

# EXPERIMENTATIONS MENEES PAR LE S.E.E.N.\* SUR LES BESOINS EN EAU DES CULTURES ET L'AVERTISSEMENT A L'IRRIGATION

Dr. CHATI MOHAMED TAOUFIQ\*\*

## I. INTRODUCTION

Par l'irrigation on désigne une technique culturale permettant un apport d'eau destiné à combler un déficit climatique : déséquilibre entre deux processus antagonistes : les précipitations et l'évaporation due à la demande climatique. Cette définition montre clairement que la satisfaction des besoins en eau d'un couvert végétal doit être envisagée selon les types de climat. Cependant, la considération d'autres facteurs, tels que les pratiques culturales, les caractéristiques du sol, les techniques d'arrosage adoptées, le végétal et ses besoins rend ce concept plus complexe; car il devient alors nécessaire de distinguer entre les besoins en eau de la plante et les besoins en eau d'irrigation qui prennent en considération certaines conditions techniques.

Quand le service des expérimentations des essais et de la normalisation (S.E.E.N) a été avec (ex S.E.H.A) crée, il devait entreprendre des expérimentations dans le domaine de l'hydraulique agricole en général, et suivre la gestion des ressources en eau destinées à l'irrigation dans les grands périmètres irrigués. Ceci explique évidemment l'intérêt qu'accorde celui-ci à l'agrométéorologie.

Actuellement, le S.E.E.N mène dans des stations expérimentales, en collaboration avec certains Offices régionaux de mise en valeur agricole (ORMVA), des essais en matière de besoins en eau

des cultures, d'irrigation de certaines cultures, d'avertissement à l'irrigation et des études climatologiques.

Les premiers essais de détermination des besoins en eau des cultures étaient basés sur l'étude de l'évolution des profils hydriques du sol établis par le prélèvement à la tarière établis par dessiccation d'échantillons prélevés à la tarière, et l'utilisation de certaines méthodes indirectes (les formules empiriques et les bacs d'évaporation). Toutefois, la lourdeur de la première méthode et l'exactitude moindre des secondes ont été à l'origine du choix et l'adoption d'une méthode directe plus fiable : la lysimétrie.

La détermination des besoins en eau des cultures ne constituait pas le but final de ces expérimentations. En fait, le but recherché était la généralisation des résultats expérimentaux dans le périmètre, voir d'autres périmètres. Pour cette raison, des corrélations ont été recherchées entre les observations climatiques et les résultats expérimentaux afin de mettre au point un système d'avertissement à l'irrigation, adéquat et simple, basé sur de simples mesures climatiques pour établir des calendriers d'arrosage pour différentes cultures.

L'intention de cette note est d'exposer en bref l'essentiel des travaux entrepris par le S.E.E.N en matière de besoins en eau des cultures et d'avertissement à l'irrigation.

\* S.E.E.N. : Service des expérimentations, des essais et de la normalisation.

\*\* Cadre Chercheur à la Direction du Développement et de la Gestion de l'Irrigation Administration du Génie Rural.

## II. Expérimentations en matière de besoins en eau des cultures : matériel et méthode

### 2-1 Matériel

Les essais de besoins en eau des cultures sont généralement menés dans des stations expérimentales (neuf actuellement) gérées par des Offices régionaux de mise en valeur agricole (Doukkala, Errachidia, Moulouya, Ouarzazate, Souss-Massa, Tadla).

Généralement, l'équipement de ces stations expérimentales peut être décrit ainsi :

- un dispositif pour la mesure de l'évapotranspiration maximale (ETM) quotidienne de plusieurs cuves lysimétriques à drainage, à parois en tôle, de 4m<sup>2</sup>(2mX2m) de surface réceptrice et un mètre cinquante de profondeur, disposées en batteries de quatre cuves autour d'une "fosse de visite" abritant les "fûts de drainage" où aboutissent des tuyaux évacuant les eaux de drainage (figure n° 1);
- une station agroclimatologique équipée pour permettre l'observation des paramètres climatologiques, la caractérisation climatologique

du site des expérimentations, l'approche empirique des besoins en eau des cultures et l'établissement d'éventuelles corrélations entre les paramètres climatiques et les résultats expérimentaux;

- un parcellaire constitué de plusieurs "soles expérimentales" réservées aux essais de réduction hydrique en fonction de la consommation maximale (ETM) de la culture.

### 2-2 Méthode

La mesure quotidienne de l'ETM d'une culture sur le lysimètre à drainage est basée sur l'établissement du bilan des eaux d'irrigation et de drainage. Pour établir des bilans journaliers et maintenir un drainage continu, le lysimètre est irrigué quotidiennement avec des doses fixées en fonction des stades végétatifs et des saisons. Les eaux de drainage sont mesurées et remises dans les "fûts d'irrigation", installés sur le toit de la fosse de visite, pour irriguer la cuve lysimétrique. Ce recyclage évite en quelque sorte la perte des matériaux lessivés.

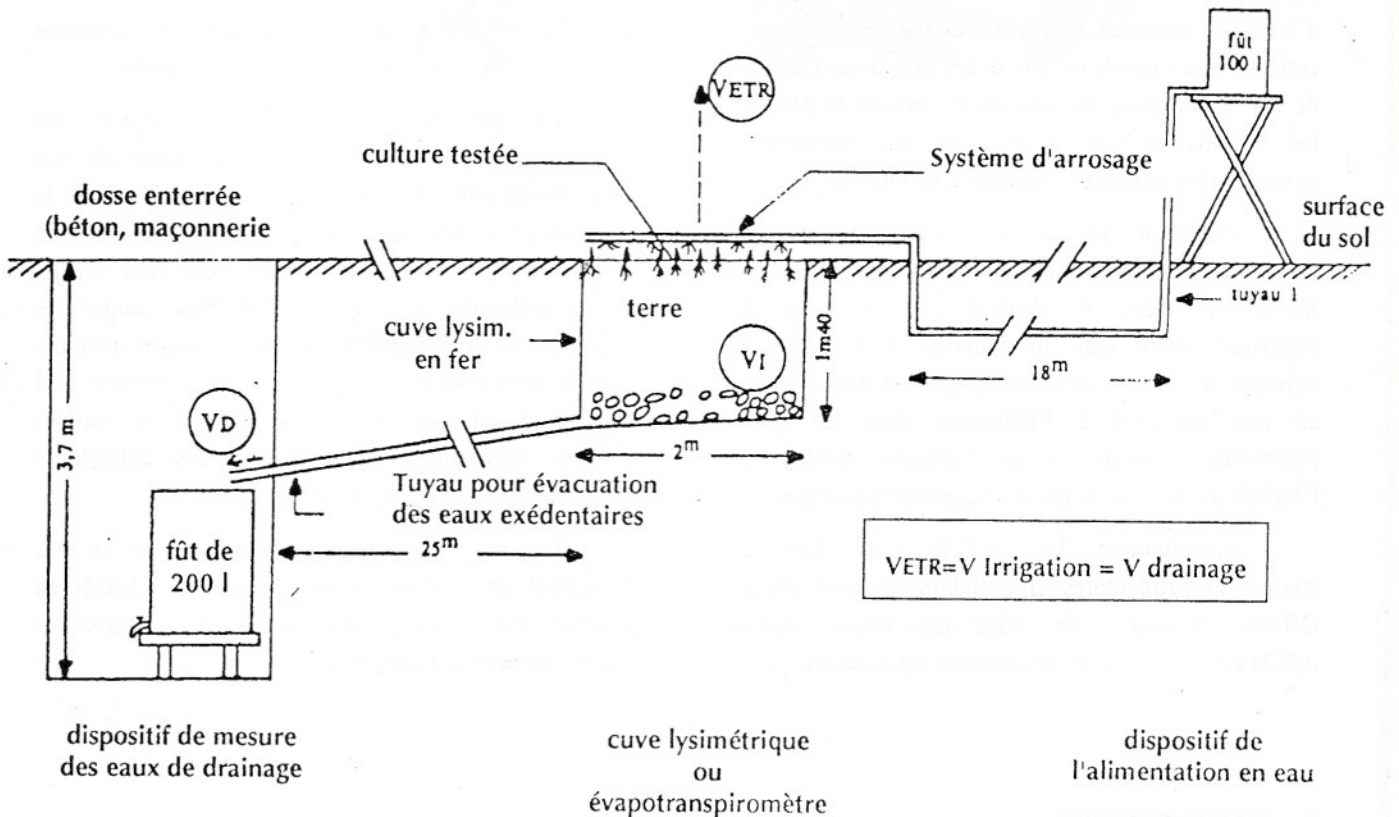


Fig. n°1 : Dispositif de mesures lysimétriques à drainage

Les essais de réduction hydrique menés sur une culture consistent à différencier plusieurs traitements hydriques en affectant à l'ETM un coefficient de réduction différent selon les phases de développement de la culture. Ce coefficient est généralement faible au cours des phases sensibles aux contraintes hydriques et élevé durant les phases tolérantes. Les essais sont reconduits durant plusieurs campagnes agricoles pour déterminer des coefficients culturaux optimaux ( $K_{opt}$ ) ( $ET_{opt}^*/\text{évaporation d'une nappe d'eau libre}$ ) pour différents cycles culturaux et chacune de leurs phases culturales. Ces coefficients constituent un précieux outil pour le pilotage et l'établissement des calendriers optimaux des arrosages. Ainsi, à l'échelle d'un périmètre, lorsque les mesures expérimentales ne sont pas disponibles, le pilotage des irrigations peut être pratiqué en calculant le produit du coefficient ( $k_{opt}$ ) extrapolé et de l'évaporation du bac qui constitue une référence climatique assez fiable.

### III. Résultats acquis en matière d'irrigation de certaines cultures

Les expérimentations en matière de besoins en eau des cultures ont permis de mesurer pour différents cycles de développement, l'ETM (figures n° 2, 3, 4 et 5) de certaines espèces végétales (céréales d'hiver et d'été, betterave à sucre, luzerne, coton, etc.). On constate que ces valeurs de l'ETM peuvent constituer des indicateurs fort intéressants de l'évolution et du rythme de la consommation en eau de ces cultures. Cependant, les résultats expérimentaux de réduction hydrique sont plus concluant et informent mieux sur les besoins en eau d'irrigation optimaux des cultures. Ils permettent de calculer en plus, pour différents cycles et phases culturaux, les valeurs du coefficient ( $K_{opt}$ ) (tableau n° 1).

| Cultures  | Betterave-Sucrière | Luzerne   | Coton       | Blé            |
|-----------|--------------------|-----------|-------------|----------------|
| Cycles    | Octobre à Juin     | Croisière | Avril à Mai | Décembre à Mai |
| Mois      |                    |           |             |                |
| Janvier   | 1,00               | 0,60      | -           | 0,90           |
| Fevrier   | 1,00               | 0,75      | -           | 1,00           |
| Mars      | 1,00               | 0,85      | -           | 1,00           |
| Avril     | 1,00               | 1,00      | 0,45        | 0,75           |
| Mai       | 0,90               | 1,00      | 0,45        | 0,50           |
| Juin      | 0,90               | 1,15      | 0,80        | -              |
| Juillet   | -                  | 1,10      | 1,00        | -              |
| Août      | -                  | 1,05      | 1,00        | -              |
| Septembre | -                  | 1,00      | 0,80        | -              |
| Octobre   | 0,45               | 0,90      | -           | -              |
| Novembre  | 0,50               | 0,90      | -           | -              |
| Décembre  | 0,70               | 0,65      | -           | 0,50           |

Tableau n°1 : Valeurs des coefficients culturaux optimaux ( $k_{opt}$ )

### 3-1-1 Irrigation du blé

Les premiers essais de besoins en eau sur cette culture étaient basés sur le suivi de la réserve hydrique du sol ; Cependant, ils négligeaient l'état du végétal. Les résultats obtenus au fil des années, surtout après l'adoption de la méthode lysimétrique, ont montré que l'irrigation de la culture du blé devait impérativement se faire en fonction des certaines périodes végétatives que celle-ci traverse durant son cycle cultural. Ainsi, puisque le blé exprimait des besoins en eau très variables durant son cycle de développement, les essais entamés après, consistèrent en l'application de

coefficients de réduction en fonction de l'ETM lysimétrique, différents selon les phases de développement de la culture, souvent élevés durant les phases sensibles et faibles durant les phases tolérantes.

Des travaux assez récents ont montré que l'irrigation du blé devait se faire selon les stades sensibles et non pas en fonction de sa consommation maximale. En outre, dans certaines conditions du milieu (zones bours), le blé peut se contenter de deux ou trois apports d'appoint, en complément des précipitations, à des stades réputés très sensibles aux contraintes hydriques (établissement, gonflement, floraison).

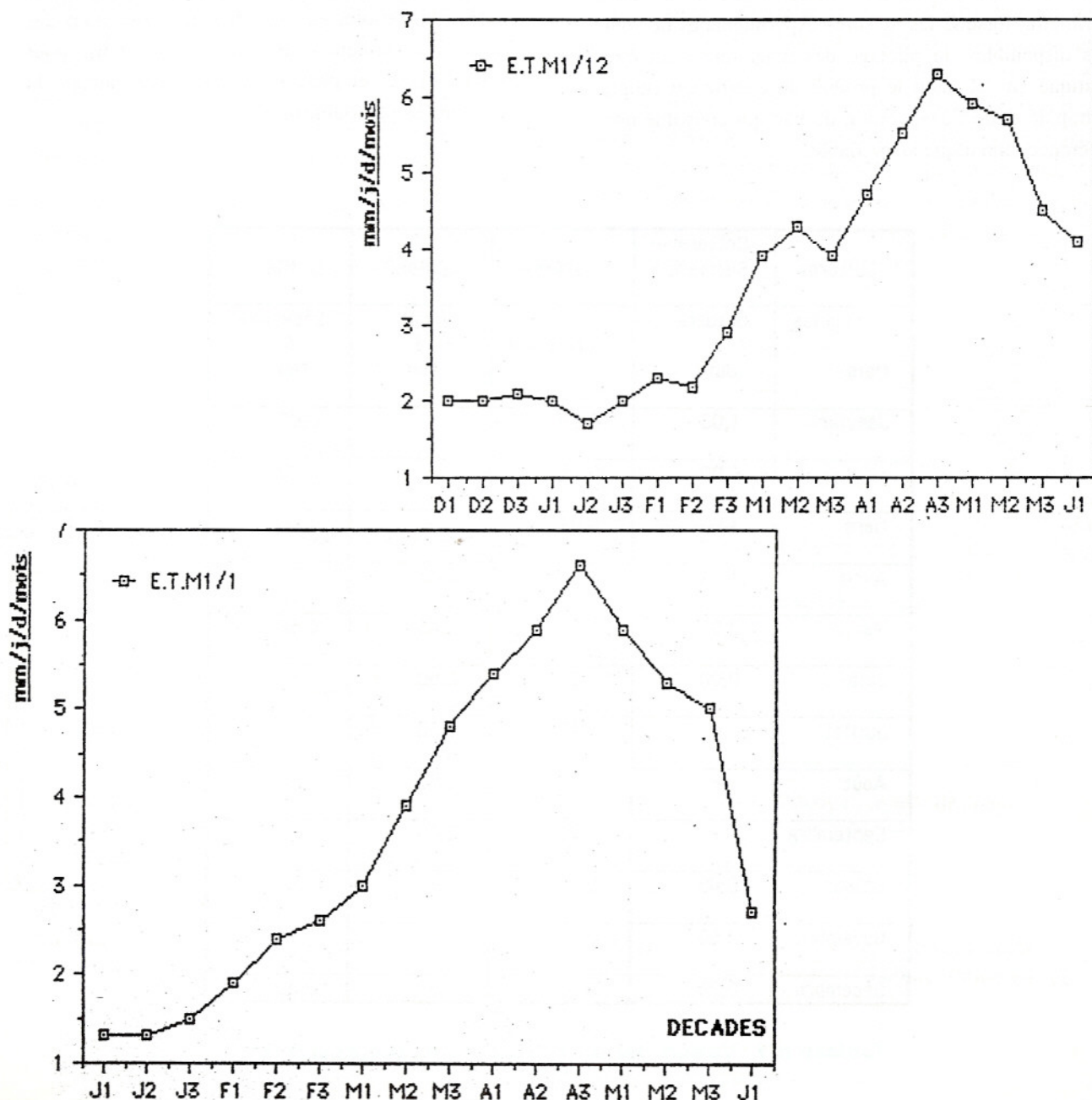


Fig. n°2 : E.T.M. du Blé

### 3-1-2 Irrigation de la betterave à sucre

Les premiers essais ont montré que cette culture (i) s'adapte aux conditions de contraintes hydriques au début de son cycle de développement et se contente des précipitations pour satisfaire ses besoins hydriques, et (ii) dispose d'un fort pouvoir de récupération en fin de son cycle lorsqu'elle est soumise au départ à un rationnement hydrique. Des essais récents ont montré que selon les conditions climatiques et selon la date de semis, les arrosages peuvent être arrêtés durant une période de 150 jours après le semis. Ceci a d'ailleurs permis de penser que la betterave à sucre pouvait se contenter de quelques arrosages d'appoint pour satisfaire ses besoins en eau d'irrigation.

