l'argent grâce à l'eau

### *Spéculation sur l'eau du XXI<sup>e</sup> siècle*

Dans le monde, la qualité de l'accès à l'eau en 2025, se distribuera en trois zones de l'hémisphère septentrional. Au nord, les pays connaîtront peu ou pas de pénurie d'eau; au centre, les pays souffriront d'une raréfaction physique de l'eau; au sud, les pays subiront une raréfaction économique due à un retard de l'aménagement hydraulique à cause de la forte dépense. Dans la zone centrale, deux régions resteront, politiquement, très sensibles, le Proche-Orient et le Moyen-Orient.

Au Proche-Orient, l'eau demeurera un enjeu majeur de conflit par la faute des diplomates, responsables de la localisation des peuples par traçage de frontières politiques, mais ignorant superbement l'hydrologie. En particulier, les diplomates de la décolonisation se distinguèrent par leurs

erreurs hydropolitiques dont la plus pernicieuse se situa sur le Jourdain. région la plus pauvre en eau de toute la planète habitée. Quatre peuples y vivaient d'une eau parcimonieuse, en économie de subsistance. Les diplomates décidèrent d'introduire un cinquième peuple, avide d'économie de marché. L'ignorance scientifique engendra le malheur de cette région du globe. Tout autre diagnostic demeurera passionnel et faux. Bientôt, d'outre-tombe, il deviendra impossible de l'expliquer aux décideurs politiques. Car, la bonne connaissance hydrologique de ces lieux s'estompe avec le temps jusqu'à disparaître de concert avec les spécialistes vétérans. Et les circonstances ne permettront plus d'en refaire une hydrogéologie impartiale, explicite du paradis biblique.

Quand au Moyen-Orient, n'oublions pas que l'ancienne Mésopotamie créa l'humanité organisée par l'eau et autour de l'eau, c'est-à-dire la civilisation de l'eau. Elle bénéficiait d'une situation privilégiée grâce au Tigre et à l'Euphrate qui l'enserment. Trois nations partagent les ressources hydriques de ce bassin; la Turquie constitue le château d'eau, la Syrie joue le rôle d'intermédiaire; l'Irak, à l'image de l'Egypte, se croit encore l'ancien patron des eaux. La nouvelle ambition hydraulique d'Ankara menace de réduire le débit en aval et de pénaliser ainsi la Syrie et l'Irak. Autre grave conflit en perspective devant l'absence totale de juridiction internationale de l'eau douce ! Et, si le droit international sombrait un jour sous la volonté délibérée d'ignorer l'ONU, les ressources d'eau du plus vieux système hydrographique de notre civilisation de l'eau se redistribueraient selon le privilège de la force.

#### *- L'eau douce et les frontières*

En surface, l'eau douce sert souvent de frontière; elle pose, ainsi, problème à 70 nations pour en partager l'usage. Souterraine, elle ignore les frontières politiques, mais certains politiques ne l'ignorent pas. Dans les deux siècles écoulés et surtout depuis les cinquante dernières années, les diplomates ont peu réfléchi en matière de frontières. Ils ont utilisés les cours d'eau comme frontière facile à déterminer sur carte évidemment, sans se soucier de savoir s'ils créaient un problème entre les pays partageant ces cours d'eau par le milieu. Ils avaient oublié ou bien ils ignoraient que le mot "*riverain*" d'un cours d'eau vient du latin "*riva*", même racine que le mot rival. Dans les conflits armés qui empoisonnent en permanence la

planète, l'eau y joue un rôle majeur. Bientôt, des pays châteaux-d'eau deviendront, en géostratégie ou en hydropolitique, des enjeux majeurs. Je pense à la Turquie, au Tibet, à l'Éthiopie, à la Bolivie, au Népal et, à moindre risque, à la Suisse. Quand les conflits de l'eau s'aggraveront, ces pays seront en danger.

Au Proche-Orient, les guerres successives menées par Israël n'étaient pas exemptes d'une recherche constante ou d'une protection de la ressource d'eau. La guerre des six jours a permis de contrôler toute la vallée du Jourdain; la guerre contre l'Intifada assure la possession indue de l'aquifère montagneux de Judée et Samarie. La conquête du Golan, elle aussi, a obéi à l'objectif de contrôler les sources de Banyas qui alimentent le lac de Tibériade. Enfin, l'opération israélienne "*Paix en Galilée*", en 1982, a complété ce contrôle de l'eau, puisqu'elle a pris à son compte les eaux du Litani. Près de 70% de la consommation d'eau d'Israël provient désormais de l'extérieur de ses frontières politiques. Selon la Banque mondiale, 90% de l'eau de Cisjordanie est utilisée au profit de l'état juif, les Palestiniens ne disposant que des 10% restants, alors qu'en vertu de la géographie, ils sont propriétaires de la totalité de ce réservoir. Le laxisme de l'ONU, en l'occurrence, devient inquiétant.

Dans l'avenir, en certains lieux de la Terre, l'humanité va-t-elle s'entretuer pour l'eau, ou trouvera-t-elle d'autres moyens pour la partager, la préserver, la recycler ou la fabriquer ? Pour l'instant, l'exemple d'Israël reste néfaste et préjudiciable à la face de l'éthique mondiale. Le laisser faire des Nations Unies, le vide maintenu, délibérément, de juridiction internationale de l'eau douce, la négligence des grandes nations, ne peuvent qu'encourager d'autres nations dans une voie analogue. Il serait temps de résoudre le problème de l'eau dans le Jourdain et au Moyen-Orient, afin de donner une meilleure valeur à l'éthique mondiale concernant l'eau qu'il convient de restaurer. Les nombreuses conférences et réunions internationales au sujet de l'eau qui sévissent depuis 1980, ont la faiblesse de ne jamais mettre à plat sur la table des discussions ces graves problèmes qui ont valu mon retrait des Nations Unies avant 1980 et aussi le fait que les Nations Unies n'ont jamais désiré me remplacer, car ainsi, aux Nations Unies, plus personne ne peut veiller à une vraie justice de l'eau.

Les mémoires d'un auteur doivent éclairer le lecteur, au mieux, afin d'éviter toute méprise. Dès sa prise de fonction au PNUD, en 1961, l'auteur

fut chargé du bassin du Jourdain et des quatre pays qui jouissent de ses ressources en eau. Visitant le terrain, il comprit que l'eau souterraine de cette région l'emportait de loin, sur l'eau de surface du Jourdain, qui servait de leurre, en quelque sorte. Il l'expliqua aux quatre pays, à tour de rôle. Et il proposa au PNUD de faire étudier les ressources d'eau souterraine des quatre pays, afin de desserrer l'étau politique qui enserrait le Jourdain. Cette grande première fut couronnée de succès partout. J'ai assisté les quatre pays en parfaite équité. J'ai même accepté la codirection de projets en Israël, devant le refus de nombreux fonctionnaires internationaux à accomplir cette fonction. Israël m'en fut reconnaissant. Il requit, en effet, l'étude et la réalisation de la recharge artificielle des réservoirs souterrains, selon le principe acquis en Californie, à petite échelle. Dans cette grande première mondiale en hydrogéologie, 300 millions de mètres-cubes annuels d'eau douce se stockent en hiver pour utilisation l'été suivant. Ma déception concerne le sort de l'eau superficielle et souterraine du Jourdain après 1967. ( répétitions volontaires , dans ce paragraphe)

*- Pour une attitude modeste par rapport à l'eau*

Dans le passé, l'homme allait à l'eau; aujourd'hui, l'eau vient à lui. L'homme en tire fierté et le montre. Au point de vue du progrès dans l'adduction d'eau des villes, un demi-siècle, ou moins, sépare les 30 nations développées des 160 nations en développement. Quant à l'eau villageoise, plus coûteuse à aménager, un siècle, ou plus, les sépareront. Il convient d'adopter une attitude modeste par rapport à l'eau en considération des étapes indispensables d'évolution du confort hydrique.

L'auteur n'oublie pas son état de jeune citadin, soixante-dix ans auparavant, en France, pays qualifié de développé. Durant son enfance des années 1920, un seul poste d'eau, situé dans la cuisine, existait dans l'appartement. La toilette se faisait au robinet d'eau froide de la cuisine. La fierté consistait à habiter une maison où sur la porte d'entrée figurait l'inscription "eau et gaz à tous les étages". L'amélioration vint agréablement dans les années 1930; un lavabo s'installait dans une chambre obscure qu'on appelait aussitôt le cabinet de toilette; c'était auparavant une pièce de débarras; dans les années 1940, après la seconde guerre mondiale, les premières salles de bains firent leur apparition en milieu de petite bourgeoisie; ce n'est qu'à partir des années 1980, que les salles de bains devinrent une généralisation dans tous les plans d'architecture en France.

A-t-on oublié les films des années trente, qui s'appelaient "*Manon des sources*", "*la Fille du puisatier*", en Provence, "*l'arbre des sabots de bois*", en Italie du nord, peinture romancée d'une civilisation encore agricole, où la vie était dure, parce que l'eau était rare, et où la vigilance quant à sa pureté, était un constant souci. Il y avait des filtres dans toutes les maisons et dans toutes les familles. Soixante-dix ans après, non seulement en France, mais dans toute l'Europe la mise à disposition très récente d'une eau abondante et pure a autant changé notre vie et nos règles d'hygiène que la distribution de l'électricité, mais nul n'en a pris conscience à sa juste valeur.

Avec le nouveau siècle, les techniques de dessalement de l'eau de mer, sont opérationnelles. Ces procédés sont désormais incontournables. «Dessaler l'océan, ce n'est pas la mer à boire», dit le dicton. Mais, le dicton n'avait pas osé ajouter : «c'est seulement coûteux». Ainsi, l'eau ira de plus en plus à l'homme, dans le futur.

#### *- L'architecture hydraulique d'une nation*

Les 18 années consacrées aux Nations Unies, surtout grâce au PNUD de la décennie 1961-70, riche d'enseignement, permirent de découvrir une hydrologie humanitaire et de la promouvoir en science appliquée moderne. La connaissance acquise permet de concevoir désormais une véritable architecture hydraulique de la nation et d'assurer une gestion de l'eau pertinente et à long terme. L'expérience pratiquée à travers le monde conduisit partout au succès. Parmi les fleurons, l'auteur garde en mémoire les pays dûment transformés par cette architecture hydrique : Sri Lanka (Ceylan), Corée du Sud, Philippines (Central Luzon) et Maroc. Ils en devinrent des pays émergents. Revenant à ses premières amours hydrologiques nés de l'aridité, il consacra ses dernières années d'expert au Maroc et à son chef d'Etat.

### **Épilogue d'une carrière internationale abrégée (1978)**

#### *- Démission travestie en retraite anticipée*

Un sentiment d'enthousiasme né de la décennie 1961-70 découlait de la découverte d'une passionnante hydrologie internationale et du pouvoir technique et politique d'y remédier puissamment, pour la plus grande satisfaction des pays en développement. Par contre, mes constatations

surprenantes au cours de la décennie suivante conduisirent inéluctablement à abandonner l'ONU. A l'instigation de sa Division des Ressources Naturelles, l'ECOSOC avait entrepris, en 1968, une neutralisation efficace du PNUD, parfaitement réalisée, en 1970. La prise de conscience, à la même date, de la pénurie d'eau douce qui frapperait l'humanité de la plante au XXI<sup>e</sup> siècle, démontra la mauvaise volonté de l'ECOSOC à résoudre un tel problème à la suite d'un symposium. Sa contre-proposition d'une Conférence Internationale de l'Eau à Mar del Plata (Argentine, 1977), en apportait la preuve flagrante. Sa Division des Ressources Naturelles l'organisa sans consultation ni participation du PNUD. C'est pourquoi elle subit un grand fiasco prévisible et accompli magistralement.

En vérité, la présence de l'auteur au sein du PNUD, sa personnalité, sa qualification et sa fonction, ajoutées au rôle évident d'observatoire géopolitique que l'eau commençait à jouer, avaient suscité une animosité envieuse qui dérangeait beaucoup les dirigeants de cette Division. D'autant qu'elle s'était dotée d'un expert israélien depuis la guerre des six jours. et que les États-Unis l'épaulait discrètement. En bonne élève de désinformation, l'ONU devait, en effet, asséner à tout prix la fausse idée selon laquelle l'accès à l'eau ne constituerait jamais un motif de guerre. Bien qu'à l'évidence, tous les territoires occupés autour d'Israël, au sixième jour de la fameuse guerre, possédaient un étroit lien souterrain avec l'eau du bassin hydrographique du Jourdain. Les quelque quatre décennies qui succédèrent à cette opération, démontrèrent aux plus naïfs que la majeure crise d'eau de la planète vécue par le Proche-Orient sur le Jourdain durant 54 ans (1913-67), s'éteignit, curieusement, à ce moment-là.

Trop de fâcheuses circonstances<sup>(55)</sup> poussaient un lucide hydrologue vers la sortie. Il risquait même d'être incriminé malgré lui dans cette manœuvre. Comme l'ONU n'accepte pas la démission, l'auteur demanda sa retraite par anticipation, à valoir au 31 décembre 1978, et l'annonça officiellement un an plus tôt. A l'exemple du PNUD, il n'assista pas à la Conférence Internationale de l'Eau de 1977. Pour en finir avec l'ONU, l'Organisation supprima, dès son départ, le poste budgétaire très particulier de haut-conseiller hydrologue (*Senior Advisor Hydrologist*) auprès de l'Administrateur du PNUD. Nul autre fonctionnaire international ne détiendrait, désormais, un tel pouvoir dans le domaine si sensible de l'eau.

---

55) Exposées précédemment, à propos de L'eau vue par les Nations Unies en 1971.

Et pourtant, le monde entier demeurait sans législation internationale malgré tous les efforts déployés durant 18 ans, pour aboutir dans ce domaine. Car, dès le début aux Nations Unies, en 1961, il avait obtenu la création d'un poste budgétaire d'expert de législation internationale en matière d'eau. L'auteur, libéré enfin des contraintes subies des Nations Unies, mais bardé d'une réputation internationale, consolidée par le *Scientific American*, imagina de poursuivre facilement une carrière de conseiller indépendant (*free-lance*) au profit de l'hydrologie internationale, hors du circuit des impuissants ou maléfiques organismes internationaux.

### - *L'appel du Maroc*

Le dernier contact avec le Maroc remontait à 1977. Le Roi Hassan II m'avait consulté par l'intermédiaire de son directeur des domaines royaux agricoles pour l'irrigation du domaine de Douyet (12 km à l'ouest de Fès), hérité de Son Auguste Père. Connaissant le goût du défi de Sa Majesté, je proposai un forage à 1.500 mètres de profondeur, opération aventureuse mais spectaculaire. Car, aucun forage d'eau n'avait encore atteint ces profondeurs-là, au Maroc. Et l'eau jaillirait, artésienne et de bonne qualité, avec une probabilité de 75%. Le lieu d'implantation du forage fut indiqué avec précision. Le matériel fut trouvé, le forage exécuté, l'exploit réalisé. Le succès impressionna. Ce puits artésien représente le record marocain de débit, de pression et de profondeur des forages d'eau, toujours valable. Hassan II demeura particulièrement heureux de ce défi relevé. La température de l'eau à 45° autorisait l'établissement de serres de produits tropicaux. Le domaine se transforma à vue d'œil. Le peuple admira et reçut en partage un établissement thermal, alimenté par le forage. Les guérisons se multiplièrent. Le Roi dénomma ce forage, l'*Aïn-Allah*. Il marqua profondément sa mémoire.

Le Roi du Maroc apprenant mon retrait des Nations Unies, en 1978, par son représentant à New York, gardant en mémoire ma bénévolente consultation personnelle au sujet de l'*Aïn-Allah*, envoya aussitôt à ma résidence de Rome le même intermédiaire pour m'offrir une hospitalité durable au Maroc. Les propositions se montraient très alléchantes. La décision à prendre s'avérait d'autant plus difficile que le Maroc, mes premières amours hydrologiques, tenait toujours une large place dans mon cœur. A l'âge de 60 ans, cependant, j'aspirais à retrouver la liberté



professionnelle et l'avenir tranquille d'une situation de conseiller indépendant (*free-lance*). J'étais libéré avec soulagement de la tutelle incomprise des Nations Unies. L'offre royale d'installation au Maroc équivalait à accepter une nouvelle tutelle. La décision à prendre apparaissait cornélienne. Je préférais, finalement, vivre en liberté à Rome et aller fréquemment au Maroc, en consultation. Le Roi Hassan II accepta cette proposition. A titre préliminaire, je suggérais d'effectuer une dernière mission du PNUD au Maroc sous l'étiquette des Nations Unies, valable jusqu'à la fin de décembre, afin de me rendre compte sur place des responsabilités qui m'incomberaient. Sa Majesté le Roi Hassan II en fit la requête au PNUD qui donna aussitôt son accord.

Au cours de sa visite à Rome, l'émissaire royal me fit des propositions très alléchantes de m'installer au Maroc, pour y travailler auprès du Roi, dans le cadre des Domaines royaux. Deux réactions contradictoires m'assiégèrent : rejet de toute fonction permanente, mais désir affectueux d'aider le Maroc et son Roi dans mon domaine de prédilection. De plus, je soupçonnais le porte-parole de méconnaître l'intention intime du Roi à mon égard. Mes contre-propositions constituaient un engagement et une sauvegarde; j'acceptais d'aider le Roi, en exclusivité, mais en conservant ma résidence en Europe. Et je proposais d'exécuter, au préalable, une dernière mission au Maroc sous l'égide des Nations Unies. Elle permettrait de recevoir, de la bouche même du Roi, mes objectifs de mission future. Car, en raison de l'ex-partenariat Maroc-ONU, qui avait conduit à la politique des barrages, il paraissait impensable que le Roi ne fût pas préoccupé de la suite à accomplir sous une autre forme. Le Roi Hassan II accepta ces contre-propositions.

*- Mission exploratoire d'un avenir négociable au Maroc (1978)*

Elle eut lieu en septembre 1978, trois mois avant d'abandonner les Nations Unies. Hassan II me reçut avec joie, en audience privée, en présence d'un nouveau Secrétaire d'Etat à l'Intérieur, nommé Basri, et de son Intendant des Domaines royaux agricoles, alors qu'il s'appêtait à partir pour une inauguration. Il m'exprima brièvement les idées mêmes du futur rôle de conseiller à jouer sous le couvert des Domaines royaux agricoles, en m'assignant deux objectifs : résoudre les problèmes d'eau d'irrigation sur certains domaines et, chemin faisant, évaluer les problèmes de

développement liés à l'eau, à l'échelle nationale. L'Intendant des Domaines royaux assurerait ma gestion administrative. Le Secrétaire d'Etat à l'Intérieur, seul membre du gouvernement informé de mon rôle véritable, couvrirait mon activité à l'échelle nationale. En bon connaisseur du Roi, j'avais compris ses non-dit.

Ils signifiaient que la politique des barrages et l'objectif du million d'hectares irrigués en l'an 2000 connaissaient des difficultés. En habile stratège, le Souverain ramenait au bercail la brebis égarée pendant 18 ans, dans un Tiers-Monde vivant sous la tutelle des Nations Unies. Mais, la brebis avait maintenu intact le cordon ombilical avec le Maroc, au point même de favoriser, en ce temps-là, le partenariat avec l'ONU. A partir de 1979, camouflé au sein des Domaines royaux agricoles, je devrais préparer ma future charge de conseiller du Roi en me remettant au courant de l'aménagement hydraulique du Maroc intervenu entre 1961 et 1978 et en procédant à une analyse critique très discrète des capacités techniques et managériales du service public de l'Hydraulique nationale. Pour ce faire, j'effectuerais trois missions annuelles de trois semaines au Maroc, complétées, chaque fois, par une dizaine de jours de rédaction d'un compte-rendu, en Europe. Cette Mission préliminaire comporta une tournée générale au Maroc sur les plus importants domaines susceptibles de subir une modification notable de leur système d'irrigation. Une nouvelle vie se préparait.

En somme, malgré une fin abrégée délibérément, j'éprouvais l'heureux sentiment d'avoir réussi une étrange carrière, insolite à l'époque, de fonctionnaire national, puis international en hydrologie. En outre, je retrouvai, avec joie, la liberté d'exprimer toutes mes opinions dans un domaine vital, savamment exploré mais demeuré peu connu. La profession d'ingénieur-hydrologue prenait naissance. J'avais choisi, dans la riviéra vaudoise en Suisse, le plus neutre des pays neutres, une maison de campagne retirée. Retraité des Nations Unies et, sans doute encore influencé par mes sept années de vie solitaire en zone aride, tel un saharien, je vivais, reclus en solitaire dans cet ermitage. Je me sentais heureux, au sein d'un peuple si peu familier, tel un ermite retiré dans un lieu désert, sans citoyenneté légale.

De là, il m'a paru légitime de dédier au Maroc, une expertise hydrologique, acquise d'abord en ce pays, de 1942 à 1961, puis amplifiée à

travers le monde en développement jusqu'en 1978. En excluant trois ans consacrés à la seconde guerre mondiale, l'expérience concentra néanmoins 34 ans sur l'hydrologie des eaux, étude de l'eau superficielle et souterraine, science naïve au départ, jusqu'à la promouvoir, émancipée, au rang international. Cette offrande au pays qui me séduisit à jamais toucha profondément le Souverain. Il en naquit un désir de compagnonnage qui ne s'éteignit qu'à sa disparition, en 1999. Au plan moral, il paraissait plus satisfaisant pour l'hydrologue, de consacrer ses ressources intellectuelles à un seul pays en développement plutôt qu'aux 125 pays du Tiers-Monde. L'efficacité y gagnait au centuple. Mais, au préalable, il convenait de combler la lacune historique d'action du service public, durant la période 1961-78, au sujet de l'aménagement hydraulique du Maroc, auquel je n'avais participé que de l'extérieur, sous l'égide de l'ONU.

*- Rappel de l'aménagement hydraulique du Maroc (1961-78 )*

Durant cette période, le partenariat Maroc-ONU fit les beaux jours du développement hydro-agricole du pays par le truchement du PNUD et de la Banque mondiale. Deux projets-modèles contribuèrent à réaliser l'objectif d'un million d'hectares, fixé par S.M. Hassan II, à irriguer en l'an 2000 : le bassin du Sebou, en zone tempérée, en 1963, suivi par la plaine du Souss, en zone aride, en 1967. Le Souverain en profita pour donner naissance à la politique des barrages et de l'eau potable, au cours d'un entretien mémorable avec l'auteur à Skhriat, en été 1966. A l'occasion d'un voyage aux États-Unis, en janvier 1967, il conclut un pacte hydro-agricole avec le Président Lindon Johnson. Après une violente crise politique qui l'empêcha d'approuver la planification de l'eau du Maroc proposée en 1975, et à la suite d'une circonstance exceptionnelle due à la réussite du forage artésien dénommé *Aïn-Allah* (source de Dieu) sur un domaine royal, il décida de passer à l'action directe, accompagné de l'auteur, pour accomplir la politique des barrages. Il en profita pour l'élaborer au niveau de la science hydropolitique, conséquence de l'action concertée d'un politique et d'un scientifique.

Ce rappel de l'aménagement hydraulique du Maroc depuis 1961 permet non seulement de combler la lacune historique mais aussi de constater le suivi même lointain de l'auteur avec ce pays. Il restait à

Par contre, en 1978, mon soi-disant ami, devenu un fidèle du Palais par mon entremise, appartenait au premier cercle d'intimité royale. Il en détenait le pouvoir. Il l'exerça. D'abord, à contre cœur, nous fûmes, avec mon épouse, les hôtes permanents de sa belle villa d'Anfa, à Casablanca, et de celles des gérants des domaines royaux à travers le Maroc. Nous sommes devenus, ainsi, prisonniers d'un cercle restreint et privés de tout contact avec nos anciens amis marocains. Nous dûmes replonger au niveau culturel de leurs prétendus amis locaux, pieds-noirs et flagorneurs serviles pour la plupart, dont la mentalité n'avait pas évolué d'un iota, après un quart de siècle d'indépendance du Maroc, d'où émergeait pourtant, une élite remarquable.

Mon prétendu ami d'antan disposait d'une voiture royale. Il me dota d'un modeste véhicule, similaire à celui de ses gérants, afin de ne pas susciter de jalousies, dit-il. Pourtant, j'avais à sillonner tout le Maroc. Je passerai sous silence une infinité de mesquineries prouvant qu'il m'avait intégré dans son équipe de gérants, et assimilé au même titre. Ses gérants de domaine, anciens colons faillis pour la plupart, issus de sa propre sélection, détenaient un maigre savoir de spécialiste en agriculture. Leur foi profonde en la radiesthésie pour la recherche de l'eau souterraine et leur prosélytisme formaient leur religion. Ils se prétendaient les spécialistes du puits à galeries captantes, dirigeaient les puisatiers locaux tels de simples manœuvres, faisaient surcreuser les puits à main et méprisaient les forages mécaniques. Depuis dix-huit siècles, Tertullien avait stigmatisés ces prétentieux d'une maxime inoubliable "*Ils méprisent ce qu'ils ignorent*". Un seul gérant faisait exception; de haute lignée et d'honorable comportement envers les ouvriers agricoles marocains, il écoutait les conseils d'un spécialiste et les appliquait. Il contrastait nettement auprès des autres gérants, qui m'infligèrent les pires avanies en quarante ans de carrière. Quant au patron de cette équipe, je constatais, à mes dépens, la transformation d'un ancien compagnon charmant en un être imbu de sa supériorité par le simple privilège de vivre auprès d'un Roi. Nous avons vécu ainsi pendant vingt ans, auprès du Roi, en illusoire amis d'antan, sans rien laisser paraître de mon désenchantement. Je m'aperçus bientôt aussi que cette apparente supériorité, acquise indûment, grisait la plupart des courtisans. Le plus étrange du mal est que le patient ne réalise même pas qu'un ami d'antan puisse acquérir une expérience et un savoir, de loin, supérieurs aux siens.

Nous nous étions rencontrés frais émoulus de nos Écoles d'ingénieur-agronome et d'ingénieur-géologue. Trente ans plus tard, j'avais accompli l'action relatée dans les deux chapitres précédents de ces mémoires. Il avait végété au Maroc comme pédologue, gérant d'une ferme de 400 hectares, puis directeur des Domaines agricoles royaux depuis douze ans. Nos gabarits de savoir différaient de stature. Car, même dans son domaine d'agronomie, ma cohabitation de dix-huit ans avec les meilleurs spécialistes du monde de la FAO et mes missions en plus de cinquante États, souvent en qualité d'ingénieur d'irrigation, m'avaient conféré une connaissance appréciable. Le Roi ne s'y trompait pas; mon ami d'antan, non plus, me considérant maintenant comme un rival potentiel. Il décida donc de faire écran et de jouer le porte-parole vis-à-vis du Roi. Il recevait mes rapports de mission et en informait le Roi à sa guise. Il me faisait part des objectifs de chaque mission, à l'exception de la première, édictée par le Roi.

Le Roi m'avait expliqué, en présence de son Intendant, que les Domaines royaux agricoles devaient servir surtout de stations expérimentales pour sa propre gouvernance de l'agriculture nationale, ainsi que de fermes-modèles pour la paysannerie locale et d'étalon de mesure de son efficacité régionale. Ainsi, l'Intendant des Domaines jouait le rôle de ministre de l'agriculture de l'ombre<sup>(56)</sup>, constat patent. Entiché de son rôle, mon ami d'antan restait sourd à mes vaines exhortations de faire équipe en parfait duo, ce qui permettrait de réaliser des prodiges au Maroc. Car, la chance de rencontrer une offre pareille d'expérimentation grandeur nature en matière d'irrigation m'apparaissait rarissime. Après la troisième vaine tentative de persuasion, je m'en tint au rôle de subalterne à son égard. A croire, qu'il avait pris la mesure de la haute estime du Roi à mon égard et qu'il craignait la concurrence ! Cette sage position de soumission apparente, en effet, permit de réaliser quelques opérations remarquables.

### Remarque

*Ce pamphlet, objectif et dépourvu d'animosité, enseigne au lecteur une situation classique dans l'entourage d'un Roi, chef d'Etat... Mais, surtout, il le prévient de l'imperfection de l'être humain et de l'importance de ses faiblesses, nuisible au progrès de l'humanité et de l'hydrologie, dans le cas présent. Il exprime surtout le regret de n'avoir pas pu faire mieux.*

---

56) Mauvaise traduction de *shadow-minister*

*Forage du plateau de Meknès* : Quelque 70 km au sud-ouest du forage artésien de l'Aïn-Allah, j'implantai, presque à coup sûr, le premier forage de la nouvelle recherche sur le domaine de Chliat, situé à 25 km au sud de Meknès. Car, lors des 20 années antérieures d'exploration hydrogéologiques du Maroc (1942-61), j'avais découvert, dans cette région, la nappe artésienne du plateau de Meknès gisant au sein de calcaires. Mon ancien service assumait la direction technique du forage exécuté entre les deux missions accomplies, à intervalle d'un semestre, au Maroc, en 1979. Le forage, achevé à 366 mètres de profondeur, fut déclaré improductif (d'eau douce) et rebouché, à mon grand étonnement. En effet, au vu des documents (cahier de bord du foreur, carottage électrique), le sondage traversa deux tranches aquifères d'épaisseur notoire : 85 mètres de nappe phréatique et 47 mètres d'une nappe profonde. Un éboulement à 135 mètres de profondeur se produisit en cours de forage. Il empêcha, par la suite, tout examen de qualité, de température, de débit exploitable et de niveau hydrostatique de la nappe profonde. Raté inadmissible de l'entreprise publique de forages. D'autre part, l'interprétation du carottage électrique, demandée à un spécialiste international, m'apprit que la nappe profonde possédait vraisemblablement un artésianisme jaillissant et un bon débit exploitable.

Trois hypothèses, au choix, concernaient le comportement du chef régional de mon ancien service et celui du gérant du Domaine, dans cette affaire : l'incapacité technique ou le sabotage délibéré du forage profond par le premier, portant atteinte à la notoriété de l'auteur; le rôle exact du second demeurera un mystère. Les trois interrogations restèrent sans réponse. L'annexe 7 en reparle. Comme le premier élément du dilemme paraît improbable, la mention du deuxième permet une grave conclusion psychologique intéressant l'hydrologie. Un acte semblable nuit à la progression de la connaissance hydrogéologique d'un pays et donc à son économie future. La conclusion erronée d'absence de nappe profonde dans cette région du Maroc aura la vie dure. Émise en 1979, elle perdure quand s'écrivent ces lignes, vingt cinq ans plus tard. L'homme et ses complices ne mesurent jamais à quel point il nuiront à l'humanité dans l'accomplissement de leurs vilénies envers autrui. Dans ce cas, elle deviendrait la seconde vilénie perpétrée en cinq ans, après le refus<sup>(58)</sup> de planification nationale de

---

58) De dernière minute, par un partenaire sur cinq, après un préalable accord unanime.

l'eau en 1975, qui aurait fait du Maroc un précurseur incontestable et envié. Quant au rôle du gérant, trop intime avec l'Intendant, l'auteur préféra l'oublier.

**Forage du Tadla :** La même démarche d'exploration d'eau profonde eut lieu sur un Domaine dénommé Tazeroualt en vue de restituer aux paysans les droits d'eau d'irrigation sur une séguia homonyme et de se libérer d'une nappe phréatique surexploitée. L'implantation du forage se fit avec le concours et la responsabilité du chef du service hydraulique régional de Beni Mellal, excellent ingénieur<sup>(59)</sup> de mon ancien service. L'objectif visait l'examen des capacités aquifères d'un réservoir calcaire (Turonien d'âge). Il s'acheva avec succès, en 1979, en dépit de l'exécution discutable par la même entreprise publique de forages, (BRPM) qui fora à Chlihat, sur le plateau de Meknès, et grâce à la compétence et à la loyauté de la supervision technique.

Le réservoir calcaire, traversé sur 50 mètres d'épaisseur, entre 350 et 400 mètres de profondeur, délivra un débit de 150 litres-seconde d'une eau d'excellente qualité chimique et démontra une capacité de 200 litres-seconde. Il permit de restituer aux paysans les droits d'eau d'irrigation empruntés sur la *séguia*. Il forme le soubassement de la plaine du Tadla et constitue un capital important d'eau douce. La cité de Khouribga, principale exploitation de l'Office Chérifien des Phosphates (OCP) décida d'exploiter ce réservoir, pour son eau potable, malgré une longue adduction.

**Forage du Haouz :** S.M. Hassan II accordait toute son attention au domaine d'Agafaye, 30 km à l'ouest de Marrakech, dans la plaine du Haouz, parce qu'il appartenait à Son père. Ses terres désolées, au piémont du Haut-Atlas, en milieu aride comparable au désert, rarement cultivées dans le passé, disposaient d'un faible droit d'eau de *seguia* et d'une nappe phréatique au niveau hydrostatique profond. A priori, ce domaine avait une faible valeur commerciale. Car, l'irrigation s'avérait limitée par le droit d'eau courante et onéreuse à pratiquer à cause de l'exhaure de l'eau phréatique profonde. Le seul espoir du Souverain résidait dans l'existence d'un réservoir d'eau profonde ascendante ou jaillissante. Mes longues études antérieures du Haouz (1942-61) n'avaient révélé aucun indice de cette sorte. Lors de la première visite, en septembre 1978, des domaines à

---

59) Driss GUESSAB, devint assistant permanent de l'auteur nommé Conseiller du Roi, en 1985.

irriguer, j'exprimai à son sujet ma perplexité sur les chances de découvrir un riche réservoir d'eau profonde, comparable à celui de l'*Ain-Allah* de Fès. J'insistai sur le besoin de recueillir les informations géologiques et géophysiques supplémentaires, acquises depuis mon départ du Maroc en 1961, avant de me prononcer scientifiquement sur la validité et l'implantation d'un forage profond au coût onéreux (400.000 Dhiraams = 4 millions de dollars).

Un phénomène de société étrange, qualifiable de fanfaronnade, intervint alors. Il mérite le récit. Un ancien colon failli gérait, entre autres, le domaine d'Agafaye. Adeptes de flagornerie auprès du Roi et de l'Intendant des Domaines, il pratiquait la radiesthésie au pendule et s'en était fait une spécialité très appréciée de ses deux patrons. Au point qu'avant mon retour au Maroc, il était devenu le prétentieux et renommé spécialiste de l'eau souterraine des Domaines royaux. Ayant entendu mon désir d'étude et de temporisation, il procéda à l'implantation du forage profond avec son pendule, après mon retour en Europe. L'Intendant des Domaines suivit et ordonna l'exécution du forage profond. Je me trouvai donc devant le fait accompli. Il ne me restait plus qu'à veiller à la bonne exécution du forage, par l'intermédiaire de mon ancien service. Je bénéficiai ainsi de la meilleure information possible, fournie par un forage accompli indépendamment de ma volonté. Un réservoir d'eau dans un calcaire puissant de 25 mètres, existait à la profondeur de 485 mètres. Mal alimenté, son débit et son niveau hydrostatique s'avéraient inférieurs à ceux de la nappe phréatique.

Cette exploration éliminait tout espoir de recourir à une nappe profonde dans le Haouz. Par contre, elle découvrait : 110 mètres d'épaisseur de nappe phréatique et une capacité de débit cinq fois supérieure. Mais, son niveau hydrostatique restait à la profondeur de 63 mètres. C'est pourquoi le forage fut équipé sur 180 mètres de profondeur, pour un débit d'exploitation supérieur à 50 litres-seconde. Cette solution de pis-aller d'exploitation pourrait se qualifier de rattrapage et de demi-succès. Comme c'eut été le cas, en mieux, sur le Domaine de Chlihat, au sud de Meknès, sans le rebouchage intempestif et inhabituel du forage, au mépris de toute consultation avec le spécialiste, seul cas rencontré en 60 ans de carrière.

**Forage du Souss :** A mi-distance entre Agadir et Taroudant, dans le panneau de plaine située sur la rive gauche de l'oued, le domaine royal de la Saouda, complanté en agrumes, utilisait à la haute dose de 12.000



mètres-cubes à l'hectare, une nappe phréatique surexploitée et déclinante. Au souvenir d'études antérieures (1942-61), un calcaire aquifère localisé à 300 mètres de profondeur délivrait, à 10 km au nord du domaine, de l'eau artésienne d'excellente qualité. L'implantation du forage profond se fit avec le gérant du domaine et le chef de mon ancien service régional d'Agadir. Par précaution, deux sondages s'exécutèrent; le premier, en petit diamètre et, donc, peu onéreux, servait de reconnaissance. Le calcaire fut rencontré à la même profondeur et traversé sur 55 mètres. Après une injection de polyphosphates et un nettoyage, suivis d'une injection d'acide chlorhydrique, il délivra 10 litres-seconde d'eau artésienne, jaillissant avec une pression de 3 kg/cm<sup>2</sup>. Le second forage, implanté un kilomètre plus au sud, donna les mêmes résultats. Afin d'accroître le débit, le pompage intervint. La station installée pour les deux forages, débita ainsi 40 litres-seconde (140 m<sup>3</sup>/heure) et permit l'irrigation de 100 hectares par de l'eau profonde, isolée de la nappe phréatique.

Outre l'opération des Domaines royaux, relatée dans quatre rapports confidentiels, le conseiller en profita pour établir un rapport technique d'information publique, comme le Roi l'avait suggéré, lors de l'entrevue de retour de septembre 1978. Ce rapport, intitulé "*État de connaissance 1980 de l'eau captive du Souss, août 1980*", fut remis à l'époque, à l'Intendant des Domaines royaux en vue d'une transmission à l'Administration Chérifienne. De forts doutes subsistent de son arrivée à destination. C'est pourquoi, l'auteur se montre précis dans la rédaction de ces paragraphes.

D'ailleurs, et à toutes fins utiles, la bibliothèque personnelle du Roi possède quatre exemplaires et les Domaines royaux agricoles détiennent un exemplaire de tous les rapports établis par l'auteur entre 1978 et 1982. Chaque exemplaire se présente sous forme de deux volumes reliés sous cuir vert. Car, par précaution et suivant l'habitude contractée aux Nations Unies, l'auteur consigna par écrit toutes les opérations intervenues durant son intermède aux Domaines royaux agricoles (1979-80).

### *Expérimentation des procédés d'économie d'eau*

L'irrigation est le seul moyen reconnu en zone aride d'augmenter fortement le rendement de la production agricole. Au Maroc, l'objectif d'irriguer, en 2000, un million d'hectares impliquait l'usage de huit milliards de mètres-cubes d'eau aménagée dont le prix de revient comporte

le coût de construction des grands barrages, des canaux d'adduction d'eau et de distribution d'eau dans le périmètre d'irrigation. Or, la pratique ancestrale de l'irrigation par les usagers conduit au gaspillage de 50% de l'eau d'irrigation, pour le moins. L'économie totale ou majeure de cette portion représente une nouvelle ressource d'eau importante.

Conscient de la charge d'Etat de la politique des barrages qui m'attendait après le passage temporaire aux Domaines royaux, j'en profitai pour procéder à l'expérimentation des méthodes d'économie d'eau. Les plus grandes avancées du XX<sup>e</sup> siècle concernaient l'aspersion par centre-pivot, assimilable à une efficace pluie artificielle et l'irrigation au goutte-à-goutte procurant une perfusion lente et progressive au niveau de la racine du végétal.

#### - Méthode du centre-pivot

Le domaine d'Agafaye, déjà mentionné comme modèle d'agriculture en zone aride, servit de champ d'expérimentation des centres-pivot. Le lecteur se familiarisera avec cet appareil (annexe 5) qui s'adapte à la morphologie du terrain, qu'il soit en pente ou ondulé, sans aucun besoin de nivellement. Il produit la pluie adéquate suivant les besoins changeants de la plante et il applique automatiquement les engrais et les pesticides. Trois centres-pivots fixes de 30, 50 et 125 hectares (bras mobiles de 280, 400 et 620 mètres), un centre-pivot mobile de 50 hectares et une rampe frontale (*linear move*) de 50 hectares, ont été installés et expérimentés sur le domaine. Aux fins d'étude comparative d'aménagement et de fonctionnement, des forages mécaniques et des puits creusés à main<sup>(60)</sup> alimentèrent en eau les appareils. Le puits creusé à la main est à bannir à cause du débit solide de l'eau qui obture les filtres.

L'aire (cercle) de 50 ha décrite par l'appareil est la plus indiquée; son bras mobile de 400 mètres s'avéra le mieux adapté aux critères de la nappe phréatique marocaine; Il permit une récolte céréalière de 70 quintaux par hectare. En théorie, la capacité installée de 50 litres-seconde sur le point d'eau est obligatoire, afin de couvrir les pires cas de sécheresse (cas exceptionnel de la grande sécheresse de 1981-84). En pratique, la capacité

---

<sup>60)</sup> Lire, dans "*Histoires d'eau*", l'histoire intitulée "*Un soi-disant sourcier et hydrologue*".

installée de 30 litres-seconde, usuelle du puits marocain, s'avère satisfaisante; une consommation d'eau de 0,1 litre-seconde par hectare est suffisante (soit 5 l/s pour 50 ha) pour assurer chaque année un rendement de 7 t/ha, ou plus, de blé. L'économie d'eau équivaut à 50% de l'eau d'irrigation gravitaire indispensable pour assurer une telle productivité. Le coût d'énergie 1983 est de DH 0,3 à 0,46, suivant la hauteur d'exhaure, par mètre-cube d'eau appliqué à la plante; le coût d'investissement 1983 d'un CP de 50 ha est de 400.000 dirhams DH, équivalent de 57.000 dollars, soit 8.000 DH par hectare. Le gérant du Domaine dispose d'un document d'une trentaine de pages avec dessins, en exemplaire unique, comprenant les données techniques (eau et agronomie) et économiques (coûts d'investissement, d'exploitation et d'entretien) recueillies et analysées. Diverses céréales et d'autres cultures ont été expérimentées en des saisons variées.

L'auteur mit à profit cette étude pour faire une communication à l'Académie du Royaume du Maroc, intitulée «*Pour l'indépendance des nations et du Maroc en particulier*». Elle généra de nombreuses thèses de doctorat. Elle s'inscrivait dans une réflexion sur le thème émis par son Protecteur "*Le droit des peuples à disposer d'eux-mêmes*". Car, l'insuffisance de la production céréalière et, donc, de la sécurité alimentaire, menace l'indépendance d'une nation assujettie à l'importation des céréales, l'arme verte de quelques grandes nations.

S.M. Hassan II accueille avec ferveur l'expérimentation du procédé d'économie d'eau par la méthode du centre-pivot, qui pouvait révolutionner la stratégie nationale de sécurité alimentaire et redonner au Maroc son autonomie céréalière perdue en 1973. Par précaution, le Roi désira d'abord connaître la capacité d'adaptation du paysan marocain à une innovation aussi avancée que le centre-pivot. Dans sa pertinente sagesse, Il procéda à deux expériences.

La première, en 1982, consista à offrir à un groupe de 5 paysans du Tadla un centre-pivot de 60 ha alimenté par un forage d'eau profonde afin d'étudier les aspects sociaux, économiques et techniques, suivant leur ordre de priorité. Il s'agissait du forage du Tadla, exécuté et réussi sur le Domaine royal du Tazeroualt (voir précédemment Exploration de l'eau profonde). L'implantation du centre-pivot s'opéra sciemment en mitoyenneté, sur une

terre collective au sol pauvre, épais de 10 cm, reposant sur une croûte calcaire perméable; la superficie des parcelles attribuée à chaque paysan variait de 8 à 15 hectares (ha). Les données (valeurs arrondies 1982) acquises par cette expérience sont les suivantes (par ha) : rendement : 42 quintaux de céréales au lieu des 7 quintaux obtenus par la culture pluviale; valeur de production : DH 6.300; dépenses d'exploitation : DH 2.400 (dont DH 280 pour le coût de l'eau pompée, soit 12 % des dépenses; bénéfice net: DH 3.900. Même dans ce cas extrême de sondage très onéreux et de sol pauvre, une formule de location-vente (*leasing*) permettait d'amortir l'investissement en 6 ans. Dans de meilleures conditions, l'amortissement s'opérerait en 3 ans. Ce qui ne fut jamais proposé au groupe de 5 paysans. En tout cas, sur le plan économique, l'expérience s'est montrée très encourageante, au point de passer à l'étape suivante. Toutefois, sur le plan social, les paysans manifestèrent une certaine réticence devant une mécanisation aussi poussée et renoncèrent finalement à ce don.

La seconde expérience visait le niveau d'un village sous forme d'un secteur-modèle (ou ferme-modèle) de 1.000 hectares (ha) irrigués de terres collectives. Le choix se porta sur la plaine de Ben Guérir où une ferme-modèle fut constituée de 20 centres-pivots de 50 ha par cercle, dispersés sur une zone de 6.000 ha en vue d'une démonstration technique, économique et sociale, susceptible d'attirer des capitaux internationaux, bilatéraux et privés. Chaque cercle disposait d'un puits foré et d'une station de pompage. Cette ferme-modèle limitait sa production d'hiver au blé et au fourrage, à consommation modique d'eau souterraine, et assurait une production d'été, intensive et diversifiée (maïs, sorgho, fèves, fourrages variés). Une étude de faisabilité en découlait. Elle démontra qu'une période de quatre ans suffisait à recouvrer l'investissement et que l'exploitation de la ferme de 1.000 hectares garantirait un revenu de 19% du capital investi, compte tenu du coût annuel d'exploitation. D'une intense concertation avec le Roi naquit la conception d'un programme national d'irrigation par centre-pivot. L'auteur le prépara assidûment. Il couvrit plus d'un million d'hectares et reçut l'approbation royale. Moins de cinquante mille hectares virent le jour. Une sorte de malédiction marocaine s'acharna sur le centre-pivot. Par contre, l'Arabie Saoudite et la Libye qui suivirent de près l'expérimentation marocaine, résolurent d'emblée, par ce moyen, le problème politique de leur sécurité alimentaire.

*- Méthode du goutte-à-goutte*

*Le domaine de Kedima*, dans le Souss, non loin de Taroudant, devint le théâtre de cette expérimentation accomplie sur 410 hectares complantés en agrumes. Géré initialement par l'Intendant, il devint la perle des domaines royaux. L'irrigation gravitaire de cette agrumiculture atteignit son extension maximale en 1953, suivie, quelques années plus tard, de l'optimum de production fruitière. L'eau d'irrigation provenait d'une nappe phréatique dont le niveau hydrostatique se situait à 20-25 mètres de profondeur. Neuf puits sélectionnés sur onze creusés à la main, munis de galeries, exhauraient l'eau avec un rabattement de 5 m par puits. Ils fournissaient cinq millions de mètres-cubes par an pour un coût de 175.000 DH. En 1979, le gérant Déal, parlant couramment français, arabe, berbère, et successeur remarquable, parmi ses collègues, du gérant devenu Intendant, déplorait la baisse constante de la nappe phréatique à raison de 0,2 m par an, entraînant des dépenses pour le sur creusement des puits et la création d'autres puits, afin de maintenir le débit requis par les agrumes, soit plus de 12.000 mètres-cubes par hectare. En accord avec le Roi et l'Intendant, l'irrigation au goutte-à-goutte fut décidée et débuta en 1980. Celle-ci exigeait une eau souterraine captée, non pas par puits, mais par forage, c'est-à-dire dépourvue de sédiments qui obstruent les goûteurs.

Le réaménagement hydraulique du domaine par la méthode moderne des forages s'imposait par conséquent. Outre la filtration naturelle de l'eau, le forage assurait le captage de la tranche complète de la nappe phréatique et constituait, donc un avantage complémentaire, alors que le puits habituel l'écume seulement sur les premiers mètres. Or, l'épaisseur de la nappe sous le domaine, dépasse 100 mètres. Six forages, dûment implantés et équipés, remplacèrent les neuf puits pour alimenter le réseau d'irrigation du goutte-à-goutte, formé de tubes enterrés. Une entreprise spécialisée en assura l'installation, achevée en octobre 1980. Le coût d'investissement (prix 1980) comportait DH 0,9 million pour le réaménagement hydraulique et DH 1,4 million pour l'installation du goutte-à-goutte. Les 6 stations de pompage fournirent deux millions de mètres-cubes par an pour un coût de DH 125.000. C'est une économie d'eau d'intérêt public de 60% et d'argent de 30% d'intérêt privé. Mais, l'avantage le plus important réside dans la garantie sur l'avenir, conférée au domaine. Car, dans 20 ou 30 ans, seuls les grands domaines équipés de forages subsisteront. Parmi eux, ceux irrigués au goutte-à-goutte, seront les mieux placés pour une production

rémunératrice. Six rapports semestriels à l'Intendant et un rapport final de 10 pages adressé au Roi et à l'Intendant, ont fait état de cette opération.

- *Lacs colinéaires (ou étangs)* <sup>(61)</sup>

Le domaine de Kouacem, 70 km au sud de Casablanca, est voué à l'élevage et à la culture céréalière pluviale. Il dispose de ressources en eau limitées à 300 mètres-cubes par jour (équivalent de 3,5 litres-seconde), à partir d'un puits situé à un kilomètre de la ferme, pour assurer les besoins d'eau potable, domestique, d'abreuvement et d'irrigation de 3 hectares de luzerne, alors que l'élevage en exige 20 hectares. Ce débit est fourni par le seul puits productif sur le domaine. Il capte un petit banc de quartzite fissuré, situé en bordure d'oued, alors que de nombreuses recherches d'eau souterraine, conseillées par maints radiesthésistes, restèrent vouées à l'échec. Certains puits atteignirent 50 mètres de profondeur et demeurèrent secs. Car, la situation "hydrogéologie" du domaine sur un substratum de schistes métamorphiques anciens exclut tout recours à l'eau souterraine pour le débit d'eau requis par le domaine.

Par contre, l'eau superficielle se montre relativement abondante. Un oued limitrophe du domaine, coule huit mois par an, en année normale. De plus, la morphologie de sa vallée apparaît favorable à l'établissement d'un petit barrage, créateur d'un lac collinaire. Bien que n'ayant reçu aucune consigne dans cette direction et que cette pratique fut exclue du Maroc, je saisis cette occasion pour lancer la méthode. Une classique digue en terre de 6-8 mètres de hauteur constituerait un étang d'un million de mètres-cubes. Compte tenu de l'évaporation, le volume moyen retenu, disponible durant la saison sèche de juin-septembre, avoisinerait 900.000 mètres-cubes permettant l'irrigation d'une centaine d'hectares. En première estimation, l'ouvrage reviendrait à un demi-million de Dhiraams (50.000 dollars), équivalent du coût de tous les puits stériles creusés sur le domaine d'après les consultations de radiesthésie. Le captage d'eau de surface permet une révision complète de l'exploitation du domaine. Le débit du seul puits existant serait entièrement alloué à la ferme principale par l'intermédiaire d'une adduction sous tuyau enterré, qui remplacerait le transport hétéroclite de l'eau par ancien fût de 200 litres, monté sur roues et tiré par un âne,

---

61) L'anglais le traduit par "*Man made lake*", c'est-à-dire lac créé par l'homme.

spectacle dérisoire sur un domaine royal. Le gérant fut conquis par ce projet. L'Intendant des Domaines, beaucoup moins. Les corps de métier consultés, pas du tout. L'ignorance de la méthode économique de construction de ces petites structures régnait en maître. Alors que je l'avais pratiquée auparavant, dans de nombreux pays en développement, et que les pays d'Europe l'emploient depuis des siècles pour former leurs étangs.

Finalement un mini-grand barrage fut construit, beaucoup plus onéreux que nécessaire. A son avantage, il rendit les services souhaités. La pénurie d'eau endurée par ce domaine pendant des années, disparut aussitôt. Un centre-pivot de 50 hectares, installé au droit de la digue, produisit en abondance les céréales et la luzerne nécessaire à l'alimentation des bovins et ovins. Ainsi, le lac collinaire entra dans les mœurs des hydrauliciens du Maroc. Les collectivités locales constatèrent que ce genre d'ouvrage convenait bien aux besoins d'un *douar* (village) et elles en adoptèrent le principe.

#### - Recharge artificielle des réservoirs d'eau souterraine

Un domaine royal agricole représente le champs idéal d'expérimentation de recharge artificielle de la nappe phréatique afin d'en faire bénéficier tous les fermiers usagers de l'eau souterraine. Le domaine d'Agafaye, déjà mentionné et choisi pour les centres-pivots, servit aussi pour cette expérimentation. Deux types de recharge y furent effectués et observés. La première recharge, pour ainsi dire naturelle, concernait la *séguia* traditionnelle qui traverse le domaine et lui donna son nom. Le sondage profond, récupéré pour l'exploitation de la nappe phréatique la flanque à droite. Cinq cent mètres en aval, un puits du domaine la flanque à gauche. Ces deux captages, observés régulièrement, mettent en évidence la constante recharge de la nappe par la *séguia* Agafaye, maintenue toujours en eau. La seconde recharge, vraiment artificielle, s'adresse à un autre puits, situé à 300 mètres au sud-ouest du précédent. Un canal porté amène l'eau d'un barrage-réservoir voisin<sup>(62)</sup>. Un essai de recharge, observé durant 48 heures, démontra que ce puits, muni de 126 mètres de galerie et capable d'un débit de 50 litres-seconde, pouvait absorber sans difficulté, trois fois son débit.

62) Lire dans "Histoires d'eau", l'histoire intitulée "Barrages colinéaires et petits barrages".

### *Activités diverses*

#### *- Projet d'aménagement hydraulique d'un golf à Marrakech*

Depuis des décennies, Marrakech disposait d'un golf plutôt restreint, dénommé golf royal, mis à la disposition des touristes. S.M. Hassan II décida, en 1979, de créer à proximité, sur ses terres privées d'Aarjane, un autre golf pour le tourisme prometteur de la ville. Il fit appel au fameux architecte de golf *Tren John's* pour la conception du parcours et à l'auteur pour son aménagement hydraulique par l'eau souterraine. Car, un terrain de golf est gourmand d'eau, surtout en zone aride telle que le Haouz de Marrakech. L'hydrologue connut ainsi une première qui permit de découvrir le besoin en eau d'un golf<sup>(63)</sup> sous un tel climat. Il équivalait au besoin d'eau d'une ville de 200.000 habitants. Or, Marrakech éprouvait des difficultés à satisfaire le besoin domestique de ses habitants. Elle attendait impatiemment l'arrivée de l'eau transférée du bassin de l'Oum-er-Rbia et promise dans le courant de la décennie 1980. Je mentionnai ce point particulier de politique nationale de l'eau dans une note préliminaire de cinq pages "*Aménagement hydraulique du futur golf de Marrakech, août 1979*". En conclusion, la note proposait trois solutions à égalité de chance : l'exploitation de la riche nappe phréatique par sondages ou par puits, le branchement sur le réseau de la ville, le branchement sur l'adduction canal de rocade-ville de Marrakech. Les deux dernières solutions impliquaient d'attendre l'arrivée de l'eau transférée.

Je savais que l'Intendant des Domaines ne présentait jamais mes rapports et notes au Roi. Il se contentait d'en exprimer les faits saillants, à son initiative et jugement, rôle privilégié d'un porte-parole. Je compris que, dans sa relation au Roi, il escamotait, le plus souvent, le dernier chapitre des rapports "Réflexions chemin faisant" consacré au développement national. Je suspectai que l'Intendant eut omis de mentionner au Roi l'aspect politique de l'eau pour le futur golf. Le soupçon se confirma, un an plus tard, quand reprit le dialogue avec le Roi. Un golf apportait, certes, des ressources financières par le tourisme, mais, dans le domaine des ressources d'eau parcimonieuses du Maroc, il concurrençait l'alimentation en eau d'une ville de 200.000 habitants. Cette découverte surprenante découlait de

---

63) 6,5 M/an (210 litres-seconde, l/s) exigeant une capacité de pompage de 335 l/s pour lutter contre le chergui



l'étude d'aménagement hydraulique du futur golf de Marrakech, à Aarjane. Son inauguration avant l'arrivée de l'eau de l'Atlas à Marrakech affecterait l'opinion publique. Le Roi, surpris par cette nouvelle contrariante, mais agréablement étonné par cette notion nouvelle congratula l'hydrologue qui introduisait enfin de la politique dans sa science. Il donna aussitôt instruction de surseoir à la construction du golf de Marrakech.

*- Production fruitière et agro-industrie*

Dans le but de promouvoir l'agro-industrie dans le domaine de la production fruitière, S.M. Hassan II me chargea d'une mission préliminaire d'identification de terres à vocation fruitière sur une partie du Maroc atlantique et sur le domaine méditerranéen, dans la moyenne vallée du fleuve Moulouya. Cette mission se basait essentiellement sur les critères de la zone agro-climatique comprise entre 350 et 1000 mètres d'altitude, de la disponibilité en eau d'irrigation, de la qualité des sols et des accès. Cinq régions naturelles subirent un examen approprié : Tadla, plateau de Meknès-Fès, Couloir Fès-Taza, Causse du Moyen-Atlas, moyenne Moulouya. Une dizaine de zones favorables à l'arboriculture fruitière furent identifiées dans les quatre premières régions. Dans un second temps, il conviendrait de faire intervenir la situation foncière et de préciser certains aspects techniques concernant l'eau et les sols, afin de délimiter avec précision les domaines à retenir pour une première tranche de développement agro-industriel (production fruitière) n'excédant pas 6.000 hectares distribués en plusieurs zones.

A première vue, le plateau de Meknès-Fès semble mériter une priorité particulière. Il possède toujours une nappe phréatique d'eau de bonne qualité et de débit satisfaisant (10-30 litres-seconde par puits), à la profondeur moyenne de 10-20 mètres. Il dispose également d'une nappe profonde (300-500 mètres) d'eau ascendante et jaillissante au dessous de la cote topographique 700 mètres, ce qui concerne la partie nord du plateau.

*- Transfert d'eau dans le Souss par un tunnel sous le Haut Atlas*

La relance du projet de chemin de fer Marrakech-Laayoun, en 1979, m'incita à lier à ce projet un transfert d'eau vers la plaine du Souss où le

climat valorise mieux l'irrigation. La voie ferrée remonterait la vallée du N'Fis jusqu'à Ijoukak, PK 90, à l'altitude 1.300 mètres. De là, elle traverserait le massif du Haut-Atlas en tunnel, sur 10 km, et déboucherait, au PK 100, dans la haute vallée de l'oued Lemdad, affluent du Souss. Si un barrage-réservoir était construit sur l'oued N'Fis à Ijoukak, un volume d'eau de 100 millions de mètres-cubes par an (3 mètres-cubes par seconde). A titre d'information, le barrage-réservoir de l'oued Issen, autre affluent du Souss, possède une capacité de 200 millions de mètres-cubes (Mm<sup>3</sup>). Le transfert de l'eau du N'Fis se ferait au détriment du barrage-réservoir de Lalla Takerkoust, situé à l'aval d'Ijoukak. Mais, sa faible capacité de 70 Mm<sup>3</sup> laisse se déverser, en pure perte, un excédent de 110 Mm<sup>3</sup>. Le préjudice causé par le barrage d'Ijoukak resterait donc négligeable. D'autre part, un volume supplémentaire de 3 m<sup>3</sup>/seconde, prélevé sur le canal de rocade du Haouz (côte : 600 m), pourrait être refoulé à la faveur de la voie ferrée, du PK 15 (côte : 600 m) au PK 90 (côte : 1.300 m), soit 700 m sur 75 km. L'énergie nécessaire à ce refoulement pourrait être compensée par une production hydroélectrique à Ijoukak et par une autre au PK 100, sur l'oued Lemdad. Le rapport de mission de fin 1980 consigna ce projet dans le chapitre «*Réflexions chemin faisant sur la politique de l'eau à l'échelon national*» qui clôturait chaque rapport semestriel, conformément aux prescriptions royales. Hélas ! le projet perdit de son importance au fil des ans à la suite d'aléas géopolitiques.

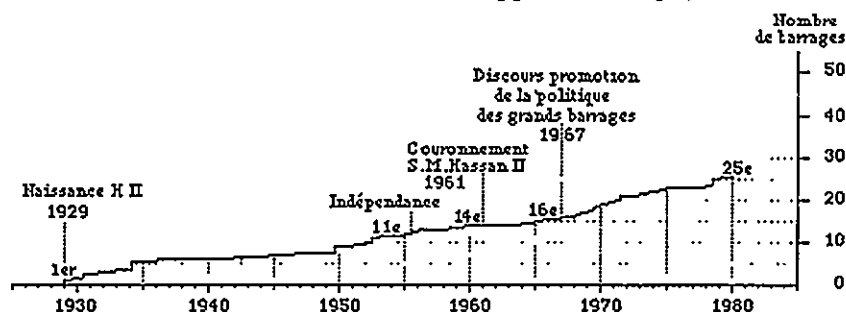
Depuis 1956, le Maroc avait imaginé d'étendre son réseau ferré jusqu'à l'extrême sud, à Goulimine. L'étude géologique de traversée du Haut-Atlas par tunnel, déclarée favorable, date de cette époque. Les revendications marocaines sur le Sahara Occidental se concrétisèrent, en 1975, par la fameuse Marche verte, suivie d'une occupation militaire et d'un affrontement constant avec le Polisario. Le projet de chemin de fer de Marrakech vers le sud, par tunnel à travers le Haut-Atlas, reprit vigueur après 1975. Le projet lié au transfert d'eau vers la plaine du Souss, décrit ci-devant, le conforta, en 1979. Mais, comme la confrontation géopolitique au sujet du Sahara Occidental persistait, le Maroc abandonna le projet de transfert d'eau prévu à partir de l'oued N'Fis. Il préféra surélever le barrage-réservoir de Lalla Takerkoust, construit sur cet oued, afin d'y capter les 110 M excédentaires au profit de la plaine du Haouz.

### *Entrevue royale inopinée et déterminante (fin 1980)*

A la fin de 1980, l'Intendant des Domaines me dit abruptement, sans raison apparente, qu'il n'avait plus besoin de mes services. Sans montrer mon étonnement, je lui demandais, alors, de me ménager une entrevue avec le Roi pour lui rendre compte de ma mission et le saluer avant le départ. Une occasion inopinée se présenta alors qu'en fin d'après-midi, nous discussions ensemble au Domaine de Douyet, non loin du palais de Fès. Le Roi survint en visite impromptue. J'eus juste le temps de recommander à l'Intendant des Domaines de prévenir le Roi de mon désir de le rencontrer. Pris au dépourvu, l'Intendant s'exécuta, séance tenante.

S.M. Hassan II se montra ravi de la rencontre. Il prit le volant de la Jeep, m'installa à ses côtés, mit l'Intendant derrière et laissa sur place le chauffeur. Le Roi conduisit la voiture jusqu'au point le plus élevé du domaine, au bord d'un grand bassin que remplissait par pression artésienne le forage de l'Aïn-Allah situé à un kilomètre, en contrebas. Le point d'arrêt valait symbole. J'appréciai à sa juste valeur cet hommage rendu sans paroles. Le Roi s'intéressa peu à mon action pour les Domaines royaux et beaucoup à mon évaluation de la capacité du service public. Devant mon embarras visible à répondre librement sur ce dernier sujet, le Roi me prit par le bras et nous nous éloignâmes de l'Intendant. L'ambiance 1960 de tête à tête d'Agadir renaissait. Un dialogue détendu s'engagea.

La politique des barrages, premier sujet abordé, suivait une vitesse de progression, guère supérieure à celle antérieure au discours de promotion de 1967. Les équipes techniques et les chefs politiques appartenaient à la même génération depuis l'Indépendance. Ils s'étaient faits à l'idée que l'aménagement hydraulique et la distribution d'eau constituaient une fin en soi et non pas un moyen d'assurer le développement du pays.



*Fig. 28 Historique de construction des grands barrages*

Plutôt que de jouer les intermédiaires, ils se prenaient pour les chefs suprêmes et s'enfermaient dans leur tour d'ivoire. Il en allait ainsi des trois ministères-clés du développement hydro-agricole : Travaux Publics, Agriculture, Intérieur. Le changement par une génération quarantenaire apporterait un nouvel esprit et produirait le choc nécessaire à une réalisation hardie. D'autre part, l'usager de l'eau demeurait trop éloigné des choix et décisions politiques. Il se contentait de les subir sans pouvoir intervenir, ni exprimer ses besoins justifiés. Pour pallier à cet inconvénient majeur, un remarquable concept royal s'imposerait, unique en son genre : un Conseil Supérieur de l'Eau, sorte de parlement de l'eau, à l'image élaborée des tribunaux arabes de l'eau du X<sup>e</sup> siècle.

Le Souverain, interloqué par cette analyse fort appréciée et exprimée avec un franc-parler spontané, discuta longuement, mode habituel d'aiguiser sa réflexion. J'avançai un autre argument de poids; le pays subissait une transition démographique inhabituelle, c'est-à-dire une explosion de la population, à l'échelle de tous les pays en développement de la planète. Cette information inquiétante provenait de mes dernières années vécues aux Nations Unies, qui se refusaient à la diffuser, afin de ne pas traumatiser l'opinion publique.

A ce propos, le Roi désira connaître les raisons qui m'en détournèrent. J'exposai, alors ma théorie sur la pénurie nationale d'eau douce qui frapperait une bonne moitié des nations au cours du XXI<sup>e</sup> siècle. La guerre des six jours m'en avait fourni la révélation chiffrée. Israël avait déclenché la guerre quand sa ration d'eau se réduisit à 340 mètres-cubes par an et par habitant, établissant ainsi l'équivalence pratique du degré de pénurie 100%, au-delà duquel la nation entame ses réserves d'eau et s'adresse à l'eau non-conventionnelle. Telle apparaissait la norme de sécurité hydrique en hydrologie.

A mes débuts aux Nations Unies, les vingt ans vécus précédemment en zone aride au Maroc laissaient pressentir que la quantité d'eau de cette zone, disponible par nation, deviendrait un problème, peut-être grave, dans un avenir rapproché, c'est-à-dire cinquante ans. Comme j'avais la responsabilité des 70 pays en développement, à cette époque, j'insistais sur la nécessité de posséder des mesures bien chiffrées afin d'établir une politique de l'eau à l'échelle internationale. J'avais obtenu ainsi la création de la "*Décennie Hydrologique Internationale*" (1965-75). Le premier bilan

hydrique mondial parut en juillet 1970. Le recensement mondial de la population établi par l'ONU indiquait alors un peuplement humain de 3,5 milliards dont 2,5 avec un effarant taux de croissance de 2,0% dû aux pays en développement. L'irrégulière distribution du bilan hydrique mondial démontrait que la moitié de la population mondiale tomberait en pénurie d'eau douce en moins d'un siècle. J'avais alors proposé l'organisation d'un symposium mondial de l'eau pour étudier les moyens de prévenir une telle calamité. Une enquête mondiale de 3 à 5 ans, pays par pays, conduite par le PNUD, déterminerait au préalable les ressources en eau, la croissance démographique et ses besoins en eau, à échéance de 50 ans. Le coût de l'opération, très supportable par le budget du PNUD, n'atteignait pas 100 millions de dollars EU.

Le Conseil Économique et Social des Nations Unies, ECOSOC, organe suprême de l'ONU après le Conseil de Sécurité, saisi du dossier, annula la préparation du symposium mais retint la proposition de la réunion finale, seule partie spectaculaire, sous forme d'une Conférence internationale. Ainsi naquit la Conférence 1977 des Nations Unies sur l'Eau de Mar del Plata, échec retentissant<sup>(64)</sup>. Mais, personnelle déception finale, après 18 années dévolues à l'ONU.

Le Roi avait écouté gravement, sans interrompre. Sa mémoire avait inscrit, à coup sûr, cet exposé. Sa remarque percutante, à propos de l'absence de politique dans leur réflexion d'ingénieur, intervint alors et me surprit. De ce moment-là naquit, en deux décennies, *l'hydropolitique*, science impensable en 1960, lors de notre rencontre initiale. Curieusement, cette entrevue royale inopinée sembla avoir pesé lourdement sur le nouveau comportement du Souverain, qui décidait, dans son for intérieur, de monter en première ligne, sur le front de l'eau et de son usage pour le développement.

D'autre part, mon avenir à ses côtés se confirmait. Je n'avais ressenti nul besoin de mentionner le désir ardent de l'Intendant de se débarrasser du conseiller. Sans mot dire, ma présence au sein des Domaines royaux se poursuivit. Seule, ma réflexion changea d'interlocuteur, pour le plus grand bien du Maroc. Ainsi commença l'épopée hydro-agricole des vingt dernières années, vécues en duo hydropolitique, au plus haut niveau. Le Roi

---

64) Expliqué plus loin, in extenso, à propos de la "*Décadence hydrologique du PNUD*".

décida que j'accompagnerai désormais l'Intendant des Domaines royaux à chacune de ses visites au Palais. L'Intendant perdait son rôle équivoque de porte-parole et de patron de l'hydrologue. Le Roi comprit que les affaires concernant le service public, décrites dans tous mes rapports de mission, avaient été occultées délibérément par l'Intendant. Je changeai de tutelle, tout en maintenant mon action au sein des Domaines royaux. Mon rôle auprès du service public, désiré par le Roi, se confirmait. Ce changement corroborait la décision intime de S.M. Hassan II de prendre en mains l'hydropolitique de son royaume in extenso.

### **Action directe de S.M. Hassan II (1980-1999)**

#### *- Mission à Dakhla, Sahara occidental (avril 1981)*

Lors de ma mission suivante au Maroc, pour les Domaines royaux, S.M. Hassan II m'accueillit comme prévu, en son palais de Fès, et m'invita au repas du jour. La conversation porta sur les ressources d'eau dans le désert. Je racontai la grande expérience du Sahara jusqu'à l'Égypte et au Sahel, l'exploration aérienne des déserts de la Péninsule arabique et du Radjasthan en Inde. Vif, comme à son habitude, le Roi désira mon opinion sur le désert du Sahara occidental après trois à quatre jours de survol en avion et hélicoptère. Il mit son avion personnel à ma disposition, me fit accompagner par l'Intendant des Domaines royaux et donna instruction à l'Armée de m'assurer une forte protection, car la guerre y sévissait. Avec tact, le Roi avait rétabli avec délicatesse la hiérarchie des rôles de Son conseiller et de Son intendant. Seul, ce dernier tenta de ne pas comprendre.

Sur place, à Dakhla, reçu par le commandant en chef des Forces Armées Royales du sud, j'indiquai le jour, l'heure et les lieux où je désirai me poser en hélicoptère, durant cette phase exploratoire. Les automitrailleuses formaient un cercle autour de ces points d'atterrissage. La mission s'accomplit dans des conditions parfaites grâce à une Armée bien entraînée. La moisson d'informations se montra abondante et intéressante. Le paysage, à l'est de Dakhla, ressemble, à s'y méprendre, au versant nord des monts du Hoggar, dénommé Tassili N'Ajjer, par sa géologie et sa morphologie, maintenues en continuité imperturbable. L'Algérie y a découvert, au nord, l'eau artésienne profonde, puis le pétrole sous-jacent, et à l'ouest, le minerai de fer de Tindouf, grand gisement mondial, exploitable

à la découverte, c'est-à-dire à ciel ouvert et donc à moindre coût. Unique différence : au Sahara occidental, les mêmes strates géologiques plongent vers l'ouest, où l'eau artésienne se trouve sur le continent, tandis que le pétrole sous-jacent se situe vraisemblablement sous l'océan Atlantique. Par contre, les couches du minerai de fer de Tindouf se retrouveront facilement sous les sables du désert, surmontées, près de la côte par les couches sédimentaires de phosphate, communes à cette région du continent africain et visibles à l'affleurement. A titre de complément à ce coup d'œil exploratoire, la côte atlantique recèle le plus important gisement halieutique du monde. Le Roi reçut ce compte-rendu très prometteur, dès le retour.

Il renforçait sa conviction de recouvrer politiquement ce territoire retrouvé en 1975, grâce à la Marche verte. D'ores et déjà, grâce à la présence en profondeur d'une riche nappe artésienne, identique à celle du Sahara algérien, la population civile et son armée disposeraient d'eau potable et d'eau d'irrigation de céréales cultivées sous centres-pivots avec trois récoltes assurées chaque année. Un centre-pivot, installé après cette mission auprès d'un forage d'eau profonde, obtint des résultats impressionnants. Et plus tard, après que les Nations Unies auront confirmé leur verdict légitime en faveur du Maroc, le développement économique prendra son essor grâce à l'eau souterraine, à l'image d'autres pays de zone aride tels l'Algérie, la Libye, l'Égypte, l'Arabie Saoudite et les Émirats. Il convient de remarquer que les tergiversations politiques internationales au sujet du Sahara Occidental en font le seul territoire non reconnu par l'ONU comme nation, à l'égal de l'Antarctique. Son développement, garanti d'avance par le Maroc, contrarierait trop d'intérêts étrangers malsains.

A titre d'information, quelque temps plus tard, S.M. Hassan II réunit à Rabat, discrètement, le commandant en chef des Forces Armées Royales du sud et son conseiller pour l'eau. Le but consistait à réaliser un aménagement hydraulique du Sahara Occidental conforme au dispositif militaire et utile également au peuplement nomade. Les deux concepteurs établirent le plan. Les Travaux Publics réalisèrent l'aménagement. Les humains jouirent d'une eau facile. Le désert retrouva le calme. La guerre devint un souvenir. Quel contraste avec les colonisateurs précédents qui approvisionnaient chichement en eau ce désert par trafic maritime !

- *Création du Conseil Supérieur de l'Eau*

Trois mois après l'épopée saharienne, S.M. Hassan II, se souvenant parfaitement de l'entretien auprès de l'Aïn-Allah, créait le "*Conseil Supérieur de l'Eau*", au Cabinet royal de Rabat, en présence de S.A.R. le prince Héritier Sidi Mohammed. et du premier ministre, accompagné de 12 ministres. Hassan II prononça une impressionnante allocution à propos d'une nouvelle stratégie d'aménagement hydraulique, concertée et contrôlée par un organisme suprême, dénommé "*Conseil Supérieur de l'Eau*", tel qu'ainsi réuni. Hassan II le présiderait. Il désigna le Secrétaire d'Etat à la Coopération comme Secrétaire Général du Conseil, chargé de préparer le statut. C'était le 16 juillet 1981. Dans son allocution, le Roi assura de mettre en œuvre une politique de l'eau qui associera l'aménagement hydraulique des ressources combinées d'eau superficielle et souterraine à la gestion de l'usage de l'eau avec le souci d'économie contre les gaspillages par l'irrigation afin que le Maroc évite la pénurie d'eau prévisible vers les années 2020. Il n'oubliera pas la refonte de la législation de l'eau en vigueur depuis trop longtemps (1930). Puis, le Souverain me passa la parole, pour fournir une plus ample information technique.

A Sa demande, je mentionnai la diversification de l'aménagement hydraulique par une gamme d'ouvrages qui s'étendrait des grands barrages aux petits lacs collinaires et aux forages et puits de captage de l'eau souterraine. De plus, la prévention et la lutte contre la pollution de l'eau devraient épargner une ressource aussi précieuse. Il était temps d'aménager le tout-à l'égoût dans les collectivités locales et de traiter les eaux usées. Afin d'accroître les ressources en eau, l'eau non-conventionnelle interviendrait sous forme de pluie provoquée et de recharge artificielle des réservoirs souterrains. Enfin, pour une meilleure justice citoyenne par l'eau, la planification de l'eau interviendrait par bassins hydrographiques pour aboutir à un plan national, corrigé par des transferts inter-bassins afin d'assurer une meilleure répartition et distribution de l'eau. L'institution de ce parlement de l'eau associerait pleinement l'usager à la décision hydraulique.

Ce remarquable concept royal de 1981, unique en son genre, fit merveille au Maroc et servit de modèle. La Banque mondiale, membre invité, représentée à chaque session du Conseil, en fit son modèle international et son gage d'assistance délibérée. Le Conseil, unique en son



genre, sorte de parlement de l'eau rappelait, en plus grandiose, les lointains tribunaux de l'eau hispano-mauresques du Xe siècle dont Valence demeure le dernier vestige vivace en Espagne. Dans ce Conseil, du ministre au paysan, sous toutes les formes de représentation possible, le peuple a la parole et conduit aux décisions suprêmes. Le Conseil arbitre la demande entre les différentes utilisations fondamentales de l'eau pour les pratiques domestiques, agricoles et industrielles. Il décide globalement des plans régionaux d'aménagement hydraulique. Des études poussées sur le climat permettront d'atténuer les effets pernicioeux des sécheresses endémiques du pays. En ce qui concerne les provinces sahariennes, la mise en valeur portera sur l'utilisation de l'importante nappe profonde, comparable à celle du Sahara algérien. L'organe du Conseil Supérieur de l'Eau comprend des représentants de l'ensemble des acteurs du secteur de l'eau : administration, élus, collectivités locales, utilisateurs, et autres. L'œuvre du Conseil présidé par le Souverain, le Prince Héritier ou le Premier Ministre par délégation, impressionne par la variété des sujets traités, assortis de recommandations, suivies souvent de décisions suprêmes. L'annexe 1 mentionne par le détail, les sujets débattus au cours des huit premières sessions.

Le Souverain prescrivit avec fermeté et assurance que le Maroc ne devrait jamais connaître de pénurie d'eau dans les 50 prochaines années, malgré et durant la transition démographique subie. Il prôna la nécessité de stocker les eaux pluviales d'écoulement, selon les préceptes du Coran, en construisant, sans discontinuer, des barrages-réservoirs, grands et petits, ainsi que des lacs collinaires, afin d'aménager non plus seulement les fleuves, mais aussi les oueds affluents et leur tributaires. Assimilant son royaume à une grande cité avec sa voirie, Il affirma que les rues et ruelles seraient aménagées au même titre que les avenues et boulevards. Cette nouvelle architecture hydraulique constituait la façon convenable de socialiser le domaine rural par l'eau. Il répéta sa devise «*Plus une goutte d'eau perdue à la mer, ni au désert*». Ce qui signifiait : «la politique des barrages n'aura de cesse qu'à cette condition-là». Hassan II souligna aussi le rôle indispensable de l'eau souterraine des nappes phréatiques à faible profondeur et des nappes captives à grande profondeur, dans l'équipement des campagnes par puits et forages.

Cet effort se prolongerait par l'utilisation conjointe des eaux superficielles et souterraines dans le cadre d'une planification de l'aménagement des eaux, abordée au niveau régional suivant les grands

bassins hydrographiques. Cette planification se dresserait ensuite, par synthèse, à l'échelle de plan national du royaume, avec ses transferts d'eau inter-bassins de solidarité nationale. Il insista surtout sur le fait que l'aménagement de l'eau consommée par le citoyen ou l'industriel, ne s'arrêtait pas à sa distribution dans la ville ou à l'usine, mais qu'elle comportait aussi son rejet et son évacuation, domaines négligés où rivières et océan servent encore trop souvent de dépotoir. La pollution de l'eau douce des oueds et l'intrusion de l'eau salée dans les nappes phréatiques, au long des plages littorales, grandissaient et menaçaient la santé publique. L'oued Sebou et le littoral atlantique de Kénitra à Casablanca constituaient des exemples flagrants. L'acquisition de techniques nouvelles s'imposait également, en vue d'accroître les ressources d'eau : recyclage des eaux usées, pluie provoquée artificiellement, reboisement, utilisation d'appareils économiseurs d'eau d'irrigation. Enfin, Hassan II recommanda que le Conseil Supérieur de l'Eau, pour conforter cette nouvelle politique nationale, se penche sur la révision et la refonte de la législation de l'eau en vigueur depuis les années 1930.

En terminant, Hassan II donna ses Hautes Directives pour que la prochaine réunion du Conseil Supérieur de l'Eau examine l'alimentation en eau potable en milieu urbain et rural, la satisfaction de ces besoins constituant un facteur essentiel de fixation des populations et d'amélioration de leur niveau de vie. L'allocution royale ressemblait à un véritable plan de bataille, laissant présager des changements nécessaires. A quelque temps de là, le gouvernement fut rénové; une nouvelle génération de ministres jeunes et dynamiques apparut, dotée d'une formation technique impressionnante dans les domaines du développement, de l'équipement et de la mise en valeur.

L'œuvre du Conseil présidé par le Souverain, le Prince Héritier ou le Premier Ministre par délégation, impressionne par la variété des sujets traités, assortis de judicieuses recommandations, suivies souvent de décisions suprêmes. Leur mention, en *annexe 1*, traduit strictement les préoccupations royales. L'eau potable et, surtout, l'approvisionnement en eau des populations rurales, la pollution y compris sa prévention, des oueds, du littoral maritime et des nappes phréatiques, l'assainissement urbain, les transferts d'eau, les plans directeurs de développement des ressources en eau des grands bassins hydrographiques : Moulouya, oueds côtiers

méditerranéens, Loukkos, Sebou, Bou Regreg, Oum-er-Rbia, Tensift, Souss, Draa, Rheris, figurent parmi les grandes priorités débattues et approuvées par le Conseil. Ce dénombrement de thèmes démontre la richesse de pensées d'Hassan II en matière d'hydropolitique, alors que l'opinion publique, dans son esprit réducteur, exprime l'idée simpliste de politique des barrages. Certes, la construction indispensable des barrages représentait la part spectaculaire de l'action royale. Si important que soit le nombre de barrages construits et l'effort financier imposé, il n'en demeure pas moins que la philosophie qui les créait constituait le fondement de l'hydropolitique établie par Hassan II, "chemin faisant", selon une de ses expressions intimes et favorites. L'exposé réel de l'action en matière de grands barrages<sup>(65)</sup> mérite cependant une synthèse et une entorse au respect de chronologie de ces mémoires.

#### *- La populaire politique des (grands) barrages*

Auguste présage, Hassan II naquit avec le premier grand barrage du Maroc, en 1929. Héritier de la tradition des Alaouites, issu d'une région pauvre en eau, Il adora se promener, dans son enfance, dans la région d'Ifrane, où l'eau ruisselle de toutes parts. Il monta sur le trône au 14<sup>e</sup> et, au 16<sup>e</sup> barrage, en 1967, prononça un discours politique annonçant sa stratégie de retenue et de stockage de l'eau de crue, grâce à la construction de ces ouvrages. Il avait porté son choix sur un jeune ministre ingénieur, dynamique et bâtisseur. L'objectif principal visait à l'irrigation d'un million d'hectares avant l'an 2000. Pour renforcer ce stockage d'eau, Hassan II décida, en 1986, la réalisation d'un barrage par an. En outre, 13 systèmes de transfert d'eau furent construits sur une longueur totale de 800 km. La disparition d'Hassan II marquait l'achèvement du 94<sup>e</sup> barrage, tandis que 6 autres étaient en construction, portant le patrimoine national à 100 grands barrages. Un tel bilan met à son actif 85 ouvrages bâtis sous ses Hautes directives. Cette œuvre mérite le qualificatif de colossale pour un chef d'Etat qui détient sans doute le record mondial de l'épreuve. Mieux encore, Il laisse, en testament, un projet de construction d'une centaine d'ouvrages déjà étudiés.

---

65) Ouvrages d'une hauteur supérieure à 15 mètres, selon les normes internationales.

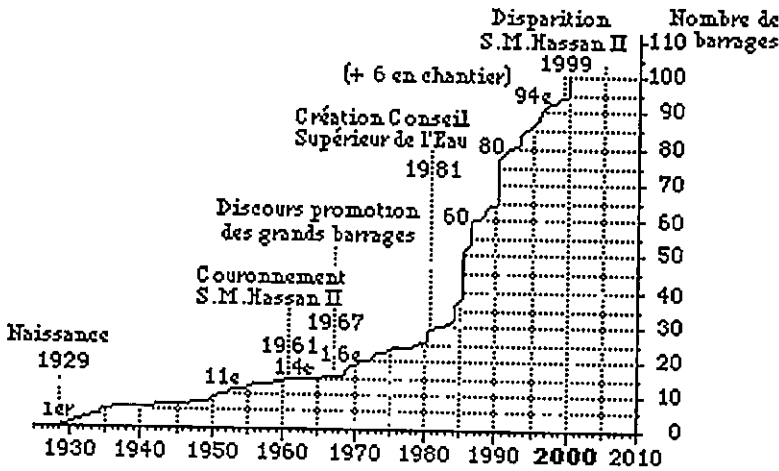


Fig. 2 9 Historique de construction des grands barrages

L'inauguration du barrage-réservoir de l'Unité (Al-Wahda), en 1997, consacrait la réalisation d'un rêve vieux de 35 ans : irriguer un million d'hectares avant l'an 2000. En outre, l'objectif obtenu portait la capacité nationale de retenue d'eau à 14,5 milliards de mètres-cubes, devenue 15 milliards en l'an 2000, soit 75% de l'écoulement annuel. Elle assure la régularisation annuelle de 10 milliards de mètres-cubes, disponibles pour le double usage combiné d'eau potable et industrielle et pour celui d'irrigation.

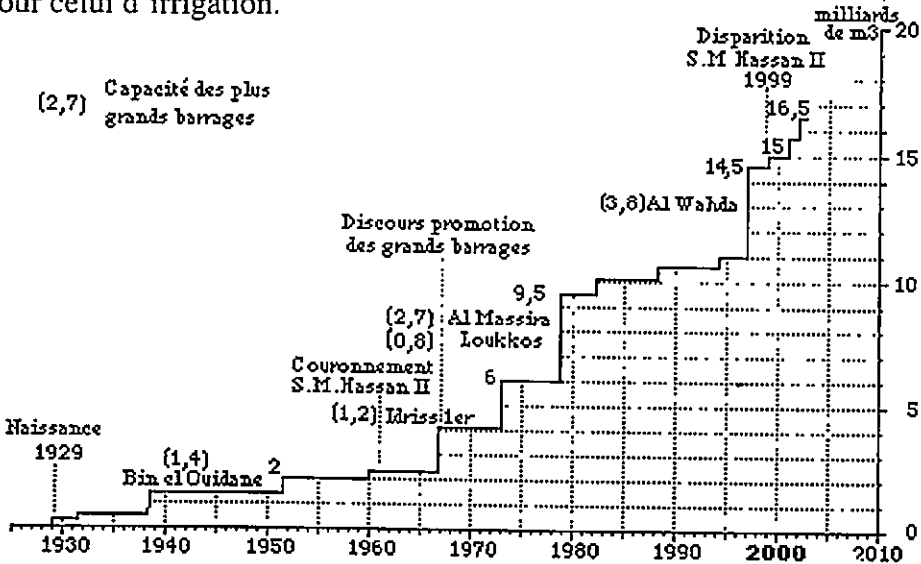


Fig. 30 Capacité nationale de retenue hydraulique de l'eau superficielle

Avantages supplémentaires, cet important stockage d'eau provoque la promotion des régions déshéritées, réduit les disparités économiques, instaure une solidarité inter-régionale en matière d'eau, élimine les crues catastrophiques qui causaient des inondations dommageables à la production agricole et aux infrastructures. Alors que l'agriculture irriguée par petits barrages, dite Petite et Moyenne Hydraulique (PMH) atteignait 335.000 hectares, en 2000, par croissance lente mais régulière, la rubrique de Grande Hydraulique (GH), avec ses grands barrages, y ajoutait plus de 675.000 hectares, irrigués en vastes périmètres.

Cette politique de l'eau, orientée en faveur de l'agriculture, depuis 1967, et donc, inversée au détriment de l'hydroélectricité, n'en produit pas moins de l'énergie. Le stockage d'eau réduit de 20% la dépendance du pays vis-à-vis de l'énergie importée, en produisant 2,4 milliards de kwh, en année de pluie normale. Cette politique hardie de l'eau, au cours des trois dernières décennies du siècle, devrait se poursuivre à l'identique jusqu'en 2050 qui verra s'ajouter 20 millions d'habitants aux 30 millions existant en l'an 2000. Le programme 2000, déjà établi, d'une centaine de barrages-réservoirs supplémentaires, ajoutera une capacité de stockage de 15 milliards de mètres-cubes, portant la capacité nationale à 30 milliards et la régularisation de l'eau de crue à près de 18 milliards, soit 90% de l'écoulement. L'effort d'équipement portera, alors, sur la Moyenne Hydraulique.

Et quand l'eau ne tombera, ni ne s'écoulera suffisamment pour remplir les barrages-réservoirs, l'eau souterraine fournira l'appoint désiré par les besoins de l'homme. A condition, toutefois, que les réservoirs souterrains reçoivent une recharge artificielle, en année riche en pluie. Car, le stockage de l'eau souterraine par infiltration naturelle procède lentement, à l'échelle d'une vie humaine, tandis que l'homme épuise très rapidement, c'est-à-dire en peu d'années, ce stockage par ses moyens modernes d'exploitation par forage et pompage. Ces phénomènes contradictoires sont dus à la lenteur de circulation de l'eau souterraine. Cette lenteur présente un avantage exceptionnel, encore inutilisé dans le monde, de mise en réserve de l'eau durant de nombreuses années. Ainsi, les réservoirs souterrains constituent le meilleur régulateur du climat en zone aride, où la sécheresse, le plus souvent inattendue, règne en maître et demeure le mal endémique. Comme les années riches en pluie surviennent une à deux fois par décennie, leur excédent d'eau se perd à la mer ou au désert, après déversement sur les

barrages. Il suffirait de forcer ce surplus à s'infiltrer. Trois projets-pilotes, l'un à Tanger, le deuxième sur un Domaine royal, près de Marrakech, et le troisième sous forme d'une application, grandeur nature, sur l'oued Souss<sup>(66)</sup>, démontrèrent l'aptitude exceptionnelle des sols marocains à absorber massivement ce surplus d'eau.

Hassan II, dans sa sage compréhension de l'hydropolitique, préféra donner la priorité à la nutrition de son peuple par la construction prioritaire des grands barrages-réservoirs, avant de s'engager dans la stratégie de recharge artificielle des réservoirs souterrains, de plus longue haleine. Il savait aussi que tout l'effort entrepris dans le domaine de l'eau, de son vivant, ne satisferait son peuple que jusqu'en 2020. Il reporta, donc, à l'an 2000, cette stratégie ambitieuse de recharge artificielle des réservoirs souterrains. Car, Il n'ignorait pas qu'en matière de projet hydraulique, l'achèvement survient, en général, vingt ans après sa conception. D'autant plus que cette stratégie de recharge artificielle, pour être complète, implique l'interconnexion nationale du réseau des captages et des distributions d'eau, comme Israël la réalisa à plus petite échelle. La terrible sécheresse qui sévissait au Maroc, au début de la décennie 1980, réclamait la priorité absolue, car elle restreignait beaucoup l'alimentation humaine. C'est pourquoi S.M. Hassan II préféra s'engager d'abord dans la politique des grands barrages, mûrie sagement et annoncée publiquement à Fès, en 1987, par un discours.

*- Discours royal d'hydropolitique nationale (Fès, 1987)*

A la clôture d'une session du Conseil Supérieur de l'Eau, S.M. Hassan II prononça un discours, résumé ci-après, qui confirmait sa détermination d'action directe dans l'aménagement des ressources d'eau. Un verset du Coran l'introduisait : *«Nous avons envoyé des vents chargés de semences. Nous avons ainsi fait tomber du ciel l'eau dont Nous vous abreuvons et que vous n'emmagasinez pas»*. Il entendit l'injonction *«que vous n'emmagasinez pas»* comme un reproche. D'où, sa politique des barrages-réservoirs. Et, Il précisa pour cela : *«Prions Dieu de nous abreuver d'eau et de nous inspirer la force et le savoir d'emmagasiner l'eau»*. Il expliqua, alors, son engagement dans la politique de l'eau et sa démarche...

---

<sup>66)</sup> Construction délibérée d'un barrage-réservoir sur un calcaire perméable

«Une étude scientifique, la dendrochronologie, a permis de connaître les cycles d'années pluvieuses du dernier millénaire. Tous les 20-22 ans, une période de sécheresse de 4-5 ans suit la période humide. C'est ce que le Maroc vient de subir. Depuis 1979, avant de retrouver en 1986 les années pluvieuses durant lesquelles le Très-Haut emmagasine pour Nous l'eau des pluies dans les réservoirs souterrains. Il nous appartient de connaître ces réserves d'eau, ce que fait particulièrement le ministère de l'Équipement. (alias des Travaux Publics)... Nul doute que notre sous-sol recèle suffisamment d'eau que nous pourrions réserver à la consommation qui n'exige pas autant de quantité que l'irrigation... Ainsi, les eaux emmagasinées dans les barrages seraient réservées à l'agriculture dont nous attendons une production accrue... Jusqu'à présent, l'équipement agricole se basait totalement sur la canalisation qui exige beaucoup de temps et où l'eau s'évapore. Si, auprès de chaque barrage, nous faisons en sorte que l'eau aille à sa destination normale, les eaux souterraines des puits l'entourant alimenteront les centres-pivots qui assureront chacun l'irrigation de 50 à 80 hectares sans qu'on ait recours aux canalisations et sans évaporation de l'eau... Il convient de nous prémunir contre le gaspillage. Dieu a dit "les gaspilleurs sont les frères des démons". Nous irons, s'il le faut, jusqu'à réglementer l'utilisation de l'eau, donnant la priorité à la finalité de l'eau et, en second lieu, son usage rationnel... Grâce soient rendues au Très-Haut qui nous a inspiré la politique des barrages. Je dis Nous, car le fleuron de nos barrages, celui de Hassan Al-Dakhil (sur le Ziz) en l'occurrence, a été édifié grâce à ta contribution lorsque Nous avons décidé d'augmenter le prix du sucre (en 1971). Je suis, en effet, très fier de dire : la politique des barrages, c'est la politique de tous les Marocains, c'est la politique du peuple marocain... Nous avons décidé de construire un barrage tous les ans. Toutes les études sont prêtes pour construire 14 barrages d'ici l'an 2000... Si le nombre des êtres humains est en accroissement, le volume des eaux l'est aussi. Comme vous le savez, Dieu nous a comblés en nous faisant découvrir Aïn Al-Ati, au Tafilalet. Elle équivaut à l'un des treize grands réservoirs d'eau souterraine dont dispose le Maroc. Son volume est de 20 milliards de mètres-cubes. Je suis heureux de conclure sur cette note d'optimisme, d'espoir et d'action ...»

L'exposé sur la populaire politique des (grands) barrages, pièce maîtresse de l'œuvre de S.M. Hassan II, comme le discours royal de 1987 à Fès, constituent certes, une entorse, déjà annoncée, au respect de la

chronologie de ces mémoires. Le discours confirme, sept ans après l'entrevue royale inopinée de fin 1980, sa décision intime d'action directe dans le domaine de la politique de l'eau. Revenons au processus chronologique normal.

*- Relation normative entre l'homme et l'eau (1981)*

Peu après la création du Conseil Supérieur de l'Eau, en juillet 1981, S.M. Hassan II me convoqua au golf de Marrakech pour discuter de la sécheresse qui sévissait. J'exposai ma longue expérience en zone aride au Maroc, d'abord, avec les Nations Unies, ensuite, en Algérie, Tunisie, Égypte, Proche-Orient, Arabie Saoudite, Radjasthan. Vingt cinq ans de carrière avaient permis de comprendre, enfin, la relation étroite entre l'homme et l'eau et plus exactement, entre le peuple et sa nation. Avec l'aide de la division de la Nutrition de la FAO, j'avais établi la relation eau-calorie<sup>(67)</sup>. Dans un pays en développement, un individu vit correctement avec 2.500 calories par jour exigeant 300 mètres-cubes d'eau par an, dont un tiers pour son pain quotidien. Ajoutons à cela 30 par an pour les besoins d'eau potable et domestique et 20 par an pour les besoins industriels élémentaires. Ainsi, 350 par an constituent une décente ration d'eau humanitaire.

Cette ration, rendue disponible grâce à l'aménagement hydraulique des ressources hydriques naturelles, exigeait, au départ, une ration brute d'eau deux à trois fois supérieure, pour tenir compte de toutes les déperditions d'eau dans le réseau aménagé. J'avais découvert, enfin, au cours de la dernière décennie de ma carrière aux Nations Unies (1969-78), la relation normative entre l'homme et l'eau. C'est pourquoi, le véritable problème crucial du moment provenait de la transition démographique dans le Tiers-Monde, explosion des naissances non compensées par les décès. Ce phénomène inquiéterait tous les chefs d'Etat des nations en développement. Le Roi avait déjà entendu ce pronostic de ma bouche, face au forage de l'Aïn-Allah, à la fin de 1980. Que faire ? La réponse exigeait mûre réflexion. Car, l'humanité disposait d'une expérience rarissime en la matière : lors de la découverte de l'agriculture, dix mille ans auparavant, et à la révolution industrielle du XVIII<sup>e</sup> siècle.

---

67) Par exemple, la calorie à partir du blé, base de la nutrition, réclame 0,32 litre d'eau.



Le Roi avait écouté attentivement, en silence. Il resta songeur, joua sa balle de golf, puis reprit le dialogue de façon étonnante. Il aimait surprendre. «*Vous entrerez à l'Académie et le sujet y sera débattu*». Le ciel me tombait sur la tête. Un vent de panique m'assaillait. Car, je craignais la détérioration des conditions de travail avec l'Intendant des Domaines royaux qui rêvait d'entrer à l'Académie, d'après ses confidences. Afin d'éviter une issue désagréable avec ce dernier, je résistais vaillamment à l'offre royale durant quelques trous de golf. Mais, le Roi coupa court à cette résistance. Il appela le Secrétaire perpétuel de l'Académie<sup>(68)</sup>, présent parmi les personnes intimes accueillies chaque jour pour suivre la partie royale de golf, lui intima brièvement de me recevoir à l'Académie, lors de la session de printemps 1982, et formula le thème à débattre "*Eau, nutrition, démographie*".