En conclusion, les besoins en eau de la betterave à sucre dépendent fortement de la date de semis. Ainsi, les semis tardifs qui valorisent mieux l'eau d'irrigation, nécessitent un nombre élevé d'arrosages par rapport aux semis précoces. Cependant, un rationnement hydrique affecte moins ces derniers.

### 3-1-3 Irrigation du cotonnier

La satisfaction des besoins en eau d'irrigation du cotonnier est fonction des phases culturales qu'il traverse au cours de son cycle de développement. Ainsi, au cours de la phase végétative où la plante développe surtout son système racinaire, ses feuilles et ses tiges, les arrosages peuvent être réduits, alors que durant la phase fructifère, ils doivent être plus nombreux pour éviter toute réduction du nombre des fleurs formées et fécondées et donc des fruits formés. L'arrêt des arrosages doit survenir au début de l'éclosion des fruits.

Les résultats des essais de réduction hydrique sur les sols du Tadla ont montré que la satisfaction des besoins en eau du cotonnier exige au total 11 arrosages se répartissant ainsi : trois durant la phase végétative et huit durant la phase fructifère.

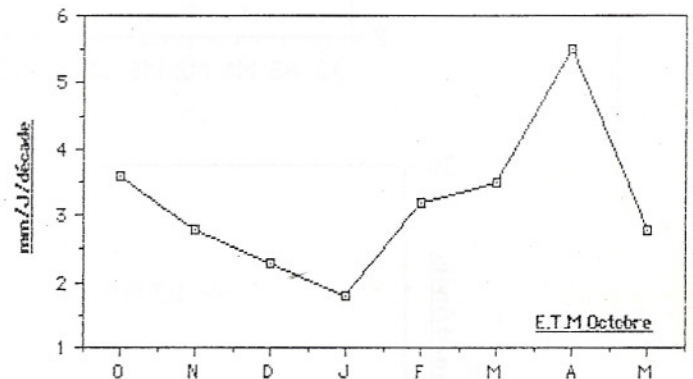
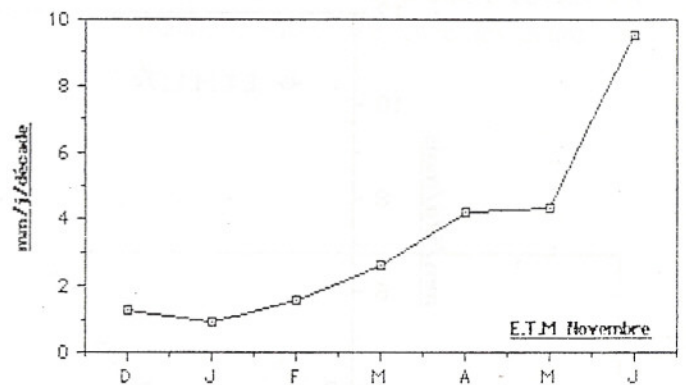
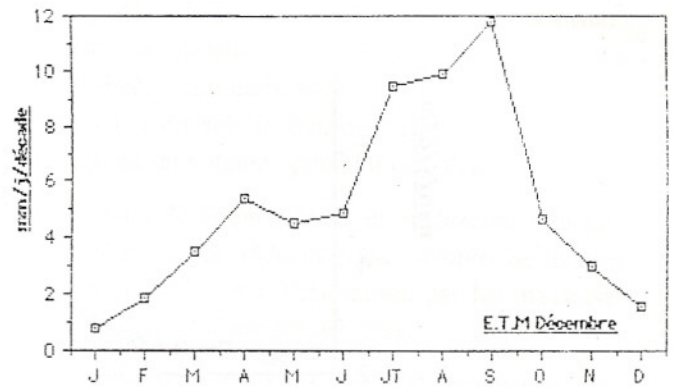


Fig. n°3 : E.T.M. de la Betterave - Sucrière

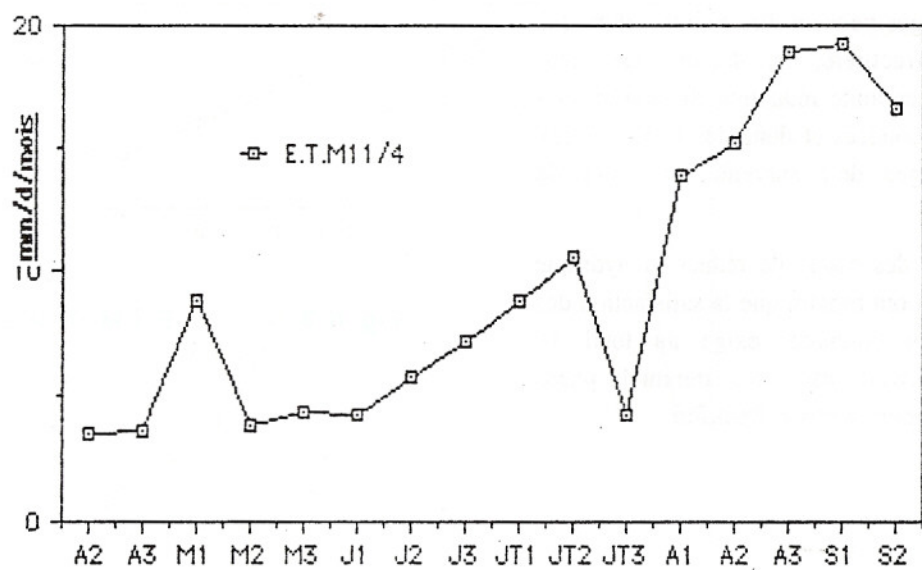
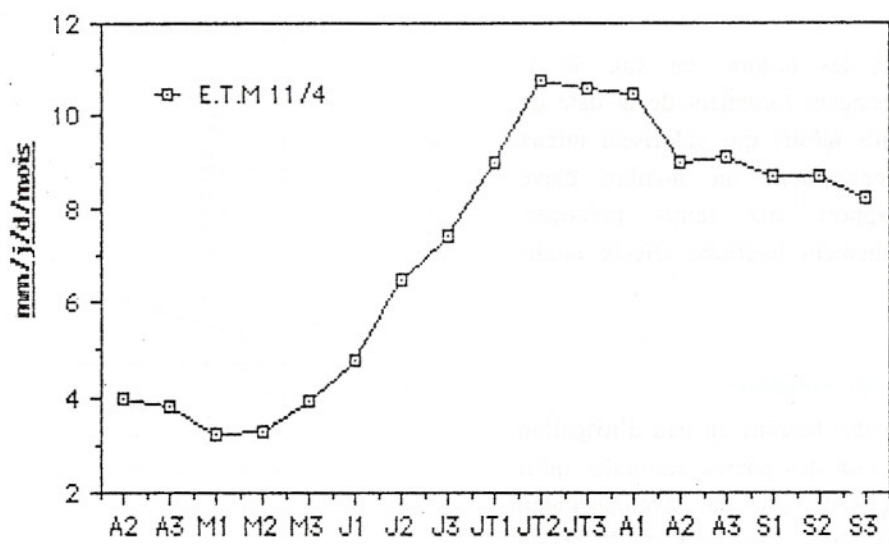
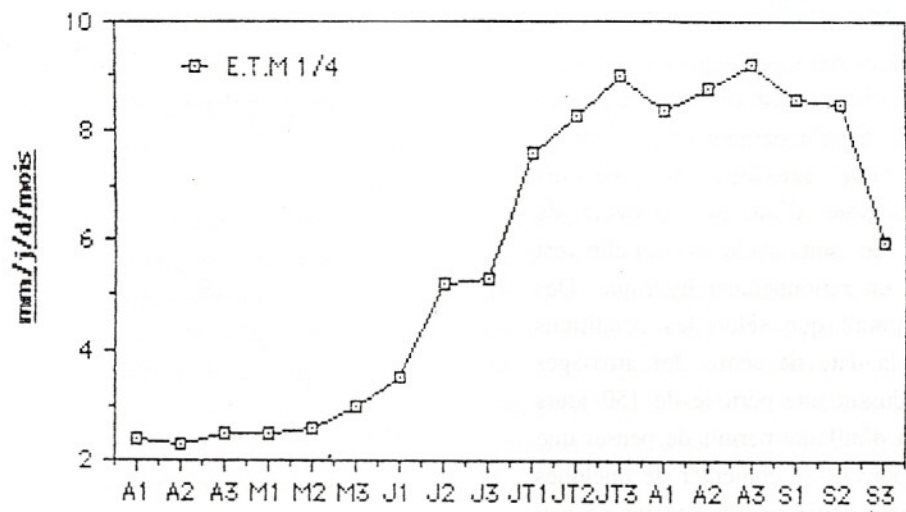


Fig. n°4 : E.T.M. du Cotonnier

### 3-1-4 Irrigation de la luzerne

L'irrigation de la luzerne doit tenir compte de l'année climatique, de l'âge et de la saison d'exploitation.

Les résultats montrent que la production est d'autant plus élevée que l'alimentation hydrique est copieuse. Cet accroissement de la production ne continue pas indéfiniment. Des apports d'eau supplémentaire n'améliorent guère le niveau de production, au contraire, ils entraînent l'abaissement de l'efficacité de l'eau d'arrosage.

Les principaux résultats obtenus ont été les suivants :

- la production décroît avec l'âge de la luzernière. Cependant, un arrosage adéquat peut maintenir la production à un niveau satisfaisant:

- la production dépend plus du nombre et de la fréquence des arrosages que du volume d'eau total apporté. Lorsque ce dernier dépasse un certain seuil, la production peut chuter. Ceci peut être attribué, vraisemblablement, à une mauvaise aération du sol; il confirme aussi que la luzerne requiert un volume optimal d'eau d'arrosage;

- la chute de la production de la luzerne peut être attribuée à la réduction du nombre de coupes (tableau n°2), et à l'infestation par les mauvaises herbes qui s'intensifie avec l'âge;

- les coupes printanières sont plus productives que les coupes estivales (tableau n°3) ; alors que les coupes automnales peuvent atteindre des niveaux satisfaisants si l'intervalle entre les coupes est prolongé.

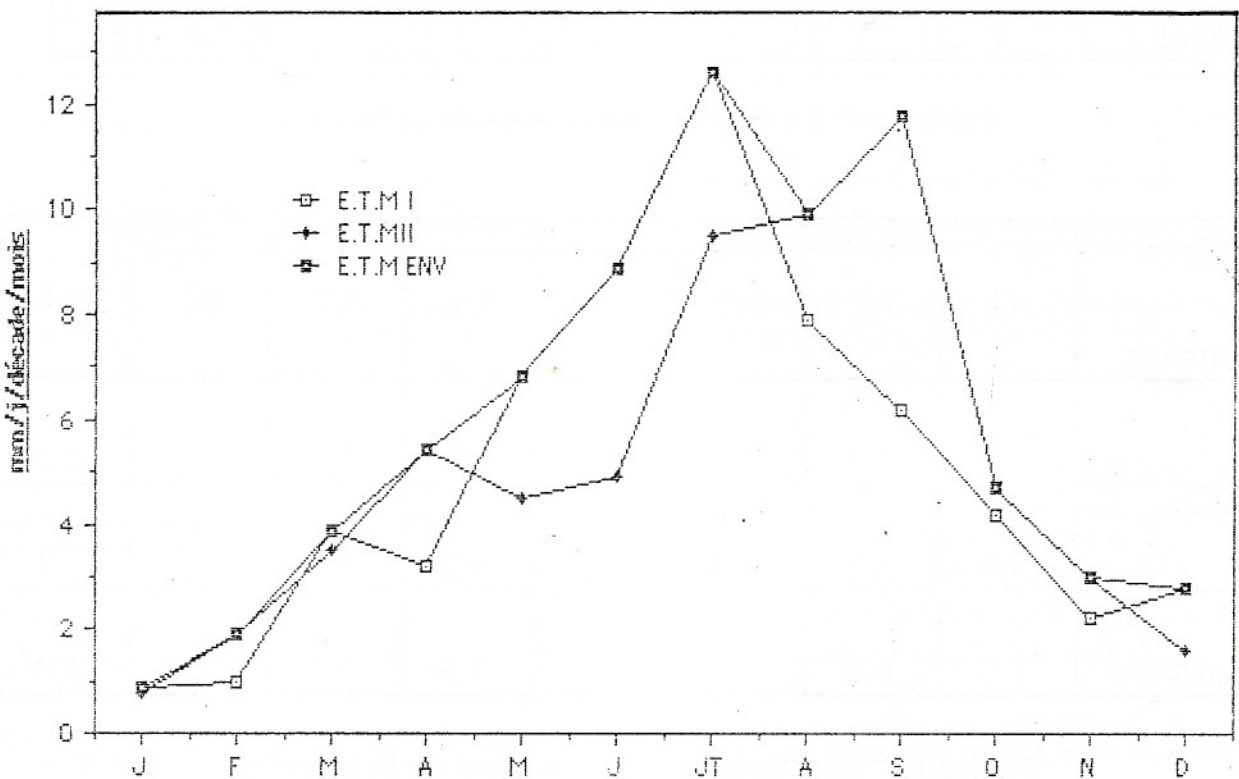


Fig. n°5 : E.T.M. de la Luzerne (1988)

| Objets | A1 | A2 | A3 | A4 | B1 | B2 | B3 | B4 |
|--------|----|----|----|----|----|----|----|----|
| Année  |    |    |    |    |    |    |    |    |
| 1986   | 6  | 6  | 6  | 6  | 6  | 6  | 6  | 6  |
| 1987   | 6  | 6  | 6  | 6  | 6  | 6  | 6  | 6  |
| 1988   | 6  | 5  | 5  | 5  | 6  | 6  | 5  | 4  |
| 1989   | 3  | 3  | 4  | 3  | 3  | 3  | 2  | 2  |
| TOTAL  | 21 | 20 | 21 | 20 | 21 | 21 | 19 | 18 |

**Tableau n° 2 : Nombre de coupes de la luzerne**

| Objets    | A1  | A2  | A3  | A4  | B1  | B2  | B3  | B4  |
|-----------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| Saisons   |     |     |     |     |     |     |     |     |
| Printemps | 3,0 | 3,8 | 3,7 | 2,2 | 3,6 | 3,1 | 2,3 | 3,4 |
| Eté       | 3,7 | 3,3 | 2,3 | 1,7 | 3,5 | 2,1 | 1,9 | 1,1 |
| Automne   | 1,0 | 0,9 | 1,0 | 0,7 | 1,3 | 0,7 | 0,7 | 1,0 |

**Tableau n° 3 : Production saisonnière de la luzerne**

# INVENTAIRE DES ETUDES PEDOLOGIQUES AU MAROC

A. HAKAM<sup>(1)</sup>, M. HMAM<sup>(2)</sup>, F. BENABDALLAH<sup>(3)</sup>

## RESUME

Dans ce travail, les auteurs présentent une note sur l'inventaire des études pédologiques au Maroc, réalisé à la Division de la Cartographie (Direction de la Conservation Foncière du Cadastre et de la Cartographie). Cet inventaire comporte environ 600 études classées par maître d'oeuvre et par région, montrant l'existence d'un patrimoine des travaux pédologiques important et fournissant des données décrivant chacune de ces études.

## I- INTRODUCTION

Au Maroc, la pédologie a été marquée par une production cartographique intense dont furent chargés différents services relevant du Ministère d'Agriculture et de la Réforme agraire. La majorité des études ont été réalisées dans un but précis, de mise en valeur en bour, d'aménagement pour l'irrigation et le remembrement et d'aménagement sylvo-pastoraux.

Cependant, on ne peut s'empêcher de reconnaître que cette discipline a toujours souffert de problèmes de nature différente dont les principaux sont :

- la concentration des études dans certaines régions alors que d'autres n'en ont connu aucune. Parfois, une reprise de cartographie est constatée dans des zones déjà étudiées ;
- l'existence d'un patrimoine des études pédologiques important qui n'est malheureusement pas disponible pour tout utilisateur; ces données de sol étant archivées localement dans différents

organismes du Ministère, si toutefois elles existent encore ;

- un manque d'homogénéité dans les légendes utilisées en cartographie des sols. En effet, les organismes du Ministère ont utilisé des classifications des normes d'interprétation des données de sol, des couleurs d'édition des cartes, et des classements agronomiques différents.