La relation intime de ce triptyque, apparue après 40 ans d'étude et de réflexion, demeurera un pertinent sujet de débat. L'Académie a frémi de la passion engendrée et exprimée par les discussions du printemps 1982. Au point que Son Protecteur imposa une seconde session sur le même thème, cas unique en deux décennies d'histoire de l'Académie, Tant d'auteurs réputés intervinrent qu'il est impossible de les citer. Leurs exposés, consignés en quelques trois cent pages, forment deux volumes. A coup sûr, S.M. Hassan II les lut. Nos dialogues suivants sur l'eau m'en convainquirent.

Pour en finir avec mon admission inattendue à l'Académie, il convient de dévoiler que le Roi possédait une perception aiguë des sentiments et sensibilités de ses interlocuteurs. La résistance insolite opposée à l'honneur offert, lui fit comprendre mon embarras vis-à-vis du susceptible Intendant des Domaines royaux. Son Secrétariat particulier se chargea, désormais, de mes voyages et séjours au Maroc. Mon accession à l'Académie en 1982 marqua la fin de mon action sous le couvert des Domaines royaux. Elle me libérait d'une pesante tutelle. Les sentiments amicaux y avaient perdu, peu à peu. Car, l'Intendant des Domaines m'avait traité, au fil des jours, non plus comme un ami mais comme son assistant. Il ne voulut pas comprendre ou accepter que mon rappel par le Roi, depuis l'ONU, visait par dessus tout, l'intérêt national en me faisant agir comme

---

68) Lire la 36<sup>e</sup> histoire dans "*Histoires d'eau*".

conseiller, charge qu'il désirait garder en exclusivité. A ce propos, ma réflexion crépusculaire me révèle qu'au cours d'une carrière professionnelle, on se méprend trop souvent sur la relation agréable entre collègues, au point de la considérer comme une amitié.

*- Un projet d'oléo-aqueduc transsaharien*

Après l'entrevue royale inopinée de fin 1980, S.M. Hassan II avait repris, avec l'auteur, ses entretiens mémorables de prince héritier en 1960. Sur Son golf privé de Fès, en 1981, nous devisions de pétrole et du rôle de conseiller à jouer à ses côtés pour le Maroc. Il mentionna, à ce propos, la dernière conversation échangée avec le Roi Fahd d'Arabie Saoudite, auquel il venait d'offrir un terrain pour l'agrumiculture, que j'avais sélectionné, sur les bords du fleuve Sebou, non loin de Fès.

Le Roi Fahd envisageait d'écourter le contournement périphérique de l'Afrique par les pétroliers à destination de l'Europe et de l'Amérique du Nord, en y substituant un oléoduc est-ouest, à travers l'Afrique. Le pétrole proviendrait de Yambu sur la côte saoudienne de la mer Rouge. Il rejoindrait l'Afrique par un tronçon sous-marin d'oléoduc et la traverserait, au plus court, pour rejoindre l'Atlantique. Hassan II s'arrogeait l'étude de l'oléoduc Yambu-océan Atlantique, confiée à la société Batelle de Californie. Pour perfectionner ce projet mirobolant, je suggérais une idée qui me tenait à cœur depuis la famine du Sahel en 1964 : doubler l'oléoduc par un aqueduc qui desservirait le Sahel et atténuerait ses sécheresses endémiques. Le Roi adhéra à l'idée avec enthousiasme. Le comte de Marenches<sup>(69)</sup> conduirait l'étude tenue secrète, assisté de son ancien directeur de cabinet et de l'auteur. Tous deux vinrent s'installer en Suisse, au Mont Pèlerin, à trois kilomètres de ma résidence de Blonay, pour cette opération intime. Le Roi comptait sur mon expérience de l'eau du Sahara et de l'Afrique acquise avec les Nations Unies pour assurer la meilleure implantation possible de l'oléo-aqueduc. Peu de chefs d'Etats partagèrent le secret de ce projet, à l'exception des pays à traverser.

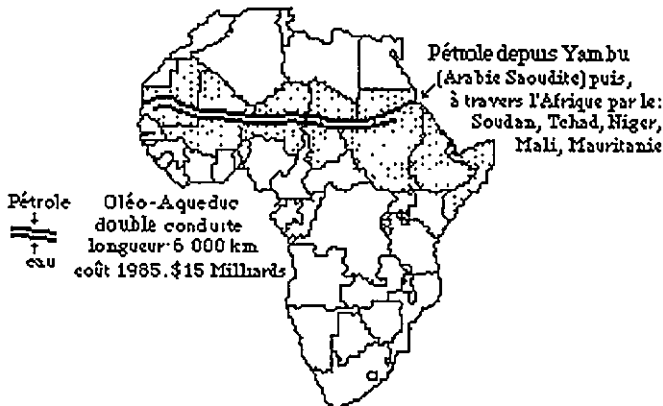
La solution idéale consisterait à établir un oléo-aqueduc, double conduite transportant le pétrole et l'eau. L'une transférerait l'énergie à

---

<sup>69)</sup> Ex-directeur des services secrets français pendant 12 ans. Batelle possédait une succursale à Genève

travers tout le Sahel, depuis l'Arabie Saoudite qui en regorge, au profit de ces populations nécessiteuses, musulmanes pour la plupart; la seconde conduite profiterait de cette énergie pour s'approvisionner en eau au passage des deux grands fleuves : Nil et Niger, lors du contournement du lac Tchad et pour exploiter les immenses réservoirs aquifères du Sahara et transférer leur eau aux lieux et niveaux d'utilisation. Cette idée originale ouvre la voie à une stratégie plus imaginative et efficace. L'oléoduc traverserait donc, en Afrique, les nations déshéritées du Soudan, Tchad, Niger, Mali, Mauritanie.

Car, deux grands trésors enfouis gisent dans le sous-sol du Moyen-Orient et de l'Afrique : une eau souterraine abondante et de grande qualité ainsi que du pétrole à profusion. Leur combinaison déboucherait sur un vaste projet qui utiliserait les ressources d'eau des grands fleuves et lacs d'Afrique ainsi que celles des immenses réservoirs d'eau souterraine à exploiter au passage des conduites de transfert.



*Fig. 31 Projet d'oléo-aqueduc, meilleure solution d'atténuation des sécheresses du Sahel*

L'étude en Suisse de l'oléo-aqueduc s'accomplit en une année. Elle fut présentée au Roi peu avant la session de printemps 1982 de l'Académie du Royaume tenue à Rabat où deux des auteurs<sup>(70)</sup> furent reçus. Un intermède imprévu entrecoupa même la session ; un avion royal transporta, en soirée, tous les membres de l'Académie et des invités de choix à Fès, où

70) Comte de Marenches et Robert Ambroggi.

le Roi nous reçut dans les jardins illuminés de son palais, bruissant de tous les jets d'eau jaillissants. Me serrant la main, il murmura «*Vous méritez bien ce spectacle*». Souvenir inoubliable ! Allant de surprise en surprise, installé peu après dans les salons, le Roi, entouré de personnalités notoires, exhibait le document préparé en grand secret et expliquait la stratégie imaginée de l'oléo-aqueduc, sans oublier de mentionner les auteurs. Un vedettariat inattendu, mêlé d'étonnement, tombait sur mes épaules. J'apprenais, à l'occasion, que les États-Unis, la Grande Bretagne et la France connaissaient également le projet. Curieusement, depuis lors, le projet plongea dans l'oubli, relais d'un secret éventé, devenu un beau rêve ! Pourtant, il mériterait meilleure considération.

- *Conférences sur l'eau*

Le Roi m'avait invité formellement à procéder à ces conférences à travers le Maroc, sous l'égide de l'Académie, afin de sensibiliser l'opinion publique aux problèmes d'eau. Ces conférences commençaient ainsi : L'eau et le développement sont inséparables. L'une ne peut pas être considérée sans l'autre, sous peine de grave erreur. L'eau, c'est à la fois, l'écoulement et la pluie, c'est-à-dire le climat. Le développement, c'est, avant tout, la production agricole pour la nutrition de la population marocaine et l'eau potable. D'ailleurs, la structure de la demande nationale d'eau montre l'importance relative des secteurs de développement : 88% pour l'irrigation, 8% pour l'eau potable 4% pour l'eau industrielle. Deux conférences mirent en évidence les réactions contrastées de l'opinion publique. Car elles s'achevaient par un débat public sous forme de questions-réponses.

Dans la capitale de Rabat, la salle de conférence du ministère des Affaires Étrangères rassembla un public citoyen, formé d'une majorité de fonctionnaires. Un des thèmes principaux portait sur la diversification impérative des divers modes de captages, introduisant beaucoup de petite hydraulique : barrages collinaires, galeries captantes (*rhetaras*), puits et forages d'eau publics, à titre d'innovations, puisque les grands barrages étaient publics par tradition. Je rencontrais une grande réserve, voire une opposition. Pourtant, j'avais réalisé ces innovations avec succès dans des pays en développement, sous l'égide des Nations Unies. Le public citoyen pensait grands barrages pour l'eau potable et industrielle, avant tout.

Au Maroc oriental, dans la ville d'Oujda, la salle de conférence du Conseil provincial rassembla un public à majorité rurale, complété d'universitaires. La même petite hydraulique, traitée comme service public, obtint un succès considérable. Elle se prolongea en un débat interminable en fin de conférence. L'enseignement apparaissait double. L'opinion paysanne s'enthousiasmait, d'une part, pour l'irrigation à petite échelle; d'autre part, elle rejetait l'irrigation de grands périmètres, tels celui des Triffas, sur la côte de la Méditerranée. Après avoir favorisé deux cents colons européens sous le Protectorat, ce périmètre desservait maintenant des familles marocaines cossues. S.M. Hassan II, informé, peu après, de cette forte réaction paysanne, en tint le plus grand compte, dans sa stratégie d'hydropolitique nationale.

D'où la grande utilité de ces conférences itinérantes. D'ailleurs, le Roi me demanda de les compléter, en 1985, par la mention du cadre mondial, en sus du cadre national marocain pour permettre de considérer l'échelle des problèmes<sup>(71)</sup>. Elles mériteraient une reprise par des spécialistes marocains, parce qu'elles renforceraient la voix de l'opinion publique, et, ce faisant, le haut intérêt du Conseil Supérieur de l'Eau. Celui-ci, d'ailleurs, adoptera une formule plus régionale, au fur et à mesure de la création des Comités de bassin hydrographique ou Agences de l'eau.

#### *- Eau, nutrition, démographie*

Triptyque fondamental d'une hydropolitique en pleine gestation, ces trois éléments combinés permettent la croissance économique d'un pays du Tiers-Monde, surtout en zone aride. Mais, comment les expliquer ? Hassan II fit recevoir son conseiller pour l'eau à l'Académie du Royaume du Maroc, peu après sa création. L'intention royale consistait à y détenir un porte-parole destiné à exposer et à expliquer ses hautes réflexions sur des sujets aussi délicats qu'importants, tels les trois éléments du triptyque et surtout l'eau. Comme l'Académie sert, par habitude, de Haut Conseil sur de grands thèmes préoccupant le Souverain, Son Protecteur, l'eau y serait prise en considération, chaque fois que possible. Quant aux trois éléments en cause, ils formèrent le triptyque de pointe.

---

71) Publiée dans "*Conférences de l'Académie, 1983-87*", sous le titre "*Eau et Développement*" (Cadres mondial et national)

Au cours d'une première session, l'explosion démographique du Tiers-Monde fut annoncée, y compris celle du Maroc avec ses fortes contraintes sur les ressources en eau et sur la nutrition. En même temps, le Roi me demanda de présenter l'offre et la demande d'eau, surtout pour l'agriculture, dans les dix pays riverains du Sahara<sup>(72)</sup>, dont ceux contigus au Maroc, à titre de notion indispensable combinant géopolitique et hydro-politique. Électrochoc incroyable pour l'assemblée et débat passionné ! D'autant que les tendances concernant la sécurité alimentaire se montraient inquiétantes, d'après une étude prospective envisageant l'an 2000. Une seconde session sur le même thème - fait unique dans les annales de l'Académie - présenta, entre autres, un projet de stratégie de l'eau adaptée à la transition démographique du Maroc. Il contenait les prévisions de population à 50 et 100 ans, de nutrition et de politique de l'eau conséquentes, ainsi qu'un plan national de l'eau à soumettre au Conseil Supérieur de l'Eau, créé l'année précédente, et à exécuter sous son égide. De même, la stratégie prévoyait l'irrigation par centres-pivots d'un second million d'hectares et l'amélioration de la culture pluviale à haut rendement sur deux millions d'hectares.

Après avoir pris connaissance des débats de la session, Hassan II conçut une coopération étroite de trois ministères-clés : Intérieur, Équipement et Agriculture pour accomplir le futur développement hydro-agricole. Afin d'assurer et lier cette coopération, Il créa discrètement un commando, selon sa propre expression, groupant deux hauts fonctionnaires techniques de chacun des ministères. Les six initiés de ce commando formèrent le Groupe d'Action et de Réflexion Eau-Développement ou GARED. Cet artifice institutionnel fit merveille. Un contrat interne entre Intérieur et Équipement établit les accords techniques et financiers pour l'exécution des lacs collinaires et petits barrages.

Comme le Maroc venait de perdre son indépendance alimentaire, en 1973, Hassan II chercha à relever le double défi de la démographie galopante et de l'insuffisance à terme des ressources en eau. Une monarchie présente l'immense avantage de privilégier la vision à long terme. Hassan II travailla d'emblée sur l'hypothèse extrême qui, en 2050, prévoyait 60 millions

---

72) Maroc, Algérie, Mauritanie, Tunisie, Libye, Égypte, Soudan, Tchad, Niger et Mali

d'habitants, selon un scénario du laisser-aller. La préoccupation essentielle fut d'adopter une politique conciliant les préceptes de la religion et l'avenir de la production alimentaire de son peuple. A un scénario du laisser-aller succéda un scénario fondé sur une politique d'information, très sage, très raisonnable, de la population qui fut alertée sur le danger de cette évolution. Ainsi, l'espoir restait permis qu'elle se stabiliserait à 50 millions, au plus, en 2050. Hypothèse plus acceptable, mais inquiétante, néanmoins. Comment nourrir une telle population dans un pays de la zone aride qui connaît si souvent des sécheresses catastrophiques, alors que sa production céréalière dépend à 95% de la culture pluviale ?

#### - *Pluviométrie et céréaliculture*

Hassan II ne connut la carte d'utilisation des sols du royaume qu'au début des années 1980. La dimension du périmètre céréalier l'impressionna : 7,5 millions d'hectares (Mha) dont 1,5 Mha maintenus en jachère pour satisfaire un élevage pastoral traditionnel. Il restait une aire de 6,0 Mha à emblaver en céréales dont 0,3 irrigués (5%) et 5,7 Mha consacrés à la culture pluviale, soit 95% du périmètre céréalier. Désagréable surprise : la céréaliculture dépendait de la pluie ! Car, Hassan II n'ignorait plus rien des erratiques circonstances de pluie, typiques d'un pays de zone aride. Malgré le bon flair météorologique du paysan, la surface emblavée oscillait, bon an mal an, entre 4 et 5 millions d'hectares. Ce résultat néanmoins acceptable démontrait l'énergie d'un paysan capable d'un rendement de 16 quintaux par hectare, en année pluvieuse, tombant à 4 quintaux, quand la sécheresse s'acharnait contre lui. Le Souverain, très attaché à ce paysannat courageux, avait prodigué son assistance, dès le début du règne, en créant *l'opération labour*, suivie plus tard de la sélection des semences adaptées au climat. Enfin, au début des années 1980, il créa un Centre national d'aridoculture. Dans le même temps, Il s'efforça de trouver le meilleur ministre capable d'aider l'agriculture et, surtout, d'améliorer la céréaliculture pluviale. La découverte d'un ministre agronome et paysan, remonte à cette période-là<sup>(73)</sup>.

---

73) J'intervins pour la carte d'utilisation des sols, le choix du ministre et l'étude scientifique du climat.

La céréaliculture pouvait ainsi bénéficier d'une expérience acquise de la pluviométrie du Maroc afin d'améliorer sa prédiction et d'atténuer ainsi l'effet de la sécheresse endémique, triste privilège de la zone aride sur 75% du périmètre céréalier. Car, fort heureusement, de bonnes données avaient été recueillies depuis 1930, tant sur la pluviométrie que sur la production céréalière, la superficie emblavée et le rendement.

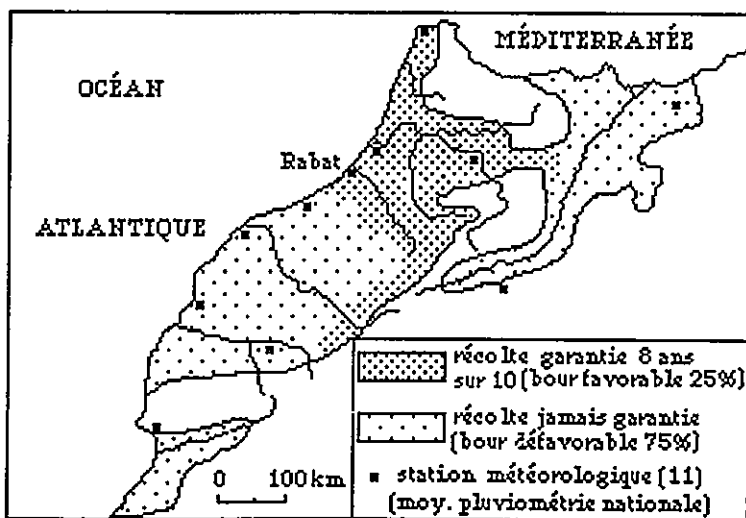


Fig. 32 Périmètre céréalier sous culture pluviale

Une nette croissance de la surface emblavée en résulta. Curieusement, à partir de ce moment-là (1986), sous la houlette du ministre agronome et paysan, les années riches en pluie connurent des productions cérésières record, alors que les années pauvres retrouvaient les productions d'antan, peu améliorées (fig. 30 et *annexe 2*). Trop longtemps, l'Intendant des Domaines influença le Roi dans sa politique cérésièrè en se basant sur le seul domaine royal à culture cérésièrè pluviale<sup>(74)</sup>. Or, ce domaine, situé à la latitude de Rabat, ne représentait pas le bon modèle pour le royaume, puisqu'il appartenait au *bour* favorable (25% du domaine cérésièrè) choisi préalablement par la colonisation. Sa production, bon an mal an, oscillait entre 20 et 40 quintaux par hectare. Tandis que le paysan du *bour* défavorable (75% du domaine cérésièrè) en récoltait 4 à 7. De plus,

74) Domaine de Merchouch, 50 km SE de Rabat, pluie moyenne 440 mm/an, extrêmes 250-660 mm/an.



l'Intendant ignorait les dimensions et la situation climatique du domaine céréalier où la pluie dépendait surtout de l'ordre divin. De concert avec le Roi, nous décidâmes d'aborder l'étude scientifique du climat.

C'est alors que s'imposa une politique de gestion de la pluie attendue où la méthode de prédiction anticipée de 6 mois jouerait le rôle essentiel. Cette approche prospective peut se faire à deux niveaux : national et régional. Onze stations sélectionnées (fig. 29) permettent de calculer la moyenne pluviométrique nationale. Au niveau national, les données sur les derniers 70 ans facilitent la perception de l'avenir de la campagne céréalière. Au niveau régional, la prospective y gagnerait en précision. Mais, les données doivent être réorganisées dans ce contexte. La prédiction à 6 mois au niveau national, en cours d'expérimentation depuis 1997, s'ajuste progressivement. Elle présente l'inconvénient de supprimer les différences de pluviosité et de production céréalière entre régions climatiques. Cependant, les effets positifs l'emportent. La surface emblavée augmente et influence la production vers le haut, frôlant les 100 millions de quintaux annuels, dans les bonnes années pluviométriques. De meilleures pratiques culturales apparaissent avec effet marqué sur le rendement. L'arrivée avancée ou retardée de la saison des pluies fait osciller, maintenant, la superficie emblavée entre 4 et 6 millions d'hectares, le million d'hectares représentant 8 à 10 millions de quintaux. De même, la pluviosité de janvier-avril détermine une bonne ou mauvaise récolte (fig. 30).

Une bonne prédiction de pluie pour les mois d'octobre et de novembre s'avérerait déterminante de l'aire à emblaver et par conséquent, de la production probable de la prochaine récolte, sans que le paysan gaspille sa semence. Il convient donc d'établir un pré-bulletin d'annonce prévisionnelle de la période des labours et des semailles, suivi, deux mois plus tard, du bulletin de 6 mois de prédiction révisable. Tout ceci démontre le rôle de l'homme, de la machine, de la pression démographique, mais aussi et surtout, la nécessité d'une bonne prédiction pour mieux les assister.

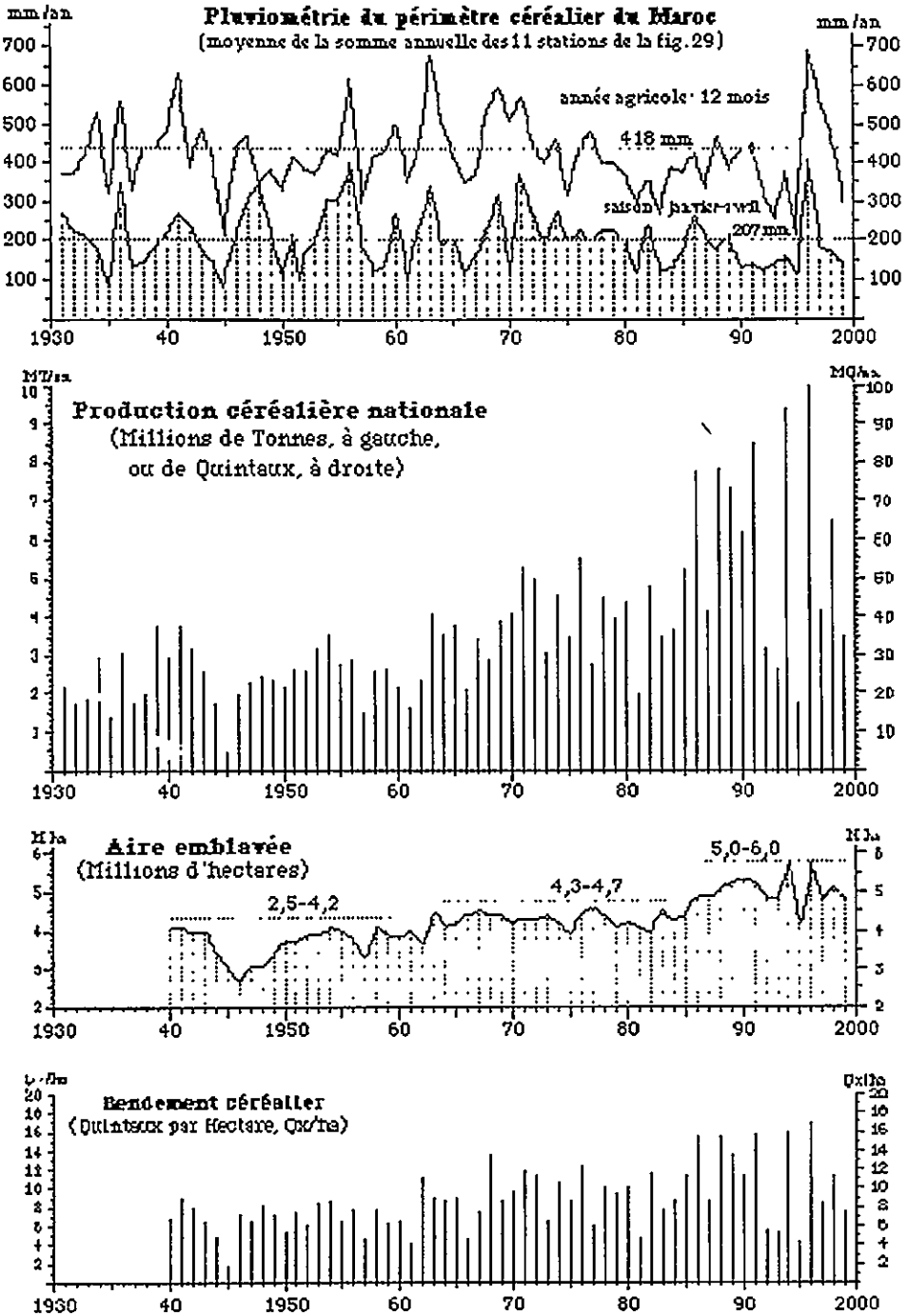


Fig. 33 Synopsis pluviométrie-céréaliculture de 70 ans (1930-2000)

Hassan II, obsédé par ce problème de céréaliculture pluviale responsable du pain quotidien de son peuple, rappelait parfois la doctrine alarmante de Malthus, fondée sur l'idée que la population croissait plus vite que les subsistances, provoquant ainsi un déséquilibre qui conduisait l'humanité vers la famine. Et, de surcroît, au Maroc, la pluie se faisait toujours désirer, parfois avec l'anxiété de sécheresse, coupable de famine. Face à ce double défi périlleux, le Souverain faisait front avec ténacité, toujours soucieux de se situer parmi les meilleurs chefs d'Etat de zone aride et gardant en mémoire les précédentes dynasties balayées par les grandes famines.

C'est pourquoi, Hassan II décida d'élargir la mission du Conseil Supérieur de l'Eau à la connaissance scientifique du climat national et de lui conférer, en 1993, le titre de "*Conseil Supérieur de l'Eau et du Climat*". En même temps, "*l'Office National de Météorologie (ONM)*" était transféré du ministère des Transports au ministère des Travaux Publics, se renforçait en personnel qualifié et en matériel - recevant, entre autres, cinq radars météorologiques -. Ce faisant, il aidait l'agriculture pluviale et collaborait étroitement avec l'Hydraulique (DH), responsable du stockage d'eau dans les barrages-réservoirs et de sa délivrance à l'irrigation du million d'hectares. L'ONM recevait, pour mission principale, la prévision-prédiction de la pluie et du climat, afin d'améliorer l'agriculture pluviale. Il devint ainsi un service notoire, à l'égal des services européens avec lesquels il consolida sa coopération. Les résultats se montrèrent prometteurs.

En confiant indirectement à l'ONM l'amélioration de l'agriculture pluviale par une bonne connaissance et information de la prévision à 5 jours et de la prédiction à 6 mois de pluie, Hassan II n'ignorait pas que la pluie avait pour tâche, outre d'arroser en priorité 5 à 6 millions d'hectares du périmètre céréalier, de satisfaire aussi les quelque 13 millions d'hectares de pâturage et 5 de forêt, sans compter plus d'un million d'hectares de cultures industrielles et vivrières : tomates, pommes de terre, fèves, haricots, lentilles, petits pois, pois-chiche, tournesols, betteraves, coton, etc., dont des primeurs.

Le Souverain fit créer aussi, un bulletin<sup>(75)</sup> dans le but d'informer rapidement, régulièrement et succinctement la Haute Autorité, palais et

---

75) METAGRHYD, publication mensuelle sur la situation météo-agro-hydrologique, voir *Annexe*.

gouvernement, sur les situations mensuelles de la météorologie, de l'hydrologie et de l'agriculture du pays. Ce bulletin mensuel, élaboré en collaboration par la direction de la Météorologie Nationale, de l'administration de l'Hydraulique (Ministère des Travaux Publics) et de la direction de la Production Végétale (Ministère de l'Agriculture), énonce les appréciations de ces trois branches, fournit les valeurs chiffrées et mentionne aussi les phénomènes spéciaux : vent violent, orage, brouillard, chergui, gelée, rosée, crue d'oued. Il s'avère fort utile.

### - *Étude de la sécheresse*

S.M. Hassan II me convoqua au palais de Fès, en début d'un après-midi de 1983. Un conseil de gouvernement s'achevait. Il fit installer des fauteuils dans le jardin, me plaça à ses côtés, face aux ministres, et me demanda d'exposer les grandes lignes des conférences sur l'eau à travers le Maroc. A propos de la sécheresse, dont le pays subissait les effets, à l'époque, j'indiquais mes pressentiments nés des observations pluviométriques vécues sur place, durant la période 1942-61. Une périodicité de vingt ans semblait marquer le retour des grandes sécheresses. Cependant, la durée d'observation même étendue jusqu'en 1983, demeurerait insuffisante pour en établir une règle scientifique. J'ajoutai que, seule, une étude par dendrochronologie permettrait la confirmation scientifique et la connaissance véritable du climat marocain.

Le Roi interrompit pour connaître la définition de ce mot étrange. Il s'agissait de la méthode de datation des changements climatiques par l'étude des anneaux de croissance des troncs d'arbres. Il s'exclama joyeusement "*Mon professeur m'apprit cela dans mon enfance et m'en montra un exemple naturel, mais j'ignorai le nom de la science qui en découlait*". A la fin de l'exposé et des réponses aux quelques questions posées par les ministres, le Roi me retint pour discuter de cette science au nom barbare, bien que formé de racines grecques. Il désirait, savoir où se trouvaient les meilleurs experts. Belgique, Suisse et États-Unis en possédaient. A la requête de mon avis, les États-Unis émergèrent. Ils possédaient, en Californie, les plus vieux arbres du monde, les séquoias dont l'espérance de vie atteignait 2000 ans, et un remarquable laboratoire de dendrochronologie à l'université de Phœnix (Arizona). La requête royale poussa jusqu'à connaître le nom du meilleur spécialiste. Ma mémoire refusa

la bonne réponse. Je téléphonais à ma résidence de Suisse pour le retrouver dans mon bureau et la communiquer aussitôt. Le Roi se chargea de la suite à donner et me confia à son Secrétariat particulier, pendant ce temps. Deux heures plus tard, Il m'appela par téléphone, pour m'annoncer fièrement, et de façon enjouée, que le professeur Charles Stockton arriverait à Fès le surlendemain pour y recevoir les instructions sur sa mission. Entre-temps, le meilleur ingénieur marocain des Eaux et Forêts fut convoqué pour chaperonner l'expert américain, selon un itinéraire précis dans les forêts de cèdres du Moyen-Atlas et du massif du Rif, durant deux semaines. Le professeur Stockton arriva comme convenu, avec un matériel spécial pour prélever des "carottes" de bois par forage jusqu'au cœur des troncs de cèdres. Il accomplit le périple prévu dans le centre et le nord du Maroc, préleva de nombreuses carottes et retourna en Arizona avec tous ses échantillons pour les analyser dans son laboratoire.

Trois mois plus tard, le Roi recevait des États-Unis un premier rapport comportant des graphiques comparables à un électrocardiogramme. L'expert avait décelé des cèdres de 300, 500 et 1.000 ans, qui avaient raconté leur longue histoire du climat marocain central et nordique. Le Roi, émerveillé, me présenta le rapport et ses graphiques, lors d'une audience en plein air, au golf de Rabat. Les conclusions indiquaient des périodicités de sécheresses de 10-12 ans et 20-22 ans correspondant aux cycles des tâches solaires, comme en Californie. Le cycle de 20-22 ans apportait les plus sévères sécheresses, capables de durer de 3 à 6 ans. Le Roi mentionna cette découverte sensationnelle dans son discours d'anniversaire du 9 juillet, fête de la Jeunesse. Dans son bonheur, il prononça même le mot d'origine grecque de dendrochronologie. Un grand pas en avant venait de s'accomplir dans la révélation des sécheresses du Maroc, identifiées sur le dernier millénaire de son passé. Il indiquait avec précision la chute des dynasties, coïncidant étrangement avec les fortes sécheresses. Je suggérais au Roi de recruter l'expert durant son année sabbatique. Ce qui eut lieu. La moisson abondante d'informations climatiques par les cèdres (*Cedrus atlanticus*) permit de former aux États-Unis un spécialiste marocain. Outre les cèdres, les genévriers du Haut-Atlas se montrèrent également bavards. Ainsi, en peu d'années, les arbres du Maroc révélèrent le secret du mécanisme des sécheresses subies par le pays et permirent de s'engager sur la voie royale de leur prédiction.

- *Prédiction des sécheresses*

De fil en aiguille, le Roi songea à organiser au Maroc un symposium sur le sujet : Sécheresse, Gestion des Eaux et Production alimentaire. Il se tint en novembre 1985, à Agadir sous la présidence effective des ministres des Travaux Publics et de l'Agriculture. Il réunissait une quinzaine des meilleurs climatologues américains, une quarantaine de représentants de pays de zone aride, y compris la Chine et une majorité de fonctionnaires marocains.

Une redécouverte domina le débat. Dans les années 1920, un astronome britannique découvrit deux phénomènes climatiques d'influence mondiale, sous la forme d'oscillations atmosphériques fonctionnant telles des balances aux bras longs de milliers de kilomètres, l'une sur l'océan Pacifique, l'autre sur l'océan Atlantique. A la haute pression d'un bras de la balance correspondait une basse pression sur l'autre bras. Sans entrer dans le détail du mécanisme, disons en bref : d'un côté, la sécheresse, de l'autre, des pluies diluviennes. L'oscillation sur le Pacifique s'appela ENSO pour *Équatorial North-South Oscillation*; l'autre sur l'Atlantique, NAO pour *North Atlantic Oscillation*. Les deux oscillations dormirent à l'université durant trois décennies. Les États-Unis réveillèrent ENSO, dans les années 1950. Les pêcheurs chiliens de sardines, de longue date, l'avaient baptisé *El Niño*, pour l'enfant-Jésus, parce que le phénomène débutait vers la Noël ; une couche d'eau plus chaude recouvrait le courant froid et chassait la sardine vers les profondeurs. Les États-Unis comprirent alors la forte influence climatique du phénomène et sa vaste extension vers l'ouest sur l'Australie, l'Indonésie, la mousson indienne et, vers l'est, sur leur pays (Californie, Arizona, Texas, etc.) et l'Amérique du sud. Ils décidèrent d'étudier le mécanisme d'*El Niño*, afin de découvrir les critères qui permettraient de prévoir, plusieurs mois à l'avance, le déclenchement du phénomène. Ce qui permettrait de mettre au point une méthode d'atténuation des sécheresses.

Le NAO dormait toujours. Pour les États-Unis, il ne pouvait intéresser que l'Europe de l'Ouest et l'Afrique du nord-ouest, dont le Maroc, qui l'ignorait encore. Le symposium de 1985 à Agadir offrit l'occasion de le réveiller. Le moment était venu de s'en occuper et de lui trouver un nom populaire. Le Roi proposa *Al-Moubarak* (le béni). Ainsi, le Maroc commença le projet du même nom, en coopération avec les États-Unis. Son

objectif essentiel consistait à établir une prédiction valable avec 4 à 6 mois d'anticipation. Il dura jusqu'à la disparition de S.M. Hassan II, alors que le succès complet paraissait en vue. A l'égal des États-Unis et de l'Australie qui venaient de le connaître à propos d'El Niño. Pour ces deux pays, les conséquences économiques de cette prédiction s'annoncent révolutionnaires. Pour l'instant, le Maroc détient un 3<sup>e</sup> rang mondial encore fragile. Sa consolidation se poursuivra-t-elle ? D'autant qu'elle améliorerait sensiblement l'agriculture pluviale, mode de production végétale, demeuré le plus usité, au Maroc, surtout dans le secteur de la céréaliculture, base de la nutrition. Sans oublier que la guerre verte des puissantes nations économiques bat son plein, afin de rendre dépendantes, en céréales, le plus de nations possibles.

- *Étude de la pluie provoquée*  
avec effort principal sur le Maroc fécond

Le développement du Maroc par l'eau suscita l'enthousiasme. Mais, il entraîna forcément des infidélités à l'égard de la chronologie du récit. Tandis que l'étude de la dendrochronologie allait bon train, le Roi, déjà très préoccupé au début des années 1980 par la sécheresse persistante, aborda le sujet de la pluie provoquée sous forme du projet *Al-Ghaït*. La méthode fait partie des idées originales d'eau non-conventionnelle, La pluie provoquée, comme la recharge artificielle des réservoirs souterrains, en constituent les deux méthodes les plus plausibles. Par une "météorologie active", on pourrait augmenter les précipitations par ensemencement des nuages.

Outre la politique des grands barrages construits pour l'irrigation d'un million d'hectares, Hassan II mit en place une seconde stratégie concernant l'étude scientifique du climat dont dépendent, chaque année, 5 à 6 millions d'hectares de céréaliculture pluviale. Car, il importait de relever le niveau économique et social de sa population rurale, supérieure à la moitié de son peuple. "Au Maroc, gouverner c'est faire pleuvoir" disait le maréchal Lyautey. Hassan II y pensait sans cesse. Son intérêt passionné pour ce problème ne s'est jamais démenti, durant les sept mois de la campagne céréalière. Au cours de nos entretiens de 1982, l'approche scientifique du climat voyait le jour, à travers deux volets : l'un vers l'étude des sécheresses, l'autre vers la pluie provoquée artificiellement.

Les géographes du Protectorat identifièrent et dénommèrent *Maroc utile* la portion de territoire circonscrite par les grandes montagnes, Rif, Moyen et Haut Atlas et ouverte sur l'océan Atlantique. Une pluviométrie correcte et le ruissellement en provenance des montagnes la rendaient féconde. Mais, cette dénomination possédait une connotation colonialiste. Sa substitution par le terme de *Maroc fécond* l'élimine, tout en maintenant le trait particulier du lieu. Ainsi, le Maroc fécond devrait bénéficier, à lui seul, de l'effort de production de l'eau de pluie non-conventionnelle. Il représentait le plus beau rêve évoqué au cours de nos dialogues échangés en promenade. Car, S.M. Hassan II aimait rêver aux grands projets du royaume, chemin faisant.

Le Maroc fécond dessine une cuvette de 140.000 km<sup>2</sup>, soit 20% du territoire. Elle reçoit de front toutes les perturbations atmosphériques en provenance de l'Atlantique. Les systèmes nuageux y parviennent avec une charge d'eau de pluie appréciable, de novembre à avril, période favorable à la production céréalière, base de la nutrition. La pluie y provoque aussi un écoulement de 18,7 milliards de mètres-cubes, en moyenne annuelle, dont 14,7 de ruissellement et 4,0 d'écoulement souterrain, soit près des deux-tiers des ressources nationales d'eau d'écoulement (30 milliards).

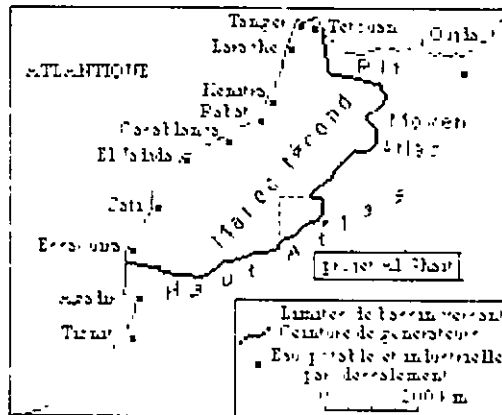


Fig. 34 *Projet de pluie provoquée (Al Ghaït)*  
et de dessalement d'eau de mer (eau non-conventionnelle)

Le Roi imagina de provoquer la précipitation des nuages, dès leur arrivée sur le continent. L'aviation royale, en guise d'entraînement, ensemença les nuages prometteurs et contribua, de ce fait, à ce projet d'eau non-conventionnelle, c'est-à-dire ressource d'eau douce créée par l'homme



et non par la nature. Le projet se dénomma *Al-Ghait* et fut dirigé par un général<sup>(76)</sup>, en partenariat avec les États-Unis. Le haut-bassin hydrographique de l'oued El-Abid, affluent de l'Oum er Rbia, en amont du barrage de Bine-El-Ouïdane, fut choisi comme région expérimentale de 16.000 km<sup>2</sup>, soit deux fois la Corse. Les avions, d'abord, déversèrent de l'iodure d'argent sur les nuages prometteurs de pluie, identifiés par radar. Une amélioration technique intervint en cours de projet expérimental, afin de le rendre plus économe. Des générateurs au sol, installés entre 1.500 et 2.000 mètres d'altitude<sup>(77)</sup>, bombardèrent ces nuages-là. Le projet dura une douzaine d'années, afin de valider les résultats par la statistique des données acquises. Cette région disposait d'un dense réseau de pluviométrie et de jaugeage.

La pluie provoquée apporta une augmentation de 18% de l'écoulement. Ce résultat remarquable s'inscrit parmi les plus hautes performances mondiales. Si la pluie provoquée s'étendait sur une ceinture de générateurs de 1.200 km, l'augmentation attendue du débit atteindrait, en principe, 3,5 milliards de mètres-cubes d'écoulement, gain considérable pour le Maroc fécond. En 2000, il abritait 78% de la population du Royaume, qui deviendra vraisemblablement 80%, soit 40 millions, en 2050, lors de la stabilisation démographique du pays et compte tenu de l'immigration rurale. Ses ressources naturelles et non-conventionnelles d'eau, s'élèveraient alors à 22 milliards de mètres-cubes et constitueraient le patrimoine majeur du Royaume. Le trait forcé sur la figure 31, signalant la ceinture de générateurs, indique, en réalité, la ligne de partage des eaux du Haut-Atlas, du Moyen Atlas et du Rif, établie entre 2500 et 4300 mètres d'altitude. La ceinture pratique à installer se situerait à l'ouest, entre 1500 et 2000 mètres d'altitude, à l'image du projet expérimental Al Ghait .

Le reliquat de la population (20%), résiderait dans la zone aride environnante : vallées du Souss, du Dadès-Draa, de la Moulouya, plaines du Tafilalet, du Maroc oriental. L'inégalité devant l'eau y demeurerait mesurée. Car, une solidarité profonde, propre aux déshérités en eau, règne encore dans chacune de ces régions. Toutefois, le service public se

---

76) Général Al-Kabbaj; en 1973, il pilotait l'avion mitrillé, transportant le Roi, et le sauva par son adresse et courage.

77) Idée du général Ben Slimane, chef de la gendarmerie, successeur du général Al-Kabbaj décédé après une longue maladie.

devrait d'y améliorer l'interconnexion traditionnelle pratiquée selon les droits d'eau.

Le dispositif installé sur 200 km pour l'expérimentation, s'étendrait à tout le versant nord de la chaîne du Haut Atlas, le versant ouest du Moyen Atlas, le versant sud-ouest du Rif. Cette ceinture formerait les bordures internes des bassins prolifiques du bassin atlantique délimitant le Maroc fécond. Au-delà de 2020, un projet de dessalement de l'eau de mer fournirait l'eau potable aux villes riveraines de l'Atlantique (fig. 31), soit une économie supplémentaire de 3,5 milliards de mètres-cubes, si le Maroc découvre son pétrole d'ici là. Ainsi, grâce à l'eau non-conventionnelle, le Maroc bénéficierait de 5 milliards de mètres-cubes de ressources d'eau complémentaires.

La maladie et la disparition de S.M. Hassan II empêchèrent qu'une suite immédiate soit donnée à cette étude onéreuse mais nettement positive. Une telle performance, reconnue de grande valeur par les instances internationales, doit profiter au royaume, sans plus attendre. Tout attermoisement devient une faute. L'absence de suivi apparaîtrait comme une grave erreur hydropolitique.

#### *- Création du Centre Royal de Télédétection Spatiale (CRTS)*

Pour améliorer le rendement de l'agriculture pluviale, Hassan II ne se contenta pas de l'important changement institutionnel de transfert de l'Office National de Météorologie (ONM) au ministère des Travaux Publics, et de l'innovation, précieuse pour les hauts fonctionnaires, de lancer une publication mensuelle sur la situation météorologique, agronomique et hydrologique. Il imagina également d'utiliser l'imagerie produite par les satellites qui photographient en permanence notre planète. La télédétection résultante permet, notamment, de contrôler l'évolution de la situation céréalière de l'année agricole. Mais, comme elle possède de nombreuses autres applications utiles aux besoins techniques d'un État, il convient d'en organiser le fonctionnement, l'usage et le cadre institutionnel. Ceci découla d'une démarche longue et mûrement réfléchie, dont le déroulement vaut le récit.

Cinq mois avant la conférence internationale sur la sécheresse, à Agadir, réunie en novembre 1985, Hassan II avait eu un entretien étonnant

avec son homologue d'Arabie Saoudite à propos du dernier voyage de la navette spatiale où figurait un prince saoudien. Le fantastique le disputait à l'insolite. En vérité, la vision depuis l'espace présentait surtout l'avantage d'une synthèse facile et aussi de la saisie d'une situation évolutive, puisqu'un cliché identique du même endroit se reproduit tous les 18 jours. Ces avantages indéniables convenaient à la délimitation précise d'un périmètre céréalière, à l'exploration géologique pour le pétrole ou hydrogéologique pour l'eau souterraine, à la prévision de récolte, à l'inventaire des productions végétales, à la connaissance périodique de la situation céréalière, à l'étude contrastée des eaux d'été et d'hiver d'un pays, à l'examen de la forêt et du pâturage, à l'évolution de l'habitat et à tant d'autres explorations ou recherches. Aux yeux du Souverain, la télédétection présentait un gros intérêt pour le Maroc en général et pour son agriculture en particulier. Une mission exploratoire fut mandée aux États-Unis et une autre en France, afin de pouvoir choisir le meilleur système d'information.

Le choix de l'imagerie se porta sur SPOT Image avec siège à Toulouse (France) où la manipulation du satellite, sur ordre, permettait tous les deux jours et demi de donner une information concernant le Maroc. Cette périodicité ultracourte, au lieu de 18 jours, n'était pas réalisable par le satellite américain Landsat. De plus, l'image SPOT<sup>(78)</sup> fournissait un détail de 10 mètres contre 20 avec Landsat. Enfin, SPOT Image pouvait délivrer un produit étonnant, la photo-mosaïque. Il s'agit d'une carte topographique renseignée, avec vision en noir et blanc du paysage. A titre d'exemple, la plaine du Saïs comportant la ville de Fès, le palais, le Domaine de Douyet, fut présentée au Roi.

*«C'est la meilleure vision globale que je peux avoir de Mon royaume»* S'exclama-t-il, Et Hassan II se mit à rêver d'une couverture topographique de l'ensemble du Maroc présenté de cette façon si expressive. Elle permettrait de juger aisément de tous les aménagements du territoire existants ou à créer, et notamment d'identifier les meilleurs endroits où établir des lacs collinaires pour les villageois.

---

78) En 2003, SPOT fournit, par l'image, un détail inférieur à un mètre

En fin de compte, il restait à installer au Maroc l'unité de télédétection adéquate, sous forme d'un Centre. Après sérieuse enquête, la décision finale aboutit à le rattacher au cabinet royal. Encore fallait-il un organisme pour le gérer. Ce soin fut confiée à la Gendarmerie nationale. Il s'appellerait *Centre Royal de Télédétection Spatiale (CRTS)*. Cette décision royale s'expliquait aisément. Elle permettait, d'une part, d'en faire les yeux du Roi sur tout son royaume sans intermédiaires, d'autre part, d'acquérir également les données nécessaires et d'assurer les besoins techniques du gouvernement en évitant le gaspillage financier. Enfin, la confidentialité du travail serait garantie, chaque fois que nécessaire. Cette position du Centre Royal n'empêchait nullement une collaboration étroite avec les services techniques des ministères intéressés : Intérieur, Équipement, Agriculture, Énergie, Éducation Nationale, Habitat. Autre avantage non négligeable, la centralisation de l'utilisation pratique des services de la télédétection éviterait le gaspillage des deniers publics. Ce Centre, doté de personnel, bâtiments et équipements adéquats, fonctionne depuis le début de la décennie 1990. Ses moyens permettent de rendre des services considérables dans divers domaines : agriculture pluviale et irriguée, céréaliculture, foresterie, élevage extensif et pastoralisme, hydrologie et hydrographie, sécheresse, exploration minière, pétrolière et hydrogéologique, urbanisme et habitat, sécurité, défense nationale.

Les usages variés offerts par le Centre ne doivent pas faire oublier le motif pour lequel il fut conçu : l'eau et ses nombreuses relations. Et, parmi celles-ci, les quelque six millions d'hectares de céréaliculture pluviale constituent le souci majeur du Roi. Par dessus tout, la superficie emblavée reste déterminante de la récolte prochaine. De sa connaissance anticipée dépend le pronostic de la production attendue, qui ne provient alors que de l'aléa pluvieux, facteur influent du rendement céréalier à l'hectare. L'expérience de 70 ans enseigne que ce facteur varie de 4 quintaux par hectare en année de forte sécheresse à 17 en année très humide. Désormais, seuls les moyens du paysannat conditionneront ce rendement, en année humide. A cet égard, les quinze dernières années se montrent instructives; cinq performances dépassent les 15 quintaux par hectare, cinq s'inscrivent entre 10-15, cinq restent à un seul chiffre. Ce qui revient à dire que ces quinze dernières années ont enregistrées deux tiers de bonnes à très bonnes récoltes, preuve de progrès. Il convient donc de prendre

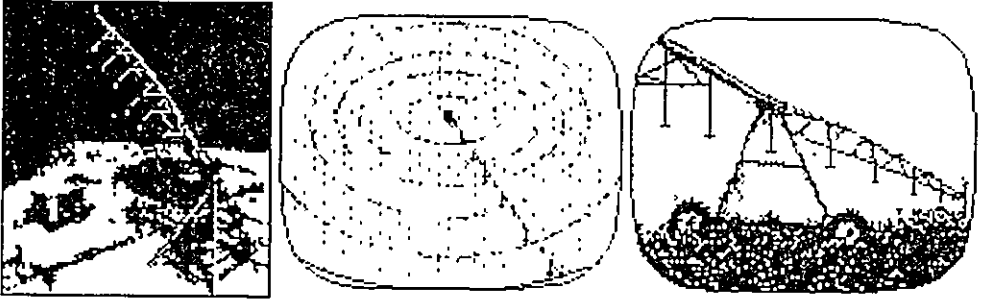
grand soin de ce paysanat. Une bonne prédiction pluviométrique à 6 mois, doublée d'une surveillance par télédétection de la céréaliculture contribueront à augmenter le rendement.