Le besoin d'établir un inventaire des études pédologiques réalisées au Maroc a été, depuis longtemps, ressenti, afin d'évaluer l'importance de ces travaux.

A cet effet, la Direction de la Conservation Foncière, du Cadastre et de la Cartographie ( Division de la Cartographie) a été chargée de l'élaboration de l'inventaire des études effectuées en pédologie, ainsi que la carte de situation des zones étudiées.

Le premier objectif consiste donc à dresser un tableau aussi exhaustif que possible de ces travaux sans se soucier de leurs valeurs scientifiques. En effet, certaines études sont anciennes et n'ont pas fait usage de normes actuelles de cartographie. D'autres n'ont pas été diffusées et sont gardées à l'état de manuscrits. Néanmoins, ces études restent exploitables et permettent un apport de renseignements utiles. De ce fait, elles ont été figurées dans le répertoire des travaux.

La carte suivante de situation des zones d'études de reconnaissance montre l'état actuel des travaux de cartographie pédologique aux échelles 1/50.000 et 1/100.000.

(1) Ingénieur général Chef de la Division de la Cartographie

(2) Chef de Service de la Cartographie

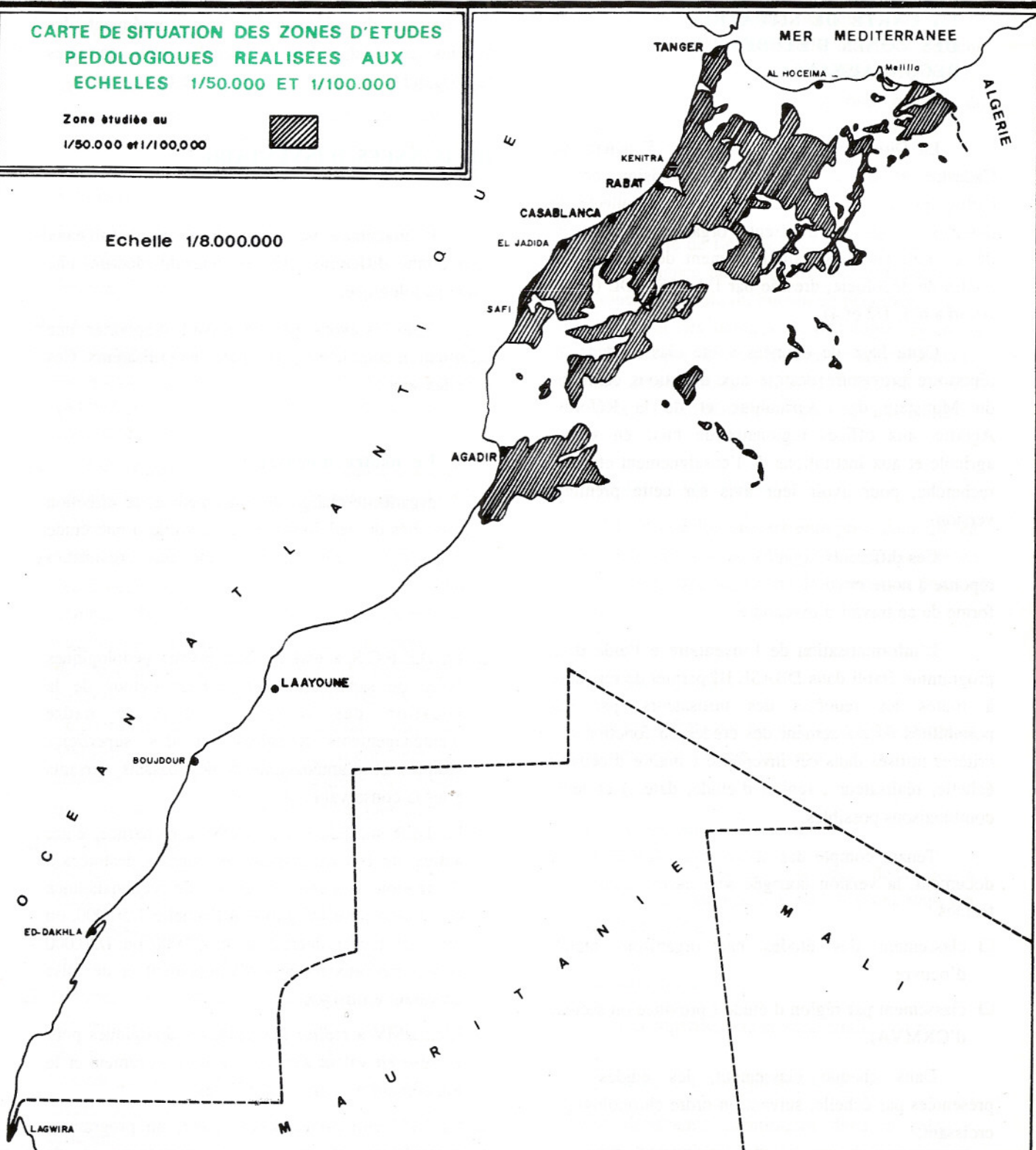
(3) Fatima ezzahra Ingénieur agropédologue au Service de la Cartographie

CARTE DE SITUATION DES ZONES D'ETUDES  
PEDOLOGIQUES REALISEES AUX  
ECHELLES 1/50.000 ET 1/100.000

Zone étudiée au  
1/50.000 et 1/100.000



Echelle 1/8.000.000



## II. PROCEDURE D'ELABORATION DE L'INVENTAIRE DES ETUDES PEDOLOGIQUES ET DE LA CARTE DE SITUATION DES ZONES D'ETUDES DE RECONNAISSANCE.

La Direction de la Conservation Foncière, du Cadastre et de la cartographie (Division de la cartographie) a entamé ce travail par la collecte de données auprès de différents organismes cités ci-dessus tout en s'inspirant également de la liste des études de pédologie, dressée par l'A.M.S. SOL (revue Attorba n°1, 1/2 et 4).

Cette base de données a été classée dans un répertoire provisoire destiné aux directions centrales du Ministère de l'Agriculture et de la Réforme Agraire, aux offices régionaux de mise en valeur agricole et aux institutions de l'enseignement et de la recherche, pour avoir leur avis sur cette première version.

Ces différents organismes nous ont retourné, en réponse à notre envoi, leurs remarques sur le fond et la forme de ce travail d'inventaire.

L'informatisation de l'inventaire à l'aide d'un programme établi dans DBASE III permet de répondre à toutes les requêtes des utilisateurs, par des possibilités de classement des études en fonction des critères utilisés dans cet inventaire ( maître d'oeuvre, échelle, réalisateur, région d'étude, date...) et leurs combinaisons possibles.

Tenant compte des observations émises sur ce document, la version corrigée sera éditée, sous deux formes :

- classement des études par organisme maître d'oeuvre
- classement par région d'étude ( province ou secteur d'ORMVA).

Dans chaque classement, les études sont présentées par échelle, suivant un ordre chronologique croissant.

Une carte de situation des zones d'étude de reconnaissance (échelles 1/50.000 et 1/100.000) a été élaborée à l'échelle 1/1.200.000 pour montrer l'état des travaux de pédologie et, par conséquent, les besoins en études à cette échelle dans certaines régions qui n'ont jamais fait l'objet de cartographie.

## III- DONNEES D'INVENTAIRE

L 'inventaire est établi sous forme de tableaux comportant différents critères pouvant décrire une étude pédologique.

Nous essayons par ce travail d'apporter une information complète et utile pour les utilisateurs. Ces données sont :

### 1- Le maître d'oeuvre :

organisme chargé du lancement et la direction des marchés de pédologie ou responsable d'une étude faite pour son compte. Il s'agit des organismes suivants :

- La D.E.F.C.S. a élaboré des travaux pédologiques (avec ou sans cartographie) pour l'étude de la vocation des forêts ou dans le cadre d'aménagements forestiers sur des superficies réduites et d'aménagements des bassins versants pour la conservation des sols.
- La DER succédant à l'ex-ONI est chargée, entre autres, de la cartographie des régions destinées à l'irrigation. Il s'agit des études de reconnaissance d'avant-projet d'irrigation à l'échelle 1/50.000. ou bien des études détaillées du 1/5.000 ou 1/20.000 nécessaires aux travaux d'équipement et de mise en valeur en irrigué.
- L'ex-DMV a réalisé des études pédologiques pour la mise en valeur agricole, le remembrement et le lotissement des terres récupérées.
- La DPV entreprend depuis 1982, un programme d'établissement des cartes pédologiques de

reconnaissance et de détails dans différentes régions du pays. Le programme entre dans le cadre de l'identification et de préparation des projets intégrés, de mise en valeur et de remembrement. En outre, ce programme a aussi pour but d'inventorier le capital sol du pays et d'opérer un classement d'aptitudes des sols en vue de déterminer leurs vocations ainsi que les aménagements nécessaires pour une mise en valeur rationnelle.

- L'ex-DTP avait contribué dans la cartographie des sols dans le but d'aménagement et d'équipement hydroagricole.
- La DVRA a de son côté contribué dans la cartographie des sols par la réalisation d'études agropédologiques en vue de définir le potentiel de production et pour le lotissement des terres récupérées par l'état.
- L'IAV HASSAN II et l'ENA ont réalisé des cartes pédologiques dans le cadre de mémoires de fin d'études.
- L'INRA a surtout travaillé pour la cartographie de reconnaissance (1/100.000 et 1/50.000) pour le compte des ORMVA afin de préparer les documents de base nécessaires au projet de développement agricole, ou la cartographie générale (1/200.000 et 1/500.000) dans le but de l'élaboration de la carte générale du pays. Malheureusement, ces cartes n'ont pas été achevées. De plus, il a réalisé des cartes schématiques des sols du Maroc à maintes reprises.
- Le MARA a chargé la FAO pour la réalisation d'études de grands projets tels le Projet Sebou, le Projet DERRO...
- L'ex-ONMR a contribué dans la cartographie des sols dans le but d'aménagements hydroagricoles.
- D'autres études ont été élaborées particulièrement par certains organismes pour des objectifs bien précis tels que le Ministère de l'Intérieur et l'ex-Ministère du développement ainsi que par divers auteurs ayant publié leurs travaux dans différentes revues (voir tableau d'inventaire).

## 2. L'échelle :

Elle représente l'échelle de l'étude cartographique. Il est à signaler que l'édition des cartes se fait, parfois, à une échelle différente de celle de la cartographie. Nous citons à titre d'exemple les études réalisées par la DPV à une échelle de 1/100.000 et une édition au 1/50.000.

## 3. Le réalisateur :

Organisme de l'état réalisant l'étude ou société spécialisée désignée par le maître d'oeuvre pour faire l'étude sous le contrôle du bureau de pédologie central (DER, DPV.) et des bureaux de pédologie régionaux (ORMVA, DPA), soit une personne travaillant dans un organisme de recherche (INRA, IAV HASSAN II..) désignée dans le tableau d'inventaire par une étoile.

## 4. La nature de l'étude :

L'étude pédologique est entreprise dans un but bien précis en vue de la mise en valeur agricole en bour ou en irrigué, pour le remembrement et pour le lotissement.

## 5. La zone d'étude :

Elle est définie par la situation géographique de la zone étudiée (Commune, province,...)

## 6. Les coordonnées Lambert :

Ce sont les coordonnées des deux points extrêmes délimitant la zone d'étude : le point Nord Est et le point Sud Ouest.

## 7. La superficie :

C'est la superficie de la zone étudiée en ha.

## 8. Les documents disponibles :

Les documents mentionnés dans la colonne "documents disponibles" du tableau de l'inventaire

sont ceux qui existent dans au moins l'un des lieux d'archivage. Il est à préciser que pour les lieux d'archivage entre parenthèses, les documents sont supposés exister dans ces organismes.

### 9. Les références :

Ce sont soit les références des microfiches du CND indiquées par MF, soit les références des revues ayant publié l'étude, soit les numéros de références de certains organismes maîtres d'oeuvre telle que la station de recherche forestière (N° SRF).

## IV. SYNTHÈSE SUR LES TRAVAUX DE PÉDOLOGIE

### 1. CARTE DES SOLS DU MAROC

La carte des sols du MAROC a été établie à l'échelle 1/1.500.000 en 1934 par DELVILLAR et en 1950 par CAVALLAR. Elle a été reprise par BRYSSINE en 1977 pour la région du Nord et Nord Ouest du MAROC aux échelles 1/1.500.000 et 1/3.000.000 (INRA).

Une carte des sols a été réalisée par le ministère de l'intérieur à l'échelle 1/5.000.000 en 1982 dans le cadre d'établissement de l'atlas des ressources naturelles.

### 2. ETUDES GÉNÉRALES DES SOLS (DU 1/200.000 au 1/500.000)

L'INRA a réalisé des cartes aux échelles 1/200.000 et 1/500.000 dans le but de l'élaboration d'une carte générale du pays et ceci pour les régions du Rif, du Tangérois, les plaines du Souss, du Tadla et du Haouz ainsi que la Méséta Côtière. Malheureusement, cette cartographie n'a pas été achevée.

Des cartes de synthèse ont été élaborées par le Projet Sebou aux échelles 1/200.000 pour la plaine du Sais et 1/250.000 pour la plaine du Gharb.

L'IAV HASSAN II a réalisé une carte pédologique à l'échelle 1/250.000 dans le cadre du projet d'aménagement pastoral dans la zone orientale.

Des cartes de synthèse à l'échelle du 1/250.000 sont en cours d'établissement conjointement par la DPV et la DCFTT.

### 3. ETUDES DE RECONNAISSANCE (1/50.000 ET 1/100.000)

La quasi-totalité sinon la totalité des zones d'action des offices de mise en valeur agricole du Gharb, du Haouz, du Tadla, du Doukkala, de la Moulouya, du Souss et du Loukkos ainsi que les vallées du Draa et du Ziz ont été étudiées à l'échelle de reconnaissance (1/100.000 ou 1/50.000) par la D.E.R., l'I.N.R.A., la FAO pour le compte du Ministère, l'ex-DMV et l'ex-DTP et ceci pour une cartographie permettant une connaissance générale des sols et pour la préparation des projets de mise en valeur.

Actuellement les études d'avant projet d'irrigation (de reconnaissance) s'étendent à l'extérieur des secteurs d'offices, dans les zones de la Chaouia, de Taza et de la Bahira occidentale. L'ensemble de ces études a permis de couvrir approximativement 4 millions d'ha.

Les études pédologiques pour la mise en valeur agricole réalisées par la DPV s'étendent dans les zones bour favorables dans différentes provinces (Oujda, Tanger, Tétouan, Kénitra, Khénifra, Meknes, Fes, Taounate, Agadir, Taroudant, Boulemane, Benslimane, Settat, Tiznit, Khémisset, Safi) pour couvrir une superficie de 5.2 millions d'ha.

Certaines zones ont été cartographiées à l'échelle de reconnaissance telles que la Chaouia au 1/50.000 par l'IAV HASSAN II, la zone pastorale de l'oriental au 1/100.000 par la DER; d'autres régions ont été étudiées à cette échelle par l'ex-DMV et l'ex-DTP tels que le Skoura du Dadés, la plaine du Sais, la zone d'El Jadida et celle de Marrakech, sans omettre la région de Taounate, cartographiée dans le cadre du projet DERRO. L'ensemble de ces études couvre une superficie d'environ 700.000 ha.

En conséquence, nous retenons que la couverture pédologique cartographiée à l'échelle de reconnaissance (1/50.000 et 1/100.000) s'estime aux environs de 10 millions d'ha.

### 3. ETUDES AUX ECHELLES DETAILLEES (1/5.000 ET 20.000)

Les secteurs d'irrigation de tous les offices et ceux en projets d'équipement, ainsi que les périmètres de petite et moyenne hydraulique (PMH) et certaines zones bour dans les secteurs des ORMVA ont été cartographiés à l'échelle détaillée (1/5.000 et 1/20.000). Toutes ces études rentrent dans le cadre des projets d'équipement en vue de l'irrigation ou de remembrement.

La DPV entreprend également de la cartographie au 1/5.000 pour servir aux projets de remembrement dans le bour.

Des études à cette échelle détaillée ont été faites par la FAO dans le cadre de la coopération avec le MARA en vue de la mise en valeur et d'aménagement hydro-agricole dans le Souss-Massa.

L'ex DMV et la DVRA actuellement, ont réalisé des études agropédologiques à l'échelle 1/5000 pour le bour et 1/2000 pour l'irrigué en vue de définir le potentiel de production et d'allotir les terres récupérées de l'état.