*- Projet d'un second million d'hectares à irriguer et centres-pivots*

En principe le droit des peuples à disposer d'eux-mêmes est imprescriptible, au plan juridique. Ainsi, de nombreuses nations, au cours des dernières décennies, ont acquis ou retrouvé l'indépendance politique. Toutefois, en 2000, un danger grandissant la menace : l'insuffisance de la production céréalière par le sol national. Car celle-ci affecte gravement l'alimentation humaine et contraint à l'importation depuis les quelques nations excédentaires qui disposent désormais d'une arme plus redoutable que le pétrole. Or, le Maroc détenait l'auto-suffisance céréalière jusqu'aux années 1970.

L'explosion démographique, amorcée en 1950, la lui fit perdre, alors que l'association entre un peuple et son sol qui le nourrit avait vécu une alliance millénaire. En 1980, la population marocaine de 20 millions d'habitants avait besoin de 52 millions de quintaux de céréales, dont 15 importés. Les 30 millions d'habitants de l'an 2000, malgré une production accrue, importeront donc 30 millions de quintaux, selon la doctrine de Malthus. La vérité historique confirma le pronostic de tendance alarmante. S.M. Hassan II pressentit les limitations de la céréaliculture pluviale, en dépit des efforts d'assistance au paysanat. Attaché au principe de l'irrigation prodigue de croissance, inculqué par ses ancêtres, il envisagea, dès 1982, la politique d'un second million d'hectares irrigués, à engager avant même l'aboutissement du premier million.

La stratégie concevable tenait compte de l'expérience acquise, notamment aux États-Unis, dans les vingt cinq ans écoulés, et des nouvelles techniques d'irrigation intervenues. Au Maroc, l'aménagement des grands périmètres d'irrigation à dense réseau de distribution de l'eau avait représenté un effort financier considérable; il avait comporté aussi des délais importants d'exécution, à raison de 20.000 hectares équipés par an; ceci s'était traduit par un décalage de plusieurs années entre la construction d'un barrage et la mise à irrigation du périmètre. Entre temps, la technique du centre-pivot était apparue.



*Fig. 35 Centre-pivot, aire arrosée, tourelle de rotation*

Il s'agit d'un axe vertical de 4 mètres de haut qui se prolonge dans le sol par un forage qui atteint l'eau souterraine ou qui se raccorde à une prise d'eau de surface. Cet axe est muni d'un bras horizontal pivotant qui peut mesurer 300, 400, 600 mètres de long selon la superficie désirée et qui opère l'arrosage idoine. Un bras de 400 mètres permet d'arroser une aire circulaire de 50 hectares. Un centre-pivot s'installe en deux jours. Avantage principal, il donne à la plante la pluie suffisante au moment nécessaire, sous forme de pulvérisation absorbée instantanément, procédé supérieur à l'asperseur classique. Il est inutile, aussi, de niveler le sol, comme pour l'irrigation par gravité, l'appareil s'adaptant au modelé du terrain, d'où la rapidité de mise en valeur des terres irrigables. Le centre-pivot peut arroser des sols médiocres de 5 à 10 centimètres d'épaisseur. Mais son plus gros avantage est de réduire de moitié la dose d'eau d'irrigation. Il entra au Maroc par un Domaine royal de zone aride, qui expérimenta plusieurs types d'appareils et diverses surfaces d'arrosage avant de sélectionner l'appareil adéquat pour le pays : le centre-pivot fixe de 50 hectares. L'annexe 5 fournit plus de détails.

Du Domaine royal, Hassan II offrit ce type d'appareil au paysannat du Tadla pour mettre au point une formule groupant plusieurs cultivateurs sous un centre-pivot installé sur terre collective de qualité médiocre. L'expérience, avant tout sociale et financière, contenait aussi une connotation politique. Les paysans possédaient de petites superficies, bien inférieures à l'hectare. Il convenait d'opérer un remembrement tacite en les associant au sein d'une coopérative dont le centre-pivot formerait le cœur. Les résultats techniques de production se montrèrent spectaculaires. Alors que leur terrain produisait 4 à 6 quintaux de céréales par hectare sous culture pluviale, il en produisit

60 à 70 sous centre-pivot. Ainsi, l'investissement assez élevé pour les futurs centres-pivots pourrait s'amortir normalement en trois ans par remboursement en nature<sup>(79)</sup>. Malgré tout, cette expérience n'eut pas la suite espérée. Car, le paysan reste individualiste, comme partout ailleurs. Il n'est pas, non plus, préparé à l'automation qui suppose un tout autre mode d'exploitation et qui supprime des bras dans l'agriculture traditionnelle. Grande fut la déception royale. Comment passer de l'araire au centre-pivot en peu de temps, alors que la migration rurale s'amplifiait ? En outre, à partir de 1992, la population rurale devint minoritaire. Un effort important s'imposait.

Pour donner une idée de l'intérêt du Souverain pour l'irrigation par centre-pivot, la plaine désertique de Ben Guérir, au nord de Marrakech, fut désignée pour démontrer l'importance méconnue de l'eau souterraine présente sous la plaine et de sa valorisation par la nouvelle méthode, afin de frapper l'imagination d'éventuels investisseurs. Une ferme-pilote d'un millier d'hectares irrigués y fut implantée sur terre collective par le ministère de l'Intérieur. Le secteur privé en assura la gestion sous contrôle de l'Etat. Car, il semblait important, pour attirer des financements extérieurs, de pouvoir montrer une réalisation de ce type et à cette échelle. Aussi, pour développer rapidement l'irrigation par centre-pivot, il fallait des moyens que le paysan marocain ne possède pas. Les résultats paraissaient spectaculaires en ces lieux déshérités. L'Etat prélevait une redevance de 17 quintaux de céréales récoltées par hectare, soit 28% de la production. Cependant, après quelques années, le secteur privé abandonna la gestion, au prétexte de non-rentabilité, peut-être à cause du prélèvement excessif. Aucun rapport ne fut jamais établi. Le mystère demeure sur le plan social, économique et technique. L'auteur demeura perplexe. Car, chargé de mission, auparavant, sur les centres-pivots du Texas par S.M. Hassan II, il avait constaté le grand intérêt des banques américaines et européennes à investir les fonds de leurs clients dans ce développement particulier qui assurait un revenu intéressant de 6%. L'échec marocain constituait une exception. Néanmoins, aux dires du ministère marocain de l'Intérieur, en 2000, l'investissement privé avait réalisé plus de 30.000 hectares relevant de cette technique.

---

79) Fixé à 17 quintaux de céréales par hectare.

Hassan II avait envisagé une autre voie, restée inexplorée: la superficie de 600.000 hectares desservie par les grands barrages, lors du premier million d'hectares irrigués. Cette superficie aménagée reçoit en principe une dotation moyenne de 8.000 m<sup>3</sup> par hectare d'eau d'irrigation gravitaire. Après un long usage, elle nécessite une rénovation progressive de l'infrastructure d'irrigation, occasion unique pour introduire, dans les grands périmètres, le centre-pivot économiseur de 3.000 m<sup>3</sup> d'eau par hectare. Une telle opération permettrait d'irriguer 250.000 hectares supplémentaires Sa mise en application dépend des responsables des Offices Régionaux de Mise en Valeur Agricole (ORMVA) qui jouissent d'une large autonomie de décision et de gestion. Si, en outre, la priorité était donnée à la céréaliculture irriguée, comme première récolte, la production nationale bénéficierait d'un fonds garanti de quinze à vingt millions de quintaux de céréales par an. Malgré la visite officielle de 7 des 9 ORMVA par l'auteur de la part du Roi, ceux-ci restèrent sourds à l'incitation proposée. Une telle réaction se passe de commentaire. Ou, plutôt, elle appelle une idée collatérale. Un cher ami algérien, éminent en son pays, au crépuscule de sa vie, me demanda à plusieurs reprises d'écrire ensemble un document qui s'intitulerait «*Pourquoi le sous-développement ?*», après avoir constaté la qualité des cerveaux dans les pays en développement de l'Afrique du nord.

*- Démographie nationale et onusienne en opposition*

L'Académie, à la session de printemps 1982, soumettait à la réflexion de ses membres, assistés d'experts, le thème "Eau, Nutrition, Démographie" exposé dans un chapitre précédent. Elle avait invité le directeur de la population marocaine, en qualité d'expert. Sa communication déclarait une lente et classique progression démographique qui aboutissait à 40 millions d'habitants en 2050. Aucune accélération n'apparaissait entre-temps. Mon intervention, basée sur le travail de l'ONU, contredisait nettement cette déclaration. Elle annonçait qu'une transition démographique avait commencé dans les années 1960, c'est-à-dire une accélération des naissances couplée avec une décélération des décès, due aux étonnants progrès de la médecine (découverte de la pénicilline, etc.) tandis que la fertilité de la femme allait toujours bon train dans les pays en développement, en rapport avec la pauvreté. Elle se traduisait par une sorte d'explosion de la population. Si le phénomène restait incontrôlé, la



population du Maroc atteindrait 60 à 80 millions d'habitants en 2050. Les ressources en eau, bien connues dans ce pays, ne permettraient pas de satisfaire décemment les besoins d'une telle population. Non seulement, cette déclaration contredisait celle du démographe, mais encore elle accusait tacitement l'observatoire marocain d'inertie ou d'incompétence; pis encore, elle impliquait le recours au contrôle des naissances. En fait, aucun pays en développement n'avait décelé cette transition démographique, maladie rarissime dans l'histoire de l'humanité où elle n'intervint que deux fois en dix millénaires. Malgré ces précautions oratoires et la proposition d'une charte élaborée de l'eau, bourrée d'éthique, mon intervention déclencha une véritable altercation publique, voire un affrontement culturel prévisible qui sanctionnait durement l'accueil de la nouvelle émanant de l'ONU. Mieux valait laisser l'abcès se vider. Il convenait, pour cela, d'informer et d'expliquer davantage. Car, l'enquête onusienne sur la population et son diagnostic de transition démographique ne pouvaient pas être mis en doute.

A l'interruption de la séance, je rejoignis l'expert-directeur de la démographie marocaine, pour un entretien particulier. J'essayais de le convaincre que la transition démographique qui frappait le Tiers-Monde constituait un mal patent trop grave pour le traiter en duel d'éloquence et de savoir. S'opposer à l'ONU sur ce sujet constituerait une bataille perdue d'avance. Le meilleur moyen consistait à unir nos efforts pour trouver les palliatifs nécessaires et aider le Roi, auteur du sujet dont il était l'expert. Car, la transition démographique ne pouvait pas se réfuter. Elle existait et le Roi l'avait admise. La réaction négative de l'expert m'informa que le blocage de la pensée et de la réflexion était atteint. Quelques jours plus tard, le Roi annonça, à la surprise générale, que le même thème se traiterait à la session d'automne de l'Académie : "*Eau, Nutrition, Démographie*". L'Académie ne connut plus jamais pareille aventure, en 22 ans d'histoire. La session suivante dépassa le stade d'opposition de principe. Elle proposa même des solutions d'atténuation du fléau par le biais d'une meilleure gestion des trois éléments en cause.

- *Voyage en Arizona (USA) pour un Institut du désert au Maroc*

Au cours de ma carrière aux Nations Unies, une mission en Égypte permit de connaître et de collaborer avec son Institut du désert. J'en informai S.M. Hassan II, puisque le Maroc possède 40% de terres arides.

L'idée d'y créer un tel organisme l'enthousiasma. Depuis longtemps, d'ailleurs, le Maroc se comparait à la Californie par le climat et les paysages. Mais, au plan du développement de zone aride, l'Arizona adjacent représentait l'Etat-modèle. Le Roi, avec sa vivacité coutumière, imagina de créer au Maroc, un Institut du désert à vocation internationale, nationale et régionale, orienté sur le Sahara et ses dix pays riverains : Maroc, Algérie, Tunisie, Libye, Égypte, Soudan, Tchad, Nigeria, Niger, Mauritanie. Il demanda au professeur Stockton de l'Université de Phoenix, consulté sur le paléoclimat marocain, d'organiser un voyage d'étude aux USA, surtout en Arizona, de six hauts fonctionnaires marocains que j'accompagnerai. Le ministre des Travaux Publics conduirait la mission comportant des membres des trois ministères-clés du développement : Travaux Publics, Agriculture, Intérieur. La mission officielle visait non seulement la création au Maroc de l'Institut du désert, mais aussi l'examen des grands transferts d'eau. En outre, le Souverain souhaitait renforcer la cohésion du groupe désigné pour les États-Unis. Il n'était autre que son Commando qu'il m'avait confié, le fameux GARED (Groupe d'Action et de Réflexion pour l'Eau et le Développement). Ainsi fut fait à partir du 18 octobre 1988.

En Arizona, les sept membres de la mission, accompagnés de l'ambassadeur du Maroc, rencontrèrent les trois doyens d'Universités des Sciences, d'Agriculture et des Mines. La construction de l'Institut du désert de Maricopa, à 20 km au sud de Phoenix, coûta 20 millions de dollars EU, en 1968, dont un tiers pour l'achat du terrain, ce que le Maroc économiserait. Leur expérience la plus impressionnante concernait la sélection de graines supportant l'utilisation de l'eau saumâtre et même salée jusqu'à 30 grammes par litre, c'est-à-dire presque de l'eau de mer. L'étude dura 15 à 20 ans. Les doyens répondirent affirmativement à la demande de la mission de recevoir gratuitement les graines spécialement sélectionnées. L'offre s'accompagnait d'une remarque modeste : *“L'importance économique de ces graines pour le Maroc l'emportait de loin sur leur faible besoin pratique pour les États-Unis”*. La mission s'en retourna avec ce cadeau mirobolant. En outre, l'Institut de Maricopa servirait de modèle à l'Institut du désert du Maroc qui deviendrait son relais, en plus modeste, pour les 9 autres pays riverains du Sahara. Ainsi, l'Institut du désert du Maroc travaillerait à l'aval de celui de Maricopa et bénéficierait ainsi de l'expérience acquise aux États-Unis. Un système ultramoderne de

télécommunications relierait les deux instituts. Un second accord porta sur la création d'un Institut national du climat marocain à installer avec la direction de la météorologie de Casablanca transféré du Ministère des Transports à celui des Travaux Publics. Une telle création permettrait d'identifier les 7 à 9 climats régionaux du Maroc, afin de permettre à l'agriculture de mieux définir ses investissements dans les diverses régions.

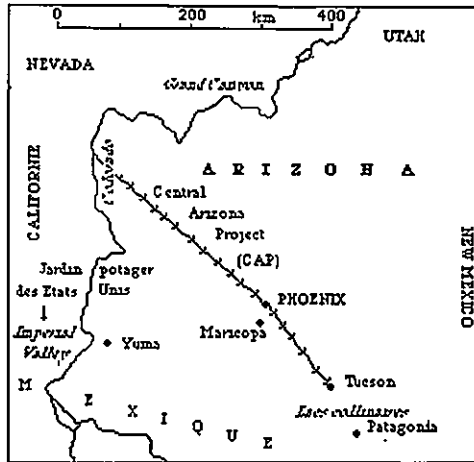


Fig. 36 Mission marocaine hydro-agricole en Arizona

Une visite spéciale du projet dénommé Central Arizona Project (CAP) concernait le grand transfert sur 500 km de l'eau du Colorado en direction de Phoenix et de Tucson. C'est le second transfert à partir de ce fleuve, après celui de 400 km pour l'eau potable de Los Angeles. Le projet CAP permettrait aux Marocains de changer d'échelle sur leur conception hydraulique nationale. Elle éliminerait les réticences à transférer les eaux du ruissellement abondant du Rif, sur 300-400 km, en direction de Casablanca et de la Chaouïa. L'eau du Colorado, au départ, est relevée de 1.000 mètres par 14 stations de pompage, avant son transfert par gravité par le canal. Ce dernier, télescopique par sections, transporte au départ,  $85 \text{ m}^3/\text{seconde}$  et termine à Tucson avec  $6 \text{ m}^3/\text{seconde}$ . Il délivre, chaque année, 1, 8 milliard de mètres-cubes, dont deux-tiers pour l'irrigation et un tiers pour l'eau potable. Son débit se compare à celui du futur canal Rif-Casablanca. La mission visita une ferme de la communauté indienne de 8.000 hectares, nivelés au laser, et dotés d'asperseurs latéraux larges de 400 mètres et parcourant près d'un kilomètre. Le curage du canal central reste un problème. Néanmoins, le système paraît intéressant pour irriguer

les 40.000 ha du Rharb avec les eaux retenues au barrage de M'Jara dans le Rif. Cet équipement coûterait 20.000 DH/ha au lieu des 80.000 DH/ha de l'équipement actuel du Maroc par canal porté. Le CAP irrigue 140.000 ha, à réduire au tiers, au profit de l'eau domestique, en 2020. Durant cette rémission de 30 ans, la nappe phréatique d'Arizona, abaissée de 150 mètres, se reconstituera et prendra le relais pour l'irrigation.

Les lacs collinaires firent l'objet d'une autre visite spéciale, dans la région de Patagonia, où la pluviométrie atteint 400 mm/an, à l'altitude moyenne de 1.000 mètres. Les petits étangs, creusés et excavés à même le sol, étendus sur 1.200 ha, possèdent une capacité de 4.000 m<sup>3</sup> chacun, et satisfont l'abreuvement du bétail d'un ranch de 400 têtes. Ils atteignent, parfois une capacité de 15.000 m<sup>3</sup> pour des besoins trois fois supérieurs. Ils existent depuis un demi-siècle et se comportent bien. Les grands étangs, établis par l'Etat et le service des Forêts, d'une capacité de 100.000 m<sup>3</sup>, comportent une digue en terre recouverte d'un ciment étendu par aspersion parce que tout le barrage est déversant. Il possède une vanne automatique. Il existe dans cette région un arbuste du désert dénommé *mesquit*, capable d'aller chercher l'eau de la nappe jusqu'à 150 mètres de profondeur. Détail intéressant à retenir : un demi-centre-pivot placé auprès d'une usine de fabrication de chips de pommes de terre utilisait l'eau usée pour irriguer de la luzerne, avec grand succès.

L'Institut de Maricopa, pièce maîtresse à copier à titre de modèle par la mission, fonctionne en système privé. Les trois doyens d'université appartiennent au Conseil de direction. Le financement de l'institut provient du revenu d'une ferme de 700 ha qui paye pour la recherche sur 170 ha, appliquée ensuite sur les 530 autres hectares.

L'irrigation est gravitaire après nivellement au laser par un appareillage de 20.000 dollars EU (prix 1985) comportant un émetteur (10.000 dollars EU), placé n'importe où dans le champs, et le récepteur, installé sur un tracteur spécial (20.000 dollars EU, prix 1985) fonctionnant automatiquement au millimètre suivant la méthode déblai-remblai sur des hauteurs inférieures à 10 centimètres. Face à de plus grandes dénivellations, le tracteur revient plusieurs fois sur lui-même. L'irrigation gravitaire après nivellement au laser permet de passer de 50 à 90% d'efficacité et donc à l'économie maximum d'eau.

Deuxième sujet important, l'irrigation à l'eau salée se fait à partir d'une station où se font les mélanges entre 500 mg et 2 grammes par litre pour les besoins de l'Arizona. Au Tafilalet (Maroc), la nappe profonde découverte récemment contient de 6 à 8 grammes de sel par litre. Maricopa possède des graines d'orge sélectionnées pour ces salures. L'étude poussa jusqu'à 20 et 30 g/litre de sel. Il en ira de même pour les graines de coton, à condition de disposer d'eau à moins de 2 g/litre, au moment de la germination.

Troisième sujet important, l'Egypte se trouve en perte de vitesse pour la livraison du coton Pima à longue fibre de 35 mm, nécessaire à la confection de la popeline. Maricopa acclimata la graine et devint compétitive avec une irrigation au goutte-à-goutte. Le Maroc possède déjà la graine et la développe dans le Tadla. Les agronomes de la mission jugèrent que le Maroc fait aussi bien. Seul problème, le Tadla a atteint son maximum de production. L'expansion devrait se faire au Tafilalet avec la nouvelle nappe profonde d'eau saumâtre à 8 grammes de sel par litre. Maricopa pourrait-il sélectionner une graine de coton Pima tolérant cette teneur en sel ?

Quatrième et dernier point d'intérêt majeur, l'échange de données entre Maricopa et l'institut prévu à Errachidia (Tafilalet) se ferait par transmission satellite. Errachidia, bien que travaillant à l'aval, participerait progressivement à une recherche intéressant Maricopa. Il faut donc prévoir au Maroc une zone de recherche de 20 à 50 hectares et une de vulgarisation de 500 hectares à décider plus tard. Ne pas oublier dans la négociation finale ce point fondamental. Enfin, la mission reçut le rapport annuel de la ferme de Maricopa, programme d'une centaine de pages mis sur ordinateur. Il suffit d'y introduire les données concernant l'année et le travail est achevé. Dernier détail qui peut intéresser le Maroc et d'autres pays de zone aride, à 200-250 mm/an de pluviométrie. Le contrôle des insectes y reste mineur et exige peu d'argent. Les produits organiques y prennent une valeur marchande bien supérieure.

Un sujet subsidiaire concernant le bétail mérite mention : les enclos d'engraissement ou *feed-lots*. L'Etat d'Arizona possédait, en 1986, un million de têtes de bétail évalué à 430 millions de dollars EU et réparti en 16 enclos. Chacun concentrait, sur 15 hectares environ, 25.000 têtes

nourries au maïs cultivé dans les environs. Une tête coûtait 1.000 + 1.800 de dollars EU de facilités d'équipement. Une vache produisait 10.000 kg de lait par an. Le bœuf devenait plus pauvre en calories que jamais, avec seulement 220 calories pour 100 grammes de viande rôtie.

La visite du secteur hydro-agricole de Yuma présenta un intérêt évident parce qu'il se situe à la limite de trois États, Arizona, Californie et Mexique et à proximité de l'embouchure du Colorado où le débit annuel est de 18 milliards de mètres-cubes. La plaine de Yuma constitue le jardin potager des États-Unis avec salades, légumes, choux-fleurs, etc... complété par la culture du palmier. Outre une nappe phréatique abondante à 3 mètres de profondeur, les Américains utilisent le plus possible l'eau du fleuve selon un concept de gaspillage d'eau plutôt que d'économie d'eau. Car, ils bénéficient d'une main-d'œuvre mexicaine peu coûteuse. Un accord international prescrit de laisser transiter au Mexique 2 des 18 milliards de mètres-cubes du Colorado avec une qualité d'eau excellente. Or, à Yuma, la teneur en sel dépasse largement les 2 grammes par litre. Pour satisfaire à leurs obligations, les Américains installèrent une imposante station de dessalement par osmose inverse (*reverse osmosis*). Elle transforme l'eau de 3 à 0,3 grammes au litre pour un coût du mètre-cube inférieur à un demi-dollar. L'usine coûta 220 millions de dollars EU, à l'investissement (prix 1985). Cette visite complétait la mission en Arizona, accomplie en vue de la création au Maroc d'un important Institut du désert orienté sur le Sahara à l'usage de ses pays riverains. Les autorités d'Arizona désiraient signer avec la mission un mémorandum d'entente (*memorandum of understanding*). En raison de l'importance du sujet, une lettre d'intention le remplaça.

#### - *Épilogue de l'Institut du désert marocain*

S.M. Hassan II accueillit avec satisfaction et grand intérêt le compte-rendu oral de la mission. Il accepta de recevoir aussitôt une délégation d'Arizona pour visiter le cadre naturel du futur Institut marocain et fit préparer un avant-projet de son statut de création à discuter et négocier lors de cette prochaine visite. Ce document reçut même ses annotations manuscrites. Deux problèmes, cependant, le préoccupaient. Il s'en ouvrit discrètement avec son conseiller. Dans son esprit, cet Institut deviendrait une entreprise considérable concernant 40% de son Royaume et exigerait un patron de classe exceptionnelle. Une dame intime du palais avait un fils,

devenu ingénieur de l'Ecole française des Ponts et Chaussées et professant au MIT<sup>(80)</sup> de Boston aux États-Unis. Sa formation convenait-elle à ce genre d'activité ? Mon enthousiaste et positive réponse lui fit donner l'ordre de son rapatriement immédiat. Le second problème d'ordre politique concernait le statut en suspens de l'ex-Sahara Occidental, récupéré lors de la Marche verte. Il représentait la majeure partie des 40% de la zone aride du Maroc. Je suggérai d'attribuer, pour l'instant, au futur Institut marocain du désert une vocation régionale et nationale en le basant à Errachidia, au Tafilalet. Sa vocation internationale viendrait ensuite. A ce moment-là, Agadir pourrait devenir la maison-mère et Errachidia une station filiale. Comme Maricopa par rapport à Yuma, en Arizona.

La délégation d'Arizona visita le Maroc. Elle se montra hautement satisfaite de la situation écologique. L'expérience et l'expertise américaines joueraient le rôle d'un chaperon de qualité pour les Marocains. La sélection du responsable de l'Institut du désert s'avéra un choix sans pareil. Les conditions d'une réussite exceptionnelle se trouvaient réunies. Une seule contrainte d'importance demeurait : l'affectation par l'ONU du Sahara Occidental au Maroc, après un référendum d'auto-détermination, prévu pour 1992. S.M. Hassan II avait accepté cette solution politique, confiant dans la réaction positive des Sahraouis, traités avec attention depuis la Marche Verte. Mais, l'affaire demeurait complexe.

En fait, le Maroc, la Mauritanie et l'Algérie réclamèrent, dès 1958, la décolonisation du Sahara Occidental, ancienne province espagnole de 267.000 km<sup>2</sup> et 152.000 habitants, en 1978, capitale : El-Aïoun (les sources), localité Dakhla, située au sud du Maroc. L'Espagne fit la sourde oreille jusqu'en 1975, quand les revendications marocaines se concrétisèrent par la réussite de la Marche Verte, géniale occupation pacifique par 360.000 volontaires sans armes. La fin de la présence espagnole fut décrétée en 1976, avec partage du territoire entre le Maroc et la Mauritanie. L'Algérie s'y opposa, soutenant un Front Polisario de libération qui proclamait aussitôt la "*République Arabe Sahraouie Démocratique*", reconnue par l'Organisation de l'Unité Africaine, (OUA), en 1980. Entre-temps, un accord de paix fut signé entre le Polisario et la Mauritanie qui renonçait à sa part de Sahara Occidental, annexée alors par

---

80) Mustafa TERRAB, Massachusetts Institute of Technology (MIT), la plus prestigieuse université américaine.

le Maroc. Une occupation militaire marocaine et un affrontement constant s'ensuivirent avec le Polisario, sous forme de guérillas. Le conflit se prolongea jusqu'à la signature d'un cessez-le-feu sous l'égide de l'ONU, en 1991. Le référendum d'auto-détermination, prévu pour 1992, n'eut jamais lieu à cause d'un désaccord sur l'établissement de la liste des électeurs. Telle est encore la situation en 2005. Ainsi fut neutralisé l'Institut marocain du désert. Son directeur désigné retourna aux États-Unis, après avoir rendu d'autres éminents services au Maroc.

*- Transfert institutionnel de la météorologie nationale*

Son siège se situait à Casablanca, dans les bâtiments vieillots de l'ancien aéroport. Car, le régime français du Protectorat rattachait ce service au ministère des Transports parce que la météorologie aidait la navigation aérienne. Par contre, le Roi, dans sa politique de développement, désirait mettre en priorité l'expertise météorologique au service de l'agriculture. Une visite approfondie au siège me convainquit qu'une véritable transformation s'imposait sur tous les plans, personnel, formation, équipement, locaux, fonctionnement. Au retour à Rabat, j'en rendis compte au Souverain, à la fois, surpris de la triste situation de la météorologie, et satisfait de mes propositions de rénovation importante et de transfert institutionnel. Mais, comme à l'habitude, face à une décision importante, le Roi aimait me confronter à ses fidèles accompagnateurs, conseillers, ministres et hauts fonctionnaires, en fonction ou honoraires. Un groupe d'une quarantaine de personnes, assises en demi-cercle sous les ombrages naturels du jardin du grand palais, faisait face à notre duo qui présentait le sujet. La météorologie devait assister, en priorité l'agriculteur et, à l'occasion, l'aviateur. Car, la pluie représente une quantité d'eau considérable qui doit satisfaire une agriculture indispensable et à forte majorité pluviale sur 27 millions d'hectares dont 8 de cultures céréalières, potagères, et industrielles, 14 de pâturages et 5 de forêts. Pour ces raisons, son service doit se rapprocher de l'Hydraulique qui capte l'eau d'écoulement, surtout pour l'irrigation d'un million d'hectares et pour l'eau potable et industrielle des grandes villes. La rénovation de la Météorologie nationale et son transfert au ministère des Travaux Publics s'imposent. De plus, le Conseil Supérieur de l'Eau deviendra aussi celui du Climat. Un ancien ministre des Transports tenta une vague résistance. Mais une large majorité se déclara favorable à cette grande réforme. Ainsi fut fait. Le Souverain savait pertinemment que tout le



peuple, issu de la campagne paysanne, l'approuvait car, les siècles passés leur avaient enseigné que seule l'eau du ciel permettait d'abord toute la vie végétale. En fin de compte, l'homme n'y ajoutait qu'un complément.

*- Essor de l'hydropolitique*

Alors que se dessinait la guerre du Golfe, en 1990, nous venions de vivre, avec S.M. Hassan II en première ligne, une intense décennie hydrologique et hydraulique d'aménagement de l'eau qui tombe du ciel (étude de la sécheresse et pluie provoquée) ou qui s'écoule sur le territoire (politique des barrages). Au début de nos retrouvailles devant l'Aïn-Allah, près de Fès, en 1980, le Roi m'avait demandé de faire des conférences afin d'éduquer l'opinion publique dans le domaine de l'eau et de ses insuffisances. Dans ce premier temps, Il avait fondé l'hydropolitique nationale : Du fait de la grande sécheresse 1979-84, il avait déchargé les revenus agricoles de tout impôt jusqu'à l'an 2000. En entamant la deuxième décennie 1990 d'action directe dans le domaine de la gestion de l'eau, le Roi décida de transposer l'hydropolitique au niveau international plutôt que de garder l'information sur l'eau aménagée à l'intérieur des frontières nationales, il conçut une opération à double but.

Dans un esprit d'agit-prop non marxiste, le Roi fit organiser un Congrès mondial des Ressources en eau à Rabat (Maroc), en mai 1991, sous l'égide de l'Association Internationale des Ressources en Eau<sup>(81)</sup> (AIRE) sur le thème : "*Le développement et l'eau dans la perspective du XXI<sup>e</sup> siècle*". Les travaux du Congrès issus cette décision visaient deux objectifs majeurs. D'une part, ils promurent l'hydropolitique nationale au rang international afin de la conforter et lui faire jouer son rôle selon la maxime en exergue de ce chapitre : l'hydropolitique est à la géopolitique ce que la bioéthique est à la biologie, une sauvegarde. D'autre part les travaux du Congrès contribueraient à la préparation de la Conférence des Nations Unies sur l'Environnement et le Développement prévue au Brésil en juin 1992. Trois thèmes composaient l'essentiel des débats, durant trois jours et demi : politique de l'eau, gestion des ressources en eau, aspects institutionnels et financiers du développement de l'eau. Des séances

---

81) Avec le concours de : UNDP, UNEP, UNESCO, UNICEF, WHO, WMO, World Bank, IDCR

spéciales, une exposition technique et des excursions auprès des ouvrages complétaient la semaine de présence au Maroc. La réussite du Congrès dépassa les plus optimistes prévisions.

En second lieu, S.M. Hassan II me demanda, d'entamer la rédaction d'un livre plaisant, documenté, bien illustré et de portée internationale sur l'eau et son usage. L'Office National de l'Eau Potable (ONEP), organisme privé sous contrôle de l'Etat marocain, en assurerait l'impression et l'édition. Dans un esprit de bienfaisance en faveur du monde rural, je suggérai que l'auteur et l'éditeur abandonnent leurs droits. Ce faisant, le prix de confection du livre se majorerait du coût d'alimentation en eau potable d'un villageois. Ainsi, le prix de vente resterait modeste et attractif. D'après ce calcul, la vente de 200 à 300 livres permettrait l'aménagement hydraulique d'un village (*douar*). La formule fut adoptée d'enthousiasme. Le livre, achevé en 1996, s'intitula "*Seule l'Eau est éternelle... après Dieu*". Deux membres de l'Académie Française le préfacèrent séparément : le professeur Jean BERNARD et le secrétaire perpétuel Maurice DRUON. Sa présentation au Roi, en édition restreinte, eut lieu à la cérémonie officielle de l'anniversaire du couronnement, le 3 mars 1997. Une seconde édition spéciale, d'un millier d'exemplaires, fut émise à l'occasion du premier Forum Mondial de l'eau, réuni à Marrakech, en mai 1997, à l'initiative et par les soins du Souverain. Assortie d'une conférence de presse par l'auteur du livre, elle fut épuisée aussitôt.

Ainsi, grâce à ces opérations, S.M. Hassan II corrigeait, vingt ans après, l'échec de la conférence internationale de l'eau de Mar del Plata (Argentine), tenue en 1977, par les Nations Unies. Plus encore, il effaçait la grosse erreur de l'ONU des années 1970 qui avait refusé l'organisation d'un symposium sur l'eau qui dénonçait, alors, la gravité de crise d'eau menaçant l'humanité. En créant un Forum mondial de l'Eau, à tenir tous les trois ans, assorti d'un prix Hassan II de \$ 100.000, Il instituait un observatoire mondial de l'eau qui fait merveille, à en juger par les deux Forums tenus à Stockholm (2000) et Kyoto (2003). Il compensait ainsi l'incapacité de l'ONU en matière d'eau. En somme, Il avait tenu sa promesse, faite en 1980 devant l'Aïn-Allah à Douyet-Fès, de réhabiliter l'eau après avoir appris l'erreur et l'échec de l'ONU de 1977. Plus encore, Il conférait à l'eau une véritable notoriété internationale par la création d'un Forum Mondial de l'Eau tenu périodiquement. Ma satisfaction atteignit ainsi son comble. Car, le seul but d'une correcte fin de carrière se trouvait enfin

atteint. L'humanité, lourde de six milliards d'individus, apprendrait à temps la pénurie d'eau douce qui menace son devenir à partir de ce troisième millénaire du calendrier grégorien. Hassan II, roi du Maroc, écrivait à Marrakech, en 1997, la première page d'histoire de l'hydropolitique mondiale qui devra sauvegarder l'humanité.

*- Création du ministère de l'Agriculture,  
de l'Équipement et de l'Environnement*

Au début de la dernière décennie du siècle, l'hydropolitique nationale ne donnait pas entière satisfaction à S.M. Hassan II. L'échéance approchait du million d'hectares à irriguer en l'an 2000, objectif fixé en début de règne, trente ans auparavant. Alors que l'aménagement hydraulique conduit par le ministère des Travaux Publics allait bon train, dans les temps impartis, l'implantation du système d'irrigation à la charge du ministère de l'Agriculture accusait un retard supérieur à 200.000 hectares. Un tel décalage nuisait fort à l'économie nationale; car un hectare irrigué décuple le revenu d'un hectare dit en sec, c'est-à-dire sous culture pluviale. En temps, ce décalage accusait quatre ans de retard. Car, la capacité d'équipement en canaux d'irrigation n'atteignait guère 50.000 hectares par an. Le Roi décida, alors, d'une révision institutionnelle drastique : la symbiose des deux ministères des Travaux Publics et de l'Agriculture en un seul, dénommé selon le sous-titre du paragraphe. Le terme Équipement remplacerait celui de Travaux Publics. Les problèmes d'environnement seraient également traités par ce même ministère, car ils appartenaient, à 65% au domaine de l'eau en ce pays aride. Le ministre des Travaux Publics assumait la charge du nouveau ministère formé de trois grands départements. Sa formation d'ingénieur, identique à celle de l'École française des Ponts et Chaussées, le destinait à l'équipement hydro-agricole du pays. A l'usage, cette grande modification institutionnelle de gouvernance s'avéra très profitable au pays qui remplit sa promesse et bénéficia du million d'hectares irrigués peu avant l'an 2000. Cette expérience réussie de ce nouveau type de ministère méritait perpétuation.

Il convient de préciser que les deux personnalités<sup>(82)</sup> qui assumèrent la charge des Travaux Publics au cours des décennies 1980 et 1990

---

82) Mohammed KABBAJ, Abdelaziz MEZIANE BELFKIH, devenus Conseillers de S.M. HASSAN II puis de S.M. MOHAMMED VI.

possédaient une envergure exceptionnelle, doublée d'une modestie hors du commun. Le premier, grand bâtisseur, inscrivit à son actif une cinquantaine d'unités, sur la liste internationale des grands barrages. Le second la compléta jusqu'à la centaine, élimina le retard de construction du système d'irrigation et réussit la performance de dépasser le million d'hectares irrigués en l'an 2000. Hélas ! Ce nouveau ministère ne fonctionna que pour la circonstance. Il disparut en 1997 et céda la place aux deux anciens ministères de l'Équipement et de l'Agriculture.

### *Disparition de S.M. Hassan II (23 juillet 1999).*

Je faisais partie, avec mon épouse, du groupe intime invité chaque année aux festivités privées qui suivaient les trois cérémonies annuelles de Sa Majesté Hassan II du 3 mars, du 9 Juillet, et du 31 décembre, anniversaires du couronnement, de la naissance du Roi, et du Nouvel an.

Rabat, 9 juillet 1999. Sa Majesté Hassan II accueillait Juan Carlos, roi d'Espagne, à l'occasion de ses 70 ans et affichait une joie non feinte. Le protocole désigna peu d'invités pour serrer la main du Souverain, signe évident de grande fatigue. Mais, non pas jusqu'à penser à une dernière entrevue. La cérémonie ne fut pas écourtée. Le soir, au repas des dames, le Roi apparut aussi souriant, comme de coutume, aux dires de mon épouse. Deux jours plus tard, nous regagnions notre ermitage de Blonay, en Suisse. Tandis que le Roi s'envolait pour Paris.

Paris, 14 juillet 1999. Fête nationale de France. Sa Majesté Hassan II, invité d'honneur du Président Chirac siégeait à ses côtés, à la tribune officielle. Ils présidaient en commun le défilé de leurs armées, l'armée marocaine en tête. De mon ermitage de Blonay, en Suisse, je suivais le spectacle diffusé par la télévision. Le Roi, les traits tirés, paraissait visiblement fatigué. Mon inquiétude grandit.

Blonay, 20 juillet 1999. Sa Majesté Hassan II vient de disparaître. Apparemment, il évita toute assistance médicale, à ses derniers moments. Depuis des années, j'imaginai le changement de vie que sa disparition impliquerait. Mais, j'ignorais ce que mon cœur ressentirait. Un grand vide se fit en mon cerveau. Seul, le cœur contrôlait le moment. Je comprenais alors le lien qui m'attachait à ce personnage hors du commun. Je voulus lui rendre un hommage posthume au Maroc, lors des obsèques. Mais

aucune compagnie aérienne ne put satisfaire ma demande. La télévision demeura le seul lien de ces dernières journées communes avec le monarque. Maigre palliatif !

Durant les vingt années écoulées, je n'ai travaillé que pour le Maroc, mais aussi avec S.M. Hassan II uniquement. Un grave dilemme se jouait en mon for intérieur. Sa disparition imposait la fin d'un parcours hydrologique riche en innovations, grâce au dialogue constant avec le Roi. Un maître à penser et un partenaire d'une telle envergure ne se retrouve plus. J'avais atteint le quatrième âge. La passion pour le pays me poussait à continuer jusqu'au dernier souffle. La sagesse et la raison recommandaient de quitter la scène en beauté. Je portais donc à la connaissance du nouveau Roi que la disparition de Son Auguste père entraînait de facto la fin du *dahir* prescrivant ma mission, sauf avis contraire de sa part. Nul message ne revint. Je ne m'immiscerai donc plus dans l'hydropolitique marocaine. La disparition d'un tel souverain, compagnon de route durant près de quarante ans (1<sup>er</sup> mars 1960-23 juillet 1999) mettait fin à 60 ans d'activité hydrologique, entamée en 1939 sur le forage hydrogéologique de Nancy-thermal (France) qui trouva l'eau jumelle de Vittel à 400 mètres de profondeur. Une telle décision permettait d'écrire, enfin, les mémoires d'un hydrologue, confiés à l'édition de l'Académie du Royaume du Maroc, dernier geste de reconnaissance envers ce pays tant aimé.

Mais, j'ignorais que la douleur tennaillerait un cœur affaibli par deux lourdes interventions chirurgicales. J'avais souvent essayé, mais en vain, de définir les sentiments du Roi à mon égard. Néanmoins, je garde un souvenir ému de leur manifestation. La fibrillation s'installa, en deux mois, après la disparition du Souverain, avec menace de mort subite. Fort heureusement, je reçus un appareil-miracle, miniaturisant en cent trente grammes, un ordinateur, un électrocardiographe et un défibrillateur. La vie reprend ses droits et me permet d'accomplir le devoir de mémoire.

*- Réflexion sur l'eau douce de l'avenir*

Juillet 1999. Sa Majesté Hassan II vient de disparaître. S.M. Hassan II me soumet aussitôt à une longue et profonde réflexion sur l'eau. Durant ces vingt dernières années, je n'ai côtoyé l'eau que pour le Maroc et qu'auprès du Souverain. Sa disparition imposa la fin d'un parcours professionnel poursuivi jusqu'au quatrième âge. Les souvenirs se bousculent. Il convient

de les organiser en un conseil utile aux générations futures, en guise de conclusion assimilable à une méditation en partie posthume, puisque nos idées sur l'eau devinrent communes.

L'eau douce s'appelle, désormais, *l'or bleu*. L'or, parce qu'elle devint précieuse quand la Décennie Hydrologique Internationale (DHI) de l'ONU découvrit, en 1970, que notre planète possède 97% d'eau salée, et 3% seulement d'eau douce, presque entièrement emprisonnés dans les glaces. Pratiquement, l'eau douce disponible à l'état liquide ne représente même pas 1% de l'eau de la Terre. Tout le monde, maintenant, peut lire et répéter, à l'unisson, ces chiffres. D'autre part, en 1969, Neil ARMSTRONG, premier homme à mettre pied sur la Lune, déclara publiquement, à son retour, que notre planète, vue de l'espace, apparaissait bleue à cause de son étendue d'eau qui occupe les deux-tiers de sa surface. Trois hommes restent associés à cette appellation : le premier déjà cité, le deuxième, l'auteur, l'un des rares instigateurs de la DHI, quand les Nations Unies l'appellèrent à leur service, en 1961, le troisième, S.M. Hassan II qui réunit les deux premiers en Son Académie royale, au début de la décennie 1980, et en fit des amis.

Auparavant, un autre problème lié à l'eau devenait préoccupant. Comment se faisait-il que la demande en eau douce devienne aussi importante, après la seconde guerre mondiale 1939-45 ? En début de carrière, selon la doctrine courante, les progrès de la civilisation étaient tenus pour responsables de cette avide gourmandise d'eau, alors qu'au début du siècle, l'humanité se satisfaisait de peu d'eau. Mais, peu à peu, une autre notion vint à l'esprit. L'homme, en fait, devenait responsable de cette demande croissante d'eau, simplement parce que la population mondiale augmentait sans cesse. Personne ne l'avait encore compris, ni enseigné. Admettant cette nouvelle notion, il fallait trouver, si possible, une unité qui ramènerait la quantité d'eau à l'individu, c'est-à-dire une sorte de ration d'eau logique et comparable. Au début, les interlocuteurs me prirent pour un illuminé, puisqu'ils n'imaginaient pas que la demande d'eau fût en fonction du nombre d'individus. Il fallut insister.

J'adoptais, alors, une unité d'eau comparable par pays et par habitant qui déterminait la quantité d'eau du cycle hydrologique acquise sur un pays, chaque année, sous forme de ruissellement de la pluie. Mon attention se porta particulièrement sur Israël, qui avait l'habitude de bien observer et

mesurer. Je divisais donc la quantité d'eau qui ruisselait, dans l'année, sur le pays, par le nombre d'habitants. J'aboutis ainsi à la ration d'un millier de mètres cubes de ressource d'eau naturelle et disponible par habitant. Elle devint la nouvelle notion de comparaison. Mais, un cheminement considérable s'interpose entre l'eau qui coule dans une rivière et l'eau de boisson contenue dans la carafe, à table. Le réflexe d'ingénieur agit en conséquence, pour tenir compte de toutes les déperditions, chemin faisant. Quantité égale à la moitié !

Comme je résidais à Rome, auprès de la FAO, je bénéficiais de tous les experts en matière d'alimentation. La nutrition, conçue par l'Organisation, consistait à rapporter à l'individu, la nourriture absorbée sous forme de blé, c'est-à-dire, le pain quotidien, à raison de 2500 calories par jour. Je calculais la quantité de blé que ce besoin représentait. Connaissant la quantité d'eau nécessaire pour produire le blé, j'établis le volume d'eau nécessaire à la production d'un kilo de blé. De fil en aiguille, je ramenaient cela à la calorie. Il fallait trente litres d'eau pour une calorie. Comme Israël me servait de modèle de restriction, il apparut enfin que le strict minimum indispensable ne dépasserait jamais **340 mètres cubes par an et par personne**. La famine s'installerait au-dessous de cette ration d'eau. Ces données s'acquirent peu avant 1967, car, après la guerre des six jours, l'ONU desserrera ses liens avec ce pays,

#### *- Hydrologie sociale et régions hospitalières*

A mi-parcours de pratique hydrologique internationale auprès des pays en développement, vers 1970, il devint patent que l'homme endossât l'entière responsabilité de la demande croissante d'eau. La population mondiale se trouvait donc en cause. Fort heureusement, le Département des Affaires Économiques et Sociales de l'ONU possédait une Division de la population mondiale qui se mettait à l'ordre du jour, à l'époque, afin d'obtenir des données très valables et fort utiles aux fonctionnaires des Nations Unies pour une approche mondialisée. Cette Division venait de constater que la progression de l'humanité devenait très forte, début d'alarme d'une crise de démographie galopante, alias transition démographique. Les pays les plus pauvres affichaient le plus grand nombre d'enfants. Par ailleurs et par favorable coïncidence, les premières données chiffrées de la Décennie Hydrologique Internationale (DHI) apparaissaient au même moment.

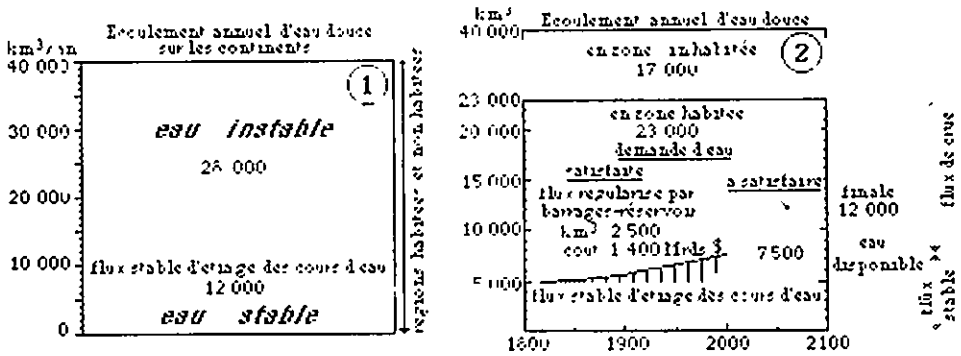


Fig. 37 Bilan d'eau 1970 d'écoulement du cycle hydrologique de la planète Terre

A première vue (1), le volume annuel du cycle hydrologique de la planète, 40.000 km<sup>3</sup>/an, dépasse tous les besoins imaginables de la population humaine, présente et future. Mais, l'homme ne sait utiliser que de l'eau stable, portion congrue de 30% du bilan annuel. A seconde vue (2), la résidence de l'homme sur la planète, déjà limitée par la minorité de superficie des continents (30%) par rapport aux océans se réduit à 12%, en fin de compte. Car, dans sa fragilité, l'homme ne peut vivre décemment que dans les régions hospitalières qui n'occupent que 40% des continents. Fort heureusement, et en parfaite logique, ces régions hospitalières bénéficient de la majorité de l'eau d'écoulement du cycle, 23.000 km<sup>3</sup>/an ( 58%).

Les régions hospitalières possèdent une importance aussi grande pour l'existence de l'homme que le furent les conservatoires ou les niches écologiques pour l'évolution des animaux. En fait, l'eau douce règne au cœur de ces régions; les vallées fluviales aux plaines inondables (lit majeur) constituent une attraction de premier choix, à condition de receler des buttes ou des tertres pour assurer la résidence des humains et les protéger des inondations.



## TERRE : PLANETE DE L'EAU

1. Aire ou superficie: 510 000 000 km<sup>2</sup>
2. Cycle de l'eau : 500.000 km<sup>3</sup>/an

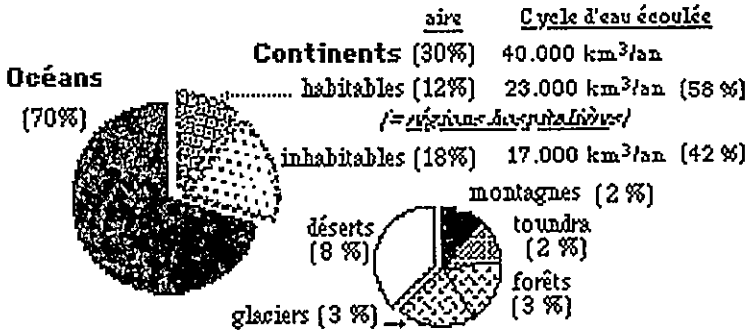


Fig. 38 Allocation naturelle de l'eau douce du cycle

Autres régions hospitalières, des savanes et des pâturages, entourés de forêts propices à la cueillette, parsemés de lacs et d'étangs, forment aussi un cadre de vie idyllique pour l'homme. Une température douce, plutôt chaude, des saisons contrastées assorties de pluies bien échelonnées dans le temps, forment le climat idéal, favorable à la croissance de la végétation et au bien-être de l'espèce humaine. Le rassemblement de telles conditions confinent à la recherche de paradis terrestres. Au cours des derniers millénaires, l'humanité les occupa peu à peu.

Au XVIII<sup>e</sup> siècle, une transition démographique provoquée par la révolution industrielle, les surpeuplaient en partie. Cette humanité enrichie, à court d'eau stable, lança la pratique des barrages-réservoirs pour maîtriser 2.500 km<sup>3</sup>/an d'eau de crue, en deux siècles, afin de combler le déficit. Au XX<sup>e</sup> siècle, le Tiers Monde, plus pauvre et plus nombreux, entame, à son tour, une inquiétante transition démographique qui l'amène à la pénurie d'eau. Il enchaîne, évidemment, avec l'humanité enrichie par la pratique des barrages-réservoirs. Mais, il rencontre bientôt deux obstacles. L'humanité enrichie a enfanté l'écologie politique et s'en sert pour démontrer les méfaits de la politique des barrages-réservoirs. De plus, elle seule possède les moyens financiers de régulariser l'eau de crue nécessaire. Le Tiers-Monde doit les emprunter. Les difficultés à le faire, déjà grandes, deviendront sans doute insurmontables, après l'an 2000. Si cette mentalité perdure au XXI<sup>e</sup> siècle, la pénurie chronique d'eau affectera durement le Tiers-Monde. Le modèle économique de développement en vigueur repose sur une

croissance annuelle minimale de 2%. Celle-ci dépend exclusivement de la régularisation de l'eau de crue nécessaire. Après 60 ans d'expérience hydrologique auprès des nations en développement, au nombre de 160, il apparaît que plus de la moitié d'entre elles ne survivront pas à un demi-siècle de pénurie d'eau. Sombre avenir pour l'humanité ! Le Conseil Économique et Social (ECOSOC) de l'ONU reçut cette inquiétante information en 1970. Il fit la sourde oreille à ce théorème pertinent. Le lecteur l'apprit précédemment, dans ces mémoires. Mais, l'auteur prévint les scientifiques et les politiques, deux décennies auparavant.

*- Gestion et économie de l'eau*

Au XXI<sup>e</sup> siècle, la gestion de l'eau s'avérera la meilleure politique d'Etat. D'autant qu'elle entraîne une économie de l'eau, la meilleure ressource possible. En toute certitude, à la fin du siècle, la planète de 10 milliards d'individus manquera d'eau en beaucoup d'endroits. Déjà, en 2000, les Nations Unies rappelaient que plus d'un milliard de personnes n'avaient pas accès à l'eau potable et qu'environ un milliard et demi ne disposaient pas d'installations sanitaires appropriées. La Banque mondiale prévoyait qu'en 2025, trois milliards d'êtres humains souffriraient de pénurie d'eau. En somme, les politiques de gestion de l'eau de l'époque mettaient en danger la santé humaine. Des dizaines de millions de personnes étaient expulsées pour pouvoir construire plus de 40.000 gigantesques réservoirs. Certaines techniques d'irrigation dégradèrent la qualité des sols et réduisaient les rendements. En Inde, en Chine et aux États-Unis, les eaux souterraines étaient pompées à un rythme trop rapide pour que les réserves aient le temps de se reconstituer.

Par contre, dans le même temps, en l'an 2000, les mentalités changeaient enfin pour répondre aux besoins de l'homme, tout en respectant l'environnement. La priorité consiste à assurer peu d'eau pour chacun, plutôt que beaucoup d'eau pour quelques uns. La plus importante des ressources d'eau devenait l'économie de l'eau. Il fallait repenser l'usage que nous en faisons et trouver de nouvelles façons de nous procurer cette précieuse ressource. L'histoire nous montre que l'eau ne garantit pas la survie d'une civilisation, mais qu'à coup sûr, les civilisations périclitent en l'absence d'eau. Les barrages se trouvent au premier rang des infrastructures mises en accusation.

Avant 1900, 40 barrages retenaient un volume global de 250 millions de mètres cubes. En l'an 2000, 40.000 barrages, principalement pour l'irrigation et la production d'énergie retiennent près de 3.000 milliards de mètres cubes d'eau et submergent 50 millions d'hectares de terre. Toutefois, des barrages seront encore nécessaires dans les pays en développement où les besoins élémentaires ne sont pas encore couverts pour faire face à l'accroissement de la population mondiale. L'eau est un facteur considérable de production agricole. Pour que la population mondiale, en constante expansion puisse se nourrir, l'agriculture devra épargner l'eau, afin que l'irrigation devienne disponible sur l'ensemble de la planète. Près de 40% des denrées alimentaires mondiales poussent sur des sols irrigués qui représentent 18% de l'ensemble des terres cultivées de la planète équivalent de 270 millions d'hectares.

L'expansion de l'irrigation a permis à la production mondiale de céréales de tripler depuis 1950. Pratiquée correctement, l'irrigation jouera un rôle important pour nourrir l'humanité, mais l'histoire nous apprend qu'elle comporte également des risques. L'irrigation représente les deux tiers de la consommation mondiale d'eau et jusqu'à 90% dans de nombreux pays en développement. Quand la population de la planète atteindra en 2025, les 8 milliards de personnes, les besoins en cultures irriguées exigeront 800 milliards de mètres cubes d'eau supplémentaires, soit un volume équivalent à près de dix fois le débit annuel du Nil. Personne ne sait encore comment fournir cette eau supplémentaire. La pénurie d'eau est la plus grande menace qui pèse sur la production future des aliments. Malgré cela, les agronomes comptent sur les terres irriguées pour produire la plupart des aliments supplémentaires qui seront nécessaires pour nourrir la population mondiale.

En revanche, pour survivre, l'agriculture irriguée devra être minutieusement réorganisée pour que la consommation d'eau soit réduite et que les coûts diminuent. Comment consommer moins ? La première solution consiste à augmenter l'efficacité de l'irrigation. Il faut passer de l'irrigation par gravité à l'irrigation par aspersion. Des études ont montré que l'irrigation au goutte à goutte réduit la consommation d'eau de 30 à 70% et augmente le rendement des cultures de 20 à 90% par rapport aux méthodes d'irrigation classique. D'autres méthodes permettraient une réduction de la demande en eau dans le secteur de l'agriculture, par exemple la programmation sur ordinateur des cycles d'irrigation, c'est-à-dire, de

l'arrosage en fonction du besoin des plantes, de la teneur en eau des sols et de la pluviométrie, minimise la quantité d'eau utilisée. Le cultivateur détermine ainsi avec une grande précision, quand et comment irriguer ses cultures tout au long de la période de croissance.

*- Survol 1939-1999 de l'hydrologie et situation en 2000*

Les deux décennies de la période 1979-99 parachèvent un parcours d'hydrologue, en compagnie d'un grand politique, Hassan II, qui aurait pu co-signer cet ouvrage, s'il n'avait pas été Roi. Du 1<sup>er</sup> mars 1960 au 23 juillet 1999, Il partagea avec l'hydrologue une commune passion de l'eau. Ensemble, ils la mirent en action. Le binôme cessa forcément en 1999 avec la disparition du politique et la cessation délibérée d'activité de l'hydrologue, replié sur ses pensées.

Une dernière réflexion sur l'hydrologie d'une nation se voudrait utile aux générations futures. J'appris simplement à l'école des années 1930 que l'eau était incolore, inodore et sans saveur. Depuis qu'elle se compare à l'eau de l'océan, elle prit une saveur, l'eau douce. Sa dernière dénomination, *l'or bleu*, s'attribua récemment, quand on découvrit sa rareté d'après le bilan 1975 de la Décennie Hydrologique Internationale, dont je fus l'un des rares instigateurs, quand les Nations Unies m'appelèrent à leur service, en 1961. Pratiquement, l'eau douce disponible à l'état liquide ne représente même pas 1% de l'eau de la Terre sur les 3% d'eau douce, emprisonnée aux deux-tiers dans les glaces. Et notre planète possède 97% d'eau salée. Tout le monde, désormais à l'unisson, peut lire et répéter cette antienne prônant la rareté de l'eau douce. Alors qu'auparavant, quatre milliards d'humains croyaient à sa surabondance. Quant à la couleur bleue, les astronautes la découvrirent, lors de leur premier voyage dans l'espace, en 1969, en admirant, de loin, notre planète.

De l'eau incolore de 1930 à l'or bleu de 2000, en passant par l'or blanc de la neige skiable, l'hydrologie progressa considérablement en 70 ans. Ces mémoires exposent son cheminement. Elle devint une science à part entière, digne de constituer l'hydropolitique. D'abord, une sauvegarde, elle deviendra bientôt un guide de gestion de notre planète surchargée d'humanité, puis une loi universelle des Terriens, à titre de bien commun de l'humanité, comme l'Antarctique et la Lune.

**QUATRIEME CHAPITRE**  
**L'EAU HUMANITAIRE AU XXI<sup>e</sup> SIÈCLE**  
**QUEL FUTUR ?**

Retiré en Suisse depuis 1981, pour se consacrer plus librement au Maroc, et dégagé de toute obligation envers le royaume, après la disparition de S.M. Hassan II en juillet 1999, l'auteur concentra sa réflexion sur l'eau humanitaire, suprême objectif scientifique et politique de cet élément vital.

**Préceptes**

Ces mémoires constituent un legs particulier à l'humble humanité de notre planète. Un hydrologue de fortune les transcrivit. Doté de la connaissance précaire d'une discipline délaissée, mais animé d'une généreuse inclination pour cette humanité-là, il avait pratiqué la coutumière devise de Buffon : "*Accumuler des faits pour avoir des idées*". Il découvrit ainsi l'importance de cet élément vital pour le bonheur d'autrui et apporta sa pierre à l'édification d'une hydrologie scientifique, doublée d'une hydropolitique d'abord nationale, avant de finir internationale. L'œuvre pouvait s'arrêter là. L'auteur préfère la compléter par l'eau humanitaire, tâche ardue et de vision personnelle, selon une morale intransigeante. Partant de la technique, il ajouta le social, puis l'économie, suivie de la politique, coiffée finalement par la philosophie. Les deux premières étapes s'accomplirent cordialement, en partie, au sein de pays en développement. La troisième lui apporta beaucoup de soucis. Les organismes internationaux le déboutèrent quand il toucha à la dernière, l'hydropolitique internationale, considérée comme la chasse gardée de la géopolitique.

La disparition de Sa Majesté Hassan II, en juillet 1999, imposa à l'auteur la fin de son parcours professionnel alors qu'il atteignait le quatrième âge et le troisième millénaire. La consignation de ces Mémoires

commença, accompagnée d'une réflexion de synthèse hydrologique au sujet de l'eau humanitaire et de son devenir, exprimés dans ce chapitre. Car, l'eau humanitaire résulte de la globalisation de l'eau douce, en voie d'achèvement, envisagée et obtenue par l'ONU. Or, en fin de compte et à bon escient, l'auteur se propose d'éliminer le piètre concept, imposé par l'ONU, qui consiste à morceler sans cesse les continents sous prétexte de supprimer les causes de conflits de voisinage, mais dont l'effet néfaste partage la propriété d'une eau douce trop rare.

En offrant une leçon d'expert, et dans le but d'éclairer vivement ce précepte, le chapitre s'engage d'abord selon cinq axes en vertu de la technique, du social, de l'économie, de l'hydropolitique nationale et internationale, de l'éthique, examinés suivant leur importance croissante. L'avenir de l'eau humanitaire au Maroc mérite la faveur de conclure ces *Mémoires*.

### *En vertu de la technique selon la nature*

L'homme ne vit qu'en fonction de l'eau stable, antidote de l'eau de crue prodiguée par le cycle hydrologique. La disponibilité de l'eau stable exigée implique que la nature ait procédé à cette stabilité ou que l'homme l'ait acquise structurellement par barrages-réservoirs à un prix croissant sans cesse. La capacité naturelle offre, par an, 5.000 milliards de mètres-cubes d'eau stable et peu coûteuse. Avec une indispensable ration individuelle et annuelle de 1.000 mètres-cubes dispensés équitablement, la planète assurerait, donc, une vie décente à cinq milliards d'habitants. C'est pourquoi, par instinct, l'humanité se réfugia dans ses régions hospitalières qui la détiennent à coup sûr.

### *- Régions hospitalières*

L'homme s'y installa douillement et exploite jusqu'à la dernière goutte la part considérable d'eau douce stable et disponible. L'anormale croissance démographique placera désormais une pression croissante sur ces terres de refuge encore inoccupées sur les continents, mais suffisamment pourvues de ressources naturelles et d'eau stable que sont les déserts, les forêts tropicales ou la toundra, steppe de la zone arctique, pour devenir les nouvelles frontières de l'avenir. Déjà, l'Asie du Sud-Est, à bout

de ressources en terres, s'empare de la forêt et la transforme en terres agricoles. D'autre part, le Sahel africain, avide d'élevage et de culture extensive, déborde sur la frange du Sahara, cette zone de semi-désert, jugée habitable. Cependant, ces aventures réclament de repousser les frontières du savoir, parce que ces territoires inusités demeurent peu connus de l'homme dans cette nouvelle expérience de colonisation. En réalité, le sort à venir de l'espèce humaine formera désormais le problème de tous les hommes et de toutes les nations, surtout pour l'eau.

*- Climat par thermomètre et pluviomètre*

Le climat se dérègle ou plutôt change, comme à son habitude. Les membres du Groupe Intergouvernemental d'Experts sur l'Evolution du Climat (GIEC), créé en 1988 rassemblent leurs observations. L'Arctique et l'Antarctique commencent à fondre. Le niveau de la mer s'élève. Une conclusion formulée au premier degré avance la thèse d'un réchauffement. Celui-ci dilate les océans. Le sort des îles du Pacifique en dépendrait. La fonte des calottes glaciaires et des glaciers de montagne s'accélère et corrobore l'hypothèse. Le réchauffement provoque également le dégel de pans entiers du permafrost, sol gelé en permanence, en Alaska, au Canada et en Sibérie, mettant ainsi en péril des villes entières, des routes et des gazoducs. Selon une conclusion au second degré, partagée par l'auteur et de rares spécialistes, le début d'une nouvelle ère glaciaire formerait la cause de ce réchauffement momentané. Or, la pénurie d'eau réduit le cycle hydrologique durant sa phase glaciaire qui perd jusqu'à un bon tiers de sa prodigalité et, donc, de sa couverture nuageuse. L'effet immédiat se traduit évidemment par un réchauffement apparent de la surface de la planète.

Après le thermomètre, le pluviomètre aussi marqua sa différence. A la fin du XX<sup>e</sup> siècle, la pluviométrie se déplaça sur la planète. Elle s'alourdit de 5 à 10% dans l'hémisphère nord, et de 20 à 30% dans la ceinture tropicale. Mais, cette manne ne bénéficia pas aux plus assoiffés; car, une poussée vers les extrêmes s'instaura; les pluies s'intensifièrent là où elles tombaient déjà et se raréfièrent en zone aride. En France, la Bretagne devint plus pluvieuse, en hiver, et la région méditerranéenne plus sèche, en été. D'ailleurs, l'Organisation mondiale de la météorologie a averti, en 2003,

que les phénomènes extrêmes : grandes sécheresses, inondations, cyclones, etc... pourraient augmenter en fréquence et en intensité<sup>(83)</sup>.

*- Inventaire des ressources d'eau nationales*

Au troisième millénaire, les chefs d'Etat, pour la plupart, prirent conscience de la pauvreté en eau douce de leur territoire et du dénuement économique en perspective face à une croissance démographique anormale. L'inventaire de leurs ressources d'eau devint un devoir national, quelles soient météoriques, superficielles ou souterraines. Trois réseaux de mesures s'imposaient pour l'observation des données. Le XX<sup>e</sup> siècle vit naître les réseaux de pluviométrie; en général, ils devinrent satisfaisants. Les réseaux d'hydrométrie de l'écoulement superficiel restent encore insuffisants. Quant aux réseaux de piézomètres pour mesurer l'eau souterraine, ils demeurent une exception.

Faut-il rappeler que les ressources d'eau comprennent un capital sous forme d'eau souterraine conservée dans des réservoirs, parfois grands, ainsi que d'eau superficielle accumulée dans des lacs et un revenu annuel consenti par l'atmosphère sous forme de précipitations ? Une faible partie se transforme en écoulement de surface par les cours d'eau et souterrain par infiltration dans les nappes phréatiques et profondes.

L'étude du cycle hydrologique annuel occupa de nombreux siècles avant d'aboutir à sa totale compréhension, intervenue au début du XX<sup>e</sup> siècle. L'eau souterraine formait un dernier segment de cycle encore mystérieux après la découverte élaborée des autres segments : l'évaporation de l'eau (surtout de mer), son transfert par les nuages vers les continents, ses précipitations, son écoulement dont une portion mineure souterraine après infiltration. En fin de compte, la portion infiltrée se scindait en deux écoulements : l'un se maintenait dans le cycle, l'autre alimentait les réserves. Averti, en 1930, de cette ultime découverte, l'auteur endossa la responsabilité d'introduction de l'eau souterraine dans l'aménagement hydraulique et l'usage humanitaire national. La dernière difficulté consista alors à calculer au plus juste la quantité affectée au cycle, susceptible d'être exploitée librement, afin de ne pas épuiser les nappes aquifères en utilisant la part d'eau consacrée aux réserves.

---

83) L'auteur le constata au Maroc depuis 1980



### *En vertu du social*

Quand les Nations Unies appelèrent l'auteur à leur service, en 1961, pour aider les pays en développement dans le domaine de l'eau, trois phénomènes se montraient mystérieux et inquiétants. L'ignorance du volume annuel d'eau du cycle hydrologique de la planète, l'évidente et inégale répartition annuelle de l'eau du cycle sur les continents et l'absence de relation entre l'eau douce et la démographie posaient problèmes. Un devoir d'équité conduisit à tenter de les résoudre.

#### *- Pays de zone aride*

L'apprentissage hydrologique au Maroc démontra l'existence d'une zone aride occupant un tiers de la superficie des continents. Le Maghreb, le Proche et Moyen-Orient en faisaient partie. Une priorité d'assistance technique et économique au développement s'imposait à leur égard. Elle concernerait plus d'une trentaine de nations et exigerait un traitement spécial dont l'auteur possédait l'expertise. Des enquêtes sur le terrain suffiraient à déterminer la thérapie nécessaire.

#### *- Recherche d'une relation entre l'eau douce et la démographie*

Les Nations Unies, sans idée préconçue, offrirent à l'auteur sa plus grande chance de carrière en le faisant œuvrer, à parts égales, dans une agence spécialisée dans la nutrition et l'agriculture, la FAO (Food and Agriculture Organization) et dans un organe de financement, pour la conception de l'aménagement hydraulique national et régional, le PNUD (Programme des Nations Unies pour le Développement).

La FAO lui apprit ainsi que la céréale constituait la nourriture humaine de base exigeant quotidiennement 2.500 calories par individu. A 1.200 calories, un gouvernement ne peut pas survivre ; à 1.000 calories, la moralité disparaît; à 800 calories, l'âme n'est plus libre. Une dose d'eau de 0,32 litre permet de produire une calorie. Pour une qualité de vie décente dans une économie de marché, la ration d'eau individuelle demande 350 mètres-cubes par an, dont 30 pour l'usage domestique, 20 pour l'usage industriel, 300 pour maintenir la ration quotidienne de 2.500 calories. La relation eau-besoin en calories constitua l'idée importante qui amena le succès final. Dernière observation notoire, l'eau douce assume,

chronologiquement, trois fonctions : supprimer la faim; assurer une agréable vie courante; et enfin, apporter des bénéfices.

Le PNUD apporta aux nations en développement le soutien financier nécessaire à dresser l'inventaire de leurs ressources d'eau douce. Il les aida à former ou compléter leurs réseaux d'observation des trois formes d'eau : précipitations, écoulement superficiel et souterrain, afin d'établir une comptabilité rigoureuse ressources-besoins. Cette étape permettait de préparer la conception de l'aménagement hydraulique national ou régional, dans certains cas.

#### *- Inventaire du bilan hydrique mondial*

Les Nations Unies appelèrent l'auteur à leur service, en 1961, alors que la demande d'eau douce devenait importante dans le monde entier. Pendant les premières années d'apprentissage hydrologique au Maroc, selon la doctrine courante, la demande d'eau croissait en fonction des progrès de la civilisation. C'est pourquoi, au début du XX<sup>e</sup> siècle, le besoin d'eau n'était pas une préoccupation populaire. A la longue, cette théorie apparaissait de moins en moins valable. Quand la population commença à croître fortement, une autre notion vint à l'esprit. L'homme pouvait être tenu pour responsable de la demande d'eau croissante.

Le nouvel arrivant en fit part aux Nations Unies. Cependant, ses fonctionnaires chevronnés du siège à New York désapprouvèrent aveuglément cette idée. Rien ne justifiait la moindre relation entre l'eau et l'homme. L'auteur s'enquit alors auprès de la Division de la nutrition de la FAO à Rome où il trouva un écho favorable. Car, elle étudiait le lien étroit entre les calories indispensables aux humains et la céréale considérée comme nourriture de base. Sa production exigeait un volume d'eau minimum. Comme il était, en outre, chargé par le PNUD de la crise d'eau sur le Jourdain, Israël lui servit de témoin modèle d'application minimale d'eau d'irrigation pour obtenir la production céréalière. La relation eau et nombre d'hommes se confirma en ces lieux.

#### *- Décennie hydrologique internationale*

En dépit de multiples réticences, elle devint opérationnelle durant la décennie 1965-74 avec les meilleurs spécialistes du monde. Elle dressa

aussitôt un remarquable bilan hydrique mondial. Le symposium de Reading de 1970 en révéla un sommaire assez complet. A la surprise générale, elle confirma les craintes des spécialistes à propos de la pénurie d'eau douce provoquée par l'excès de naissances.

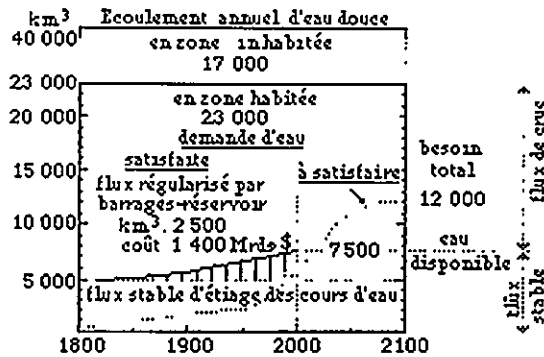


Fig. 39 Bilan hydrique mondial

Un rapide regard jeté sur le passé hydraulique des États-Unis et de l'Europe permet de comprendre la gravité de la situation à venir. En deux siècles, l'humanité régularisa 2.500 km<sup>3</sup> d'eau de crue au moyen de grands barrages-réservoirs pour un coût de 1.400 milliards de dollars EU. Une trentaine de nations émergèrent de cette vaste entreprise. Elles constituent, désormais, le Monde développé, suivant l'expression des Nations Unies.

D'autre part, un Monde en développement de 155 nations rêve d'un aménagement hydraulique semblable. Pour accomplir cette prouesse, ce XXI<sup>e</sup> siècle devrait réaliser la régularisation de 4.500 km<sup>3</sup> d'eau de crue par le même moyen pour un coût de 2.520 milliards de dollars EU selon le même prix unitaire. Ou bien pour un coût de 3.000 milliards de dollars EU avec 20% d'augmentation, ou encore 3.500 milliards de dollars EU avec 40% d'augmentation. Tâche impossible à défaut d'une telle disponibilité financière qui pèserait trop lourdement sur le monde développé !

#### *- Vers une politique prioritaire de l'eau potable*

Jusqu'au XX<sup>e</sup> siècle, l'agriculture conserva la dévotion de la priorité absolue de l'aménagement hydraulique par grands barrages, afin que l'eau remplisse sa primordiale fonction : supprimer la faim. A la mi-siècle, l'influence prépondérante de l'Organisation Mondiale de la Santé promut la nécessité de céder à l'eau potable la priorité absolue, pour mettre fin aux

épidémies qui décimaient encore trop de nations. dépourvues de ces aménagements. Elle prôna l'exploitation de l'eau souterraine comme ressource hygiénique prioritaire d'eau potable. Cependant, comme la demande urbaine d'eau s'amplifiait rapidement, la forte sollicitation des réservoirs souterrains se fit au détriment patent des besoins modestes mais indispensables d'eau d'irrigation du paysannat. L'arbitrage requis risquait de conduire très souvent à l'injustice.

Cependant, comme la demande d'eau potable urbaine s'accroissait considérablement, une meilleure politique apparut. Encouragé par le PNUD et l'OMS, l'approvisionnement en eau potable des villes s'obtiendrait à partir des cours d'eau, dans toute la mesure du possible. D'autant plus que la technique du traitement de l'eau courante pour la rendre potable avait atteint un degré très poussé de qualité et de sophistication. Pour sa part, le Maroc de Hassan II installa un Office National de l'Eau Potable (ONEP) bien structuré et eut recours à son Conseil Supérieur de l'Eau pour les arbitrages délicats. Cette procédure permit de restituer à l'agriculture une part notoire de ses ressources d'eau souterraine. Dès sa deuxième session consacrée à l'eau potable (février 1987), le Conseil débattait de ses nouvelles orientations.

A cette occasion, Hassan II désira évaluer la situation nationale de la desserte en eau potable de la population marocaine, atteinte également de transition démographique de cette croissance accélérée durant les 25 ans accomplis de règne. L'ONEP et les Régies desservaient en eau potable 94% de la population urbaine, meilleure performance de toute l'Afrique. Constat encourageant, la notable efficacité de l'ONEP permettait de poursuivre l'approvisionnement en eau potable des villes suivant une courbe parallèle à la croissance de leur population, preuve de constance d'une performance soutenue financièrement par la Banque mondiale.

Par contre, l'approvisionnement en eau potable des populations rurales ne dépassait pas un modeste 14% de desserte. A l'image de tous les pays, même développés, la desserte rurale avait un demi-siècle de retard. N'oublions pas qu'auparavant, les communes rurales françaises prirent 40 ans de retard sur la desserte urbaine ! Comme partout dans le monde, le Maroc ne fit pas exception à cette règle, à cause de la dispersion des villages, facteur aggravant des coûts de captage, de traitement et de distribution. La population rurale se répartissait en 32.000 douars (villages), dont certains divisés en fractions; de telle sorte que 39.000 localités, en

réalité, devraient faire l'objet d'un approvisionnement en eau potable. Malgré l'ampleur de la tâche et les difficultés dues à la dissémination des douars marocains, Hassan II exprima sa volonté d'éliminer cette disparité subie par les villageois et d'ériger en objectif national prioritaire, l'eau potable de l'habitat rural. Ses instructions prescrivirent l'établissement d'un plan directeur d'aménagement de l'eau potable rurale qui comptait encore 45% de la population marocaine. Le Conseil de janvier 1994 l'approuva. Un effort notable se déploya depuis ce temps-là. En effet, dans sa session de 1994, le Conseil Supérieur de l'Eau et du Climat présenta comme thème principal, un projet de plan directeur d'approvisionnement en eau potable de la population rurale en y incluant le cheptel associé à la vie quotidienne des foyers ruraux. Très ambitieux, le plan retint un objectif de desserte de 80% de la population (11,5 millions d'habitants) en 20 ans et estima l'investissement à 12,5 milliards de Dirhams (1.100 Dh/hab.). Ce plan entra aussitôt en application, avec le soutien technique et financier de la Banque mondiale. A la disparition du Souverain, en 1999, la desserte rurale avait progressé à 40%.

Elle devait aboutir au rééquilibrage social ville-campagne de la population rurale et limiter, sinon arrêter l'exode (200.000 émigrés par an), dû en grande partie à l'absence d'eau potable villageoise. Faut-il rappeler que cette carence flagrante engendre les maladies infantiles trop souvent mortelles et l'analphabétisme d'une jeunesse, surtout féminine, vouée à la corvée d'eau ? En caressant l'utopie d'un aménagement rural, qui donnerait à chaque village, l'eau potable, les latrines, l'électricité et l'accès par route carrossable, la dépense n'excéderait pas 3.000 dirhams par habitant, soit 270 € ( euros). N'est-ce pas là un effort à la portée de l'Europe ? N'est-ce pas là une solution à l'immigration incontrôlée ? Car, le flux migrant ne s'arrêtera pas dans les bidonvilles de ses propres cités, où il aura peine à survivre. Il traversera nécessairement la Méditerranée.

#### *- Population marocaine en 2000 et prévisions*

A la surprise générale, la démographie marocaine, autre pilier<sup>(84)</sup> de la politique de l'eau, révéla une baisse spectaculaire et imprévue de la fécondité.

---

84) Deux piliers prioritaires à l'époque : irrigation d'une part, eau domestique et industrielle, d'autre part.

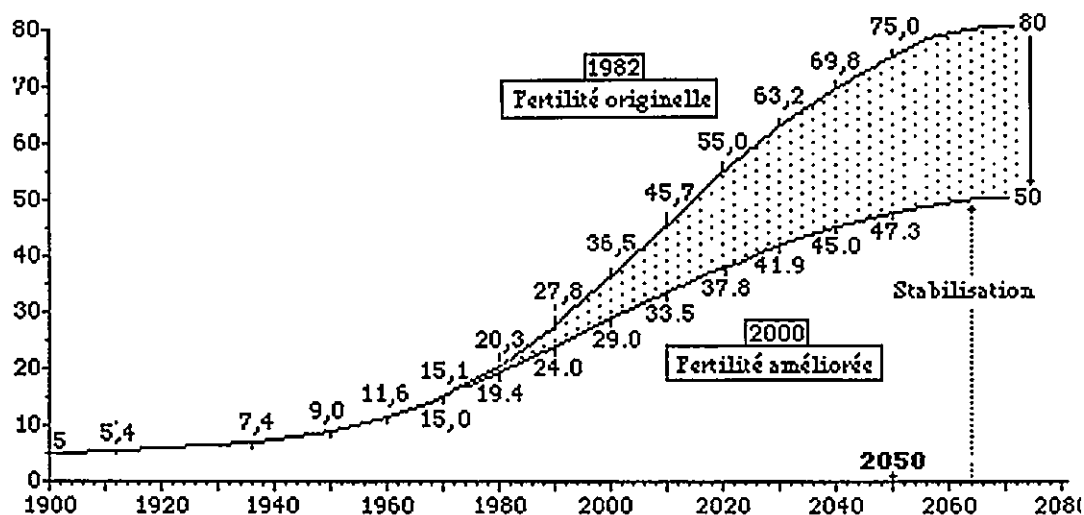


Fig. 40 Tailles de la population prévisible (hypothèse 1982) et stabilisée (2000)

La prospective, étudiée ces dernières années, prévoit une population stabilisée à 50 millions vers 2060-65 d'après l'ONU ou à 45 millions d'après le Maroc, deux scénarios gérables. Toutefois, des difficultés apparaîtront vers 2020. Les 18 années que l'auteur consacra aux Nations Unies ont confirmé une consommation d'eau directement proportionnelle à la population. Cette découverte permet d'établir un pronostic futurologique de sa population dans cinquante ans avec une erreur très acceptable et même de discerner la desserte urbaine et rurale.

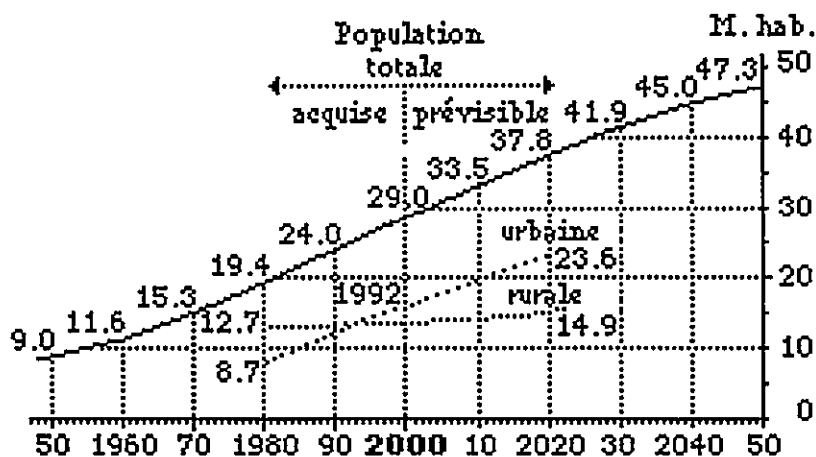


Fig. 41 Différenciation et prévision de la population du Maroc

A coup sûr, un habitant se satisfera de 400 m<sup>3</sup> par an d'eau aménagée pour une vie décente garantissant ses usages domestique, agricole, industriel, soit l'équivalent de 1.000 m<sup>3</sup> par an d'eau naturelle, compte tenu des pertes. La norme de survie expérimentée en Israël, s'établissait à 340m<sup>3</sup> par an et par habitant, équivalent du degré de pénurie 100%, minimum vital d'eau dans la société moderne. Cette norme, jugée valable, est répétée volontairement afin de l'inculquer dans les esprits.

Encore faut-il que le réseau de distribution d'eau soit interconnecté, à l'échelle nationale. Un tel projet devient indispensable au Maroc à l'image de l'expérience réussie en Israël. L'auteur se fait un devoir, à ce propos, de porter à la connaissance publique l'accord éthique et moral intervenu avec ce pays, lors du financement de l'avant-projet par le PNUD en 1963. La première interconnexion réalisée de ce genre revient à l'Etat de Californie, aux États-Unis. Comme l'auteur connaissait parfaitement ce projet pour l'avoir visité à tour de rôle, il s'en était fait une doctrine appliquée à petite échelle et avec succès, sur la province autonome de Tanger.

Après avoir rejoint les Nations Unies, il pensait l'utiliser pour les pays en développement. Quand Israël en fit la requête, il soutint le projet et accepta de collaborer à son exécution, à condition qu'Israël en fasse un exemple connu et présentable au Tiers Monde. Accord conclu et appliqué en toute loyauté. Le PNUD fournit les fonds pour une expérimentation à échelle croissante. L'auteur y collabora activement. La réalisation finale eut lieu en 1966 pour un stockage souterrain de 300 millions de mètres-cubes par an, injectés durant la période pluvieuse et récupérés en saison sèche pour l'irrigation, l'alimentation en eau potable, l'industrie et le mixage avec de l'eau saumâtre afin d'accroître le volume utilisable en irrigation ou dans l'industrie.

### *En vertu de l'économie*

La stratégie de construction des grands barrages-réservoirs avait fait le bonheur et la richesse d'une trentaine de nations au cours des XIX<sup>e</sup> et XX<sup>e</sup> siècles. Elles formèrent le Monde développé et se distinguèrent désormais du monde en développement ou Tiers-Monde qui ne pourra jamais s'engager trop loin dans une telle stratégie en raison des coûts encourus de construction. Par la force des choses, l'aménagement hydraulique de ces

pays doit se résoudre avec des moyens financiers limités. Certes, l'aménagement hydraulique de l'eau souterraine par forages, quatre fois moins onéreux que la politique des grands barrages, pourra y subvenir en partie. Inéluctablement, de nombreux pays en développement entreront bientôt en pénurie chronique d'eau, à défaut de moyens financiers adéquats pour affronter un aménagement hydraulique idoine.

- *Écllosion de la pénurie chronique d'eau*

Auparavant, elle se confondait avec un retard d'aménagement hydraulique. Ce nouveau fléau affecta l'humanité à partir du XX<sup>e</sup> siècle. La conception de l'hydrologie humanitaire, au XXI<sup>e</sup> siècle, se confronte donc aussitôt avec ce constat inquiétant. Au point que l'eau douce de notre planète ne suffit plus à nourrir les 6 milliards d'individus qui l'habitent en 2000. Depuis 1960, la Terre semble nous dire «*Arrêtez votre croissance démographique incontrôlée ! Je suis à bout de mes ressources d'eau*». Car, la sagesse des grands de ce monde en politique ou en religion ne les aida pas à comprendre à temps que les ressources de notre planète ne pourraient pas satisfaire sans limite une humanité avide de produits alimentaires. Sans vouloir dramatiser, et pour mieux comprendre la situation, il convient de réviser brièvement l'historique de l'humanité organisée qui s'est constituée et opère depuis douze mille ans.

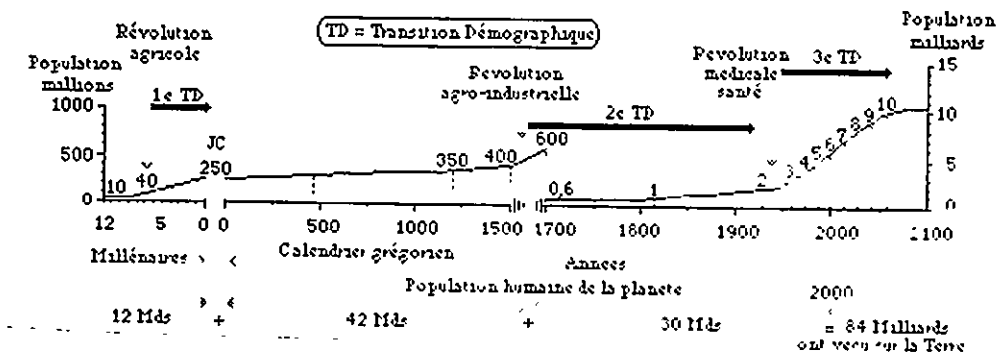


Fig. 42 Les trois explosions (dénommées transitions) démographiques (TD) de l'humanité



A sa création, *la Civilisation de l'Eau* déclarait son amour à l'humanité. Elle s'engageait à la servir fidèlement. Mais, elle connut aussitôt sa première épreuve sous forme de révolution agricole. Une transition démographique, c'est-à-dire une croissance anormalement forte de population, se déclara, telle une épidémie. Le mal évolua, suivant le graphique de la figure précédente. Cette première transition démographique fit croître la population de 210 millions d'individus en soixante dix siècles, tandis qu'auparavant elle avait progressé jusqu'à 10 millions en quarante mille siècles.

Les régions hospitalières aux êtres humains, recevaient chaque année une ressource d'eau sensiblement constante. La population humaine, par contre, possédait une fâcheuse tendance à la croissance continue. Ce faisant, la ration d'eau de l'habitant diminuait au fil du temps. Et venait le jour où elle passait le seuil fatidique du minimum requis pour une vie décente. Alors, la région hospitalière entrait dans une phase de pénurie chronique d'eau, comparable à un cancer hydropolitique de la civilisation de l'eau. Au début de l'humanité, la population de notre planète, riche de régions hospitalières inhabitées, supporta vaillamment ce premier accident de parcours.

Quinze siècles plus tard, une deuxième épreuve de transition démographique consécutive à la révolution agro-industrielle affecta l'hémisphère nord. Celle-ci connut d'abord la détresse dépeinte par l'histoire de l'Europe, sous la dénomination de Moyen Âge. La richesse apportée par l'agro-industrie s'ensuivit, confortée par la stratégie de construction des barrages-réservoirs durant les XIX<sup>e</sup> et XX<sup>e</sup> siècles. Cette entreprise procura à l'hémisphère nord, un supplément d'eau stable, prélevée sur l'eau de crue inutilisable, à titre de remède palliatif de la pénurie d'eau stable moyenâgeuse.

En 1950, la révolution médicale, engendrée par les sensationnelles découvertes pharmacologiques de la seconde guerre mondiale, entraîna une troisième transition démographique. Cette épreuve, prévue pour la durée d'un siècle, concerne les nombreuses nations du sud. A mi-parcours, elle apparaît impressionnante et, surtout, inquiétante. Car, de toute évidence, *la Civilisation de l'Eau* la supporte mal et peine à la satisfaire. Il paraît certain, en tout cas, qu'elle ne survivrait pas à une quatrième transition démographique. La pathologie de la transition démographique, après trois

crises, apparaît clairement. Consécutives à une révolution quelconque affectant l'humanité, la durée de l'épidémie diminue d'une transition à l'autre. Elle disparaît aussi par ses propres moyens, sans thérapie spéciale. Son éclosion provoque une explosion de la population, à la manière d'une bombe démographique. La surpopulation engendrée se produit sur les champs et croît exponentiellement d'une transition à l'autre. Les aménagements et les moyens habituels des gouvernements ne parviennent pas à la contrôler. Elle affecte la sécurité alimentaire nationale. Elle impose aux nations une imprévue dépense extraordinaire. Dans le domaine de l'eau, par exemple, il convient de trouver une solution palliative de la politique des grands barrages-réservoirs. Ainsi, le Maroc, tente de s'en dégager et de concevoir une stratégie moins onéreuse.

*- Stratégie d'appel à l'eau non-conventionnelle*

Un jeune souverain de 38 ans, S.M. Mohammed VI, roi du Maroc, pays modèle en hydrologie parmi les 160 nations du Tiers-Monde, en fit la préoccupation prioritaire, du début de règne. Face à l'hydropolitique instituée par Son Père, et conscient de la pénurie chronique d'eau douce attendue vers 2020, à la suite de la transition démographique, Il proposa de troquer la politique trop onéreuse des grands barrages-réservoirs contre des opérations plus modestes et acceptables par l'économie du royaume. Elles serviraient d'exemple palliatif au Maroc du XXI<sup>e</sup> siècle. En conformité avec ce changement drastique de stratégie de la part du nouveau souverain, l'auteur se devait d'imaginer une autre approche hydropolitique du pays.

Afin de bien comprendre la difficulté d'un tel changement, il convient de rappeler, d'abord, la situation géopolitique du Maroc par rapport à l'Europe dont il se trouve le plus proche voisin. Quatre autres nations européennes se situent sensiblement sur le même méridien, du nord au sud, en concurrence de production agricole et d'autres usages, dépendant de l'eau du cycle hydrologique. En effet, ce cycle la distribue de façon fort injuste. Le Maroc en reçoit le dixième des Îles Britanniques, le cinquième de la France, le tiers de l'Espagne et du Portugal.

En conséquence, son effort financier devient inversement proportionnel, s'il veut corriger cette disparité vitale par un aménagement hydraulique important. D'autant plus que la relation étroite entre l'individu et ses

besoins d'eau apparut dès 1960. Feu Hassan II l'avait compris dès son avènement. Sa politique des grands barrages en résulta. Puis, s'inspirant du génie hydro-agricole des ancêtres hispano-mauresques, il conçut l'hydropolitique. Les débuts de notre Académie en témoignent. Le thème royal "*Eau, Nutrition et Démographie*" occupa les deux sessions de 1982, privilège unique dans ses annales. Ainsi, dans ce concert de nations concurrentielles et en dépit d'une nature injuste, le Maroc détient une situation privilégiée, en l'an 2000.

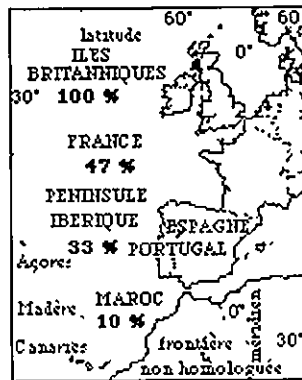


Fig. 43 Disproportion de l'allocation d'eau naturelle (suffisance: 100 %)

Sa Majesté le Roi Mohammed VI entama son règne avec la même préoccupation de l'eau. Mais, à la différence de son Père, Il avait vécu deux décennies de prince héritier sous la dispendieuse stratégie des grands barrages, lui permettant d'identifier ses inconvénients. C'est pourquoi, le nouveau Protecteur de l'Académie honora de sa présence la session académique d'avril 2000 tenue à l'occasion du vingtième anniversaire de sa création et dédiée aussi à la mémoire de Feu Hassan II. Il proposa, dans son discours, que la prochaine session d'automne fût consacrée à l'étude de «*La politique de l'eau et la sécurité alimentaire du Maroc à l'aube du XXI<sup>e</sup> siècle*». Ainsi Il soumit aux académiciens son premier thème pour assurer l'avenir du Maroc dans une perspective de mondialisation économique à moindre prix.

Lors de la session d'automne 2000, inspirée par le nouveau Roi, l'auteur présenta le bilan hydropolitique positif de Feu Hassan II. Il souligna, cependant, que la suppression des deux chantiers en cours : la politique des grands barrages et l'eau potable rurale pèseraient très lourd sur l'avenir immédiat du Maroc menacé d'une pénurie chronique d'eau

inéluçtable vers la décennie 2020. L'eau du ciel non encore aménagée ne suffira plus à une population qui atteindra alors 40 millions d'habitants. Une stratégie hydraulique de recharge s'imposera irrémédiablement : l'appel à l'eau non-conventionnelle. Comme vingt ans sont toujours nécessaires entre le diagnostic et l'effet de thérapie fourni par un nouvel aménagement, l'auteur offrit, aussitôt, la parade à cette attendue pénurie chronique. Il proposa trois opérations:

1. La réalimentation artificielle des réservoirs souterrains servira à la fois pour les stockages saisonniers d'hiver ou pluriannuels en périodes humides, seule méthode de contrôler un cycle annuel hydrologique trop irrégulier en zone aride. L'expertise marocaine améliora beaucoup la technologie de réalimentation artificielle par ses expérimentations variées, qui démontrèrent aussi l'excellente capacité d'absorption des terrains. La recharge artificielle à raison d'un à deux milliards de mètres-cubes, chaque année, s'avère plausible à terme. Elle augmentera la ressource d'eau disponible, fort réduite dans les barrages-réservoirs, en année de sécheresse. Elle aidera beaucoup à mitiger les sécheresses survenant une à deux fois par décennie.

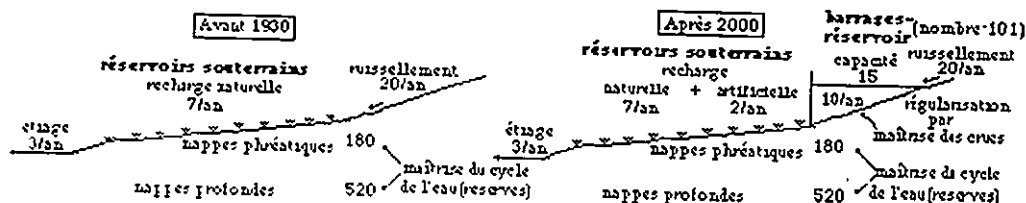


Fig. 44 Maîtrise du cycle de l'eau et recharge des réservoirs souterrains  
(nombres = milliards de  $m^3$  :  $km^3$ )

2. La pluie provoquée, expérimentée durant une douzaine d'années, démontra une augmentation de 18% de la pluviométrie sur la zone d'observation, grâce à un dispositif de tubes lance-missiles installé au long de 200 km de crêtes. Cette performance, de grande valeur à l'échelle internationale, profitera au royaume dont la façade atlantique reçoit de front

tous ses systèmes nuageux parvenus de l'océan avec une charge d'eau appréciable de novembre à avril, période favorable à la production céréalière, base de la nutrition. Il suffira d'étendre ce dispositif à tout le versant nord de la chaîne du Haut Atlas, le versant ouest du Moyen Atlas, et le versant sud-ouest du Rif. Ainsi, une ceinture de 1.200 km de tubes lance-missiles provoquerait, en principe, un écoulement supplémentaire annuel de 3,5 milliards de mètres-cubes, gain appréciable.