L'INRA, la DEFCS, l'ex-DTP ET L'IAV Hassan II, ont contribué dans la cartographie détaillée par quelques études à différentes échelles(1/2000 au 1/25000), pour différents objectifs (recherche, mise en valeur, aménagement,...)

L'ensemble de ces études couvre une superficie de 2 millions environ.

Il est à noter que pour les différentes études citées ci-dessus, les superficies mentionnées sont approximatives, pour des raisons de chevauchement de quelques zones d'étude, difficiles à soustraire et du manque de certaines données de superficie, ainsi qu'une répétition de certaines études ( voir carte de situation au 1/1.200.000 des zones d'études pédologiques réalisées aux échelles 1/50.000 et 1/100.000).

Les auteurs tiennent à remercier tous les organismes qui ont contribué et aidé à la réalisation de ce travail (DEFCS, DER, DPV, DVRA, IAV Hassan II, INRA, ORMVA et CND),ainsi que les différentes sociétés (SCET, MAROC-DEVELOPPEMENT et SOMET) qui n'ont pas hésité à nous prêter assistance pour accomplir cette tâche.

## I N D E X

|                                    |   |   |
|------------------------------------|---|---|
| AMSSOL                             | : | ASSOCIATION MAROCAINE DES SCIENCES DU SOL   |
| CND                                | : | CENTRE NATIONAL DE DOCUMENTATION  |
| DCFCC                              | : | DIRECTION DE LA CONSERVATION FONCIERE, DU CADASTRE<br>ET DE LA CARTOGRAPHIE                                 |
| DEFCS                              | : | DIRECTION DES EAUX ET FORETS ET DE LA CONSERVATION<br>DES SOLS  |
| DER                                | : | DIRECTION DE L'EQUIPEMENT RURAL   |
| DMV                                | : | ex DIRECTION DE MISE EN VALEUR AGRICOLE   |
| DPV                                | : | DIRECTION DE LA PRODUCTION VEGETALE   |
| DTP                                | : | ex DIRECTION DES TRAVAUX PUBLICS  |
| DVRA                               | : | DIRECTION DE LA VULGARISATION ET DE LA REFORME<br>AGRAIRE   |
| ENA                                | : | ECOLE NATIONALE D'AGRICULTURE   |
| IAV HASSAN II                      | : | INSTITUT AGRONOMIQUE ET VETERINAIRE HASSAN II   |
| INRA                               | : | INSTITUT NATIONAL DE LA RECHERCHE AGRONOMIQUE   |
| MARA/FAO                           | : | MINISTERE DE L'AGRICULTURE ET DE LA REFORME AGRAIRES<br>ORGANISATION DE L'AGRICULTURE ET DE L'ALIMENTATION. |
| MD/FAO                             | : | ex MINISTERE DE DEVELOPPEMENT/ORGANISATION DE<br>L'AGRICULTURE ET DE L'ALIMENTATION                         |
| MI                                 | : | MINISTERE DE L'INTERIEUR  |
| ONMR                               | : | ex OFFICE NATIONAL DE MODERNISATION RURALE  |
| ORMVA                              | : | OFFICE REGIONAL DE LA MISE EN VALEUR AGRICOLE   |
| SCET, SOMET ET MAROC DEVELOPPEMENT | : | SONT DES BUREAUX D'ETUDES   |

ROYAUME DU MAROC

MINISTÈRE DE L'AGRICULTURE  
ET DE LA RÉFORME AGRICOLEDIRECTION  
DE LA CONSERVATION FONCIÈRE  
ET DES TRAVAUX TOPOGRAPHIQUES

DIVISION DE LA CARTOGRAPHIE

## VIII — INSTITUT AGRONOMIQUE ET VÉTÉRINAIRE HASSAN II (I.A.V. HASSAN II) (Specimen)

## VIII. 1 - ECHELLE : 1/50.000

2/3

| N° | DATE | REALISATEUR                          | NATURE DE L'ETUDE | ZONE D'ETUDE                                     | COORDONNEES LAMBERT (Km)   | SUPERFICIE (Ha) | DOCUMENTS DISPONIBLES  | LIEU D'ARCHIVAGE           | REFERENCES |
|----|------|--------------------------------------|-------------------|--|--|-----------------|------------------------|----------------------------|------------|
| 8  | 1979 | CHOURAICHI * ET<br>OUBAHAMOU * (DSS) | MEMOIRE (SETTAT)  | GUISSER-KHEMIS ZONE SUD (SETTAT)                 | X <sub>1</sub> = 275 X <sub>2</sub> = 302,5<br>Y <sub>1</sub> = 231 Y <sub>2</sub> = 246,5     | 25.000          | CARTE PEDO. ET RAPPORT | IAV HASSAN II (CDA ET DSS) |            |
| 9  | 1980 | MOUGHLI * (DSS)                      | MEMOIRE (SETTAT)  | GUISSER-ETTINE ZONE NORD (SETTAT)                | X <sub>1</sub> = 287 X <sub>2</sub> = 303<br>Y <sub>1</sub> = 243 Y <sub>2</sub> = 259         | 10.000          | CARTE PEDO. ET RAPPORT | IAV HASSAN II (CDA ET DSS) |            |
| 10 | 1981 | DANIANE * (DSS)                      | MEMOIRE (SETTAT)  | KHEMISSET-KHEMIS SIDI MOHAMED RAHAL (SETTAT)     | X <sub>1</sub> = 269,3 X <sub>2</sub> = 282,6<br>Y <sub>1</sub> = 241,5 Y <sub>2</sub> = 251,8 | 9.000           | CARTE PEDO. ET RAPPORT | IAV HASSAN II (CDA ET DSS) |            |
| 11 | 1981 | EL KABBASSI * (DSS)                  | MEMOIRE (SETTAT)  | GUISSER DAR CAID ESSGHIR ZONE EST (SETTAT)       | X <sub>1</sub> = 298 X <sub>2</sub> = 310,2<br>Y <sub>1</sub> = 243,3 Y <sub>2</sub> = 255     | 7.000           | CARTE PEDO. ET RAPPORT | IAV HASSAN II (CDA ET DSS) |            |
| 12 | 1981 | BADRAOUI * (DSS)                     | MEMOIRE (SETTAT)  | ETTINE-KHEMIS ZONE NORD (SETTAT)                 | X <sub>1</sub> = 277,5 X <sub>2</sub> = 298<br>Y <sub>1</sub> = 243,5 Y <sub>2</sub> = 254     | 9.000           | CARTE PEDO. ET RAPPORT | IAV HASSAN II (CDA ET DSS) |            |
| 13 | 1981 | LOUAH * (DSS)                        | MEMOIRE (SETTAT)  | OULAD SAID ZONE EST (SETTAT)                     | X <sub>1</sub> = 274 X <sub>2</sub> = 288,3<br>Y <sub>1</sub> = 257 Y <sub>2</sub> = 265,5     | 7.600           | CARTE PEDO. ET RAPPORT | IAV HASSAN II (CDA ET DSS) |            |
| 14 | 1981 | LJOUAD * (DSS)                       | MEMOIRE (SETTAT)  | HAD MZOURA - OULAD MOUSSA (SETTAT)<br>ZONE OUEST | X <sub>1</sub> = 262,2 X <sub>2</sub> = 272,2<br>Y <sub>1</sub> = 241,5 Y <sub>2</sub> = 251,7 | 7.000           | CARTE PEDO. ET RAPPORT | IAV HASSAN II (CDA ET DSS) |            |
| 15 | 1982 | HIMAMOU * (DSS)                      | MEMOIRE (SETTAT)  | OULAD SAID ZONE SUD OUEST (SETTAT)               | X <sub>1</sub> = 260 X <sub>2</sub> = 276<br>Y <sub>1</sub> = 251 Y <sub>2</sub> = 266         | 8.230           | CARTE PEDO. ET RAPPORT | IAV HASSAN II (CDA ET DSS) |            |

ROYAUME DU MAROC

MINISTÈRE DE L'AGRICULTURE  
ET DE LA RÉFORME AGRICOLE

DIRECTION

DE LA CONSERVATION FONCIÈRE  
ET DES TRAVAUX TOPOGRAPHIQUES

DIVISION DE LA CARTOGRAPHIE

## XXII – REGION DE LOUKKOS (Specimen)

## XXII. 1 - Echelle : 1/2.000 OU 1/5.000

1/4

| N° | MAÎTRE D'ŒUVRE | DATE | RÉALISATEUR | NATURE DE L'ÉTUDE | ZONE D'ÉTUDE | COORDONNÉES LAMBERT Km | SUPERFICIE Ha | DOCUMENTS DISPONIBLES | LIEU D'ARCHIVAGE | REFERENCES |
|----|----------------|------|-------------|-------------------|--------------|------------------------|---------------|-----------------------|------------------|------------|
| 1  | DVRA           | 1975 |             | ÉTUDE PÉDOLOGIQUE | EL OUAMRA    |                        | 4.780         |                       | ORMVAL           |            |

## XXII. 2 - Echelle : 1/5.000

| N° | MAÎTRE D'ŒUVRE | DATE | RÉALISATEUR | NATURE DE L'ÉTUDE | ZONE D'ÉTUDE                               | COORDONNÉES LAMBERT Km   | SUPERFICIE Ha | DOCUMENTS DISPONIBLES                       | LIEU D'ARCHIVAGE      | REFERENCES |
|----|----------------|------|-------------|-------------------|--|--|---------------|---|-----------------------|------------|
| 2  | DER            | 1974 | SCET        | ÉTUDE PÉDOLOGIQUE | RIVE DROITE DE L'OUED DRADER               | X <sub>1</sub> = 424 X <sub>2</sub> = 430<br>Y <sub>1</sub> = 473 Y <sub>2</sub> = 476 | 2.500         |   | (DER), (ORMVAL), SCET |            |
| 3  | DER            | 1976 | OBLR        | ÉTUDE PÉDOLOGIQUE | TLETA RISSANA                              |  | 2000          | CARTES PÉDO., DE CLAS.<br>IRRIG. ET RAPPORT | (DER), ORMVAL         |            |
| 4  | DER            | 1977 | ORMVAL      | ÉTUDE PÉDOLOGIQUE | RMEL                                       | X <sub>1</sub> = 425 X <sub>2</sub> = 442<br>Y <sub>1</sub> = 480 Y <sub>2</sub> = 506 | 18.000        | CARTES PÉDO., DE CLAS.<br>IRRIG. ET RAPPORT | (DER), ORMVAL         |            |
| 5  | DER            | 1978 | SOMET       | ÉTUDE PÉDOLOGIQUE | RIVES DROITE ET GAUCHE DE L'OUED MAKHAZINE | X <sub>1</sub> = 435 X <sub>2</sub> = 458<br>Y <sub>1</sub> = 484 Y <sub>2</sub> = 508 | 12.500        | CARTES PÉDO., DE CLAS.<br>IRRIG. ET RAPPORT | (DER), ORMVAL, SOMET  |            |
| 6  | DER            | 1978 | SOMET       | ÉTUDE PÉDOLOGIQUE | BASSES COLLINES DU LOUKKOS                 | X <sub>1</sub> = 454 X <sub>2</sub> = 462<br>Y <sub>1</sub> = 489 Y <sub>2</sub> = 497 | 2.500         | CARTES PÉDO., DE CLAS.<br>IRRIG. ET RAPPORT | (DER), ORMVAL, SOMET  |            |
| 7  | DER            | 1978 | ORMVAL      | ÉTUDE PÉDOLOGIQUE | OUED BOUHRIRA                              |  | 6.000         | CARTES PÉDO., DE CLAS.<br>IRRIG. ET RAPPORT | (DER), ORMVAL         |            |
| 8  | DER            | 1978 | ORMVAL      | ÉTUDE PÉDOLOGIQUE | OUED DAHMOUN                               |  | 8.000         | CARTES PÉDO., DE CLAS.<br>IRRIG. ET RAPPORT | (DER), ORMVAL         |            |

INVENTAIRE DES ÉTUDES PÉDOLOGIQUES

# LA SITUATION ACTUELLE DES SERRES AU MAROC

Ahmed BEKKAOUI\*

## INTRODUCTION

Pour répondre à la demande alimentaire croissante et à la diversification des produits primeurs, de nouvelles techniques de production de plus en plus perfectionnées, ont été mises en oeuvre. Elles ont imposé à l'agriculture et plus spécialement à l'horticulture, des mutations radicales, leur permettant d'assurer une production programmée et contrôlée selon les besoins, ce qui les rapproche donc des activités industrielles.

L'utilisation des serres avec des systèmes de contrôle et de production complètement informatisée confirment cette évolution et permettent une augmentation du rendement par unité de surface, une meilleure précocité, une diversification et une amélioration de la qualité de production.

Bien que cette technique est assez récente au Maroc, elle a connu un développement très rapide ces dernières années.

Utilisée initialement dans la production maraîchère de primeurs, elle a été vite étendue à d'autres cultures dont la production est destinée soit à la substitution à des importations coûteuses pour le pays (cas de la banane), soit au renforcement et à la diversification des exportations (cas des fleurs).

Actuellement les abris-serres couvrent plus de 6000 ha, et connaissent une progression régulière et rapide. Ils concernent: tomate, poivron, melon, aubergine, fraisier, concombre, haricot vert, bananier, fleurs et plantes ornementales, plants fruitiers,...

Par sa situation géographique méditerranéenne, le Maroc a aussi opté pour les abris serres plastiques à armatures en bois ou métalliques.

## I- HISTORIQUE :

Le premier abri plastique, à armature en bois, dût apparaître en 1950, au sud de l'Europe et au sud-ouest des USA. Les horticulteurs doutant de son efficacité de protection physique contre le froid et le vent, ont anéanti les prévisions des industrielles qui, à première vue, ont pensé à une probable concurrence avec les serres en verre. La fabrication des plastiques et l'extension de leur utilisation en horticulture a donc connu une stagnation par méfiance.

Il fallait attendre une dizaine d'années plutard, pour que l'évolution technologique des abri-serres plastiques reprenne son élan afin de montrer leur efficacité et importance dans la protection physique des cultures maraîchères et étendre les surfaces protégées dans presque tout le bassin méditerranéen, le sud de la Californie, le Texas et la Floride au USA.

\* Maître Assistant au Département du Machinisme Agricole - Institut Agronomique et Vétérinaire Hassan II - Rabat.

Les horticulteurs ont alors compris qu'il n'y a pas de concurrence avec les serres en verre mais plutôt une complémentarité d'utilisation. Le verre dans le nord où le froid est intense et la lumière naturelle est faible; et le plastique au sud relativement plus chaud et plus éclairé. Le plastique est aussi le refuge des petits horticulteurs qui ne supportent pas le prix élevé du verre.

Au Maroc, les cultures sous-serres sont assez récentes. Les premières tentatives concernaient des essais expérimentaux sur tomate et poivron, ont été réalisées dans la région d'Agadir durant toute la période de 1967 à 1971. Par la suite (de 1971 à 1977), d'autres installations de démonstration ont été réalisées chez des agriculteurs des régions d'Agadir, Safi et El Jadida.