3. Le dessalement de l'eau de mer deviendra une nouvelle stratégie nationale si des découvertes pétrolifères intéressantes interviennent dans le pays. Car, le coût de distillation de l'eau de mer par centrale au fuel se réduisit considérablement dans les deux dernières décennies du siècle précédent. En 2000, il atteint moins d'un dollar par mètre-cube d'eau douce obtenue. Le prix de l'énergie affecte fortement le coût du dessalement. Le kilowatt-heure d'électricité produit par centrale au fuel se réduit de 25% avec une centrale à charbon et de 50% avec une centrale nucléaire à double but : générer l'électricité remboursée par l'usage urbain et dessaler les quantités adéquates d'eau de mer pour l'eau potable.

A première vue, ces trois opérations apparaissent moins onéreuses que la politique des grands barrages, d'autant qu'elles pouvaient s'engager en partie et admettre plusieurs formule de panachage. En pratique, le recours à l'eau non-conventionnelle implique l'interconnexion de la distribution d'eau dans un cadre national. Gardons en mémoire l'ultime recours de survie par un transfert d'eau douce Tague-Maroc, déjà envisagée et exposée dans une communication faite à Lisbonne en mai 1995, à propos du thème royal «*Quel avenir pour le bassin méditerranéen et l'Union Européenne ?*»<sup>(85)</sup> A titre de remarque, l'intéressante réaction de S.M. Mohammed VI d'un aménagement hydraulique différent, en 2000, s'inspire évidemment d'un souci d'épargne susceptible de favoriser l'élévation du niveau de vie des Marocains.

85) «*Climat et eau douce de la Méditerranée occidentale*». Coll."Sessions", n°26, pp.199-204, Académie du Royaume du Maroc. Rabat

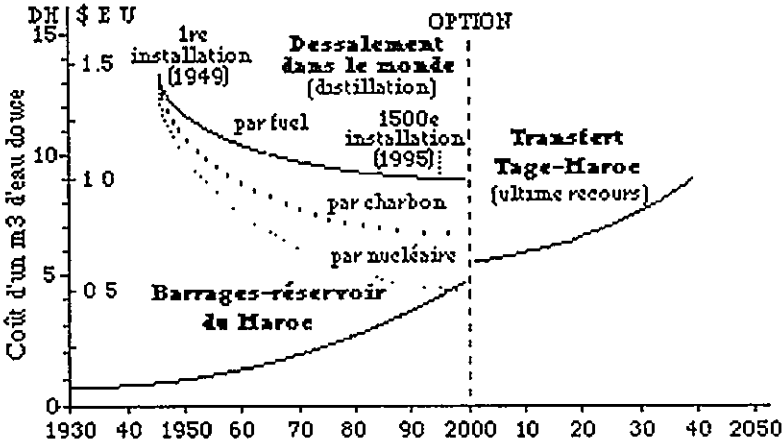


Fig. 45 Facteurs économiques d'une décision politique à prendre

***En vertu de l'hydropolitique au plan national***

Elle concerne la sécurité alimentaire y compris l'eau potable. Au plan international, elle vise à maintenir la nation en condition de mise en valeur progressive et en situation de concurrence économique. L'eau y joue le rôle essentiel dans les deux cas. Au début de ce troisième millénaire, la situation de l'eau douce planétaire a vraiment changé. Elle est devenue à la fois, source de conflit, par son évidente pénurie, et source de profit, par sa rareté qui la rend chère.

En ce début du XXI<sup>e</sup> siècle du calendrier grégorien, six milliards d'êtres humains habitent la planète. Un quart n'a pas accès à l'eau salubre et quinze millions d'individus meurent chaque année de pénurie. Si un effort considérable n'est pas consenti d'ici à l'an 2025, près de quatre milliards d'individus seront privés d'eau, indispensable non seulement au métabolisme des êtres vivants, mais aussi à l'irrigation, à l'hygiène et à l'économie. Ce discours appartient à un populiste bilan ressassé par le Forum Mondial de l'Eau. Une solution audacieuse existe. Le Maroc servira d'exemple.

***- Interconnexion de l'eau distribuée***

La stratégie d'interconnexion de l'eau distribuée s'adresserait au "Maroc fécond", ceinturé par le projet de pluie provoquée. Elle garantirait l'égalité devant l'eau, mieux encore que les transferts d'eau inter-bassins.

Le Conseil Supérieur de l'Eau en déciderait. Le Maroc fécond, 20% du territoire, abrite 78% de la population du Royaume. Celle-ci deviendra, sans doute, 40 millions en 2050, au moment de la stabilisation démographique du pays à 50 millions, compte non tenu de l'immigration rurale. Un aqueduc national sur 900 km répartirait équitablement les ressources d'eau disponibles dans les barrages et les réservoirs souterrains et contribuerait à leur recharge artificielle. Il s'étendrait de Tanger à Marrakech avec une branche vers Taza.

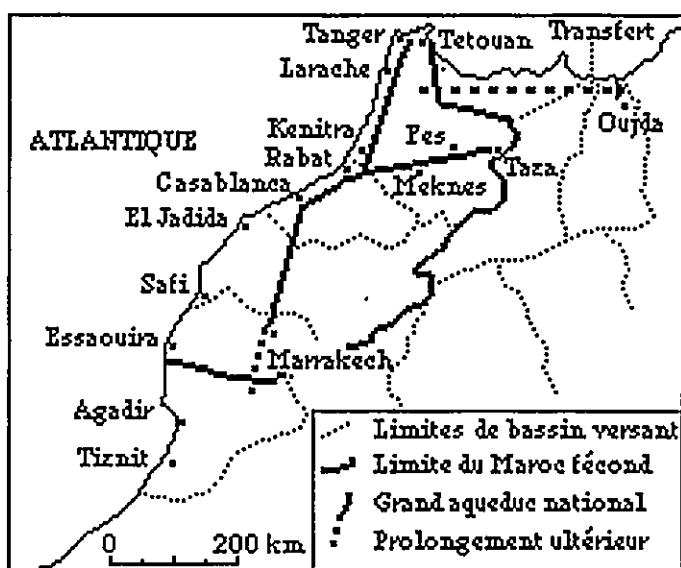


Fig. 46 Interconnexion de l'eau

(la limite du Maroc fécond se confond avec la ceinture du projet de pluie provoquée)

La nutrition du peuple marocain et sa sécurité alimentaire, autres piliers de la politique de l'eau, exigent une ration alimentaire minimale de 2.200 calories par jour et par habitant. Or, la sécurité alimentaire n'existe plus depuis 1973, quand le Maroc devint importateur de céréales, base de la nutrition. Car, la production nationale y dépend à 95% de la céréaliculture pluviale impropre à une nation de zone aride et affligée, outre les pratiques culturelles dépassées.

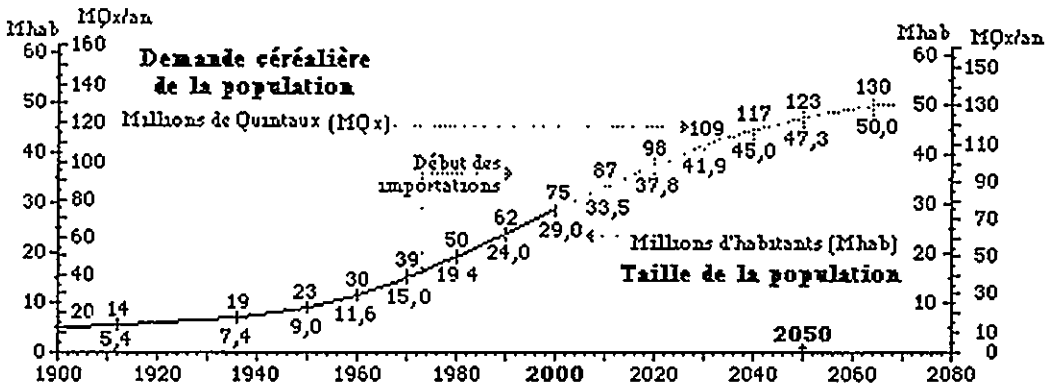


Fig. 47 Production céréalière nationale

(Millions d'habitants, à gauche, et de quintaux nécessaires, à droite)

Tout au plus, la pluie provoquée et la prédiction à long terme de la pluie<sup>(86)</sup> pourront-elles améliorer la céréaliculture pluviale. Mais, l'expérience acquise en 70 ans de production démontre qu'elle ne pourra plus jamais satisfaire la demande de la population. Une nouvelle stratégie de production céréalière s'impose désormais. L'indépendance politique du Maroc en dépend.

- Sécurité alimentaire

La vie décente d'un Marocain en 1980 exigeait une ration alimentaire minimale de 2.200 calories par jour. Elle équivalait à 0,7 kg/jour de blé ou orge, nourriture essentielle, soit 260 kg/an par habitant.

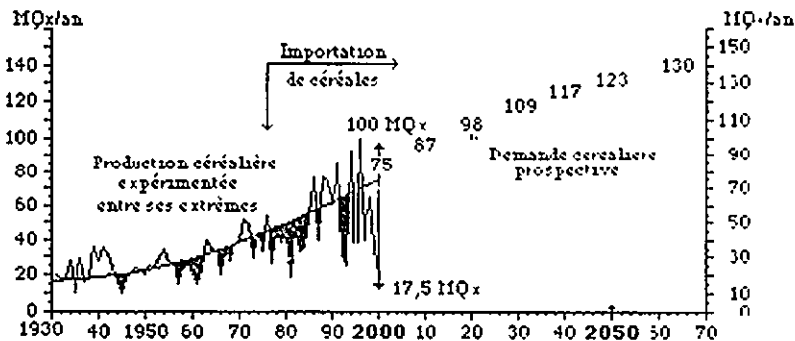


Fig. 48 Besoins céréaliers du Maroc (au passé et en prospective)

86) Projet Al-Moubarak avec les E U non achevé.



Le développement économique ajoute à la ration une diversification de légumes, fruits, viande, lait, huile, sucre et portera la ration à 2.500 calories/jour. Les besoins nutritifs du Royaume se calculeront sur le maintien de la ration 1980, exprimés en céréales (260 kg/an/habitant, y compris pertes, semences et alimentation animale).

L'expérience acquise en 70 ans sur la production céréalière annuelle du Maroc en fonction du climat subi démontre qu'il ne pourra plus jamais satisfaire la demande de la population. La sécurité alimentaire n'existe plus depuis 1973. L'importation quasi-annuelle de céréales en fournit la preuve. Tout au plus, la pluie provoquée et la prédiction à long terme de la pluie pourront-elles améliorer la céréaliculture pluviale ? L'étude du territoire par télédétection des années 1995 et 1996 (extrêmes pluviaux) fournirait des indications précieuses. Mais, une nouvelle stratégie de production céréalière s'impose désormais. L'indépendance politique du Maroc en dépend. Elle exige de mettre en chantier le projet d'un second million d'hectares à irriguer.

Au plan national, la sécurité alimentaire concerne, en outre, l'hygiène publique alimentaire. Par exemple, l'agriculture biologique élimine les engrais chimiques et prétend assurer ainsi une "meilleure santé". La vente de ses produits se majore donc en conséquence. Or, l'allégation ne possède aucun fondement scientifique. Car les produits naturels pour enrichir le sol restent incontrôlés : fumier, fientes (guano), tourteaux, sous-produits animaux (os, corne, sang), présentent le danger de transmission de virus et de prions. D'autre part, la chaîne du froid, souvent interrompue, devrait subir un contrôle strict. Le délai de consommation des produits réclame une claire notification.

Quant à l'usage en agriculture des Organismes Génétiquement Modifiés (OGM), cela demeure une décision politique au plus haut niveau. En Europe et en Afrique du nord, le principe de précaution prévaut, à l'opposé des États-Unis.

#### *- Vers un second million d'hectares à irriguer*

La stratégie prévoirait donc de mettre en chantier un second million d'hectares à irriguer par centres-pivots. Ce projet souhaité permettrait une première récolte de céréales d'automne sur un million d'hectares et une seconde récolte diversifiée d'été sur 500.000 hectares. Après rattrapage du

déficit en céréales, il suffirait d'adapter la production céréalière à la croissance démographique. La campagne de rattrapage prévue sur les 10 prochaines années apporterait un supplément de production garantie de 35-40 millions de quintaux (3,5-4 tonnes) par an. A cela s'ajouterait la production de la céréaliculture pluviale, devenue secondaire. Elle apporterait, bon an mal an, 40-80 millions de quintaux (4-8 tonnes) par an. Depuis 1985, le secteur privé a déjà aménagé quelque 40.000 ha de centres-pivot, dont des fermes de 1.500 ha. Une telle stratégie permet d'accélérer le décollage économique de l'agriculture nationale. Un programme national existe depuis 1985, amélioré en 1989. Dossier pertinent, propice à un dialogue fructueux entre promoteurs et usagers, Feu Hassan II le destinait aux investisseurs étrangers, à la Banque mondiale et à tous les usagers potentiels du Maroc en trois versions (arabe, anglais, français)<sup>(87)</sup>.

En somme, *l'hydropolitique nationale* comportait les deux chantiers en cours sur l'eau potable rurale et sur les grands barrages. Elle portait l'effort principal sur le Maroc fécond, grand rêve de Feu S.M. Hassan II, jusqu'à sa disparition, en juillet 1999. Elle devait se compléter de cinq nouveaux projets : recharge artificielle des réservoirs souterrains, dessalement de l'eau de mer, pluie provoquée, interconnexion de l'eau distribuée, second million d'hectares à irriguer. Une telle stratégie permettait de conforter le Royaume et de garantir son indépendance.

Le rêve du Souverain disparu, orienté vers le "Maroc fécond", se matérialisait selon le schéma hydraulique (fig. 49) et la géographie de l'eau souterraine (fig. 50) :

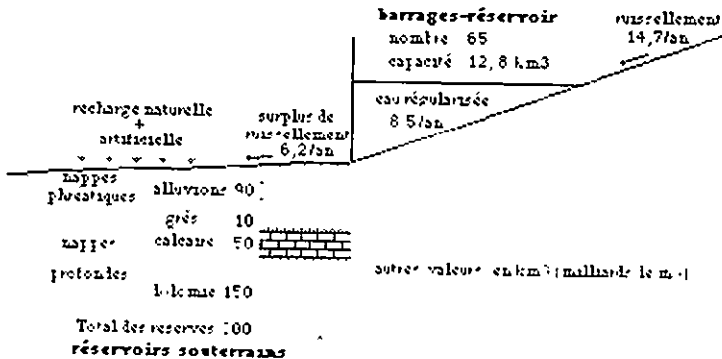


Fig. 49 Schéma du concept d'aménagement hydraulique du Maroc fécond

87) L'auteur le tient à disposition, le cas échéant, y compris un livret-guide à but de vulgarisation

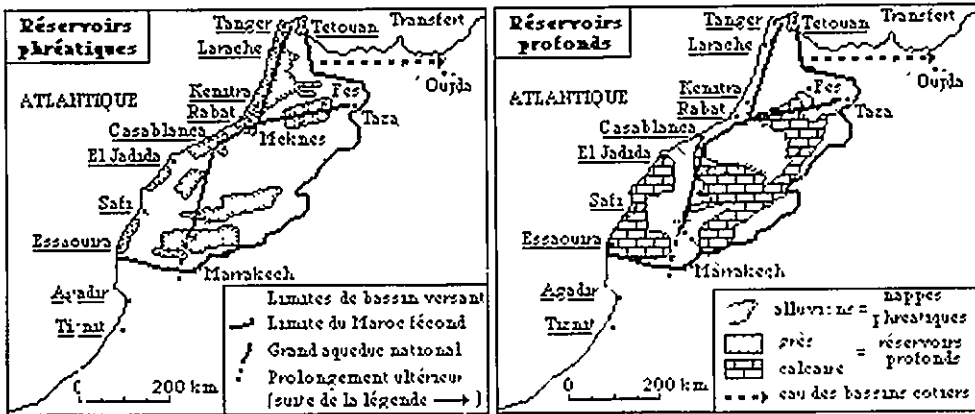


Fig. 50 Aqueduc national, réservoirs souterrains (recharge) et eau potable (dessalement) des villes soulignées

Ainsi, ce rêve représentait l'hydropolitique nationale de Hassan II. Grâce au grand aqueduc national, la recharge artificielle des réservoirs souterrains s'accomplirait aisément, tant en faveur des réservoirs de nappes phréatiques que des réservoirs d'eau profonde. Pour compléter la production d'eau non-conventionnelle, le dessalement de l'eau de mer interviendrait graduellement, de Tiznit à Tanger, sur la côte atlantique, et jusqu'à Tétouan, en Méditerranée.

La pluie provoquée en faveur du Maroc fécond apporterait un supplément de ruissellement de 18% que l'interconnexion de l'eau par l'aqueduc national permettrait de distribuer aux réservoirs d'eau souterraine pour leur recharge, en vue de leur utilisation prochaine. Au préalable, le ruissellement supplémentaire se stockerait dans des barrages-réservoirs dont certains restent à construire.

#### *En vertu de l'hydropolitique au plan international*

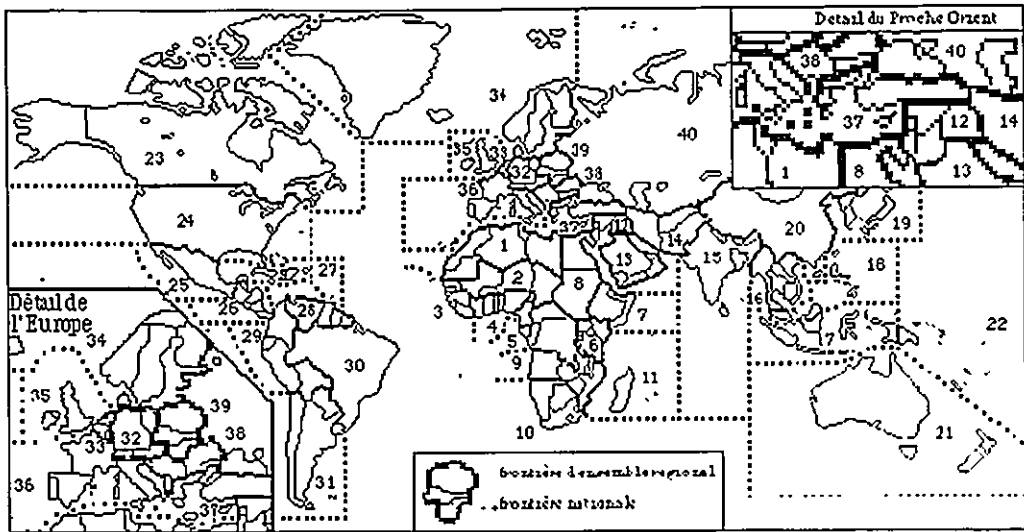
Un plus grand rêve visitait Feu S.M. Hassan II, à partir de 1980. Le dialogue porta, à plusieurs reprises, sur la longue crise d'eau éprouvée au Proche-Orient.(1900-67) et brutalement éteinte. A ce propos, l'idée et la théorie des ensembles régionaux naquirent dans l'esprit du Roi : II

administra, ainsi, à l'auteur ses premières leçons d'hydropolitique internationale en faveur d'une solution d'aménagement hydraulique régional. Le sujet occupa plusieurs séances d'entretiens personnels entrecoupés d'un dîner offert au Secrétaire Général des Nations Unies, Pérez de Cuellar, en 1982. Par enchaînement avec la théorie des ensembles régionaux, le Roi pensait, à cette époque-là, au rattachement rapide du Sahara Occidental au Maroc et à la création d'une union maghrébine : Mauritanie, Maroc, Algérie, Tunisie, Libye. L'auteur fit part de son expérience onusienne à ce sujet, pour avoir participé à la création de trois ensembles régionaux africains et à la supervision de celui du Tchad : Fleuve Sénégal (4 nations), Fleuve Niger (7 nations), Lac Tchad (4 nations). Ces ensembles bénéficiaient d'un budget financé par le PNUD et d'un succès provisoire, sauf le Niger.

Car, les statuts de l'Organisation demeurent d'une désolante vacuité dans le domaine de l'eau douce, après trois décennies d'existence. D'autant qu'en principe, l'ONU privilégie et favorise toujours la création d'un État, en dépit de son manque de ressources naturelles dont l'eau douce constitue l'élément fondateur. A la longue, le Roi prit conscience de cette réalité et dépassa le stade du raisonnement initial, fondé sur un juste sentiment de gratitude, de la part d'une nouvelle province, gratifiée aussitôt et partout, de l'eau potable et d'autres aménagements modernes. Problème embarrassant, l'ONU venait d'enseigner à Feu S.M. Hassan II, à ses dépens, qu'elle pratiquait aussi le vieil adage : diviser pour régner, seul pouvoir de son impuissance avérée. Afin de contrecarrer cette tendance fallacieuse de l'ONU, le Roi la fit traiter par son Académie, en un thème inusité : «*Des similitudes indispensables entre pays voulant fonder des ensembles régionaux*».

- *Utopie d'un nouveau monde politique*

L'auteur en profita pour laisser libre cours à sa fantaisie, en traitant, évidemment, des facteurs naturels d'association géopolitique. Ils conduisirent à une carte mondiale de 37 associations d'États formant des ensembles régionaux et de 7 vastes États.



*Fig. 51 Carte mondiale utopique de 37 ensembles régionaux  
et de 7 vastes États existants*

En principe, sept États seulement pourront satisfaire leur besoin d'eau à l'avenir, grâce à leur vaste superficie : Chine, Canada, États-Unis, Russie, Brésil, Indonésie, Kazakhstan. Car, ces États pourront toujours dresser des plans de transferts intra- nationaux. La majorité des autres États, tôt ou tard, devra en appeler, pour leur besoin d'eau, à la géopolitique des ensembles régionaux dont la carte indique une première préfiguration. Dans l'ordre chronologique d'urgence, les nations de zone aride viendront en tête, suivies de près par les archipels. La liste suivante des nations considérées conforte la carte de la fig. 51.

D'emblée, cette opération apparaît comme un divertissement anodin, certes inacceptable en son temps. Toutefois, elle demeure la seule voie conciliable pour un avenir assez proche. En tout cas, elle servira vraisemblablement de base à de nombreuses solutions de survie. Cette carte de l'utopie, jugée dérisoire par certains, se voudrait une semonce à l'ONU qui ne prête aucune attention à l'injuste répartition de l'eau sur des territoires susceptibles de devenir des régions hospitalières pour l'avenir de l'humanité.

## Liste d'ensembles régionaux imaginés (37) et d'Etats existants (7)

Afrique	Nations ou Pays réunis	nbr
1. Union Maghreb Arabe	Algérie, Libye, Maroc (+ Sahara Occidental), Mauritanie, Tunisie	5
2. Afrique sahélienne	Burkina Fasso, Mali, Niger, Tchad	4
3. Afrique occidentale	Cap-Vert, Gambie, Guinée, Guinée-Bissau, Liberia, Sénégal, Sierra Leone	7
4. Golfe de Guinée	Bénin, Côte d'Ivoire, Ghana, Nigeria, Togo	
5. Afrique centrale	Cameroun, Centrafrique, Congo, Gabon, Guinée équatoriale, Sao Tome & Principe, Zaïre	7
6. Afrique de l'Est	Burundi, Kenya, Ouganda, Rwanda, Tanzanie	5
7. Afrique du Nord-Est	Djibouti, Éthiopie, Somalie	3
8. Vallée du Nil	Égypte, Soudan, Éthiopie	3
9. Afrique sud-tropicale	Angola, Malawi, Mozambique, Zambie, Zimbabwe	5
10. Afrique australe	Afrique du Sud, Botswana, Lesotho, Namibie, Swaziland	5
11. Océan Indien	Comores, Madagascar, Maurice, Réunion, Seychelles	5
<b>Asie</b>		
12. Croissant fertile	Irak, Israël, Jordanie, Liban, Palestine, Syrie	5
13. Péninsule arabique	Bahrein, Émirats Arabes Unis, Koweït, Qatar, Oman, Arabie Saoudite, Yémen du Nord, Yémen du Sud	8
14. Moyen-Orient	Afghanistan, Iran, Pakistan	3
15. Inde et périphérie	Bangladesh, Bhoutan, Inde, Népal, Sri Lanka, Maldives	6
16. Indochine	Birmanie, Cambodge, Laos, Thaïlande, Vietnam	5
17. Indonésie	Indonésie	1
18. Asie du SE insulaire	Brunei, Hong Kong, Malaisie, Philippines, Singapour, Taïwan, Macao	7
19. Asie du Nord-Est	Corée du Nord, Corée du Sud, Japon, Mongolie	4
20. Chine	Chine	1
21. Australie-Nlle Zélande	Australie, Nouvelle-Zélande, Nouvelle-Calédonie	3
22. Îles du Pacifique	Fidji, Kiribati, Nauru, Papouasie-Nouvelle Guinée, Samoa, Îles Salomon, Tonga, Tuvalu, Vanuatu	9
<b>Amérique</b>		
23. Canada	Canada	1
24. États-Unis d'Amérique	États-Unis	1
25. Amérique centrale	Belize, Costa-R, Salvador, Guatemala, Honduras, Nicaragua, Panama	7
26. Mexique-Gdes Antilles	Bahamas, Caïman, Cuba, République Dominicaine, Haïti, Jamaïque, Mexique, Porto-Rico	8

27. Petites Antilles	Antigua-Barbuda, Barbade, Dominique, Grenade, Guadeloupe, Martinique, Ste Lucie, St Vincent et Grenadines, Trinitad et Tobago	9
28. Vénézuéla-Guyannes	Guyana, Guyane Française, Surinam, Venezuela	4
29. Amérique andine	Bolivie, Colombie, Équateur, Pérou	4
30. Brésil	Brésil	1
31. Cône sud	Argentine, Chili, Paraguay, Uruguay	4
<b>Europe</b>		
32. Europe germanique	Autriche, Liechtenstein, Allemagne, Suisse	4
33. Bénélux	Belgique, Luxembourg, Pays-Bas	3
34. Europe du Nord	Danemark, Finlande, Groenland, Islande, Norvège, Suède	6
35. Îles Britanniques	Irlande, Royaume-Uni	2
36. Europe latine	Andorre, France, Espagne, Italie, Monaco, Portugal, Saint-Marin	7
37. Méditerranée orientale	Chypre, Grèce, Turquie, Malte	4
38. Balkans	Albanie, Bulgarie, Roumanie, Yougoslavie	4
39. Europe centrale	Hongrie, Pologne, Tchéquie, Slovaquie	4
40. Russie	Russie	1
41. Ukraine	Biélorussie, Moldavie	3
42. Républiques du Caucase	Géorgie, Azerbaïdjan	2
43. Kazakhstan	Kazakhstan	1
44. Républiques du Sud	Turkménistan, Ouzbékistan, Tadjikistan, Kirghizistan	4
		<b>190</b>

Remarque. Cette liste utopique, précédée de sa carte, fut conçue à l'encontre du processus de l'ONU, qui multiplie inconsidérément le nombre de nations et, par conséquent, le nombre de droits d'eau. Elle vise à corriger une politique irréflectée qui consiste à créer une nation pour éviter un conflit entre deux prétendants. Le Sahara Occidental, en litige depuis plus de trente ans, a été incorporé de facto au Maroc.

### *Quelques idées*

L'hydropolitique internationale jouera un rôle d'information indispensable à un chef d'Etat soucieux de la gestion de son pays dans une prospective menacée de pénurie d'eau. Elle permet de considérer plusieurs environnements hydropolitiques. Par exemple, la situation géographique du Maroc entre Afrique et Europe concerne les pays riverains du Sahara. De là naquit, en outre, l'idée d'une Union du Maghreb Arabe (UMA), dont la fondation officielle fut signée à Marrakech, à la fin des années 1980, par cinq États : Algérie, Libye, Maroc, Mauritanie, Tunisie. Enfin, l'examen du

potentiel hydrique dans le cadre méditerranéen facilite les négociations entre le Maroc et la Communauté Européenne. La requête d'eau étrangère constituerait un ultime recours national non dépourvu de contraintes : le transfert du Tage (Portugal) peut porter assistance hydrique au Maroc.

- *Cadre des pays riverains du Sahara*

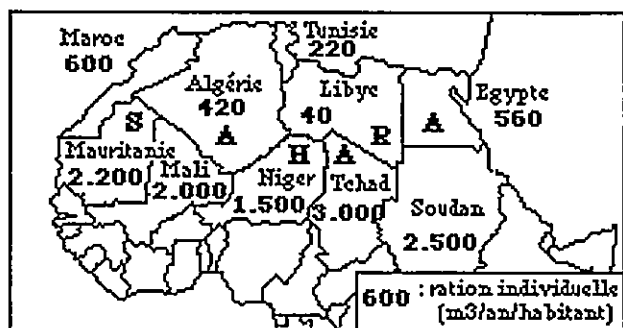


Fig. 52 Prospective 2050 de ration d'eau d'écoulement annuel (10 pays)

Les pays au nord du désert apparaissent les plus menacés de pénurie d'eau.

- *Union du Maghreb Arabe (UMA)*

C'est pourquoi Feu S.M. Hassan II prit l'initiative de créer un ensemble politique, l'Union du Maghreb Arabe (UMA) de cinq États : Libye, Tunisie, Algérie, Maroc et Mauritanie.

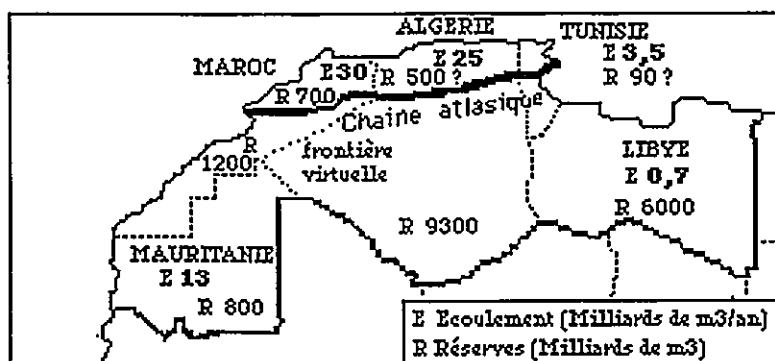


Fig. 53 Ressources en eau 2000 de la Communauté (écoulement annuel et réserves)



### Ensemble Méditerranéen

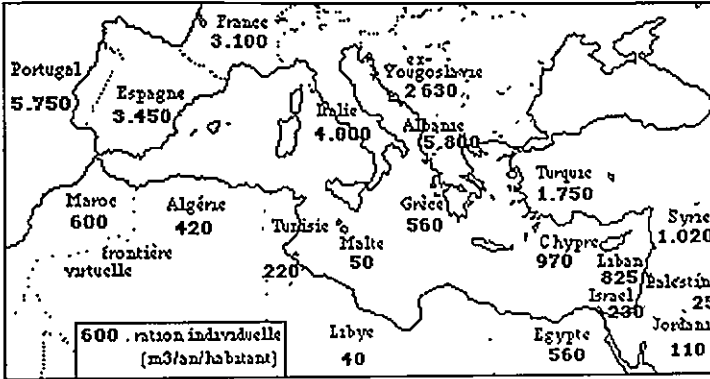


Fig. 54 Prospective 2050 de ration d'eau d'écoulement (20 pays)

Durant trois millénaires, la Méditerranée constitua une mer d'association complémentaire de l'empire romain jusqu'au V<sup>e</sup> siècle, puis une mer communautaire, jusqu'au XX<sup>e</sup> siècle. La Communauté Européenne, au début du XXI<sup>e</sup> siècle semble penser différemment. En tout cas, le déséquilibre reste grand entre les pays du rivage nord et sud, en matière de ration d'eau humaine.

#### - Méditerranée occidentale (Maroc, Portugal, Espagne, France)

Cet ensemble régional n'obéit pas aux critères de similitude de climat et des ressources d'eau douce. Il découle du principe d'un partenariat européen équitable.

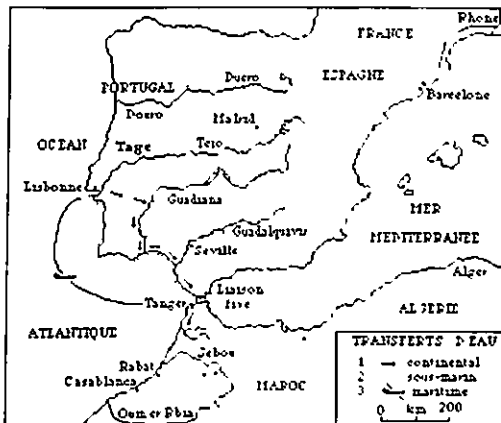


Fig. 55 Transferts d'eau douce France- Espagne et Portugal-Maroc

Un seul pays : le Portugal, peut porter assistance hydrique au Maroc, par delà ses frontières nationales. Et un seul fleuve : le Tage, pourrait satisfaire une demande d'eau convenable pour le Maroc, sans dommage pour l'économie nationale, ni l'environnement du Portugal. L'Espagne, usager notoire du haut-Tage, trouverait une compensation en bénéficiant de l'apport de l'eau du Rhône, projet bilatéral France-Espagne déjà bien avancé. C'est pourquoi le projet global concernerait les quatre nations, bel exemple d'hydropolitique moderne et de régionalisation de l'eau, considérée comme bien commun de l'humanité.

Le projet Portugal-Maroc réclame une étude technique des divers modes possibles de transfert (continental, sous-marin, maritime), combinés ou non, ainsi qu'une étude économique de pré-investissement avant d'aborder une phase de négociation politique. Les études, déjà bien avancées, de la liaison fixe par le détroit, entreront en ligne de compte, ainsi que celles concernant le passage du gazoduc sur le seuil sous-marin du détroit situé à 300 mètres de profondeur. Ce projet d'aqueduc sur une distance de 500 kilomètres à partir du Tage, pour une première tranche de débit annuel de 5 milliards de mètres-cubes, s'élèverait à 3 milliards de dollars EU. (prix 1985), en première estimation.

### *En vertu de l'éthique universelle*

Elle se situe entre la paix et la guerre. Car, depuis la naissance de l'humanité, l'eau constitue l'élément majeur de convoitise. L'homme désire sans cesse en être son compagnon, à condition de la dominer. Au point que le scénario 1967 du Proche-Orient, qui permit à une nation de rafler les droits d'eau légitimes de plusieurs autres nations, laisse rêveur le plus averti des stratèges. Les Nations Unies ne prononcèrent aucune motion contre cet acte hautement répréhensible. Afin de réparer cette effarante déconvenue, l'auteur proposa dans le deuxième chapitre de ces Mémoires, en grande priorité, un projet hydraulique régional du Proche-Orient pour le XXI<sup>e</sup> siècle. En effet et presque toujours, les éminents politiques de bonne volonté chez les grandes nations détiennent, pour le moins, une solution technique. Déjà en 1996, l'Académie du Royaume du Maroc publia un document de 24 pages intitulé «*L'avenir de la paix au Proche-Orient dépendra de l'eau*». <sup>(88)</sup>

88) Coll. "Sessions", n°28, pp.71-91, 2<sup>e</sup> session, Amman, décembre 1996, Académie du Royaume du Maroc, Rabat.

- *L'hydropolitique pour la paix*

De sa définition par l'Académie française mentionnée au début du troisième chapitre, il convient de garder en mémoire l'axiome final : L'hydropolitique est à la géopolitique ce que la bioéthique est à la biologie : une sauvegarde. Cette proposition, admise par tout le monde sans discussion, inclut le postulat, principe premier.

Quand les nations naquirent, au cours du précédent millénaire, elles s'arrogèrent le droit d'eau. Les 60 Etats-nation de la planète, existant lors de la création de l'ONU en 1945, en disposaient. Ensuite, l'ONU s'affirma une performante maternité d'Etats-nation, en soixante ans. Elle en créa 124 en plus, affectés aussi du droit d'eau national. Tandis que la juridiction internationale du droit d'eau demeure étrangement inexistante, l'ONU s'adapte, donc, le record effarent de 184 droits d'eau institutionnalisés simplement par les nouvelles frontières qu'elle traça. Elles se partagent inégalement, et certaines injustement, l'eau douce de nos continents, à l'exclusion de l'Antarctique. Or, il n'est plus possible, dans certaines régions de notre planète, de perpétuer un tel partage empirique de l'eau, ce bien considéré à l'origine comme patrimoine commun de l'humanité. Dans la zone aride, notamment, une étude hydropolitique d'approche régionale s'impose. Le bassin du Jourdain en représente le flagrant exemple, digne de cette première mondiale.

- *Pour un partage hydrique plus équitable*

En fait, la stratégie hydropolitique doit procéder, pour chaque nation, à deux évaluations : la situation hydrique du moment et la prospective de sécurité hydrique ou de pénurie chronique à 50 ans. Une telle prévision permet d'assurer un aménagement du territoire disposant d'un volume annuel d'eau douce garant d'un développement économique normal. Comme la ration individuelle basée sur la ressource naturelle d'eau est trop imprécise, le planificateur doit disposer d'une norme d'allocation d'eau acceptable; celle expérimentée en Israël semble convenir aux pays de la zone aride.

Pour cela, un observatoire international s'impose. Le PNUD joua ce rôle pendant sa première décennie, avec l'assistance d'une Conférence internationale telle que *Water for Peace* (L'eau pour la Paix) et le Bilan

Hydrique Mondial établi par la Décennie Hydrologique Internationale. Mais, la réforme 1972 du statut du PNUD lui fit perdre ce pouvoir d'action. Aucun substitut ne le remplaça. A ce moment-là, dans une dernière tentative, le PNUD proposa le projet d'une stratégie mondiale de l'eau, sous forme d'un symposium réalisable en trois temps, en faveur des nations en développement :

1. étude par pays de la transition démographique, du potentiel d'eau et de terres irrigables, des besoins d'eau à l'échelle de 50 ans (coût par pays : 0.3-1 million de dollars, soit 2 à 6% de l'allocation du PNUD pour 5 ans; durée : 3-5 ans) ;
2. examen du rapport final de chaque pays par un groupe d'experts de haut niveau et propositions de solutions et de thèmes d'un symposium (durée : 1 an) ;
3. réunion du symposium, congrès scientifique réunissant un nombre restreint de spécialistes internationaux.

L'ONU, par le truchement de son Conseil Économique et Social, peu compétent dans le domaine de l'eau douce mondiale, refusa le principe du Symposium. Il ne retint le troisième point qu'en le transformant en une Conférence internationale, réunie une décennie après celle des États-Unis, *Water for Peace* (L'eau pour la Paix). Surabondante en nombre de participants et sans pouvoir de décision, comme toutes ses semblables, elle demeura sans suite pratique. Ce fut la Conférence sur l'eau des Nations Unies (*UN. Water Conférence*) de Mar del Plata, Argentine, en 1977. Elle escamota les pénuries d'eau qui frapperaient 70 pays en un siècle, elle ne révéla pas à l'opinion mondiale cette crise d'eau majeure de pénurie d'eau annoncée par le symposium de Reading, en 1970, qui affectera une part importante de l'humanité. Le verbe l'emporta sur l'action.

L'ONU pratiquait parfois la réunion d'une Conférence internationale, tel un succédané du parlementaire proposant la création d'une commission afin de mieux noyer le poisson, lors des cas embarrassants. Ainsi échoua la dernière tentative d'action cohérente et efficace au plan international, en matière d'eau. Les quelques prosélytes de l'eau recrutés au sein du Conseil Économique et Social rêvaient sans cesse de créer à New York une agence internationale de l'eau. Ils portaient la responsabilité d'avoir conduit l'ONU dans une impasse avec cette Conférence et avaient aidé, d'autre part, à

neutraliser le PNUD. En fait, ils tuèrent la poule aux œufs d'or. Cette Conférence de 1977 marqua la fin du pouvoir d'action de l'ONU dans le domaine de l'eau douce. Cette décadence irrémédiable s'installa, après avoir joué un rôle efficace et prépondérant durant trois décennies. Après 1977, deux décennies se perdirent en temporisation pendant que deux milliards d'humains supplémentaires attendaient d'être dotés d'eau !

*- Faillite onusienne dans le domaine de l'eau*

Elle donna lieu à une période dramatique pour l'humanité qui eut à subir plusieurs calamités notoires en une décennie (1967-77). En dépit des avertissements de pénurie d'eau douce, exprimés par la Conférence internationale "*L'eau pour la Paix*", organisée par les États-Unis au printemps 1967, une guerre-éclair de six jours confirma leur pertinence, trois semaines plus tard, en effaçant brusquement, sur le Jourdain, une crise d'eau grandissante, vieille de sept décennies, sans que l'ONU tente de corriger l'outrage éthique. Trois ans plus tard, l'étude approfondie du cycle hydrologique apprenait au monde, par le biais d'un symposium, qu'il ne pourrait pas nourrir décemment plus de cinq milliards d'individus dans les zones hospitalières, toutes occupées, de la planète. Dans le même temps, l'ONU constatait qu'une transition démographique inquiétante s'était abattue sur les pays en développement, multipliant leur population par quatre en moins d'un siècle. Comble d'infortune, à l'époque, de minables querelles intestines sapaient le prestige du PNUD au sommet de l'ONU, et neutralisait définitivement sa réussite, notamment dans la gouvernance mondiale de l'eau pour le développement. Simultanément, le Conseil Économique et Social rejetait le projet PNUD d'un symposium sur l'eau et y substituait la Conférence totalement inefficace de 1977.

L'auteur, désabusé par ce comportement effarent, abandonna les Nations Unies, en 1978, alors que se faisait jour une nouvelle notion géopolitique sous forme d'hydropolitique. L'eau mondialisée, plus que le pétrole, conditionnerait désormais, au XXI<sup>e</sup> siècle, le devenir d'un bon tiers, sinon de la moitié des nations. Les Nations Unies, Organisation délabrée ne pouvait plus affronter un tel dilemme. Et, pourtant, la situation réclamait de relancer d'urgence une action dynamique dans l'aménagement hydraulique du Tiers-Monde. Car l'indolente politique du laisser-aller onusien dans le domaine de l'eau, au plan mondial, au cours de cette détestable décennie

1967-77 ne pouvait conduire qu'à des guerres. La Banque mondiale en prit vite conscience et se décida à intervenir dans le domaine de l'eau : A partir de la décennie 1970, elle accapara ostensiblement l'expertise de l'auteur jusqu'à son départ des Nations Unies en 1978. Mais, à l'opposé du PNUD, elle l'occupa surtout dans des pays riches en eau, en lui confiant la charge et le rôle d'ingénieur d'irrigation. Elle maintint le contact après son retour au Maroc en participant régulièrement au "*Conseil Supérieur de l'Eau du Royaume*".

#### *- Naissance du Forum Mondial de l'Eau*

Ce pays et son Roi avaient repris le flambeau en créant l'hydropolitique, la mitigation des sécheresses en pays arides et en invitant à deux reprises à des visites internationales de l'aménagement hydraulique marocain. Il apparaissait ainsi en chef de file en la matière auprès des pays en développement. Conscient de la faillite onusienne dans ce domaine, il lança en droite ligne, en 1997, le premier Forum mondial de l'eau à Marrakech, capitale exemplaire de zone aride parfaitement aménagée, au plan hydraulique. Ce Forum devrait se réunir tous les trois ans, quelque part sur la planète. Les plus hautes autorités de la Banque mondiale formaient ses invités de marque au premier rang. En parfaite communion avec les grands spécialistes marocains, ils aidaient à former l'entité privée d'un Forum capable de faire oublier la faillite onusienne. Deux autres Forums eurent lieu, dotés d'un prix Hassan II de cent mille dollars, pour le promoteur le plus avisé dans la discipline de l'eau.

A ce stade historique institutionnel, une réflexion s'impose : gardons en mémoire le rôle d'observatoire mondial de l'eau douce joué discrètement par le PNUD, premier objectif des années 1961-70, complété par le rôle régional et fédérateur d'ensembles régionaux. Le PNUD l'a réalisé en Afrique : Bassins du fleuve Sénégal, du fleuve Niger, du lac Tchad et en Asie : Bassin du Mékong. Car, ouvrons bien les yeux. L'eau douce de notre planète est bien plus rare que sa terre. Le Proche-Orient nous le démontre au sein d'un Moyen-Orient où l'eau, en fin de compte, est plus précieuse que le pétrole. Ces deux fluides de notre Terre préoccupent l'humanité du troisième millénaire. Le pétrole, consacré par le XX<sup>e</sup> siècle, cède progressivement la place, sans nul doute, à l'eau douce qui deviendra la vedette du XXI<sup>e</sup> siècle. Elle apportera la guerre ou la paix suivant la façon de la gérer et de l'administrer à l'échelle planétaire.

Quand ce rôle s'en alla à vau-l'eau à cause de l'incapacité onusienne à visionner l'avenir, une détresse hydraulique mondiale habita les nations durant trois décennies. Le premier Forum Mondial sonna le réveil de l'espoir à Marrakech, en 1997. Jusqu'alors, la cogitation sur l'eau mondialisée s'était opérée dans un calme modeste et une ambiance dépourvue de vedettariat. Mais, durant le déclin de l'ONU en faillite dans le domaine de l'eau, quelques hauts fonctionnaires internationaux migrèrent dans ce domaine pour s'y faire une renommée.

Hélas ! L'hydrologie ne s'invente pas et exige de consacrer beaucoup de temps à passer dans la nature pour se faire comprendre. De grands noms du système international et des nations développées s'inscrivent pour finir leur carrière en beauté et gloire dans ce domaine. Leur réussite éventuelle méritera de citer leur nom. Les deux dernières décennies du XX<sup>e</sup> siècle (1980-99) ne révélèrent personne. Le patron idéal du Forum Mondial de l'Eau devrait être, à la fois, un excellent hydrologue doté d'une connaissance universelle de l'eau et un homme politique chevronné. Il réunirait ainsi les deux qualités indispensables à l'application de l'hydropolitique. Une telle formation appartient à l'avenir des jeunes trentenaires

Puisse le prochain Forum, modeste substitut d'une ONU défaillante, déboucher sur un symposium traitant des nations atteintes ou menacées de pénurie d'eau à organiser suivant le processus déjà énoncé précédemment (à propos d'un partage hydrique plus équitable), afin d'éviter l'inefficacité des précédentes conférences internationales sur l'eau. En attendant, pourquoi ne pas créer déjà, dans les universités, les premières chaires d'hydropolitique, afin d'éviter des guerres qui ne diront jamais leur nom ? D'autant qu'à l'évidence, la guerre pour l'eau ne conduira jamais vers la paix, mais permettra seulement d'obtenir un sursis. Demain, l'eau associée au savoir par une harmonieuse hydropolitique pourra créer une meilleure condition de vie et assurer une paix véritable, à condition de conserver à l'eau sa qualité de patrimoine commun de l'humanité ou, au moins, de lui conférer un rôle régional et fédérateur d'ensembles régionaux.

*“Dans de nombreux domaines, affirme le Professeur Jean BERNARD, c'est la science, le progrès technique de la connaissance, qui a limité le malheur des hommes”.* Si la recherche du XXI<sup>e</sup> siècle consacre à

l'eau l'effort dont le pétrole a joui antérieurement, la synthèse de l'eau, le dessalement de l'eau de mer, la recharge artificielle des réservoirs souterrains, et autres techniques de production d'eau non-conventionnelle ne seront plus des entraves économiques à la vie décente de l'homme, grâce à ce bien autrement précieux qu'est l'eau.

A ce point du discours, la technique cède la place à l'éthique. De notre humanité sont nés le savoir et la pensée, la noosphère du géologue et théologien Teilhard de Chardin, cette enveloppe encore tenue mais en expansion, de l'hydrosphère et de la biosphère de notre planète. L'eau liquide de l'hydrosphère a conféré à l'hominien de la biosphère sa raison d'être. A son tour, la noosphère doit la gérer et la protéger, en bonne gardienne, par une éthique sans frontière afin de lui garder son pouvoir pacificateur et créateur, car l'eau de l'avenir doit demeurer uniquement un gage de paix.

C'est pourquoi l'homme du XXI<sup>e</sup> siècle doit effacer au plus tôt la tache à l'éthique de ce bien commun de l'humanité qu'est l'eau du Jourdain accaparée par diktat en 1967. Il devra se ranger, avec ses voisins, parmi les usagers du projet régional hydraulique du Proche-Orient, décrit dans le deuxième chapitre de ces Mémoires.

La compétente sagesse de ces ultimes suggestions découle de l'hydropolitique instaurée par le Maroc du Roi Hassan II qui, en quasi quarante ans de règne, érigea son pays en modèle hydraulique des pays pauvres, que la pudeur onusienne dénomme en voie de développement.

En témoignage de reconnaissance, ces Mémoires rendent publiques, ci-après, la synthèse hydrologique et hydraulique du Maroc.