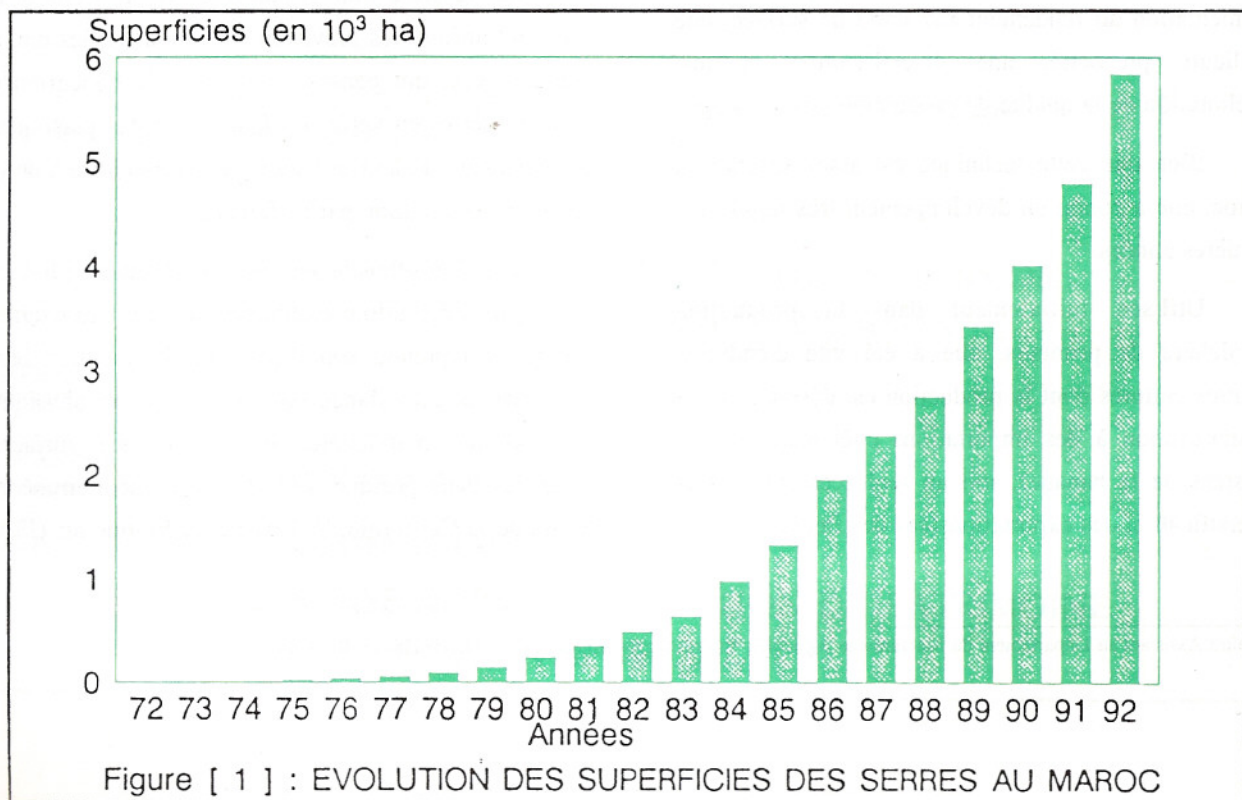
L'accord Maroc-CEE de 1976, introduisant un calendrier limité (Novembre - Avril) pour des exportations marocaines de tomates sur le marché de la CEE, a imposé aux producteurs de répondre aux nouvelles exigences du marché extérieur. Le secteur des primeurs devrait donc permettre une production conforme au calendrier adopté.

Dans cette nécessité, le MARA a développé en collaboration de la FAO et la participation de l'OCE, un projet de restructuration et de modernisation du secteur des primeurs; dit "projet primeurs".

La banque mondiale a par la suite accepté le financement de ce projet et un système de financement particulier a été mis à la disposition des agriculteurs pour l'installation de 1000 ha d'abris-serres. Ces installations ont concerné toutes les régions de primeurs du pays et le projet a été réalisé en moins de cinq ans.

Les abris-serres installés ont profité principalement aux tomates jusqu'en 1985. Leurs acquis techniques ont permis d'entreprendre avec succès d'autres cultures comme la banane et a ouvert la voie à d'autres spéculations intéressant l'exportation (fleurs, plants en pot, vigne, pêche, etc...)

C'est ainsi que la présence des serres au Maroc n'est devenue significative qu'à partir de l'année 1980.



## II- CHOIX DES REGIONS

### II-1 INTRODUCTION :

Au Maroc les superficies construites en abris-serres augmentent rapidement à tel point que l'espace commence à manquer à l'intérieur des régions anciennement connues pour leurs aptitudes climatiques favorables.

Il est donc opportun de faire le point sur les caractéristiques climatiques des différentes régions du pays, en focalisant notre attention sur les aptitudes qui les rendent intéressantes et qui peuvent guider notre choix pour de nouvelles implantations.

Rappelons que l'abri-serre froid ne crée pas un climat artificiel; il ne fait que transformer le climat naturel(A.Nissen 1979, Sirjacob 1987). Donc une serre sera d'autant meilleure(et moins coûteuse) qu'elle est bien située. Cependant cette transformation ne peut se faire en l'absence d'une intervention humaine pour adapter le climat dérivé :

- aux habitudes des utilisateurs,
- aux conditions économiques de la région,
- au climat de cette région,
- aux exigences des plantes cultivées,
- au matériau de couverture disponible...

## II-2 EXIGENCES CLIMATIQUES

### A SATISFAIRE:

L'implantation d'une serre dans une région donnée, est régie par de nombreux facteurs climatiques, édaphiques et économiques.

#### II-2-1 Les espèces cultivées :

Les productions horticoles commercialement intéressantes mettent en place des espèces souvent originaires de régions chaudes.

Par ordre croissant d'exigence en température, ce sont actuellement:

- tomate, concombre, rosier,poivron,
- aubergine, melon, bananier,...

#### II-2-2 - Facteurs climatiques:

##### a- La température:

Toutes ces espèces sont, en période de production, sensibles au gel. Leur seuil de végétation(zéro végétatif) est d'environ 12°C et leur optimum de production se situe entre 25 et 30°C. Ces espèces s'accomodent mal, pour la plupart, avec les température de l'air excédant 35°C (surtout si l'humidité de l'air est basse.)

La température agit par les maximas et les minimas enregistrés pendant la période projetée pour le cycle de la culture et influe énormément le développement et la croissance de la plante. C'est pourquoi dans certaines zones, valables pour l'installation de cultures sous-serres, présentant des périodes de gel, on a recours à des procédés pour l'élévation de la température. Les températures maximales par contre, laissent entendre l'utilisation préventive de dispositifs d'aération.

##### b- La lumière:

La quantité de lumière nécessaire à une croissance et une mise à fleur correctes semble être située à un niveau de 5 à 6 heures d'insolation réelle par jour, soit environ 900 à 1100 heures pour les six mois d'hiver(octobre - mars) (Anon 1987).

(1100 heures correspondraient à 2.3kWh/m<sup>2</sup> par jour, De Villele 1985).

### c- Le vent:

Un vent violent peut détruire une serre, c'est pourquoi toute nouvelle installation doit tenir compte des vitesses maximales du vent atteintes et de leur distribution annuelle, afin de prévoir des structures mécaniques plus solides ou dans le cas de faibles gravités, prévoir seulement des brises-vent. Dans le cas où ces aménagements ne peuvent atténuer l'effet du vent, le site devient non valable pour abriter des serres. Le vent a également une action sur l'orientation de la serre, l'évapotranspiration et favorise la luminosité.

### d- Les conditions climatiques optimales:

Le climat idéale doit satisfaire les conditions suivantes:

- Température minimale absolue supérieure à 0° C,
- Température moyenne des minimas du mois le plus froid, supérieure à 12° C. La satisfaction de cette exigence permet à la plante de ne jamais se trouver dans des conditions de température inférieures au zéro végétatif.
- Température moyenne des maximas du mois le plus chaud, inférieur à 30° C notamment si l'humidité de l'air est faible.
- Température maximale absolue 35° C.
- Durée d'insolation réelle hivernale pour une alimentation lumineuse suffisante de 900 heures.

### II-2-3 Disponibilité en eau:

L'installation d'abri-serre est liée initialement aux disponibilités en eau d'irrigation de qualité. Cette eau peut être disponible, soit par un réseau d'irrigation, soit par une source ou une nappe accessible.

Les plantes cultivées sous serres sont plus exigeantes en eau que celles cultivées en plein air, en effet, la plante ferme ses stomates (arrêt de croissance)

quand sa demande en eau au climat dépasse l'offre maximum.

### II-2-4 Facteurs économiques:

Les facteurs économiques sont directement liés aux problèmes d'accès aux installations, de transport et de commercialisation; c'est à dire l'existence d'une métropole proche et apte à absorber les récoltes, sans pour autant omettre de précéder l'installation par une étude de rentabilité intégrant le coût de cette installation, les moyens et les facteurs de production.

## II-3 LES MACROCLIMATS NATURELS AU MAROC :

Les régions du Maroc situées entre les méridiens 30° et 36° nord et plus particulièrement les régions côtières présentent toutes les possibilités favorables qu'offrent les meilleurs sites du monde pour l'implantation des serres. En effet, l'insolation hivernale, pour ces régions, varie entre 934 et 1520 heures et la probabilité de gel est presque nulle.

### II-3-1 Températures minimales et maximales absolues:

On peut constater que la probabilité de gel est nulle quand la moyenne des minimas du mois le plus froid est au moins égale à 7° C ( $m > 7^{\circ} C$ ).

La figure (2), présente l'isotherme  $m = 7^{\circ} C$ , qui délimite les zones à hiver chaud. C'est là que sont situées toutes les régions à risque de gel nul. Elles sont toutes inférieures à la zone littorale, où l'influence marine tempère les extrêmes de températures: l'amplitude maximale annuelle est inférieure à 25° C.

### II-3-2 Températures minimales mensuelles :

Remarquons que la température mensuelle (devant correspondre au zéro végétatif de 12° C), n'atteint ce seuil durant le mois le plus froid, dans aucune zone du Maroc. Elle ne s'élève, pour quelques

Figure (2) : Détermination des zones favorables à l'installation des serres au Maroc, pour les cultures hivernales de primeurs.

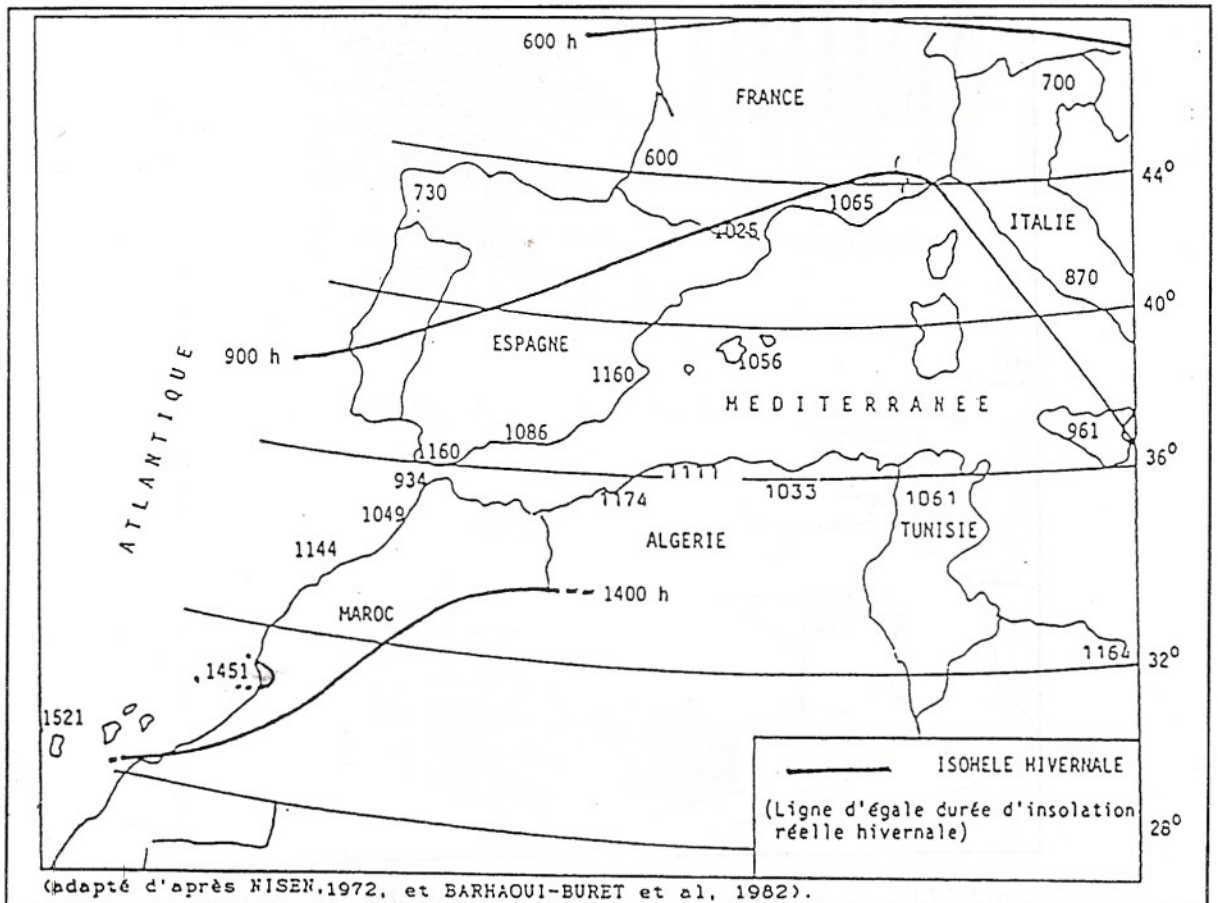
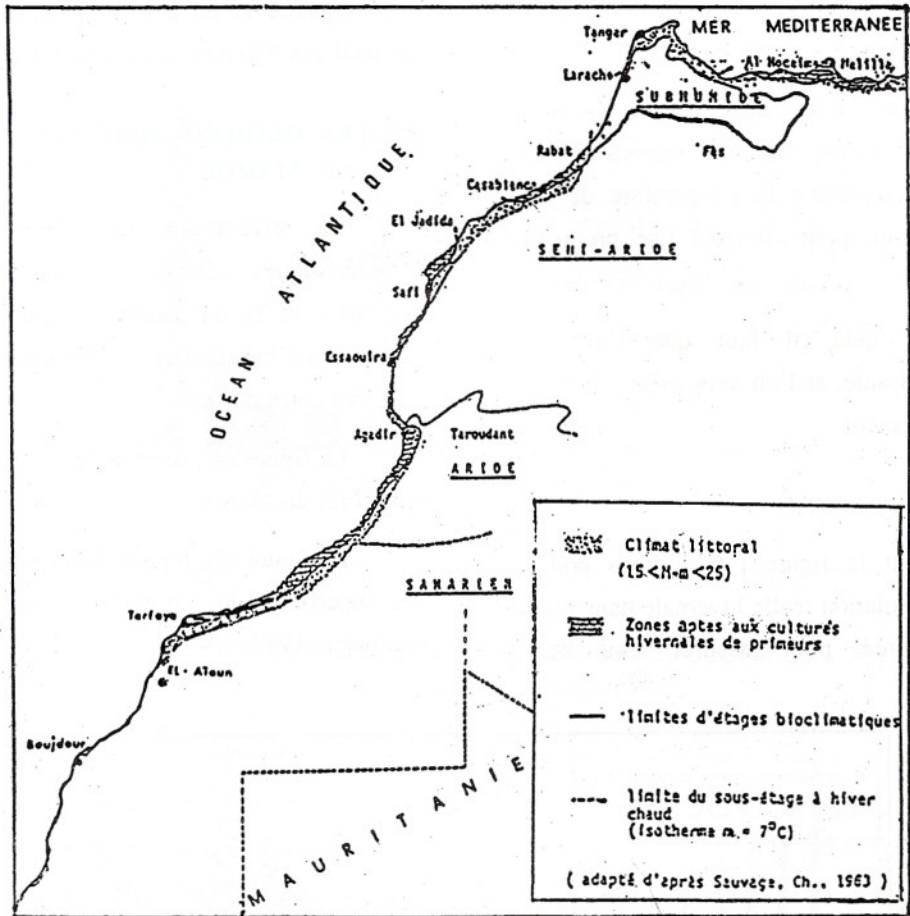


Figure (3) : Nombre d'insolation réelle d'octobre à mars dans l'ouest de la Méditerranée.

rare endroits, que jusqu'à 9.5°C environ (AlHoceima, Essaouira, Tanger...)

Ceci explique bien le caractère indispensable de l'effet de serre même dans les endroits les plus chauds du pays: augmenter la température de l'air, insuffisante en hiver, pour atteindre une production maximale.

Mais pour cela, il faut que l'insolation hivernale soit suffisante, si l'on veut éviter de devoir chauffer artificiellement.

### II-3-3 Insolation hivernale :

En observant la figure [ 3 ], nous pouvons remarquer que l'insolation réelle hivernale dans tout le pays est suffisante pour assurer une bonne

photosynthèse et un bon développement des plantes. Le seuil des 900 heures est atteint partout.

### III- LES REGIONS SERRISTES AU MAROC :

En effectuant une brève lecture des caractéristiques climatiques du littoral marocain (figures 2 et 3), on constate que les régions les plus adaptées à l'installation des abris-serres, se situent le long des côtes du pays.

La figure (4), représente les principales régions horticoles du Maroc.

La figure (5), représente la répartition régionale des superficies des abris-serres au Maroc, durant la campagne 1990 - 1991.

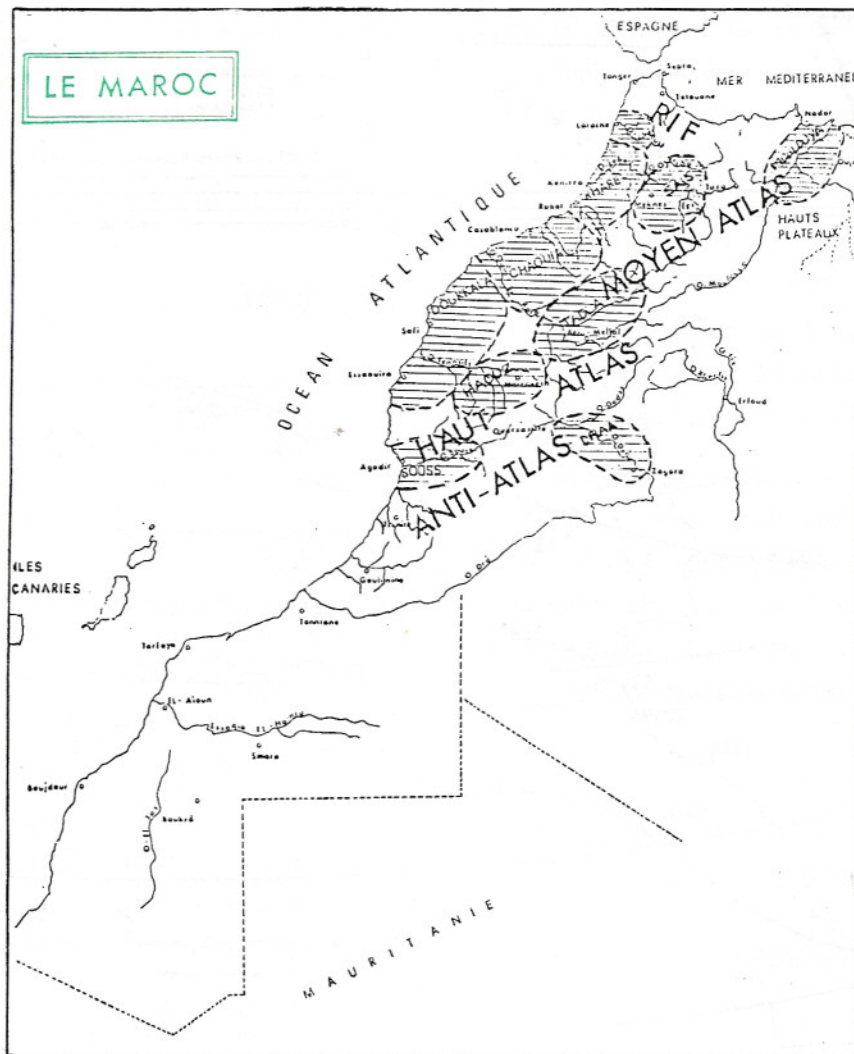
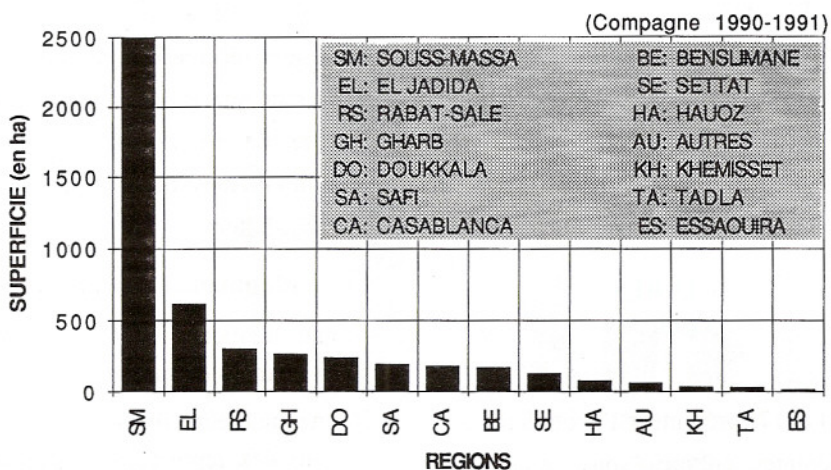
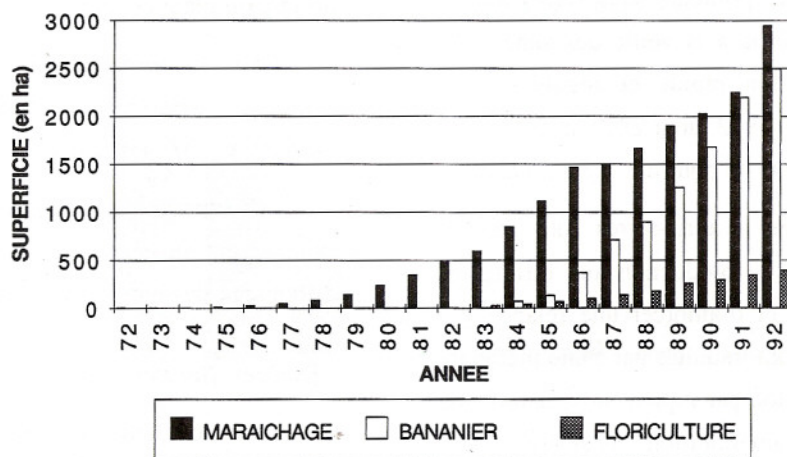


Figure (4) : Les principales régions horticoles au Maroc.

**FIG.5: REPARTITION REGIONALE DES SUPERFICIES DES SERRES**



**FIG.6: EVOLUTION DES SUPERFICIES DES CULTURES SOUS SERRES AU MAROC**



**FIG.7: SUPERFICIES DES CULTURES SOUS SERRES AU MAROC (Compagne 1991-1992)**

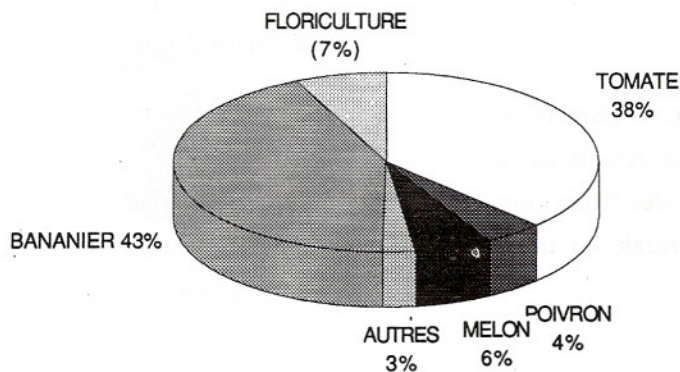


Figure (5) & (6) & (7)

On peut bien remarquer que, la région de sous-massa occupe la première place avec une superficie très importante (plus que la moitié de la superficie totale couverte de serres du pays), suivie de loin par les régions d'El Jadida, Rabat-Salé et Doukkala.

#### IV- EVOLUTION DES CULTURES SOUS SERRES AU MAROC :

Les figures (6) et (7) présentent l'évolution des superficies des différentes cultures sous serres au Maroc.

##### IV-1- PRIMEURS SOUS SERRES :

La superficie de primeurs sous serres qui ne dépassait guère les 150 ha à la veille des années 80, ont connu une évolution rapide et régulière pour atteindre les 2900 ha en 1992, dont 2210 ha de tomate, 250 ha de poivron et le reste pour des légumes divers.

Ces installations d'abris-serres ont permis d'adapter le calendrier de production aux différentes contraintes du marché et d'amorcer une relance des exportations. Elles se sont traduites par : une meilleure précocité de la production par rapport aux cultures de plein champ et une amélioration considérable des performances productives et qualitative. Il en résulte que pour la tomate, le rendement moyen obtenu à l'ha s'élève à 75 tonnes, les producteurs dépassent 100 tonnes et arrivent à 120 tonnes à l'ha.

##### IV-2- FLORICULTURE SOUS SERRES :

La floriculture au Maroc a démarré dans les régions de Marrakech, Tadla et Agadir qui se sont spécialisées dans la production des fleurs coupées et des plants. La région de Ouarzazate est très connue

pour la production de roses à parfum destinée soit à la distillation soit au séchage. La pratique des serres est également récente et n'a connu son introduction dans ce secteur que depuis 1983 pour couvrir actuellement plus de 400 ha, répartis sur les régions serristes les plus importantes: Sous-Massa, Haouz, El Jadida, Tadla et Rabat-Skhirat.

L'utilisation des abris-serres a permis:

- une meilleure adaptation de la production aux exigences du marché,
- une meilleure diversification des variétés florales cultivées, représentées au début principalement par la rose.

Pour la production de fleurs, le rendement moyen est de 260000 à 300000 fleurs par ha sous serres et de 30000 à 100000 fleurs par ha sous ombrière ou plein champ.

Pour les serres à régulation automatique de chauffage, d'aération et d'humidité, on atteint un rendement de 500000 fleurs par ha.

Les superficies florales protégées sont en plein accroissement au détriment de celles du plein champ qui subissent des réductions continues.

##### *Espèces florales :*

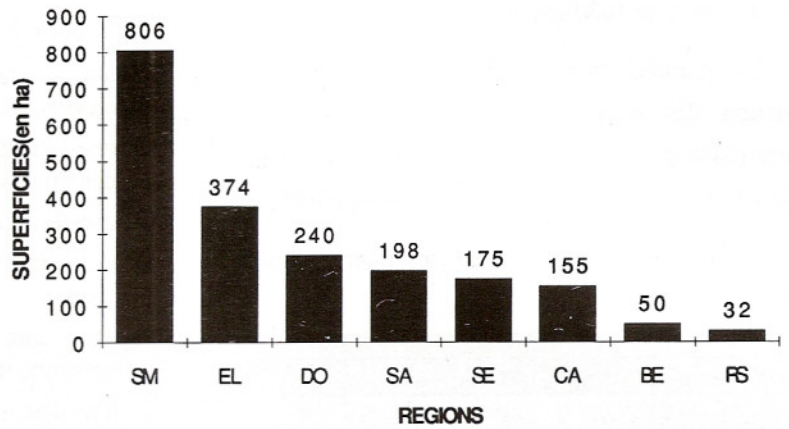
Le rosier demeure la principale espèce florale cultivée au Maroc aussi bien sous abris-serres qu'en plein air. Il est suivi de très loin par l'oeillet dont la culture commence à prendre de plus en plus de l'importance.

Les autres espèces (Glaïeul, Strélitzia, Dahlia, Astère, Fresa, etc...), sont encore moins représentatives sous serres.

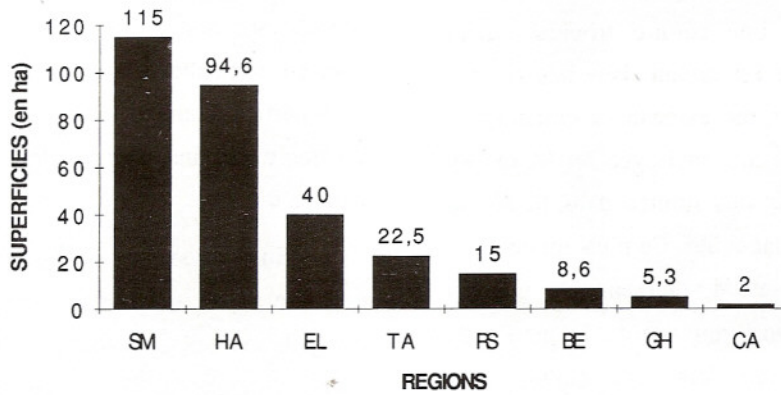
##### *Exportation :*

Les exportations marocaines de fleurs coupées continuent de progresser d'année en année reflétant

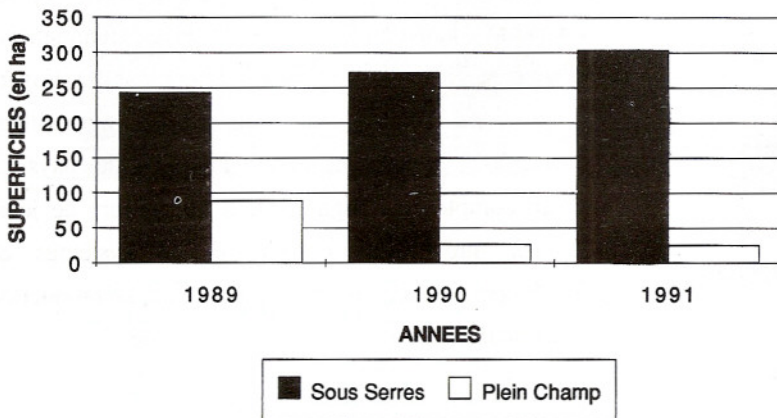
**FIG.8: REPARTITION REGIONALE DES PRIMEURS SOUS SERRES (1990)**



**FIG.9: REPARTITION REGIONALE DES CULTURES FLORALES SOUS SERRES (1990)**



**FIG.10: EVOLUTION DES SUPERFICIES DU ROSIER**



ainsi l'extension des superficies d'abris-serres. Les tonnages réalisés à l'export au cours de la campagne 1990-1991 sont de 1650 tonnes.

Le marché français demeure la principale destination des exportations marocaines de fleurs coupées (64% du tonnage export) suivi de très loin par les Pays-Bas (11%), la RFA (8%) et la Suisse (6%).

Les principales destinations des fleurs coupées en 1991 sont :

| DESTINATION  | QUANTITE(en tonnes) | %    |
|--------------|---------------------|------|
| C.E.E.       | 1483                | 89,9 |
| Suisse       | 102                 | 6,2  |
| USA + Canada | 27                  | 1,6  |
| Moyen Orient | 5                   | 0,3  |
| Scandinavie  | 2                   | 0,1  |
| Autres       | 31                  | 1,9  |

#### IV-3- BANANIER SOUS SERRES :

Le bananier est une culture tropicale, dont l'optimum de croissance est atteint dans des régions chaudes et humides. Par ses exigences climatiques, cette culture ne pouvait être envisagée au Maroc en dehors d'une petite zone très limitée dans la région d'Agadir à microclimat particulier. Ce n'est qu'en 1982 que son développement est devenu possible grâce à des promoteurs particuliers qui ont eu le mérite de pratiquer pour la première fois cette culture sous abris-serres.

Les premiers essais de la culture de bananier sous abris-serres ayant donné des résultats satisfaisants; une promotion de cette technique devrait être assurée et son extension fut donc encouragée.

Les installations d'abris-serres pour le bananier ont connu alors élan remarquable pour mettre le marché national à l'abri de la nécessité de toute importation de ce produit, qui a occasionné au Maroc, en 1977, une sortie de devises de l'ordre de 38,6 Millions de dirhams, suite à laquelle les importations de banane ont été suspendues.

La culture du bananier sous-serre exige :

- une température comprise entre 25 et 30°C,
- une hygrométrie suffisante d'où la nécessité de la brumisation,
- un sol relativement profond et drainant,
- une irrigation suffisante(sans présence de salinité élevée),
- une désinfection des sols notamment contre les nématodes,
- une fertilisation organique et minérale adéquate,
- l'utilisation de plants sélectionnés indemnes de virus,
- une lutte phytosanitaire régulière contre les maladies fongiques,
- une orientation minimisant la résistance au vent conjuguée à l'installation de brise-vents adéquats,...

#### CONCLUSION :

A travers ce petit aperçu sur les abris serres, nous avons pu relever que les régions méditerranéennes sont souvent favorables aux installations des serres, mais comportent des limites dues en particulier aux aléas climatiques d'une saison. Plus particulièrement, le Maroc présente un site très favorable aux installations des serres notamment ses régions côtières.

En analysant la situation actuelle du pays, on constate que certaines régions, favorables à l'installation des abris-serres, commencent déjà à être saturées(régions d'El Jadida et d'Agadir...où les cultures sous-serres se développent rapidement au détriment de celles du plein air). les cultures protégées continueront sans doute, à se développer d'une manière rapide tant que celles-ci restent potentiellement rentables. A cet effet, des régions n'abritant auparavant aucune serre commencent aujourd'hui à en avoir (Gharb, Moulouya,...). Voyant les régions côtières se saturer, les agriculteurs marocains s'orienteront vers l'intérieur du pays en tenant compte de l'augmentation du nombre de jours de gel, moyennant l'utilisation de systèmes de chauffage; et ceci continuera tant que la production sera rentable et compétitive sur le marché.

# ETUDE DE L'IMPACT DE L'IRRIGATION SUR L'ENVIRONNEMENT CAS DU PERIMETRE DU TADLA

Dr DEBBARH A.<sup>(1)</sup>, HAMMANI A.<sup>(2)</sup>

## R E S U M E

Le périmètre du Tadla a connu, depuis sa mise en eau, une remontée excessive de la nappe phréatique dûe, non seulement à des facteurs naturels mais aussi à des problèmes techniques (percolation d'eau d'irrigation, drainage insuffisant...). Ce phénomène a été accompagné par une dégradation de la qualité des eaux souterraines manifestée par l'accroissement de la salinité et de la concentration en nitrates.