L'objectif du quatrième et dernier chapitre de ces Mémoires consistait à développer la connaissance, l'aménagement et la gestion de l'eau des pays pauvres, qualifiée d'*eau humanitaire* et de lui dessiner un avenir décent pour tous les habitants de la planète. Le choix du Maroc à titre de pays-modèle en la matière honore, non seulement, un pays aimé et privilégié, mais encore le remercie cordialement de son hospitalité exceptionnelle et de la constante générosité de ses habitants et de son Roi. L'auteur lui doit sa réelle formation d'hydrologue du XX<sup>e</sup> siècle.



## Avenir de l'eau humanitaire au Maroc

Le Maroc entreprit sa révolution hydraulique à partir de 1930. L'aménagement hispano-mauresque, installé durant six siècles, céda la place, en deux décennies, à une Hydraulique moderne, venue du nord. Un demi-siècle plus tard, une eau aménagée, devenue humanitaire, dotait un vaste royaume. Cette dernière histoire mérite la faveur de conclure ces Mémoires.

### - Inventaire des ressources en eau

Première préoccupation d'un pays en développement, l'inventaire des ressources d'eau s'avère indispensable à l'établissement d'une hydropolitique nationale. Le Maroc n'échappa pas à la règle. Un service organisé commença en 1930 l'édification des grands barrages-réservoirs pour y stocker l'eau de crue hivernale. Un service spécialisé dans l'étude de l'eau souterraine, la plus utile en zone aride, vint le soutenir en 1938. Mais aussi, la plus difficile, car elle réclamait des spécialistes de l'hydrogéologie exigeant de longues études d'une science naissante, dans les années 1930, tant pour la formation que pour l'obtention de résultats valables. Alors que l'hydrologie de l'eau de surface, connue depuis un siècle, se pratiquait aisément. C'est pourquoi, le véritable bilan valable ne s'obtient qu'après un certain délai.

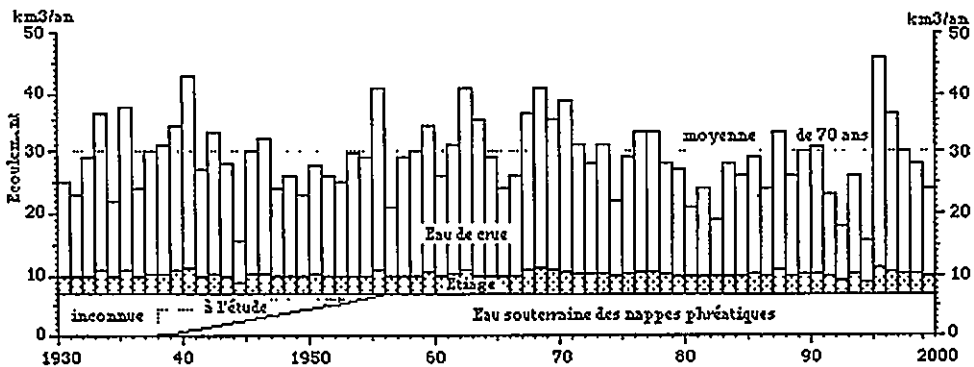


Fig. 56 Bilan des ressources d'eau nationale écoulée

L'écoulement moyen de 30 milliards de mètres-cube (30 km<sup>3</sup>) par an, primitive notion hydrologique préconisée, se produisit cinq fois seulement en 70 ans. Et il fallut 70 ans pour déterminer une moyenne valable. Les écarts annuels d'écoulement, caractéristique de climat aride, permit de décider de la politique des grands barrages-réservoirs. Les extrêmes annuels de 15 et 45 milliards de mètres-cubes encadrent cette hydrologie (50%-150%). L'acquisition des ressources d'eau superficielle et souterraine fut presque contemporaine. Elle démontre l'intention de considérer, si nécessaire, l'usage conjoint des deux ressources, ou bien de l'une ou l'autre selon les conditions locales. Au contraire de la France qui n'a jamais produit un semblable graphique.

Depuis 1980, en vue d'un aménagement hydraulique cohérent du Royaume, l'approche géographique de l'inventaire des ressources d'eau changea au profit du bassin hydrographique. Sans modifier les limites des quinze bassins versants (fig. 57), neuf ensembles les regroupèrent afin d'établir des plans régionaux d'aménagement hydraulique. La mise en commun des neuf ensembles engendra le plan national. La cohérence l'emporta. Elle permettait d'établir judicieusement la liaison inter-bassin de transfert d'eau, rétablissant un juste équilibre des ressources hydriques. Cette méthode des transferts se comparerait avec l'installation éventuelle d'un grand aqueduc régional, avant d'adopter l'ultime décision hydropolitique nationale d'aménagement hydraulique.

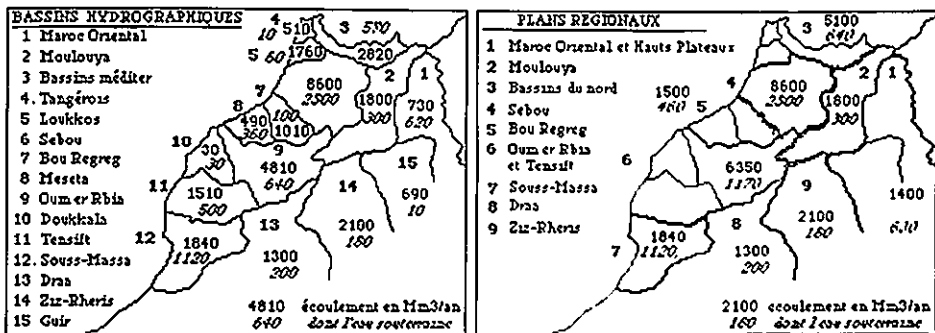


Fig. 57 Ressources d'eau par bassin hydrographique

Dans le but d'optimiser aussi l'aménagement hydraulique du royaume, la recharge des réservoirs souterrains s'impose. Car, elle complète la pratique d'utilisation de l'eau; leurs réservoirs surexploités exigent leur recharge. Au cours du XX<sup>e</sup> siècle, les détracteurs de cette stratégie, essentiellement les économistes, l'emportèrent. Ces décideurs omnipotents méprisèrent un principe hydraulique élémentaire. Un réservoir d'eau ne se vide pas, sans l'intention de le remplir à nouveau. Car, ils considéraient l'eau comme un élément sans valeur, vue son illusoire abondance. L'exploitation de l'eau souterraine devenait une extraction minière, sans lendemain, pour eux comme pour les hydrauliciens qui adhéraient benoîtement à leur principe suranné. Mais l'auteur, fort de son expérience au Maroc et dans le monde, dans le domaine de la recharge artificielle, tenta de mettre fin à ce prétentieux oukase. L'expérience vécue intimement en Israël d'injecter 300 millions de mètres-cubes d'eau par an le convainquit que le Maroc pouvait faire mieux encore. La capacité estimée des réserves y est tellement supérieure.

			aire km <sup>2</sup>	exutoires Mm <sup>3</sup> /an	réserves Mm <sup>3</sup>
eau contenue dans les	200 premiers mètres	Nappes phréatiques	57.000	4.840	180.000
	2000 premiers mètres	Réservoirs crétacés	83.000	160	120.000
	du sous-sol	Réservoirs jurassiques	140.000	2.200	400.000
		Total	280.000	7.200	700.000

Fig. 58 Capacité estimée des réserves d'eau souterraine

Des trois réservoirs évalués, seuls les réservoirs crétacés admettront un traitement local, à cause de leur faible capacité. Par contre, les réservoirs phréatiques et jurassiques détiennent une vocation nationale. Malheureusement, la disparition prématurée de Feu S.M. Hassan II arrêta net l'idée stratégique de recharge artificielle des réservoirs d'eau souterraine et, par conséquent, le concept moderne de l'interconnexion de l'eau par un aqueduc national. Tâche difficile, voire impossible, car il faudrait convaincre les très nombreux non spécialistes.

Par exemple, la fameuse source karstique de Ras-EI-Ma, mère de Fès, formait encore, en 1942, une vaste piscine attractive pour la baignade. Asséchée, à la suite des forages d'eau des années 1950, elle retrouverait sa vitalité historique, grâce à la recharge artificielle durant les années à pluviométrie excédentaire, au nombre de 24 sur 70 (fig. 56), soit une année sur trois, en moyenne.

*- L'eau à l'embranchement du besoin et du profit*

Selon le principe fondamental de l'usage de l'eau, dans l'ordre chronologique, l'eau sert d'abord à lutter contre la faim, puis à assurer des conditions normales de vie, enfin à procurer des bénéfices. Au regard de ce principe, la situation hydrique du Maroc, au début du XXI<sup>e</sup> siècle, apparaît remarquable, après une révolution de 70 ans. L'eau potable dessert 96% de la population urbaine, 50% de la population rurale. L'eau d'irrigation satisfait plus d'un million d'hectares de terre excellente. L'eau industrielle couvre entièrement les besoins importants à cause du secteur minier. En somme, le Maroc achève la deuxième étape. Et certains habitants se laissent attirer par le profit à partir de l'eau.

Bien que l'eau potable reste la meilleure source de profit du XX<sup>e</sup> siècle dans les pays développés, le Maroc ne céda pas à la tentation. Des Régies et un Office national assurèrent ce service dès le début et le maintiennent dans un état para-Etatique très satisfaisant. De rares Régies conclurent un contrat d'assistance avec des entreprises multinationales d'eau potable. Seule l'eau de table tente une échappée dans le secteur privé d'origine étrangère. Mais, le marché reste encore limité au tourisme et à une faible portion de la population.

Du côté rural, l'eau d'irrigation dépend entièrement du contrôle de l'Etat par le truchement des Offices régionaux de mise en valeur.

## ÉPILOGUE DES MÉMOIRES

Il se veut un message aux futures générations, gourmandes de nouvelles professions. Ingénieur-hydrologue deviendra, peut-être, une carrière attrayante de l'avenir. L'auteur en apprécia la séduction exercée, à plusieurs reprises. Mais, il mesura aussi la somme de savoir exigé. En somme, il faut bien connaître ou supputer le bilan et la situation des ressources d'eau naturelles d'une nation ou d'une région pour en concevoir son plan d'aménagement hydraulique idoine. Mais aussi, il convient d'y ajouter les notions de société et de politique qui concerneront l'eau de l'avenir. La nouvelle profession imposait de découvrir et d'expérimenter tout cela. Il restait à transmettre cette grande première. Ce fut la raison de ces Mémoires. Mise à part la satisfaction innée et souvent inconsciente de se raconter, le sujet en valut la peine durant cinq ans de rédaction (2001-05).

Curieusement, l'eau, élément vital par excellence, n'avait pas encore connu pareille considération. L'hydrologie humanitaire et l'hydropolitique lui doivent leur lettre de créance. Certes, la médecine du XIX<sup>e</sup> siècle l'avait introduite à l'université, comme vecteur des humeurs et des germes pathogènes. *«L'eau est la condition première, indispensable à toute manifestation vitale, comme à toute manifestation des phénomènes physico-chimiques»*, définition par Claude BERNARD, en 1865, dans l'*«Introduction à l'étude de la médecine expérimentale»*. En 1998, le professeur Jean BERNARD<sup>(89)</sup> préfaça un ouvrage de l'auteur *«Seule l'eau est éternelle... après Dieu»*. A propos de la définition de l'eau par Claude BERNARD, il mentionna ceci : *«Au long des millénaires qui l'ont précédée, et du siècle qui l'a suivie, cette définition a été, tour à tour, ignorée, reconnue et respectée, reconnue et négligée, à nouveau prise en considération. C'est ainsi qu'a pu être décrite, à l'aube de l'humanité organisée, une civilisation de l'eau. C'est ainsi que se posent encore, de notre temps, de graves questions»*.

---

89) De l'Académie : française, des Sciences, de Médecine, et du Royaume du Maroc.

Par un concours exceptionnel de circonstances, en début de carrière, l'auteur s'adonna à l'eau, totalement négligée en 1942, plutôt qu'au pétrole dont l'exploration faisait fureur dès sa jeunesse estudiantine. En considération du nombre d'humains qui souffraient et même mouraient du manque d'eau, il en découvrit le grave problème dans le sud marocain, en portant assistance aux plus déshérités. Il élaborait le captage et l'aménagement de l'eau souterraine, nouvelle et ultime recours en pays aride. Il le transcrivit en opinion générale, à la face du monde. A l'échelle d'une nation docile et respectueuse de l'eau, le succès fut assuré.

Cependant, à force d'observations et d'étude, il comprit que cette ultime ressource demeurerait précieuse pour l'humanité, parce que mineure par rapport aux besoins. Tandis que la pénurie d'eau, mal dévastateur en expansion sur notre planète surpeuplée, frappait de plus en plus de nations. L'Organisation des Nations Unies (ONU) le coopta pour une assistance globale. Il mit à profit son prestige pour concevoir la mondialisation de l'eau par le truchement d'une association provisoire des meilleurs savants du monde œuvrant de concert dans une Décennie Hydrologique Internationale. Elle révéla, pour la première fois, en 1970, le bilan mondial d'eau douce et sa déplorable distribution politique.

Après bien des tourments dus aux classiques détracteurs des scientifiques et aux politiciens équivoques qui encombrèrent la géopolitique, l'auteur acheva sa fonction et sa carrière dans la satisfaction du devoir accompli. En effet, un Forum Mondial de l'Eau triennal existe désormais. Observatoire planétaire de l'eau douce et substitut éminent d'une ONU défaillante, il devient, au XXI<sup>e</sup> siècle, la sauvegarde de l'humanité en mal de développement.

### *La globalisation de l'eau douce*

Son accomplissement par l'ONU, en 1965-1974, grâce à la Décennie Hydrologique Internationale (DHI), constitua une démarche salvatrice pour notre humanité organisée par l'eau depuis 10.000 ans. Elle ôta l'illusion d'une ressource incommensurable et exploitable à merci. Car, elle permit de détecter l'incroyable erreur humaine, résultant de la trompeuse influence fallacieuse des religions à laquelle s'ajoute l'injuste distribution naturelle des ressources d'eau sur les continents. Ces disparités imposèrent inéluctablement aux nations la gestion de l'eau et sa planification. Elle

démontra son importance comme facteur de développement économique. Mais aussi, elle lui en fixa les limites. Ce faisant, elle conféra à l'humanité et, surtout aux pays en développement (PED), une vision concrète de leur avenir et du devenir socio-économique qui posent un problème, surtout vis-à-vis de l'eau. Car, ce facteur de développement se trouve limité presque partout dans les PED, dont l'aménagement hydraulique, en outre, est loin d'être achevé. Aujourd'hui, la pénurie chronique d'eau, conséquence d'une forte et injuste partition de la ressource par excès de nations et par démographie galopante, frappe déjà un certain nombre de nations de PED et conduit sournoisement à la famine. Elle se traduit par une tension grandissante dans plusieurs PED de zone aride, prélude certain de guerre dont le *casus belli* sera toujours un faux prétexte.

Face à la naissance d'une politique de mondialisation et à l'instar de la notion de développement durable, la notion de mondialisation équitable devrait passer dans les mœurs, en ce qui concerne le domaine de l'eau. Or, le rôle de l'eau dans la planification nationale est proportionnel à la portion du secteur agricole irrigué. En moyenne dans le monde, l'irrigation absorbe plus des trois quarts de l'eau disponible, plus encore, par exemple, dans des PED comme l'Inde. Aux États-Unis et en Grande-Bretagne, par contre, la répartition de l'eau dépend de l'importance de l'industrie, mais aussi du fait que les cultures sont le plus souvent arrosées et produites par la pluie.

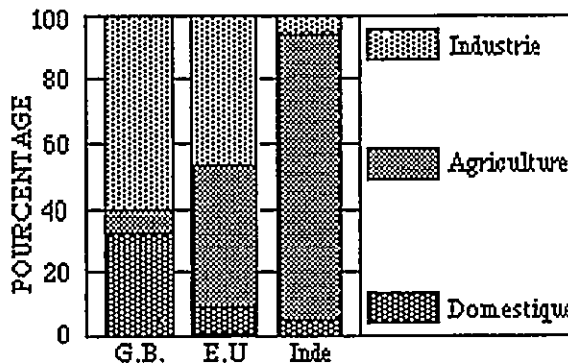


Fig. 59 Répartition de l'eau en fonction de la structure économique des nations

L'eau tombe du ciel, mais elle n'est pas gratuite. Pour satisfaire les besoins considérables de l'agriculture et de l'industrie et la demande, plus faible mais impérative, de la consommation domestique, il faut la recueillir, la stocker, l'allouer et la distribuer. L'intervention de l'homme dans le cycle naturel de l'eau entraîne toujours des dépenses, parfois très importantes.

Mais, alors que l'investissement pour l'aménagement hydraulique ne dépasse pas 0,3 à 2% du PIB dans les Pays Développés (PD), il se situe vers 10 à 25% dans les PED. Explication facile, les PD achevèrent leur aménagement hydraulique vers 1960. Dans le même temps, les PED entamaient à peine leur renaissance hydraulique avec l'assistance des Nations Unies et, parfois, des PD, tandis qu'une transition démographique les frappait. Cet accroissement démographique extraordinaire doublé de l'entreprise hydraulique aurait dû s'accompagner d'importants investissements qui se heurtaient alors au mur financier de la guerre froide avec, pour résultat, un avenir de misère.

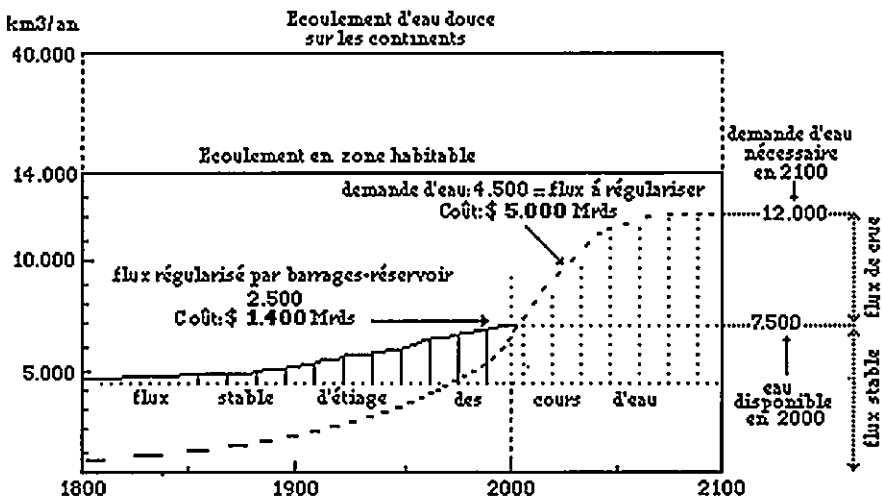


Fig. 60 Coûts comparés d'aménagement hydraulique entre Nord (1800-2000) et Sud (2000-2100)

La traduction de cet état de faits par un simple graphique explique facilement cette grande différence sur terre entre ceux qui sont nantis et ceux qui ne le seront jamais. Son analyse laisse rêveur. Un investissement de 2.400 milliards de dollars EU. d'aménagement hydraulique en deux siècles permet à un milliard d'humains de devenir "développés", selon le glossaire des Nations Unies. Il faudrait 5.000 milliards de dollars EU. d'investissement, en un siècle, pour assurer les mêmes conditions de mondialisation équitable aux 8 à 9 milliards d'humains des PED de l'an 2100. Le temps et les moyens financiers n'y suffiraient pas. L'expérience acquise en témoigne.



En 1963, sous l'influence bienfaitrice d'un éminent premier ministre canadien, les 30 pays de l'OCDE promirent de consacrer 0,7% de leur PNB au développement des PED. En 2001, 5 pays avaient rempli cet objectif, 8 pays ne le remplirent pas entièrement; 17 pays restèrent bien en deçà. Les États-Unis se placèrent en dernière position, avec 0,1%. Donc, même au terme du siècle, la mondialisation équitable reste une vue de l'esprit. Une vision clairvoyante de l'humanité aperçoit désormais deux mondes séparés par la richesse. Le premier, en proie au terrorisme, s'étonne et prétend, en partie, lui faire la guerre. Les Nations Unies n'ont pas encore trouvé le médecin planétaire capable d'établir le diagnostic valable grâce à une analyse politique objective. Elles continuent de biaiser avec la réalité.

La seule issue plausible demeure une approche nationale lucide, selon le principe immuable «*Aide-toi !, le Ciel t'aidera*», à la manière d'un chef d'État tel que Feu S.M. Hassan II. et autres. Des exemples décrits dans ces Mémoires l'illustrent amplement.

Quant à l'approche régionale, désormais indispensable, il faudrait que les Nations Unies déclarent irrévocablement l'eau douce, bien global commun à l'humanité. Et que cette Organisation, fondatrice de mondialisation, n'hésite pas à se réformer suffisamment pour s'adapter à cette nouvelle politique mondiale. Elle devrait, notamment, établir une législation de l'eau douce qui sécurise son internationalisation. L'auteur sait, en pleine conscience, qu'il écrit les dernières lignes d'un vœu pieux

En outre, le statut du PNUD, organe spécialisé du développement, devrait retrouver ses attributions antérieures à sa réforme de 1972 dans le domaine crucial de l'eau, devenu l'hydropolitique du 21<sup>e</sup> siècle. Ainsi, il reprendrait son rôle indispensable d'observatoire global, possédant l'expertise hydrologique inexistante dans la plupart des PED. A cet effet, il serait doté, dans ce domaine particulier, d'un crédit annuel satisfaisant cet objectif. Mais aussi, il stimulerait l'approche régionale des problèmes d'eau selon les principes énoncés dans ces *Mémoires*.

### **Perplexité d'une réflexion finale**

L'eau douce des années 1930, à hydrologie élémentaire et à définition infantile "liquide incolore, inodore et sans saveur", affligée d'un contresens entre douce et sans saveur, se présente en 2001, en reine incontestée de

l'humanité, entièrement responsable de son développement futur. L'homme, être encore imparfait dans sa fratrie humanitaire, demeure l'unique gestionnaire possible de l'hydropolitique de notre Terre, seule planète du système solaire qualifiée d'hydrosphère liquide. Deviendra-t-il capable d'établir un jour, en toute justice, une mondialisation équitable de l'eau douce ?

Cet espoir, en lointaine perspective, ne peut naître qu'en substitution discrète de sa géopolitique violente et forcenée qui l'amena à s'enfermer dans 250.000 km de frontières, après dix mille ans consacrés à cette civilisation de l'eau qu'il créa par nécessité de solidarité et de gestion coordonnée, mais qui devint finalement une humanité très mal organisée par l'eau. Créée pour le bonheur de l'homme par son alimentation et son confort, mais manipulée par lui dans sa répartition, l'eau du XXI<sup>e</sup> siècle devint l'élément déterminant du malheur de l'humanité, dans sa majorité.

En l'an 2000, en effet, les mentalités avaient changé au sujet de l'eau au point de pouvoir répondre, non plus aux besoins de l'homme, mais aux besoins de l'humanité et de son environnement. La nouvelle priorité consiste à assurer un peu d'eau pour chacun, plutôt que beaucoup d'eau pour quelques uns. Dans cet esprit, la plus importante des ressources d'eau devient l'économie de l'eau, pratiquée en parfaite équité et efficacité. Son usage sera repensé selon des priorités. De nouvelles méthodes interviendront pour se procurer cette précieuse ressource. Seuls, des économistes expérimentés en hydrologie et hydraulique devraient collaborer dans les projets d'avenir. En 18 ans de service au PNUD, l'auteur constata amèrement que quelques hydrauliciens israéliens, seulement, demandèrent à effectuer un stage d'économie spécialisée aux États-Unis.

*- Pour ou contre l'irrigation*

Toute campagne contre la faim réclame, en priorité, non pas le sac de riz, brève opération théâtrale, mais un durable approvisionnement d'eau, mission première de cet élément. Cette vérité élémentaire exigea beaucoup de temps pour s'imprégner dans l'esprit des Nations Unies. De toute évidence et mesquinerie aidant, le coût du riz reste incomparable. Car, un durable approvisionnement d'eau signifie de l'eau d'irrigation qui, désormais, appelle la construction de barrages-réservoirs, régularisateurs de l'eau de

crue. Cette politique, jugée trop coûteuse comporte un inconvénient notoire. L'étendue du réservoir élimine presque toujours des terres fertiles et déjà irriguées. Toutefois, le dommage devient mineur en comparaison avec les superficies nouvelles gagnées à l'irrigation.

Telle fut l'expérience réussie du XX<sup>e</sup> siècle qui enrichit quelques dizaines de nations. En l'an 2000, 25.000 barrages retenaient 2.500 milliards de mètres cubes principalement pour l'irrigation et fertilisaient 50 millions d'hectares de terre. Or maintenant, les tenants de l'environnement font campagne pour abolir les barrages-réservoirs. Si la condamnation des barrages l'emporte au plan international, le développement des pays du Tiers-Monde par l'eau d'irrigation tombera dans des difficultés inqualifiables.

Cependant, en respectant la logique de développement en vigueur jusqu'à la fin du XX<sup>e</sup> siècle, les barrages-réservoirs seront encore plus nécessaires dans les pays en développement au XXI<sup>e</sup> siècle, en laissant ainsi à leur chef d'Etat le libre choix d'une hydropolitique coûteuse ou non. A ce point de réflexion, surgit la perplexité d'un vieux protecteur du Tiers monde. Les politiciens de l'environnement ont-ils vraiment pensé aux pays pauvres en prônant leurs arguments de suppression des grands barrages ? L'auteur discuta durant de longues heures avec les éminents économistes de la division Terres et Eau de la FAO. Une certitude commune s'acquit à propos de notre planète. La vaste étendue de terre disponible pour l'agriculture reste sans commune mesure avec l'eau disponible pour l'irriguer. Un terroir de sols irrigués équivalent à 18% des 270 millions d'hectares de terres cultivées de la planète produit 40% des denrées alimentaires mondiales. L'expansion de l'irrigation a permis à la production mondiale de céréales de tripler depuis 1950. Pratiquée correctement, l'irrigation joue un rôle important pour nourrir l'humanité. Ces constats confirment que l'eau d'irrigation constitue le facteur de production par excellence à sauvegarde pour la sécurité alimentaire. Elle représente les deux tiers (66%) de la consommation mondiale d'eau et jusqu'à 90% dans de nombreux pays en développement. La remarquable action des Agences internationales spécialisées permit d'obtenir ces résultats encourageant l'irrigation. Seul, le Secrétariat Général de l'ONU, généralissime des Agences, la condamnait, sans réfléchir sur l'avenir immédiat, au plus grand étonnement du monde en développement.

Quand la population de la planète atteindra en 2025, les 8 milliards d'habitants, le besoin d'eau des cultures exigera 800 milliards de mètres cubes supplémentaires, soit un volume équivalent à près de dix fois le débit annuel du Nil. Personne ne sait encore où trouver et comment fournir cette eau supplémentaire.

*- Difficiles analyse et réussite au sommet de l'ONU*

Après 18 ans vécus au contact des plus grands personnages des Nations Unies, à son siège de New York, le vieux protecteur du Tiers-Monde avait constaté que l'Organisation jouait souvent un jeu truqué, sous l'influence des grandes puissances représentées par leurs ambassadeurs. Au point qu'apparaît vraisemblable sa tendance, jamais avouée, jamais analysée, d'aider les nations riches et puissantes de la planète à maintenir en état second, c'est-à-dire dans une certaine pauvreté ou impuissance économique, les autres États du monde déclarés "nations". Cette stratégie sournoise permet aux nations puissantes de satisfaire leur ambition de suprématie. Une telle supputation hante tout observateur attentif ou homme d'Etat d'une toute autre stature que ses concurrents.

L'indication la plus flagrante apparut avec le refus d'un symposium sur l'eau, dûment proposé par le PNUD, après les résultats accablants de la Décennie Hydrologique Internationale de menace imminente de pénurie d'eau mondiale sur les pays en développement. L'auteur comprit la manœuvre occulte de cette mauvaise surprise. D'autant que des mesures annexes de rétorsion l'accompagnaient : neutralisation définitive du PNUD, suppression de son rôle d'observatoire mondial de l'eau et de coordonateur des cinq agences internationales responsables de l'eau dans son spécial usage, abrogation budgétaire du poste de Senior Consultant de l'eau rendu vacant par l'abandon délibéré de son titulaire.

Feu S.M. Hassan II, averti par son ambassadeur aux Nations Unies, confirma la clairvoyance du jugement et de la décision. Il entrevit aussitôt le parti à tirer de ces événements. Il reprendrait le flambeau lâché par l'ONU. Ces Mémoires relatèrent la prise de relais. L'étroite collaboration de vingt ans qui s'ensuivit avec l'auteur et l'hydropolitique internationale qui en naquit remplacèrent efficacement l'action équivoque et défailante des Nations Unies, dans le domaine de l'eau.

Cependant, la campagne équivoque des Nations Unies sur l'aménagement hydraulique structurel par grands barrages conduisant à une restriction volontaire de l'eau d'irrigation laissa une trace indélébile dans l'esprit des chefs d'Etat enclins aux économies budgétaires. La succession marocaine au sommet en 1999 sert d'exemple. Le Maroc du XXI<sup>e</sup> siècle s'engage dans une hydropolitique non structurelle. Les résultats de cette pratique, après deux décennies, permettront un jugement impartial. Ils apporteront une importante contribution supplémentaire au rôle émancipateur de ce pays de zone aride qui sert de modèle remarquable en hydraulique.

Mais, quelqu'en soit le résultat, la condition suprême d'équité devant l'eau humanitaire restera toujours l'institution, de préférence par l'ONU, d'une déclaration légale mondiale de l'eau douce, reconnue bien commun de l'humanité.

Ce jour-là, l'homme, enfin libéré de ses malsaines tendances innées, méritera alors son double qualificatif de sage (*homo sapiens sapiens*), attribué prématurément.

Blonay (Suisse)

30 septembre 2005

---



# Guide des acronymes, abréviations et symboles des poids et mesures figurant dans l'ouvrage

## Acronymes

CEH	Centre des Études Hydrogéologiques
PNUD	Programme des Nations Unies pour le Développement
FAO	Food and Agriculture Organisation
ONU	Organisation des Nations Unies
ORMVA	Office Régional de Mise en Valeur Agricole
EU	Etats Unis
REIM	Régie des Exploitations Industrielles du Maroc
J.C.	Jésus-Christ
S.M.	Sa Majesté
S.A.R.	Son Altesse Royale
ONI	Office National de l'Irrigation

## Poids et mesures

km	kilomètre	m <sup>3</sup> /an	mètre-cube/an
km <sup>2</sup>	kilomètre-carré	m <sup>3</sup> /s	mètre-cube/seconde
km <sup>3</sup>	kilomètre-cube	l	litre
m	mètre	l/s	litre-seconde
cm	centimètre	kg	kilogramme
mm	millimètre	M	millions
m <sup>2</sup>	mètre-carré	Mds	milliards
m <sup>3</sup>	mètre-cube	CV	chevaux

## Annexe 1

## RESSOURCES D'EAU NATIONALES

## ET PREVISIONS DE RATION INDIVIDUELLE

(Situation 2001)

# Données d'écoulement acquises par calcul : 60

\* Territoire associé à un Etat : 10

\*\*\*\*\* Ration d'eau supérieure à 100.000 /an

Etats et Territoires cités : 179 (172 Etats, 10 Territoires)

Etats et Territoires omis : 27 (population : 1,7 M ; écoulement : 900.000 M /an) :  
 Alaska, Andorre, Cayman, Guam, Kiribati, Lichtenstein, Macao, Mariannes,  
 Marshall, Micronésie, Monaco, Nauru, Niue, Polynésie Fr., Rapanu, St  
 Christ-Nieves, Ste Lucie, St-Marin, St Thomas-Prince, St Vincent-Grenadines,  
 Seychelles, Tonga, Tuvalu, Vatican, Vierges, Wallis-Futuna.

Nations et Territoires	Écoulement			2000		2050	
	(M m <sup>3</sup> /an)			Popul.	Ration	Popul.	Ration
	interne	importé	total	(M hab)	(m <sup>3</sup> /an)	(Mhab)	(m <sup>3</sup> /an)
	a	b	c	d	e	f	g
					a/d		a/f
Afghanistan	40000	10000	50000	26.5	1500	55.5	700
Afrique du Sud	500	0	50000	43.3	1150	47.3	1060
Albanie	24500	3000	27500	3.1	7900	3.9	5280
Algérie	25000	0	25000	30.3	825	51.2	490
Allemagne	94200	92000	186200	62.0	1520	70.8	1330
Angola #	150000	0	150000	13.1	11450	53.3	2800
Antigua-Barbade	53	0	53	0.1	530	0.2	285
Antilles Néerl. *	62	0	62	0.4	155	0.9	70
Arabie Saoudite	2200	0	2200	20.3	110	59.7	40
Argentine	404000	290000	694000	37.0	10920	54.5	7413
Arménie	5400	0	5400	3.8	1420	3.2	1680
Australie	382000	0	382000	19.1	20000	26.5	14415
Autriche	55000	35000	90000	8.0	6875	6.5	8460
Azerbaïdjan #	15500	0	15500	8.0	1937	8.9	1740



Bahamas	20	0	20	0.3	67	0.4	50
Bahreïn	5	0	5	0.6	8	1.0	5
Bangladesh	123000	1234000	1357000	137.4	895	265.4	460
Barbade #	50	0	50	0.3	165	0.3	170
Belarus							
Belgique	7500	5000	12500	10.2	735	9.6	780
Bélize #	13800	0	13800	0.2	69000	0.4	34500
Bénin	26000	0	26000	6.2	4200	18.0	1445
Bhoutan #	7000	0	57000	2.1	3330	5.6	1250
Biélorussie #	37000	3000	40000	10.2	3630	8.3	4460
Bolivie #	500000	0	500000	8.3	60640	17.0	24410
Bosnie #	9500	0	9500	4.0	2375	3.5	2710
Botswana #	12000	0	12000	1.5	8000	2.1	5710
Bourkina Faso #	10000	0	10000	11.5	870	48.3	210
Brésil	5670000	0	5670000	170.4	33275	247.2	22940
Brunei	7000	0	7000	0.3	23300	0.6	11670
Bulgarie	18000	179000	197000	7.9	2280	4.5	4000
Burundi #	3340	0	3340	6.4	520	20.2	165
Cambodge	8100	0	88100	13.1	620	29.9	270
Cameroun	208000	0	208000	14.9	13960	32.3	5150
Canada	3120000	0	3120000	30.8	*****	40.4	77230
Cap-Vert	500	0	500	0.4	1250	0.8	625
Centrafrique #	270000	0	270000	3.7	72970	8.2	32930
Chili #	130000	0	130000	15.2	8550	22.2	5855
Chine	2880000	0	2880000	1275.1	2260	1462.0	1970
Chine Hong Kong *	20	1300	1320	6.9	3	9.6	2
Chypre	1000	0	1000	0.8	1250	0.9	1110
Colombie	1070000	0	1070000	42.1	25410	70.9	15090
Comores #	440	0	440	0.7	530	1.9	230
Congo (Rép. dém. du)	170000	0	170000	3.0	56670	10.7	15890
Corée du Nord #	77000	0	77000	22.3	3450	51.6	1160
Costa Rica	95000	0	95000	4.0	2 4000	7.2	15330

Côte d'Ivoire	74000	0	74000	16.1	4600	32.2	2300
Croatie #	9600	0	9600	4.7	2040	4.2	2285
Cuba	4500	0	34500	11.2	400	10.8	420
Danemark	10900	2000	12900	5.3	2060	5.1	2140
Djibouti #	120	0	120	0.6	200	1.0	120
Dominique #	50	0	50	8.4	6	12.0	1
Egypte	9500	55500	65000	67.9	960	113.8	570
Emirats Ar. Unis	200	0	200	2.6	80	3.7	55
Equateur	314000	0	314000	12.6	24920	21.2	14800
Eritrée				3.7	10800	10.0	4000
Espagne	10000	0	110000	39.9	2750	31.3	6050
Estonie	8000	0	8000	1.4	5700	0.8	10000
États Unis	1620000	257000	1877000	283.2	5720	397.0	4080
Ethiopie	110000	0	110000	62.9	1110	186.5	375
Fidji (îles) #	18000	0	18000	0.8	22500	0.9	20000
Finlande	104000	0	104000	5.2	20000	4.7	21130
France	170000	10000	180000	59.2	2870	61.8	2750
Gabon #	10000	0	110000	1.2	8330	3.2	3130
Gambie #	11000	0	11000	1.3	846	2.6	4230
Ghana	53000	0	53000	19.3	2750	40.1	1320
Géorgie #	13600	0	13600	5.3	2510	0.5	410
Guatémala	6000	0	116000	11.4	1400	26.6	600
Guinée #	120000	0	120000	6.2	19350	20.7	5800
Guinée-Bissau #	30000	0	30000	1.2	25000	3.3	9100
Guinée Equat. #	18000	0	18000	0.5	6000	1.4	2850
Guyana #	260000	0	260000	0.8	* ****	0.5	*****
Guyane Franç. *	134000	0	134000	0.2	* ****	0.5	*****
Haïti	11000	0	11000	8.1	1360	14.0	785
Honduras	102000	0	102000	6.4	15940	12.8	3970
Hongrie	6000	114000	120000	10.0	600	7.5	800

Inde	1200000	400000	1600000	1008.9	1190	1572.0	760
Indonésie	510000	0	510000	212.0	2400	311.0	640
Irak	80000	4500	84500	22.9	3500	53.6	1490
Iran	107500	0	107500	70.3	1530	121.4	885
Irlande	43700	0	43700	3.8	11500	5.4	8090
Islande	170000	0	170000	0.3	*****	0.3	*****
Israël	1300	350	1650	6.0	220	10.1	160
Italie	165000	2000	167000	57.5	2870	43.0	3840
Jamaïque	8300	0	8300	2.6	3190	3.8	2180
Japon	396000	0	396000	127.1	3110	109.2	3630
Jordanie	1050	200	1250	4.9	215	11.7	90
Kazakhstan #	486000	43000	528000	16.2	30000	15.3	32000
Kénya	14800	0	14800	30.7	480	55.4	270
Koweït	5	0	5	1.9	3	4.0	1
Kirghizstan #	18000	3000	21000	4.9	3670	7.5	2400
Laos	270000	0	270000	5.3	42850	11.4	23680
Lesotho #	600	0	600	2.0	300	2.5	240
Liban	4300	0	4300	3.5	1230	5.0	860
Libéria #	110000	0	110000	2.9	37930	14.4	7640
Libye	700	0	700	5.3	130	10.0	70
Lithuanie	11000	0	11000	3.7	2970	3.0	3670
Luxembourg	360	3000	3360	0.4	900	0.7	510
Macédoine	4600	400	5000	2.0	2300	1.9	2420
Madagascar	40000	0	40000	16.0	2500	47.0	850
Malaisie	456000	0	456000	22.2	20540	37.9	2030
Malawi #	4200	0	14200	11.3	1250	31.1	450
Maldives (Iles) #	196	0	196	0.3	650	0.9	220
Mali #	75000	0	75000	11.4	6580	41.7	1800
Malte	25	0	25	0.4	60	0.4	60

Maroc	30000	0	30000	31.5	950	50.4	600
Martinique *	130	0	130	0.4	325	0.4	325
Maurice (île)	2200	0	2200	1.2	1830	1.4	1570
Mauritanie #	1200	12000	13200	2.7	450	8.5	140
Mexique	330000	0	330000	98.9	3340	146.7	2250
Mongolie	24600	0	24600	2.5	9840	4.1	6000
Mozambique #	98000	127000	225000	18.2	5385	38.8	2530
Myanmar (Birmanie)	680000	402000	1082000	47.8	14225	68.6	9900
Namibie #	165000	0	16500	1.8	9170	3.7	4460
Népal	170000	0	170000	24.0	33330	52.4	3275
Nicaragua	75000	0	175000	5.1	34300	11.5	15200
Niger #	41500	8500	50000	10.8	3840	51.9	800
Nigéria	261000	0	261000	113.9	2300	278.8	930
Norvège	375000	8000	383000	4.5	83300	4.9	76530
Nlle-Calédonie *	20500	0	20500	0.2	*****	0.4	51250
Nlle-Zélande	397000	0	397000	3.8	*****	4.4	90200
Oman	660	0	660	2.5	265	8.7	75
Ouganda #	28000	0	28000	23.3	1200	101.5	275
Ouzbékistan #	80000	7000	87000	24.9	3200	40.3	2000
Pakistan	73000	153000	226000	141.3	520	344.2	210
Palestine (Territoire occupé)*	500	0	500	3.2	155	11.8	40
Panama	44000	0	144000	2.9	15170	4.3	10230
Papouasie-Nlle-Guinée #	497000	0	497000	4.8	*****	11.0	45180
Paraguay #	65000	0	65000	5.5	10000	12.6	5160
Pays-Bas	10500	80000	90500	15.9	660	15.8	650
Pérou	40000	0	40000	25.7	1560	42.1	950
Philippines	323000	0	323000	75.7	4270	128.4	2500
Pologne	52800	6000	58800	38.6	1370	33.4	1580
Porto-Rico	3400	0	3400	3.9	870	4.8	700
Portugal	28000	59500	87500	10.0	2800	9.0	3100

Qatar	23	0	23	0.6	40	0.8	30
Rép. Dominicaine	20000	0	20000	8.4	2380	12.0	1670
Rép. de Moldavie* #	27300	0	27300	4.3	2350	3.6	7580
Réunion * #	2500	0	2500	0.7	3570	1.0	2500
Roumanie	37000	155000	192000	22.4	1650	18.2	2030
Royaume-Uni	162700	0	162700	59.4	2740	58.9	2760
Russie (Fédération de)	3036000	266000	3302000	145.5	20860	104.3	29100
Rwanda #	3200	0	3200	7.6	420	8.5	170
Salomon (îles) #	30000	0	30000	0.5	5000	1.5	20000
Salvador	14000	5000	19000	6.3	2220	10.8	1300
Samoa *	420	0	420	0.2	2100	0.2	2100
Sénégal #	10000	24000	34000	9.4	1060	2.7	800
Sierra Leone #	70000	0	70000	4.4	15900	14.4	4860
Singapour	600	0	600	4.0	150	4.8	125
Slovaquie	62000	0	62000	5.4	11480	4.7	13200
Slovénie #	2300	17000	19300	2.0	1150	1.5	1530
Somalie #	50000	15000	65000	8.8	5680	40.9	1220
Soudan	30000	120000	150000	31.1	960	63.5	470
Sri Lanka	43200	0	43200	18.9	2275	23.0	1880
Suède	180000	3000	183000	8.8	20450	7.8	23000
Suisse	42500	7500	50000	7.2	5900	5.6	7600
Surinam #	60	0	60	0.4	150	0.4	150
Swaziland #	40	0	340	0.9	380	1.4	240
Syrie	8300	27000	35300	10.2	810	36.3	230
Tadjikistan #	25600	2400	28000	6.1	4800	9.8	2600
Tanzanie #	24000	0	2000	35.2	680	82.7	290
Tchad #	45000	8000	53000	7.9	5200	27.7	1620
Tchèque (Rép)	28000	62000	90000	10.3	2720	8.4	3330
Thaïlande	110000	61000	171000	62.8	1750	82.5	1330
Togo	11500	0	11500	4.5	2550	11.8	970

Trinité-Tobago #	4100	0	4100	1.3	3150	1.4	2930
Tunisie	3500	0	3500	9.5	370	14.1	250
Turkménistan #	95000	0	95000	4.7	20200	8.4	11300
Turquie	66000	6000	172000	66.7	2500	98.8	1680
Ukraine	107800	9500	117300	49.6	2170	30.0	3600
Uruguay #	70000	90000	160000	3.3	21200	4.2	16700
Vanuatu #	5000	0	15000	0.2	75000	0.5	30000
Vénézuéla	856000	0	856000	24.2	35400	42.2	20300
Vietnam #	175000	25000	500000	78.1	2240	123.8	1400
Yémen	2520	0	2520	18.3	140	102.4	25
Yougoslavie	29000	215000	244000	10.6	2740	9.0	3220
Zaïre #	625000	0	62500	50.0	12500	203.5	3070
Zambie	90000	0	90000	10.4	8450	29.3	3070
Zimbabwé #	47000	0	47000	2.6	3730	23.5	2000
33 651 098							

## Annexe 2

### SUJETS DEBATTUS PAR LE CONSEIL SUPERIEUR DE L'EAU ET DU CLIMAT DU MAROC (1981-1994)

#### 1<sup>re</sup> session (juillet 1981)

eaux souterraines.

#### 2<sup>e</sup> session (février 1987)

a., eau potable.

b. code des eaux.

#### 3<sup>e</sup> session (mai 1988)

a. pollution des oueds et du littoral maritime.

b. assainissement urbain et réutilisation des eaux usées.

c. aménagement des eaux de l'Ouergha,  
réalisation du barrage M'Jara, lacs collinaires.

#### 4<sup>e</sup> session (novembre 1989)

approche préliminaire des transferts d'eau.

#### 5<sup>e</sup> session (décembre 1990)

a. préservation du patrimoine hydraulique et protection de la qualité  
des eaux contre la pollution (prévention).

b. plan directeur de développement des ressources en eau  
du bassin de la Moulouya.

c. aménagement des bassins versants  
et protection des barrages contre l'envasement.

**6<sup>e</sup> session (janvier 1992)**

- a. plan directeur intégré d'aménagement des eaux des bassins du Sebou, Bou Regreg, Oum-er-Rbia.
- b. économie de l'eau dans le secteur de l'irrigation.

**7<sup>e</sup> session (avril 1993)**

- a. décision royale d'élargir l'action du Conseil en ajoutant à son titre : "et du Climat".
- b. plan directeur intégré d'aménagement des eaux des bassins du Loukkos, du Tangérois, et des côtiers méditerranéens.
- c. aménagement hydro-agricole, situation actuelle et perspectives.

**8<sup>e</sup> session (janvier 1994)**

- a. plan directeur de développement de l'approvisionnement en eau potable des populations rurales.
- b. plan de développement de la météorologie nationale.
- c. réutilisation des eaux usées en agriculture.

**NB. Périodicité prévue des sessions : 1 par an**

L'exceptionnelle sécheresse 1979-1984 et ses conséquences expliquent la première lacune. La santé explique la seconde.



**Annexe 3**  
**DONNEES NATIONALES**  
**PLUVIOMETRIQUES ET CEREALIERES**  
**SEQUENCE CHRONOLOGIQUE 1931-1999**

Année	Pluviométrie (mm/an) (mm/jv-avril)		Production (1000 Qx)	Aire emblavée(1000 ha)	Rendement (Qx/ha)
1931	347	267	21.500	1. (les données de production 1931-39, proviennent d'un graphique imprimé p.213 du livre de géographie du Maroc, Édition Hatier, 1964; leur déchiffrage permet cette approximation, préférable à une lacune. Ces données semblent inclure la récolte de l'extrême nord,	
1932	346	218	17.500		
1933	416	216	18.500		
1934	524	175	29.500		
1935	316	86	13.500		
1936	551	344	30.500	2. La pluviométrie nationale résulte de la moyenne des 11 stations indiquées sur la fig. 32	
1937	328	134	17.500		
1938	437	137	19.500		
1939	443	179	37 599	3. mm : millimètre; Qx : quintaux; ha hectare.	
1940	482	209	29 079		4.217
1941	637	272	38.274	4.233	9.04
1942	388	240	32.980	4.102	8.04
1943	481	174	26.125	4.059	6.44
1944	408	137	17.177	3.496	4.91
1945	216	82	4.891	3.098	1.58
1946	431	216	18.171	2.437	7.31
1947	466	298	21.350	3.191	6.69
1948	345	345	25.573	3.106	8.23
1949	382	220	24.057	3.381	7,12

1950	328	106	19.533	3.743	5.22
1951	414	212	26.696	3.717	7.18
1952	385	172	23.907	3.993	5.99
1953	371	203	32.156	3.896	8.25
1954	438	300	35.467	4.212	8.42
1955	420	305	26.256	4.114	6.38
1956	617	400	29.729	3.790	7.84
1957	297	178	15.356	3.273	4.69
1958	416	121	32.398	4.266	7.59
1959	428	135	24.692	4.019	6.14
1960	496	270	26.148	3.909	6.69
1961	360	100	16.361	4.079	4.01
1962	438	230	39.412	3.593	10.97
1963	680	335	41.309	4.558	9.06
1964	513	187	36.256	4.172	8.69
1965	415	210	38.419	4.296	8.94
1966	355	113	20.648	4.456	4.63
1967	370	156	33.826	4.647	7.28
1968	532	232	61.400	4.540	13.52
1969	593	308	39.390	4.452	8.85
1970	510	220	40.733	4.292	9.49
1971	570	373	51.499	4.357	11.82
1972	440	265	49.943	4.413	11.32
1973	398	190	30.460	4.502	6.77
1974	458	272	46.300	4.338	10.67
1975	315	200	35.308	4.002	8.82
1976	427	225	55.418	4.472	12.39
1977	484	202	23.170	4.670	6.03
1978	482	220	45.931	4.537	10.12
1979	402	223	39.942	4.241	9.42

1980	380	202	43.534	4.276	10.18
1981	296	220	20.264	4.237	4.78
1982	353	223	47.640	4.132	11.53
1983	272	124	34.564	4.562	7.58
1984	392	127	36.581	4.366	8.38
1985	374	174	52.206	4.678	11.16
1986	426	260	76.789	5.073	15.14
1987	334	206	42.107	4.971	8.47
1988	472	185	78.313	5.212	15.03
1989	383	210	73.283	5.434	13.49
1990	429	133	61.871	5.511	11.23
1991	452	254	85.266	5.384	15.84
1992	326	125	28.600	4.910	5.82
1993	254	140	26.921	4.909	5.48
1994	374	162	92.628	5.956	15.90
1995	216	119	17.489	3.934	4.40
1996	674	406	99.820	5.896	16.90
1997	543	186	40.152	4.830	8.30
1998	440	170	65.490	5.822	11.20
1999	410	160	35.000	4.400	7.95

---

**Total 26770 13245**

2000 ? ?