Une étude, menée au périmètre du Tadla pendant les années 90/91 et 91/92, avait pour objectifs, d'une part, l'évaluation des problèmes de drainage et d'engorgement des sols par le diagnostic du réseau d'assainissement et l'étude de la dynamique de la nappe, en établissant son bilan hydrogéologique. Et d'autre part, l'évaluation des problèmes de la qualité des eaux et des sols dans le périmètre du Tadla par le biais d'un diagnostic de la situation actuelle de la pollution de la nappe par les sels et les nitrates.

L'établissement du bilan de la nappe phréatique du Tadla a permis de conclure que les eaux d'irrigation sont la principale source d'alimentation de la nappe dont la réserve augmente avec une moyenne de 60 Millions de m<sup>3</sup>/an pour le périmètre de

Beni-Moussa, et diminue de 4,5m<sup>3</sup>/an pour le périmètre de Béni-Amir. Le rabattement observé pendant les années de sécheresse était dû, principalement au développement du pompage individuel.

Concernant la salinité, les teneurs en résidu sec de l'eau atteignant jusqu'à 5200mg/l à l'aval hydraulique du périmètre risquent de poser des problèmes préjudiciables au sol. De même les risques posés par l'eau de l'Oum Er-Rbia pour les cultures sensibles ont été dégagés. En tenant compte de la salinité de l'eau et du sol, un inventaire de cultures qui peuvent être pratiquées est établi. En plus, les besoins en eau de lessivage pour les cultures principales pratiquées ont été quantifiés.

Quant à la pollution de la nappe par les nitrates cette étude a mis en relief l'état de dégradation de la qualité des eaux souterraines posant ainsi un problème préoccupant en raison de l'alimentation en eau potable de la population à partir de cette nappe, mais aussi du fait de l'influence que peut avoir cette pollution sur le barrage El Massira. L'examen des tendances évolutives des teneurs en nitrates au niveau de quelques puits témoins ont montré qu'il y a un accroissement annuel de 5mg/l dans les Beni Amir et de 4 mg/l dans les Beni Moussa.

(1) Professeur à l'Institut Agronomique & Vétérinaire Hassan II.

(2) Maître Assistant à l'Institut Agronomique & Vétérinaire Hassan II.

## I. INTRODUCTION

### I.1. SITUATION DU PERIMETRE DU TADLA

La plaine du Tadla d'une superficie d'environ 3600km<sup>2</sup> se trouve à environ 200Km au Sud Est de Casablanca dans la Province de Béni Mellal. Elle présente un relief dont la topographie est généralement régulière d'une altitude moyenne de l'ordre de 400m.

Le climat de la région est de type semi-aride à aride à caractère continental. La pluviométrie est répartie irrégulièrement dans le temps et dans l'espace. La moyenne annuelle est d'environ 350mm.

Les températures connaissent de très importantes variations saisonnières; il n'est pas rare d'observer en hiver des températures comprises entre 0 et 5° C alors que les maximas d'été se situent entre 38 et 45° C.

## I.2 HISTORIQUE DE L'AMENAGEMENT HYDRO-AGRICOLE DU PERIMETRE DU TADLA

Le périmètre du Tadla couvre une superficie irriguée d'environ 114000ha dont 97000ha irrigués par la grande hydraulique, le reste par la PMH et le pompage diffus.

Ce périmètre par déterminisme géographique est scindé en deux parties : le périmètre irrigué des Béni Amir situé en rive droite de l'Oum Er R'bia et le périmètre irrigué des Béni Moussa en rive gauche (fig.1).

Sur le plan hydraulique, ces deux Périmètres sont indépendants. En effet, l'irrigation des Béni Moussa se fait par les eaux stockées du barrage Bin El Ouidane érigé sur Oued El Abid en 1953. La superficie totale irriguée est de 69500 ha dont l'équipement est pratiquement achevé en 1973.

(fig.1)

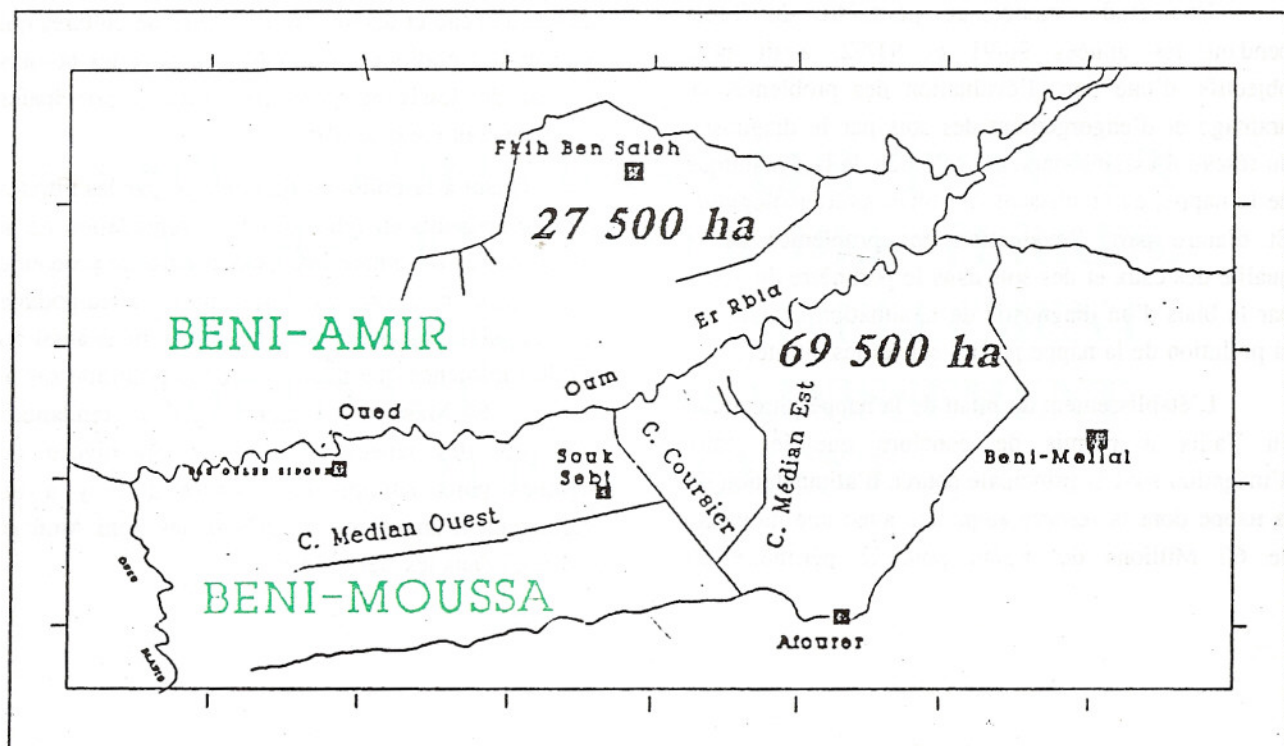


fig. 1: Périmètre du TADLA

Le périmètre des Béni Amir est irrigué par les eaux de l'Oum Er R'bia dérivées par un barrage poids à Kasba Tadla. La superficie équipée actuellement est de l'ordre de 28000ha et peut atteindre 35000ha au terme de l'aménagement.

### I.3 SITUATION ACTUELLE DE LA NAPPE PHREATIQUE

Le problème de la remontée de la nappe se manifeste dès que les conditions climatiques redeviennent normales. Ainsi il s'est manifesté de nouveau dans la zone du Canal Médian Ouest, la bande longeant le Canal Coursier la cuvette de Sidi Jabeur et l'aval hydraulique des Beni-Amir (fig. 2).

Quant à la salinité, la carte établie en Juillet 1991 (fig. 3) montre que pour le périmètre Beni-Amir la concentration en résidu sec dépasse partout 2g/l. Alors que le périmètre de Béni-Moussa la salure est différente de part et d'autre du Canal Coursier; à l'Est le résidu sec ne dépasse pas 1g/l. Cependant, à l'Ouest du Canal Coursier la nappe est beaucoup plus salée (résidu sec supérieur à 1g/l et atteint 3.5g/l à l'aval du Canal Médian Ouest).

## II. EVALUATION DES PROBLEMES D'ENGORGEMENT DES SOLS

Cette évaluation s'est faite par l'établissement du bilan hydrogéologique des deux nappes de Béni-Moussa et Béni-Amir, et par le diagnostic du réseau de drainage par le biais d'une expérimentation effectuée dans une zone très touchée par la remontée de la nappe du périmètre de Béni-Moussa de l'Ouest.

L'objectif visé par l'établissement du bilan est la détermination de la contribution de chaque terme dans l'alimentation et le rabattement de la nappe et la connaissance de l'évolution de sa réserve dans le temps. Le bilan comme modèle incorporé dans une base de données qui a été élaborée pour regrouper et centraliser toutes les informations existantes servira à aider le gestionnaire dans la prise des décisions pour maintenir la nappe à un niveau acceptable.

## II.1 SCHEMA ET EVALUATION DES TERMES DU BILAN DE LA NAPPE PHREATIQUE

Le schéma est le même pour les nappes phréatiques de Beni-Moussa et de Beni-Amir (fig. 4, figurant dans l'annexe 1).

### II.2 RESULTATS OBTENUS

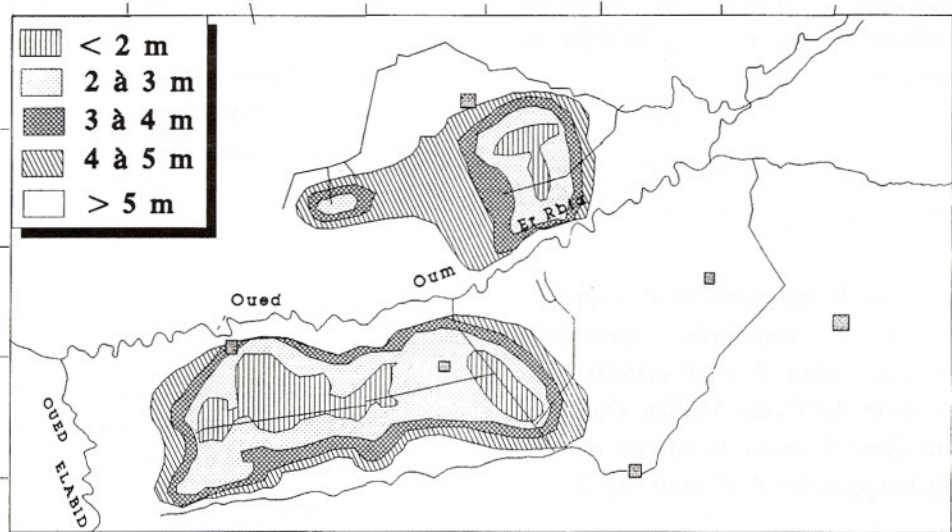
La validation du modèle utilisé pour le calcul mensuel a été faite par la confrontation de la variation réelle de la réserve de la nappe à celle calculée par le bilan. Cette comparaison a montré que ces deux valeurs suivent la même allure.

Le bilan de la nappe phréatique a été réalisé mensuellement entre 1975 et 1990 pour permettre de quantifier les différents termes avant, pendant et après sécheresse (1981-1984). Vue l'indépendance hydraulique entre les périmètres de Beni-Moussa et Beni-Amir on discutera les résultats séparément pour chaque périmètre.

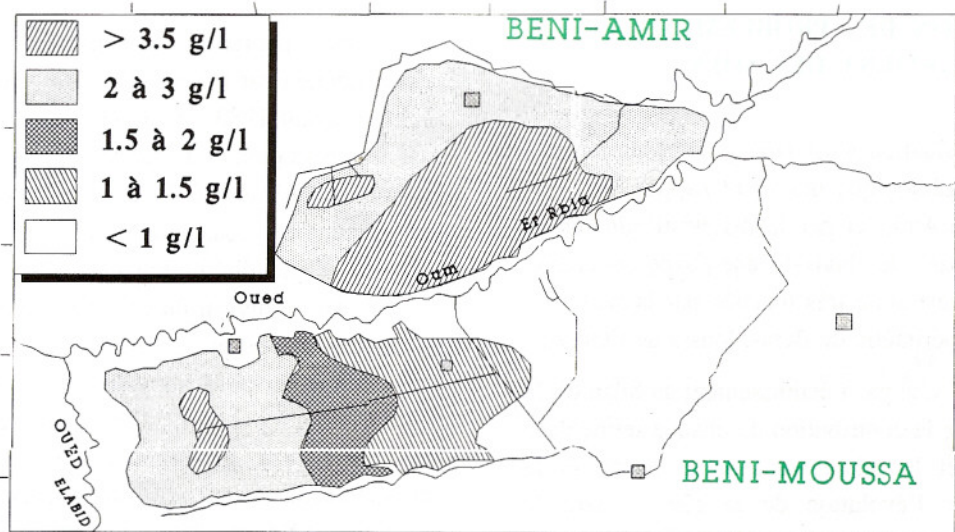
#### II.2.1 PERIMETRE DE BENI-MOUSSA

##### \* LES APPORTS (FIG. 5)

Les apports à la nappe sont constitués principalement par la percolation des eaux d'irrigation. En effet, avant 1980, ces apports contribuaient à 79% dans l'alimentation de la nappe, et ils ont dépassés 238 Millions de m<sup>3</sup>/an. En 1982, et suite à la sécheresse, une diminution considérable de ces apports a été observée. Cette diminution était due à la baisse du stock d'eau au niveau du barrage Bin El Ouidane. En 1985, ces apports commençaient à augmenter progressivement pour atteindre une moyenne de 161 Millions de m<sup>3</sup> par an (soit 70%). Il faut noter ici que les apports par irrigation enregistrés pendant les dernières années sont inférieurs à ceux observés entre les années 1975 et 1980, ceci est dû au changement intervenu dans la stratégie de distribution des eaux d'irrigation; qui était, avant 1982, à la demande des agriculteurs; et qui tient compte, à partir de 1982, des besoins en eau des cultures.



**Fig. n°2** : Situation de la nappe phréatique dans le périmètre du Tadla : Période Juin 1991.



**Fig. n°3** : Situation de la salure de la nappe phréatique : Période du 03/07/91 au 17/07/91

L'évolution des apports à la nappe par la pluviométrie est marquée par une diminution négligeable pendant les années de sécheresse. Les apports moyens à la nappe sont estimés à 45 Millions de m<sup>3</sup> par an. Cependant, l'évolution des apports latéraux montre que ceux-ci sont restés pratiquement stables avec une moyenne de 23 Millions de m<sup>3</sup> par an.

#### \* LES PRELEVEMENTS (FIG. 6)

Avant 1980 les prélèvements à partir de la nappe étaient constitués principalement par le drainage (67% soit 150Mm<sup>3</sup>/an). Ceci du fait que le réseau était dans son état neuf et la nappe était à de faibles profondeurs. Pendant la période de sécheresse la contribution des pompes au rabattement de la nappe a augmenté d'une façon considérable au détriment des prélèvements par le réseau de drainage (60%, atteignant 180Mm<sup>3</sup>/an en 1984). Cette augmentation était due d'une part à la succession de la sécheresse qui a entraîné un développement intense du secteur de pompage individuel (le nombre de puits fonctionnels est passé de 300 avant 1984 à 6000 après 1984). A partir de 1985 le drainage et le pompage participaient de la même façon au rabattement de la nappe.

### II.2.2 NAPPE DE BENI-AMIR (FIG. 7 & 8)

Les mêmes observations peuvent être faites :

- L'irrigation est l'élément essentiel dans l'alimentation de la nappe.
- Le drainage était le principal exutoire de la nappe avant 1980, mais suite à la succession de la sécheresse les pompes deviennent de plus en plus l'élément majeur dans le rabattement de la nappe. Les pompes contiennent, en outre, les eaux pompées à partir de la nappe pour l'AEP de la ville de Fquih Ben Salah et les eaux industrielles de l'OCP.

### II.3 EVOLUTION DE LA RESERVE DE LA NAPPE

Pour la nappe de Beni-Moussa (fig. 9) les apports dépassaient largement les prélèvements

pendant les années à pluviométrie normale ce qui a fait que la réserve de la nappe a augmenté de 60Mm<sup>3</sup>/an. Alors que pendant les années de sécheresse les prélèvements étaient dominants on assistait donc à une diminution de la réserve nappe de 50Mm<sup>3</sup>/an.