## Annexe 4

## GLOBAL DECOUPAGE HYDROPOLITIQUE

Ensemble régional	Nations et Territoires	Pays (nbre)	Aire ( km <sup>2</sup> )	Populat (M)
Afrique				
1 Union du Maghreb Unifié	Algérie, Libye, Maroc, Mauritanie, Tunisie	5	5 785 595	61,70
2. Afrique sahélo-saharienne	Burkina Faso, Mali, Niger, Tchad	4	4 065 200	29,54
3. Afrique occidentale	Cap-Vert, Gambie, Guinée, Guinée-Bissau, Libéria, Sénégal, Sierra Léone	7	676 620	20,63
4. Golfe de Guinée	Bénin, Côte d'Ivoire, Ghana, Nigeria, Togo	5	2.327 010	138,91
5. Afrique centrale	Cameroun, Centrafrique, Congo, Gabon, Guinée équatoriale, São Tomé & Príncipe, Zaïre	7	4.082 510	50,41
6. Afrique de l'Est	Burundi, Kenya, Ouganda, Rwanda, Tanzanie	5	1.817.940	76,98
7. Afrique du Nord-Est	Djibouti, Ethiopie, Somalie	3	1.881.860	55,37
8. Vallée du Nil	Egypte, Soudan	3	3.507 259	75,70
9 Afrique sud-tropicale	Angola, Malawi, Mozambique, Zambie, Zimbabwe	5	3 291 450	48,89
10 Afrique australe	Afrique du Sud, Botswana, Lesotho, Namibie, Swaziland	5	2.693.409	39,14
11. Océan Indien	Comores, Madagascar, Maurice, Réunion, Seychelles	5	594.055	13,46
Asie				
12. Croissant fertile	Irak, Israël, Jordanie, Liban, Palestine, Syrie	5	749.014	40,20
13. Péninsule arabique	Arabie Saoudite, Bahreïn, Emirats Arabes Unis, Koweït, Qatar, Oman, Yémen du Nord, Yémen du Sud	5	3 003.204	29,72
14. Moyen-Orient	Afghanistan, Iran, Pakistan	3	3.099 440	174,05
15. Inde et périphérie	Bangladesh, Bhoutan, Inde, Népal, Sri Lanka, Maldives	6	3 686 293	938,19
16 Indochine	Birmanie, Cambodge, Laos, Thaïlande, Vietnam	5	3.032.330	170,48

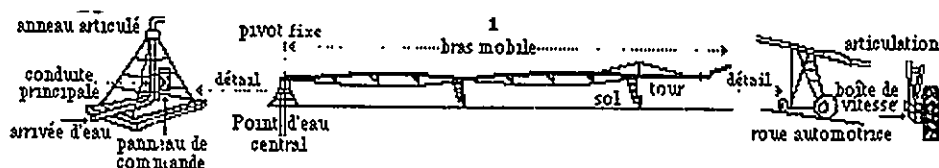
17. Indonésie	Indonésie	1	1.913 000	174,95
18. Asie du S-E insulaire	Brunei, Hong Kong, Malaisie, Philippines, Singapour, Taïwan, Macao	7	1.654 383	104,60
19. Asie du Nord-Est	Corée du Nord, Corée du Sud, Japon, Mongolie	4	2.157.335	935,90
20. Chine	Chine	1	9.596.961	1096,00
21. Australie-Nlle Zélande	Australie, Nouvelle-Zélande, Nlle-Calédonie	3	7.970 034	19,98
22. Iles du Pacifique	Fidji, Kiribati, Nauru, Papouasie-Nlle Guinée, Samoa, Iles Salomon, Tonga, Tuvalu, Vanuatu	9	525 048	5,11
<b>Amérique</b>				
23. Canada	Canada	1	9 976.139	25,90
24. Etat-Unis d'Amérique	États-Unis	1	9 363.123	246,30
25. Amérique centrale	Bélize, Costa-Rica, Salvador, Guatemala, Honduras, Nicaragua, Panama	7	522 760	27,57
26. Mexique-Gdes Antilles	Bahamas, Cayman, Cuba, Rép. Dominicaine, Haïti, Jamaïque, Mexique, Porto-Rico	8	2.313 653	111,84
27. Petites Antilles	Antigua-Barbuda, Barbade, Dominique, Grenade, Guadeloupe, Martinique, Ste Lucie, Trinidad et Tobago	9	10.674	2,67
28. Vénézuéla-Guyannes	Guyana, Guyane Fr., Surinam, Vénézuéla	4	1.687.260	20,25
29. Amérique andine	Bolivie, Colombie, Equateur, Pérou	4	3 806.272	68,69
30. Brésil	Brésil	1	8 511.965	144,40
31. Cône sud	Argentine, Chili, Paraguay, Uruguay	4	4.106.801	51,85
<b>Europe</b>				
32. Europe germanique	Autriche, Liechtenstein, RDA, RFA, Suisse	5	482.620	91,52
33. Benelux	Belgique, Luxembourg, Pays-Bas	3	73 944	24,95
34. Europe du Nord	Danemark, Finlande, Groenland, Islande, Norvège, Suède	6	3.443.260	23,04

35. Iles Britanniques	Irlande, Royaume-Uni	2	314.326	60,34
36. Europe latine	Andorre, France, Espagne, Portugal, Italie, Monaco,	7	1 445.629	162,79
37. Méditerranée orientale	Chypre, Grèce, Turquie, Malte	4	922.087	63,47
38 Balkans	Albanie, Bulgarie, Roumanie, Yougoslavie	4	632.964	58,74
39 Europe centrale	Hongrie, Pologne, Tchéco-Slovaquie	3	533.387	64,07
40. Russie	Russie	1	22.402.200	283,70
		174	138.659.014	5.832

## Annexe 5

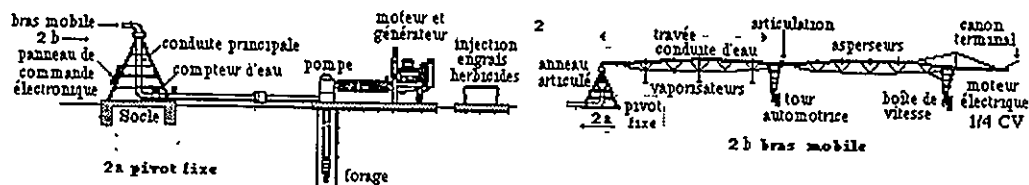
## LE CENTRE-PIVOT(CP) AU MAROC

Le centre-pivot est, à l'origine, un appareil rotatif par bras mobile, qui irrigue un champs circulaire, dénommé cercle, à partir d'un point d'eau central (forage, puits creusé, prise d'eau, etc.....) constituant *le pivot fixe* (fig. 1).



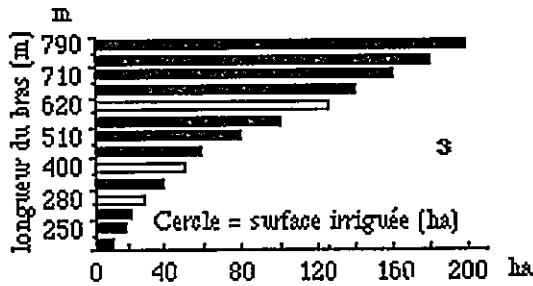
C'est l'innovation mécanique la plus importante, introduite en agriculture, depuis le remplacement de l'animal de trait par le tracteur.

*Détail du pivot fixe (2a) et du bras mobile (2 b, fig. 2) :*



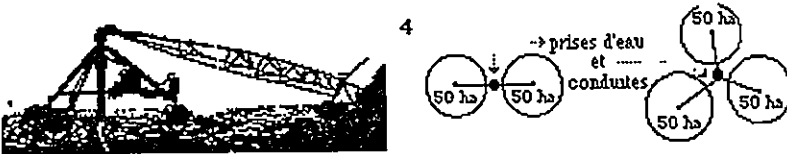
La dose d'eau de pluie artificielle, délivrée par le centre-pivot, varie de 4 à 12 mm/jour. Elle s'applique sous une pression de 2,5 à 3,5 kg/m<sup>2</sup>, mesurée à l'entrée du bras mobile.

La longueur du bras mobile varie d'un pivot à l'autre, car elle commande la surface à irriguer (fig. 3). Les dimensions les plus courantes se limitent à 280, 400, 510 m de longueur pour des cercles 30, 50, 80 hectares (ha). Au Maroc, l'étude porta sur trois bras mobiles longs de 280, 400, 620 m (cercles de 30, 50, 125 ha, en clair, sur la figure). Elle recommanda le cercle de 50 ha avec un bras mobile de 400 m. Noter que tous les nombres sont arrondis.



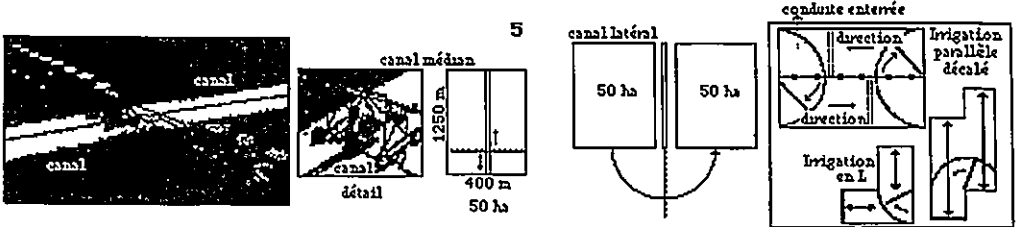
Deux variantes existent :

1. le *Centre-pivot mobile* et ses capacités d'irrigation (fig. 4)



Tripode utile, muni d'une barre de traction, quand la source d'eau a un débit limité et quand la culture n'a besoin que d'une irrigation complémentaire. Dans ces conditions, la même source d'eau et un seul appareil peuvent satisfaire deux cercles, voire même trois.

2. la *Rampe frontale (linear move)* et ses capacités d'irrigation (fig. 5)



Elle se déplace en ligne droite et irrigue donc une surface rectangulaire, conforme au parcellaire existant en agriculture. La source d'eau, existe sous trois formes : le *canal médian*, *latéral* ou la *conduite enterrée*. Le canal latéral permet d'irriguer une surface double. La conduite enterrée convient pour des superficies de 25 à 150 ha.

Par construction, le *débit d'alimentation d'un centre-pivot* est de 1,2 litre-seconde par hectare (l/s/ha) sous une pression de 3 kg/cm<sup>2</sup>, afin de satisfaire la demande extrême de la plante durant les journées torrides d'été (chergui). Il peut se réduire à 0,6 l/s/ha, si le centre-pivot sert à la culture



céréalière d'hiver, soit 30 l/s pour le pivot de 50 ha ; dans ce cas, la surface irriguée en été serait réduite de moitié, soit 25 ha pouvant bénéficier de la demande de pointe de 1,2 l/s/ha. Ce débit d'alimentation ne doit pas être confondu avec le débit de consommation qui est très faible :

- 0,1 l/s/ha ou 3.000 m<sup>3</sup> /ha, pour la culture céréalière d'hiver,
- 0,2 l/s/ha ou 6.000 m<sup>3</sup> /ha, pour les cultures d'été <sup>(90)</sup>.

La demande d'énergie est double :

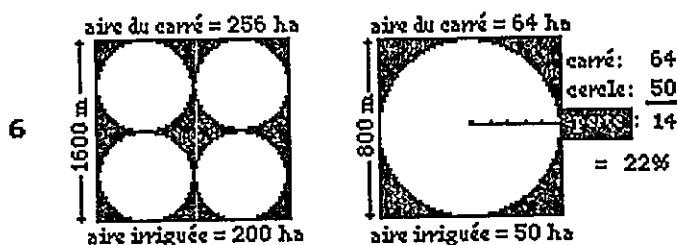
- i. pour l'exhaure de l'eau, coût (prix 1985) : 0,2 à 0,5 DH/m<sup>3</sup> .
- ii. pour la mobilité du bras, coût (prix 1985) : 2 DH/heure.

La saison d'irrigation représente 1.000 à 1.500 heures de fonctionnement.

Le coût d'investissement pour le CP de 50 ha, hautement recommandé au Maroc, s'établit entre DH 15.000 et 30.000 contre un coût de 65.000 DH/ha dans les périmètres ORMVA irrigués par grands barrages. Dans le cas d'une ferme de 1.000 ha, il atteint 50.000 DH/ha. Sa rentabilité est de 18% avec un amortissement garanti en 3-4 ans, grâce à la productivité. L'économie en volume d'eau varie de 35 à 50%.

La dose d'application d'eau s'adapte aux besoins des plantes, sous forme d'une pluie journalière contrôlée de 4 à 12 mm/jour; l'application d'eau sous forme vaporisée, plutôt que par aspersion, paraît mieux convenir à la plante.

Contre ces avantages, le centre-pivot présente deux inconvénients: la perte de 22% de sol arable à cause de l'irrigation en cercle (fig. 6) et les coûts de transport de l'étranger majorent de 20% le coût d'investissement. Solution : une usine nationale.



CENTRES-PIVOTS

90) Pour mémoire, le débit alloué dans les grands périmètres irrigués est de 0,3 l/s/ha ou 9.000 m<sup>3</sup> /ha.

## Annexe 5 bis

### IRRIGATION ET ROLE ÉMINENT DU CENTRE-PIVOT

L'irrigation est le seul moyen, reconnu dans le monde et la zone semi-aride en particulier, d'augmenter fortement le rendement de la production céréalière et d'obtenir, de surcroît, une seconde récolte après les céréales d'hiver. La stratégie proposée envisage l'irrigation des céréales sur une superficie de 2,3 M ha, soit 33% du périmètre céréalière national, 43% de la superficie emblavée et 63% de la production nationale (9,5 Mt/an). Ces chiffres se passent de commentaires. Mais, n'oublions pas qu'il aura fallu plus de 30 ans pour atteindre le premier million d'hectares irrigués au Maroc. Or, les nouvelles conditions d'une indépendance céréalière imposent de réaliser une autre superficie irriguée plus que double dans un plus court délai, disons 20 ans. La seule façon de réaliser une telle prouesse est de faire appel au centre-pivot, nouvelle technique d'irrigation assez révolutionnaire dans le domaine des céréales irriguées .

Le centre-pivot, (CP) dans la suite du texte, fixé sur un puits foré ou creusé, ou sur une prise d'eau, comporte un axe vertical de 3 mètres prolongé horizontalement par un bras asperseur de grande longueur (jusqu'à 650 m), monté sur de grandes roues et tourelles qui lui permettent de pivoter en couvrant une aire circulaire ou cercle de 25 à 130 hectares suivant la longueur du bras. Cet appareil s'adapte à la morphologie du terrain, qu'il soit en pente ou ondulé, sans aucun besoin de nivellement; il produit la pluie adéquate suivant les besoins changeants de la plante; il applique automatiquement les engrais et les pesticides ; l'appareil est conçu pour une utilisation maximale de 1 litre-seconde par hectare, capable d'assurer la demande de pointe de la plante pendant les courtes périodes d'extrême chaleur (chergui) ; après le goutte-à-goutte (drip irrigation), c'est le meilleur économiseur d'eau d'irrigation et, donc, du patrimoine en eau du Maroc, car il ne consomme que 0,1 litre-seconde par hectare. Aux avantages indiscutables s'opposent les arguments adverses : coût élevé de l'investissement, pertes d'emplois agricoles à cause de l'automatisation, technologie trop sophistiquée pour la paysannerie, sans omettre la méfiance systématique des partisans du statu quo pour les inventions importantes et

trop longtemps incomprises. Au lieu de s'attarder dans les arguties, des études pratiques ont été entreprises au Maroc dès 1980, début d'une stratégie des centres-pivot, abordée avec précaution.

### **Stratégie nationale des centres-pivots**

I- Cinq centres-pivots ont été installés dans le Haouz de Marrakech à titre expérimental ; ils représentent une gamme de cercles comprise entre 30 et 125 ha ; aux fins d'études comparatives, des puits ont été creusés à main et forés mécaniquement pour alimenter en eau les céréales, surtout, et d'autres cultures ont été expérimentées à diverses saisons; les données techniques (eau et agronomie) et économiques (coûts d'investissement, d'exploitation et d'entretien) ont été recueillis et analysés. Parmi les principales conclusions : le puits creusé à main est à bannir au profit du forage; l'aire de 50 ha est la plus indiquée ; une capacité installée de 30 litres-seconde sur le point d'eau est satisfaisante; une consommation d'eau de 0,1 litre-seconde par hectare est suffisante (soit 5 l/s pour 50 ha) pour assurer chaque année un rendement de 5 t/ha, ou plus, de blé dans le cas de la plus déficiente pluviométrie (sans le cas de la grande sécheresse 1981-84); le coût d'énergie 1983 est de DH 0,3 à 0,46, suivant la hauteur d'exhaure, par mètre-cube d'eau appliqué à la plante; le coût d'investissement 1983 d'un CP de 50 ha est de DH 400.000 (\$ 57.000), soit DH 8.000 par hectare.

II- La première expérience a été transférée en 1982 chez les paysans de Tadla afin d'étudier les aspects sociaux et économiques. Un centre-pivot de 60 ha alimenté par un forage a été offert à un groupe de 5 paysans pour leur culture céréalière sur sol pauvre (épaisseur de 10 cm de sol sur croûte calcaire perméable); la superficie des parcelles était comprise entre 8 et 15 ha par paysan. Les données (valeurs arrondies 1982) acquises par cette expérience sont les suivantes (par ha) :

... rendement: 4,2 t (autour de 0,7 t, auparavant).

... valeur de production : DH 6.300.

... dépenses d'exploitation : DH 2.400 (dont le coût de l'eau pompée = DH 280, soit 12% des dépenses).

... bénéfice net : DH 3.900 dont DH 350 en nature.

Si le coût d'investissement était intervenu, il aurait été de DH 21.500/ha (comportant un sondage profond de 465m + station de pompage+ centre-pivots). Même dans ce cas extrême de sondage très onéreux (DH 800.000), une formule de location-vente (leasing) est envisageable, étant donnée l'importance du bénéfice net. En tout cas, sur le plan social, l'expérience s'est montrée très encourageante, au point de passer à l'étape suivante.

**III-** En vue d'une démonstration technique, économique et sociale (au niveau du village), susceptible d'attirer des capitaux internationaux, bilatéraux et privés, une étude de faisabilité a été accomplie en 1983 sur un secteur-modèle (ou ferme-modèle) de 1.000 hectares irrigués. Trois sites possibles avaient été évalués dans la plaine de Ben Guérir (Bahira), Beni Amir (Tadla) et Beni-Moussa (Tadla), afin d'identifier la meilleur secteur-modèle. Le choix se porta sur la plaine de Ben Guérir. La ferme-modèle de 1.000 ha reçut 20 centres-pivots de 50 ha par cercle, dispersés sur une zone de 6.000 ha. Chaque cercle disposait d'un puits foré et d'une station de pompage initialement au diesel. L'électrification suivra, car son coût d'investissement est compensé en trois ans par le faible coût d'énergie. Cette ferme-modèle sert de démonstration à une production limitée au blé d'hiver à consommation modique d'eau souterraine et à une faible surface de fourrage, suivie, au printemps, d'une production intensive et diversifiée, (blé, maïs, sorgho, fèves, fourrages, légumes variés). Les principaux résultats de cette étude de faisabilité portant sur la double culture d'hiver et d'été se montrèrent intéressants :

	Production limitée au blé d'hiver	Production intensive (cultures hiver + été)
Coût d'investissement (DH)( *)	30.000.000	35.000.000
Coût d'opération (DH / an)	2.760.000	4.500.000
Valeur de production (DH / an)	9.000.000	12.000.000
Bénéfice net (DH / an)	6.270.000	7.660.000
Bénéfice net (DH / ha)	6.270	7.660
Revenu du capital	20,9 %	22,0 %
Revenu du capital + coût annuel	19,1 %	19,4 %

\*) Centre-pivot+forage+station de pompage

Sans aucun doute, le revenu net de la production limitée au blé d'hiver est presque aussi attrayant que celui de la production intensive. Cela ferait pencher la balance en faveur de la production céréalière exclusive. L'avenir du Maroc est vraisemblablement dans cette solution. D'ores et déjà, le coût d'investissement (compris entre 25.000 et 35.000 DH/ha) se compare très avantageusement à celui des Offices d'irrigation (périmètre d'irrigation: 35.000 DH/ha + grand barrage : 20.000 DH/ha).

IV- Une mission spécialisée, instruite de la stratégie d'irrigation par centres-pivots, parcourut le Maroc, en 1984, afin d'identifier d'autres fermes de 1.000 ha. Elles devaient permettre une extension jusqu'à 2.500 ha (50 CP), voire 5.000 ha (100 CP), unités jugées optimales pour le fonctionnement et la gestion. Dans un premier temps, 5 à 10 fermes-pilotes seraient mises en valeur, soit un total de 5.000 à 10.000 ha à l'échelle du pays. Il était prévu de les lancer après un an d'expérience sur la ferme-modèle de Ben Guérir. Cependant celle-ci, confiée à un important gestionnaire, imbu de politique sociale, réclama une plus longue expérimentation. Malgré cette temporisation, elle ne réussit pas à faire la démonstration de la solution d'avenir offerte par les centres-pivots, en vue d'attirer l'investissement soucieux d'une production intensive. A la surprise générale, le gestionnaire abandonna, après quelques années, sous des prétextes inusités dans les pays pratiquant les centres-pivots. Étonnante exception marocaine condamnant ce prestigieux outil moderne !

V. Pourtant, en concertation avec S.M. Hassan II, le Maroc devait vite reconquérir l'auto-suffisance céréalière. Elle imposait d'atteindre et de maintenir un rythme d'irrigation par centres-pivots de 50.000 ha par an, nécessitant 1.000 CP, suivant un plan et un programme établis. Dans cette optique, l'irrigation par centre-pivot devrait s'entreprendre, de front, dans les grands périmètres d'irrigation, à partir de l'eau souterraine et des lacs collinaires. L'exemple de l'Arabie Saoudite confortait ces nouvelles propositions; en 1984, 9.000 CP étaient installés sur 500.000 ha. La Libye, autre exemple encourageant d'indépendance céréalière, possédait, en 1982, les 50.000 hectares nécessaires, irrigués par centres-pivots.

VI. Le Maroc se dotera d'une usine de centres-pivots, à partir d'un besoin annuel continu de 100 CP de 50 ha. Une unité de production d'un coût de DH 3 millions servirait de modèle.

## Annexe 6

<b>ROYAUME DU MAROC</b>		page 1
MINISTERE DE L'EQUIPEMENT <b>METAGRHYD</b>		
Bulletin mensuel sur la situation Météo-Agro-Hydrologique		
Bulletin numéro 6	Année Agricole 1990-91	Février 1991
Le Bulletin METAGRHYD a pour but d'informer régulièrement et rapidement la Haute Autorité sur les situations mensuelles météorologique, hydrologique et Agricole du pays. Il est élaboré avec la collaboration de : - la Direction de Météorologie Nationale - l'Administration de l'Hydraulique - la Direction de la Production Végétale La Direction de Météorologie Nationale en assure la coordination, le suivi et la publication		page 1
<b>SOMMAIRE</b>		page 1
Aspect météorologie	Aspect hydrologie	Aspect agricole
Phénomènes spéciaux		
<b>A. ASPECT METEOROLOGIE</b>		4-5 pages
1 Le temps sur le Maroc durant le mois du 1 <sup>er</sup> au 10 (avec figure montrant les champs de pression) du 11 au 20 (id), du 21 au 30 (id)		
2 Pluviométrie du mois		
3 Pluies cumulées depuis le 1 <sup>er</sup> septembre (excédents et déficits en %)		
4 Comportement des températures (minimales et maximales) (carte en couleurs des écarts pluviométriques)		
<b>B. ASPECT HYDROLOGIQUE</b>		4 pages
1 Apports des cours d'eau aux barrages (graphique en couleurs 3 par barrage)		année précédente
2 Fourniture d'eau des barrages (graphique idem)		année en cours
3 Etat de la réserve des barrages		année normale
4 Sources (grandes) (graphique idem des apports)		
<b>C. ASPECT AGRICOLE</b>		4-5 pages
1 Commercialisation des engrais		
2 Céréales d'automne Aire totales semée 5,3 Mha dont 0,4 en irrigué (blé dur 1,1, tendre 1,9; orge 2,3) Etat végétatif Depuis le stress hydrique de mi-janvier, aire perdue 0,7 Mha (en bour)		
3 Légumineuses alimentaires aire semée 380 000 ha (dont 8% en irrigué) fèves 210 000, lentilles 81.000, petits pois 57 000, pois chiche 25 000, autres 7.000 Etat des cultures lentilles et petits pois résistent à la sécheresse, mais non les fèves.		
4 Situation des cultures sucrières		
Betterave à sucre : aire programmée 54.000 ha (dt 4% en bour et 18% en privé) baisse : 15%		
Canne à sucre : aire totale 22.000 ha (Rharb 77%, Loukkoss 23%) Production prévisible 1,3 Mt = an dernier = record		
5 Cultures d'exportation globales 240 000 T (dont 86% sur l'UE) en baisse de 2% sur l'an dernier Entrée en vigueur de l'Accord d'Association Maroc-UE au 1er mars 2000 Tomates 176.000 T (82% sur UE) en baisse de 8% Pommes de terre 27 000 T en baisse de 6% Fruits et légumes 39 000 T en hausse de 44%		
6 Agrumes 393 000 T en hausse de 17% répartition régionale Souss-Massa 60%; Oriental 20%, Centre 20% répartition internationale . UE 54%, Russie 27%; Canada 9%; autres 10%		
<b>PHENOMENES SPECIAUX</b>		3 pages
Vents violents	pointes et fréquences journalières	Chergu
Orages	lieu et jour	Tempêtes de poussières
Bouillard	ville et nombre de jours	Gelée
Rosée	ville et nombre de jours	
		région et nombre de jours
		région et nombre de jours
		ville et fréquences journalières

Note : la photocopie de ce bulletin, initialement prévue pour figurer dans cet ouvrage, est difficilement lisible; nous avons préféré réécrire le texte, en respectant la disposition des titres, sous-titres, paragraphes, italiques, etc.

## Annexe 7

### REMONTRANCE A QUI DE DROIT AU MAROC AU SUJET DE L'EAU (DOUCE) PROFONDE DU PAYS

L'ouvrage "*Ressources en eau du Maroc*" publié en trois tomes (1973-77), excellent et utile dans son ensemble, ne consacra pas un chapitre à ce sujet important pour l'économie du pays. Cette lacune persiste encore en 2003. Tout au plus, mentionna-t-il sa présence à l'époque, sous le plateau de Meknès, mais de façon erronée à la suite d'une conclusion hâtive et prématurée, en l'absence d'informations suffisantes.

Le tome 2, pp. 62-64, indique : "*le seul réservoir existant sous le plateau de Meknès est celui des calcaires du Lias. Or, le Lias est signalé absent par l'exploration géophysique sur un "panneau" de 200 km<sup>2</sup> déclaré stérile en eau profonde*" Le domaine royal de Chlihat où fut exécuté le forage de 1979, décidé par l'auteur, se situe sur ce fameux panneau. Le forage vérifia l'exacte interprétation de la géophysique sur l'absence des calcaires du Lias. En science hydrologique, une nappe aquifère sous pression ne s'interrompt pas en l'absence de sa roche-magasin mère, c'est-à-dire les calcaires. Elle trouve une autre roche-magasin qui assure le relais, ou bien elle s'éjecte à l'air libre, par faille. Dans le cas du forage de Chlihat, elle trouva le relais de grès, puissants de 47 mètres, substitué aux calcaires. Là se situait la grave erreur de l'auteur du tome 2. Nul, sauf un spécialiste, n'aurait exécuté un forage d'eau profonde sur ce domaine, en raison du livre qui est supposé dire la science et sa vérité.

Dans un rapport adressé à l'Intendant des Domaines royaux, l'auteur tenta de corriger l'erreur imprimée et donc, divulguée. En principe, le Roi est tenu au courant des faits saillants de ce type de rapport. En voici un extrait :

*«Le forage de Chlihat a été déclaré improductif par la Division des Ressources en Eau (DR) de Fès et rebouché sur ses instructions, sans consultation des Domaines royaux. Cette décision unilatérale s'appuyait sur deux arguments : absence des calcaires jouant le rôle de réservoir*

*d'eau et débit d'eau profonde jugé insuffisant (quelques litres-seconde). Le rapport de la DR oubliait de mentionner l'éboulement du forage à 130 mètres de profondeur qui ne permettait plus de faire un essai de débit valable. L'enquête du consultant, effectuée après l'achèvement des opérations, permet de penser que la reconnaissance hydrogéologique n'a pas été effectuée selon les règles de l'art. Tout s'est passé comme si l'exploration par forage n'avait qu'un seul but : reconnaître la présence ou l'absence du calcaire considéré, par habitude, le seul réservoir aquifère valable et, en son absence, conclure "ipso facto" à l'improductivité du forage. Or, la diagraphie du forage (carottage électrique) combinée à l'examen des cuttings (roches broyées par le forage) fait apparaître une hauteur de nappe phréatique plus importante (35 m) que celle actuellement exploitée par le domaine (15 m) et un second niveau aquifère de 45 mètres de puissance compris entre 267 et 316 m, de profondeur. De plus, un tubage jusqu'à 25 mètres de profondeur avait pour but d'isoler la nappe phréatique; or celle-ci est présente entre 15 et 50 mètres de profondeur, pour le moins. Aussi, l'essai de débit effectué intéressait les deux nappes aquifères ensemble et n'avait donc aucune signification. L'argument d'un éboulement intervenu qui isolait la nappe profonde n'est guère plus valable pour expliquer le faible débit de cette dernière, car il a été calculé empiriquement par différence de débit avant et après l'éboulement.*

*Il est patent que :*

*a) le sondage de reconnaissance n'a pas fourni les résultats qu'on était en droit d'attendre;*

*b) le Service Régional de Fès n'a jamais eu communication par le Service central du rapport intitulé "approvisionnement en eau d'irrigation de certains Domaines royaux à partir d'eau profonde, octobre 1978" et a agi selon ses habitudes;*

*c) le géologue du Service Régional de Fès, valable mais peu expérimenté, a été livré à lui-même et n'a pas reçu le soutien du service central, notamment du spécialiste des sondages hydrogéologiques;*

*d) l'objectif des grès burdigaliens, clairement proposé dans la réunion des services régionaux d'octobre 1978 et nettement recommandé dans le rapport précité, a été perdu de vue.*



*En conséquence, il est recommandé de demander à l'Administration de refaire une exploration profonde, entre 260 et 320 mètres, au droit du domaine, pour examiner les propriétés hydrauliques des grès burdigaliens, et afin de lever l'incertitude sur le panneau de 200 km<sup>2</sup>, déclaré stérile en eau profonde sur un document imprimé et divulgué.»*

Ces lignes restèrent lettre morte. Le Roi, sans aucun doute, ne fut pas tenu au courant. Car, rien ne se fit. Tout laissait à penser que, volontairement, l'échec du forage me serait imputable à la longue. Le favori du Roi semblait visé. D'autant plus que les tenants de son ancien service craignaient sa perspicacité et son jugement affirmé de spécialiste.

Dans l'intérêt d'une connaissance correcte de l'hydrogéologie marocaine, un sondage de technique parfaite devra être exécuté au domaine royal de Chliat, sur le panneau de 200 km<sup>2</sup>, déclaré stérile en eau profonde.

L'auteur saisit cette occasion pour signaler une dégradation notoire de la connaissance et de l'expérience de la technique délicate du forage hydrogéologique. Durant quinze ans (1946-1961), il s'appliqua à former ingénieurs et techniciens à cet art difficile. Il constata, durant son stage officieux dans les Domaines Royaux, que les ingénieurs et techniciens de son ancien service avaient perdu la main en la matière. Car, la plupart avaient perdu le goût du terrain pour s'enfermer dans la réclusion du fonctionnaire.



## TABLE DES MATIERES

AVANT-PROPOS .....	3
Préface .....	3
Simplees remarques .....	6
<i>Vocation</i> .....	7
<i>Formation</i> .....	9
Révolution 1939 dans la formation technique minière .....	11
Connaissances acquises .....	12
Changer la formation pour le XXI <sup>e</sup> siècle .....	13

### PREMIER CHAPITRE

#### APPRENTISSAGE (Maroc 1942-61)

Circonstances exceptionnelles du choix de carrière .....	15
Pratique de l'hydrologie .....	16
<i>Inventaire des ressources hydriques souterraines</i> .....	17
<i>Le miracle de l'eau souterraine</i> .....	19
<i>Aménagement hydraulique de l'eau souterraine</i> .....	19
<i>L'aqueduc souterrain (rhéttara, en marocain)</i>	
<i>Barrages souterrains</i>	
<i>Appareils élévatoires</i>	
Mariage hydrologique naturel .....	23
<i>Unicité de l'eau</i>	
<i>Petite hydraulique de surface</i>	
Création du Centre des Etudes Hydrogéologiques (CEH) ..	25
<i>Création des Services Régionaux</i>	
<i>Renommée internationale du CEH</i>	
Exploration hydrogéologique .....	29
<i>Prospection géophysique</i>	

<i>Exploration par forages hydrogéologiques</i>	
<i>Les secrets du forage hydrogéologique</i>	
<b>Apport européen en hydrologie .....</b>	<b>32</b>
<i>Grand barrage-réservoir</i>	
<i>Puits à grand diamètre</i>	
<i>Introduction Incongrue de la pompe mécanique</i>	
<i>Pluviométrie et ruissellement</i>	
<b>Histoire marocaine de l'hydro-schizophrénie .....</b>	<b>36</b>
<i>Equivoque institutionnelle et essai de thérapie (1946-50)</i>	
<i>Danger fortuit d'hydro-schizophrénie (1950-53)</i>	
<i>Guérison et éradication de l'hydro-schizophrénie</i>	
<i>au Maroc (1953-61)</i>	
<b>Nouvelle pratique de gouvernance (1952-61) .....</b>	<b>40</b>
<i>Création d'un service hydraulique adéquat</i>	
<i>Mobiles du changement de gouvernance</i>	
<b>Vers la concept de ressource d'eau nationale .....</b>	<b>43</b>
<i>Surveillance des réservoirs souterrains du Maroc</i>	
<i>Chance des géologues chérifiens et malchance de la France</i>	
<b>Bilan marocain des ressources hydriques ..</b>	<b>46</b>
<i>Abondance mythique de l'eau douce</i>	
<b>Au seuil de l'indépendance du Maroc .....</b>	<b>48</b>
<i>Départ d'un grand Maître de l'Hydraulique</i>	
<i>Voyage d'étude aux Etats-Uns (1956)</i>	
<i>Vers un Office National de l'Irrigation, ONI</i>	
<b>Le séisme d'Agadir et l'eau potable.....</b>	<b>56</b>
<i>Raisonnement tactique</i>	
<i>Rôle de l'eau</i>	
<b>Progrès constatés en hydrologie (1942-61) .....</b>	<b>59</b>
<i>Degré de richesse nationale en eau douce .....</i>	<b>60</b>
<i>Esquisse 1960 d'une stratégie marocaine de l'eau douce .....</i>	<b>62</b>
<i>Considérations institutionnelles</i>	
<i>Région naturelle ou bassin versant</i>	
<b>Le Maroc, modèle d'hydrologie .....</b>	<b>66</b>
<i>L'eau de l'homme</i>	
<b>Prochaine carrière à l'ONU .....</b>	<b>69</b>
<i>Incident Maroc-ONU</i>	

DEUXIEME CHAPITRE  
HYDROLOGIE INTERNATIONALE  
Nations Unies 1961-79)

<b>Rencontre-surprise</b> .....	71
<b>La glorieuse décennie hydrologique du PNUD (1961-70)</b> .....	73
<i>Dilemme incompréhensible sur l'insuffisance d'eau douce</i>	
<i>Naissance de la Décennie Hydrologique Internationale (DHI)</i>	
<b>Assistance hydrologique au Tiers-Monde</b> .....	77
<b>1- Difficile hydrologie en zone aride</b> .....	78
<b>Conflit hydrique au Proche-Orient dans le bassin</b>	
<b>du Jourdain (1900-67)</b> .....	79
<i>Révélation chiffrée de la pénurie israélienne d'eau</i>	
<i>Mobile secret de la surprenante guerre israëlo-arabe de 1967</i>	
<i>Pessimisme sur l'idépendance de la Cisjordanie</i>	
<i>Projet hydraulique régional du Proche-Orient au XXI<sup>e</sup> siècle</i>	
<b>L'Euphrate et ses trois parties prenantes au Moyen-Orient</b> .....	87
<b>L'eau sous le Sahara</b> .....	88
<i>Irrigation du désert soudano-égyptien</i>	
<i>Projet de la Nouvelle Vallée</i>	
<i>Irrigation du désert lybien</i>	
<i>Irrigation du désert algéro-tunisien</i>	
<b>Péninsule arabique</b> .....	94
<b>L'Arabie Saoudite</b> .....	95
<i>Histoire de l'eau</i>	
<i>Pour une politique de l'eau</i>	
<i>Une agriculture en pleine expansion</i>	
<i>Anecdotes saoudiennes en guise d'épilogue</i>	
<b>Le Maroc</b> .....	102
<i>Développement hydro-agricole du bassin du Sebou</i>	
<i>Histoire du slogan politique d'un million d'hectares irrigués</i>	
<i>en l'an 2000</i>	
<i>Naissance de la politique des barrages et de l'eau potable</i>	
<i>(Skhrirat 1966)</i>	
<i>L'eau potable</i>	
<i>Visite de S.M. Hassan II au Président L. Johnson (janvier 1967)</i>	

<i>Décès de mon successeur marocain lors de la préparation du projet du Souss</i>	
<i>Supervision PNUD de la politique marocaine de l'eau (1969)</i>	
<i>Planification nationale de l'eau</i>	
<i>Le forage dénommé Aïn-Allah (source de Dieu)</i>	
<b><i>Le Sahel (Savanna Belt), zone sud du Sahara</i></b> .....	<b>113</b>
<i>Conférence PNUD du Sahel</i>	
<i>Bassins hydrographiques institués "commissions régionales"</i>	
<i>Juridiction internationale</i>	
<i>Exemple de la Commission du Bassin du Lac Tchad (CBLT)</i>	
<i>Réflexion sur la stérilité juridique de l'ONU en matière d'eau douce</i>	
<b><i>L'eau de quelques pays de la ceinture sahélienne</i></b> .....	<b>118</b>
<i>Nation du Niger</i>	
<i>Commission du bassin du Lac Tchad (CBLT)</i>	
<i>Nation du Sénégal</i>	
<i>Togo</i>	
<i>Nation du Soudan</i>	
<i>Province du Darfour</i>	
<i>Sélectif développement hydro-agricole de la nation</i>	
<i>Conflit au sujet du Nil par ignorance hydrogéologique</i>	
<i>Somalie</i>	
<b>2- Hydrologie en zone humide (Nations au sud du Sahel)</b> .....	<b>125</b>
<b><i>La zone tropicale africaine</i></b> .....	<b>125</b>
<i>Zambie</i>	
<i>Madagascar</i>	
<i>Malawi</i>	
<b>L'eau des Amériques</b> .....	<b>128</b>
<b><i>Amérique centrale</i></b> .....	<b>128</b>
<i>Antilles</i>	
<b><i>Amérique du sud</i></b> .....	<b>129</b>
<i>Brésil</i>	
<i>Ouverture de l'Amazone au développement</i>	
<b>L'eau de l'Asie</b> .....	<b>131</b>
<b><i>Asie du sud</i></b> .....	<b>131</b>
<i>Philippines</i>	
<i>Inde, Pakistan, Bangladesh, Népal</i>	

<i>Excès d'irrigation dans l'Indus</i>	
<i>Sri Lanka (Ceylan en cingalais)</i>	
<i>Asie du nord</i> .....	140
<i>Corée du sud</i>	
<b>L'eau de l'Europe</b> .....	142
<i>Espagne</i> .....	142
<i>Bassin du Guadalquivir</i>	
<i>Archipel des Baléares</i>	
<i>Archipel des Canaries</i>	
<i>Grèce</i> .....	145
<i>Hydrologie karstique</i>	
<i>Irrigation en Crête orientale</i>	
<i>Roumanie</i> .....	148
<b>Commentaires sur un vagabondage hydrologique à travers le monde</b> .....	149
<i>Les deux cruciaux événements hydrologiques du XX<sup>e</sup> siècle</i> .....	150
<b>La décadence hydrologique du PNUD (1971-77)</b> .....	151
<i>Découverte en 1971 de la pénurie d'eau sur la planète</i> .....	151
<i>Symposium de Reading de 1970</i> ..	152
<i>Neutralisation du PNUD</i> .....	155
<i>Le PNUD initial (1961-70)</i>	
<i>Mission de révision du PNUD</i>	
<i>L'eau vue par les Nations Unies en 1971</i>	
<i>Projet et rejet partiel d'un symposium mondial de l'eau</i> .....	158
<i>Conférence internationale de l'eau de 1977</i>	
<i>La double faute de la Conférence 1977</i>	
<i>Le Scientific American, l'ONU et l'opinion publique en 1980</i>	
<i>Lancement de la gestion de l'eau en Europe</i> .....	164
<i>Création de Sofia Antipolis et du CEFIGRE</i>	
<i>Réflexions d'hydrologie internationale</i> .....	166
<i>L'eau et l'homme, civilisation de l'eau</i>	
<i>Prise de conscience mondiale</i>	
<i>Le secteur privé de l'eau en 2002</i>	
<i>L'eau du besoin et l'eau du profit</i>	
<i>Spéculation sur l'eau du XXI<sup>e</sup> siècle</i> .....	170
<i>L'eau douce et les frontières</i>	
<i>Pour une attitude modeste par rapport à l'eau</i>	

<i>L'architecture hydraulique d'une nation</i>	
<b>Epilogue d'une carrière internationale abrégée (1978)</b> .....	174
<i>Démission travestie en retraite anticipée</i>	
<i>L'appel du Maroc</i>	
<i>Mission exploratoire d'un avenir négociable au Maroc (1978)</i>	
<i>Rappel de l'aménagement hydraulique du Maroc (1961-78)</i>	

### TROISIEME CHAPITRE

#### HYDROPOLITIQUE NATIONALE ET INTERNATIONALE

(collaboration bénévole avec le Maroc 1979-99)

<b>Définition de l'hydropolitique</b> .....	181
<i>Malentendu originel de la part de l'intendant des Domaines agricoles royaux</i>	
<b>Remarque</b> .....	183
<i>Intermède des Domaines royaux agricoles (1979-80)</i> .....	184
<i>Forages d'eau d'irrigation</i>	
<i>Exploration de l'eau profonde</i>	
<i>Forage du plateau de Meknès</i> .... .	186
<i>Forage du Tadla</i> .....	187
<i>Forage du Haouz</i> .....	187
<i>Forage du Souss</i> .....	188
<i>Expérimentation des procédés d'économie d'eau</i> .....	189
<i>Méthode du Centre-pivot</i>	
<i>Méthode du Goutte-à-goutte</i>	
<i>Lacs collinaires (ou étangs) Barrages-collinaires</i>	
<i>Recharge artificielle des réservoirs d'eau souterraine</i>	
<b>Activités diverses</b> .....	196
<i>Projet d'aménagement hydraulique d'un golf à Marrakech</i>	
<i>Production fruitière et Agro-industrie</i>	
<i>Transfert d'eau dans le Souss par un tunnel sous le Haut Atlas</i>	
<b>Entrevue royale inopinée et déterminante (fin 1980)</b> .....	199
<b>Action directe de S.M. le Roi Hassan II (1980-99)</b> .....	202
<i>Mission à Dakhla, Sahara occidental (avril 1981)</i>	
<i>Création du Conseil Supérieur de l'Eau</i>	
<i>La populaire politique des (grands) barrages</i>	
<i>Discours royal d'hydropolitique nationale (Fes, 1987)</i>	



<i>Relation normative entre l'homme et l'eau (1981)</i>	
<i>Un projet d'oléo-aqueduc transaharien</i>	
<i>Conférences sur l'eau</i>	
<i>Eau, nutrition, démographie</i>	
<i>Pluviométrie et Céréaliculture</i>	
<i>Etude de la sécheresse</i>	
<i>Prédiction des sécheresses</i>	
<i>Etude de la pluie provoquée avec effort principal sur le Maroc fécond</i>	
<i>Création du Centre Royal de Télédétection Spatiale (CRTS)</i>	
<i>Projet d'un second million d'hectares à irriguer et centres-pivots</i>	
<i>Démographie nationale et onusienne en opposition</i>	
<i>Voyage en Arizona (USA) pour un Institut du désert au Maroc</i>	
<i>Epilogue de l'Institut du désert marocain</i>	
<i>Transfert institutionnel de la Météorologie nationale</i>	
<i>Essor de l'hydropolitique</i>	
<i>Création du ministère de l'Agriculture, de l'Equipement et de l'Environnement</i>	
<i>Disparition de feu S.M. Hassan II (23 juillet 1999) .....</i>	248
<i>Réflexion sur l'eau douce de l'avenir</i>	
<i>Hydrologie sociale et régions hospitalières</i>	
<i>Gestion et économie de l'eau</i>	
<i>Survol 1939-99 de l'hydrologie et situation 2000</i>	

**QUATRIEME CHAPITRE**  
**L'EAU HUMANITAIRE AU XXI<sup>e</sup> SIECLE**  
**QUEL FUTUR ?**

<b>Préceptes .....</b>	<b>257</b>
<i>En vertu de la technique selon la nature .....</i>	<b>258</b>
<i>Régions hospitalières</i>	
<i>Climat par thermomètre et pluviomètre</i>	
<i>Inventaire des ressources d'eau nationales</i>	
<b>En vertu du social .....</b>	<b>261</b>
<i>Pays de zone aride</i>	
<i>Recherche d'une relation entre l'eau douce et la démographie</i>	
<i>Inventaire du bilan hydrique mondial</i>	

<i>Décennie Hydrologique Internationale</i> <i>Vers une politique prioritaire de l'eau potable</i> <i>Population marocaine 2000 et prévisions</i>	
<i>En vertu de l'économie</i> .....	267
<i>Écllosion de la pénurie chronique d'eau</i> <i>Stratégie d'appel à l'eau non-conventionnelle</i>	
<i>En vertu de l'hydropolitique au plan national</i> .....	274
<i>Interconnexion de l'eau distribuée</i> <i>Sécurité alimentaire</i> <i>Vers un second million d'hectares à irriguer</i>	
<i>En vertu de l'hydropolitique au plan international</i> .....	279
<i>Utopie d'un nouveau monde politique</i> <i>Liste d'ensembles régionaux imaginés (37) et d'Etats existants (7)</i>	
<i>Quelques idées</i> .....	283
<i>Cadre des pays riverains du Sahara</i> <i>Union du Maghreb Arabe (UMA)</i> <i>Ensemble Méditerranée</i> <i>Méditerranée Occidentale (Maroc, Portugal, Espagne, France)</i>	
<i>En vertu de l'éthique universelle</i> .....	286
<i>L'hydropolitique pour la paix</i> <i>Pour un partage hydrique plus équitable</i> <i>Faillite onusienne dans le domaine de l'eau douce</i> <i>Naissance du Forum Mondial de l'Eau</i>	
<i>Avenir de l'eau humanitaire au Maroc</i> .....	293
<i>Inventaire des ressources d'eau</i> <i>L'eau à l'embranchement du besoin et du profit</i>	
<b>ÉPILOGUE DES MÉMOIRES</b> .....	297
<i>La globalisation de l'eau douce</i> .....	
	298
<b>Perplexité d'une réflexion finale</b> .....	301
<i>Pour ou contre l'irrigation</i> <i>Difficiles analyse et réussite au sommet de l'ONU</i>	