Quant à la nappe de Béni-Amir (fig.10), une légère augmentation de la réserve (7.4Mm<sup>3</sup>/an) a été enregistrée avant 1980. A partir de cette année on assistait à un des stockage de la nappe qui a été plus fort pendant les années de sécheresse (4.3Mm<sup>3</sup>/an).

Pour permettre de donner quelques explications relatives à la remontée excessive de la nappe une expérimentation a été réalisée au périmètre de Béni-Moussa de l'Ouest pour évaluer l'efficacité du réseau de drainage par l'observation des fluctuations des hauteurs de nappe entre une file de trois drains.

Les courbes de forme de nappe montrent que l'effet drainant n'est remarqué que sur les zones avoisinant les drains. Ce résultat est confirmé par le calcul de l'écartement optimal et qui varie entre 60 et 111m selon les caractéristiques hydrodynamiques du sol. De ce fait, l'écartement observé au niveau du périmètre des Béni-Moussa (350, 700 à 760, 1400m) apparaît très surestimé.

A partir du calcul du bilan à la parcelle il s'avère que les drains fonctionnent comme exutoire de la nappe (drain curé, non bouché) et comme une source d'alimentation de celle-ci (présence de batardeau). En outre les débits trouvés en tarissement non influencé ne dépassent guère 0.1l/s/ha et sont donc inférieurs au débit du projet (0.6l/s/ha). Ceci étant, ces débits correspondent au débit que devrait évacuer un réseau de drainage dimensionné comme celui du Tadla.

Tous ces résultats confirment que les drains à ciel ouvert du périmètre du Béni-Moussa ont une efficacité assez faible que ce soit des drains curés ou non curés.

On peut donc conclure que pour le périmètre de Béni-Amir c'est le problème de qualité des eaux qui est préoccupant. Cependant pour la nappe de Beni-Moussa, le problème d'engorgement des sols s'aggrave de plus en plus, les réflexions doivent donc

Fig. 5: Evolution des apports annuels  
Nappe de Beni-Moussa

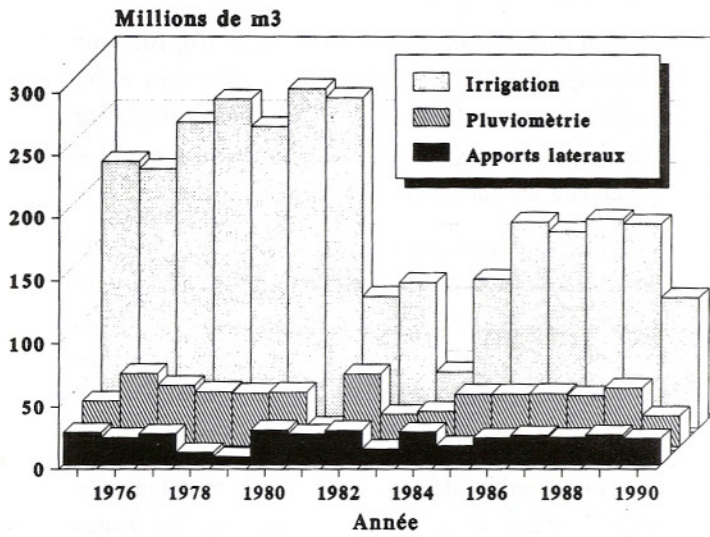


Fig. 6: Evolution des prélèvements annuels  
nappe de Beni-Moussa

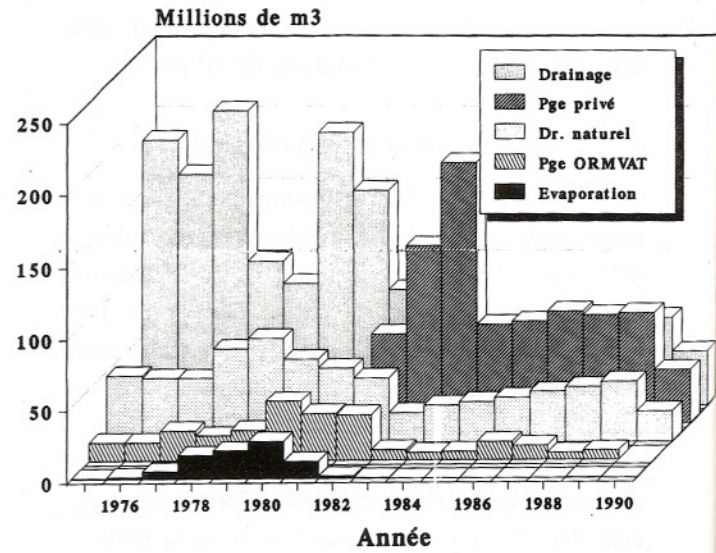


Fig. 7: Evolution des apports annuels  
Nappe de Béni-Amir

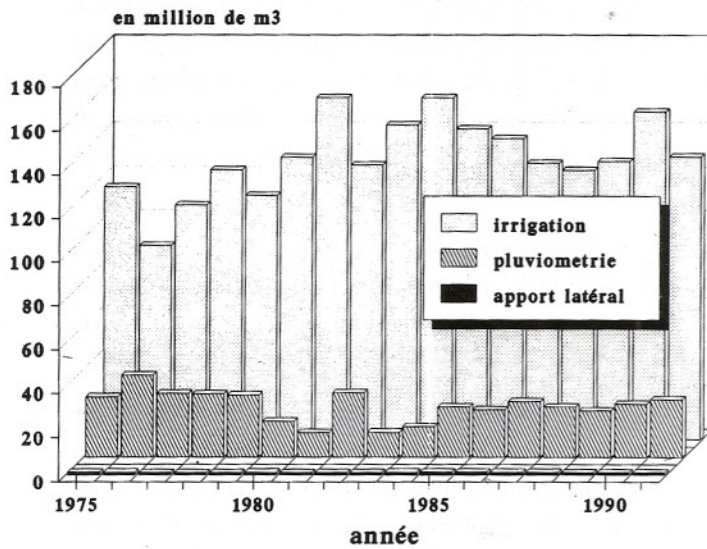


Fig. 8: Evolution des Prélèvements annuels  
Nappe de Béni-Amir

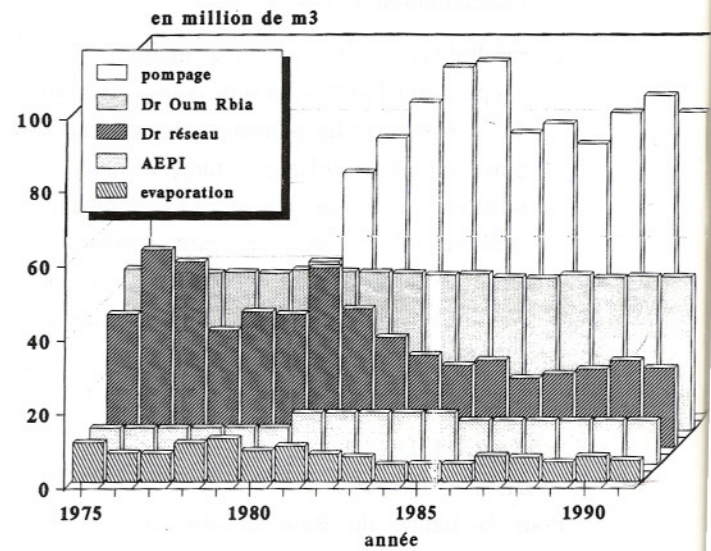


Fig. 9: Evolution de la réserve de la nappe

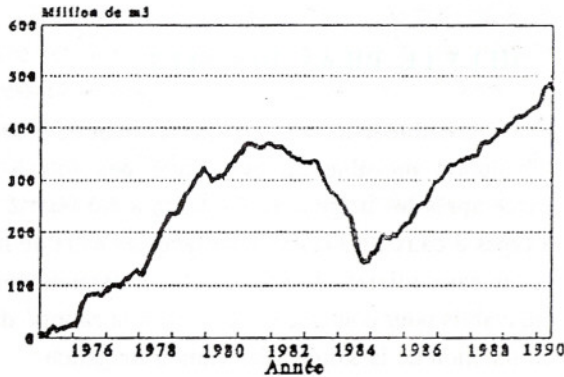
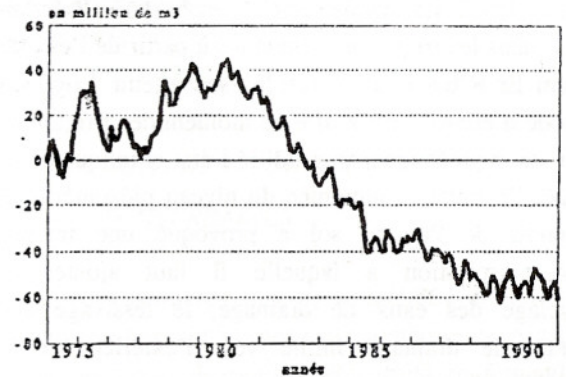


Fig.10: Evolution de la réserve Nappe de Béni-Amir



porter sur les stratégies de drainage et de gestion des ressources en eau de la nappe. Dans cette optique un certain nombre de stratégies ont été étudiées parmi lesquelles il faut retenir l'amélioration de l'efficacité de l'irrigation à la parcelle ou/et du réseau, et le développement davantage des pompages à partir de la nappe. En effet, une amélioration de 5% des efficacités à la parcelle et de l'efficacité du réseau pourrait pallier le problème de remontée de la nappe. De même, un encouragement des pompages individuels à partir de la nappe pourrait avoir le même effet.

### III. IMPACT DE L'IRRIGATION SUR LA QUALITE DES EAUX ET DES SOLS

#### III.1 ETUDE DE LA SALINITE

##### III.1.1 QUALITE CHIMIQUE DES EAUX DE SURFACE

###### a. LES EAUX DE L'OUM ER BIA

L'Oum Er Rbia véhicule des eaux salées (1g/l de résidu sec en moyenne avec un maximum observé en période d'étiage de 1,6g/l de résidu sec). Cet état de fait est surtout dû à l'apport des sources salées. D'après la classification de Riversid ces eaux sont commentées comme inutilisables pour l'irrigation. La mauvaise qualité des eaux de cet Oued est une cause

d'inquiétude à long terme pour l'irrigation des Béni-Amir. Il serait utile pour l'utilisation de ces eaux de prendre des dispositions appropriées pour éviter des conséquences préjudiciables aux sols et aux cultures. Ainsi, la construction du Barrage Dchar El Oued sur l'Oum Er R'Bia est impérative dans le but de réduire le taux de salinité des eaux d'irrigation à un niveau acceptable.

###### b. LES EAUX DE OUED EL ABID

Les eaux de l'oued El Abid sont de bonne qualité chimique (0.3g/l de résidu sec en moyenne avec un maximum de 0.4g/l). Ces eaux sont potentiellement assez bonnes et aptes à être utilisées, outre ses vocations actuelles (l'irrigation et la production d'énergie), pour les besoins domestiques et industriels.

##### III.1.2 HYDROCHIMIE DES EAUX SOUTERRAINES

###### a. NAPPE DE BENI-AMIR

La valeur du résidu sec de l'eau de la nappe varie de 0.7g/l à 5.2g/l. D'une manière générale, on observe un accroissement de la salure vers l'aval hydraulique, les valeurs du résidu sec dépassent généralement 2g/l pour atteindre 5.2g/l, particulièrement au Sud du CMV 508.

Il ressort de l'évolution comparative de la chimie de la nappe entre 1975 et 1988, qu'à l'extrême Nord du périmètre, la conductivité électrique est demeurée stable. Tous les autres points de mesure montrent une augmentation sensible de ce paramètre depuis 1975. La nappe était moins minéralisée en 1975, mais les irrigations conduites à partir de l'eau de l'Oum Er R'bia dont le résidu sec atteint 1.6g/l en période d'étiage c'est à dire au moment des irrigations intenses, a profondément modifié l'état chimique de la nappe. En outre la remontée du niveau piézométrique à moins de 2m du sol a provoqué une intense évapotranspiration à laquelle il faut ajouter le recyclage des eaux de drainage, le lessivage des engrais, le drainage limité vers l'extérieur et le développement intense des pompages.

#### *b. NAPPE DE BENI-MOUSSA*

La carte des résidus secs de l'eau de la nappe des Béni-Moussa (fig. 3) met en évidence deux zones :

- La région à l'Est du canal coursier recèle une eau dont les résidus secs varient de 0.3 à 0.7g/l. D'une manière générale les eaux d'irrigation sont douces et n'ont, semble-t-il, pas modifié l'équilibre chimique de la nappe.
- Par contre à l'Ouest du canal Coursier la nappe est beaucoup plus salée : Les résidus secs sont supérieurs à 1g/l pour atteindre 5.2g/l à l'extrême Ouest de ce périmètre. La minéralisation de ce secteur peut avoir une relation avec le transfert des solutés de l'amont vers l'aval et aussi avec la nature géologique des terrains sous-jacents.

Il ressort de l'évolution comparative de la chimie de la nappe entre 1975 et 1988 que certains points de mesure dénotent une tendance à la hausse à partir des années 1983-84.

Au terme de cette étude un inventaire des cultures à pratiquer dans le périmètre a été établi si

aucune amélioration n'est apportée pour réduire la salinité des eaux d'irrigation. De même les besoins en eau de lessivage ont été calculés pour maintenir le sol à un seuil tolérable pour les cultures pratiquées dans le périmètre.

### **III.1.3 LE BILAN DES SELS**

L'établissement de ce bilan permet de connaître l'évolution probable de la salinité des sols à long terme après les irrigations. Ce bilan a été réalisé pour 3 types d'eaux : les eaux de surface, les eaux de nappe et les eaux mixtes. A cette effet des diagrammes ont été établis pour connaître directement la salinité du sol en fonction de la salinité des eaux d'irrigation.

#### *a. LES EAUX DE SURFACE*

La salinité du sol à long terme avec l'irrigation par les eaux de l'Oum Er R'bia de conductivité électrique variant entre 1.7 et 3.3mmhos/cm pourrait donc évoluer entre 4 et 9mmhos/cm soit une classe R2 ce qui est acceptable mais il y a risque d'avoir des sols salés. Ce risque est plus élevé dans les sols fins.

Cependant l'irrigation par les eaux de l'Oued El Abid de conductivité électrique variant de 0.56 à 0.73mmhos/cm ne pose aucun risque de salinisation des sols.

#### *b. LES EAUX DE NAPPE*

L'irrigation avec les eaux de nappe excepté celles des Béni-Moussa de l'Est provoque une salinisation excessive des sols du fait que la majorité de ces eaux ont une conductivité électrique dépassant 5mmhos/cm.

#### *c. LES EAUX MIXTES*

Dans les zones irriguées par les eaux mixtes le risque de salinité dépend de la fraction des quantités d'eau à mélanger. Cependant ce risque est moins accentué que celui qui est dû à l'irrigation par les eaux de nappe seules.

## III.2 POLLUTION DES EAUX PAR LES NITRATES

### III.2.1 LES EAUX DE SURFACE

En raison de l'interaction entre les eaux de surface et les eaux souterraines nous avons jugé intéressant d'examiner l'évolution des nitrates (au niveau de l'Oued Oum Er R'bia, à l'amont et aval du périmètre irrigué) des sites situés sur les collecteurs principaux recevant la pollution industrielle et urbaine mais aussi au niveau de certains drains véhiculant les eaux de drainage.

#### \* OUED OUM ER RBIA

Le taux de  $\text{NO}_3^-$  n'excède pas les 16mg/l dans la station Eddahk et 20mg/l dans la station Oulad Sidi Driss, ceci ne présente pas à lui seul un danger pour la population des eaux à l'aval du périmètre.

#### \* PERIMETRE DES BENI-AMIR

Prenons en premier lieu la station constituant le débouché du drain Fkih Ben Salah. Malgré l'absence de données pour un certain nombre d'années on constate qu'il y a augmentation des concentrations jusqu'en 1979 mais sans atteindre la valeur maximale admissible (VMA) qui est de 50mg/l, puis après, il y a diminution qui est due peut être au fait que les eaux usées de ce drain sont de plus en plus sollicitées pour l'irrigation des parcelles situées à proximité, en plus à son aval les eaux sont de plus en plus diluées par les eaux de drainage.

Concernant le drain Birouarjdane et Od Zémam qui véhiculent exclusivement la pollution agricole on constate que les taux des nitrates n'excèdent pas les 20mg/l largement en deçà de la VMA.

#### \* PERIMETRE DES BENI-MOUSSA

En raison de la discontinuité dans le suivi de la pollution seules les concentrations maximales mensuelles ont été prises en compte au niveau de

chaque année. La VMA n'est pas dépassée dans toutes les stations considérées. Au contraire il y a diminution de ces taux ces dernières années à cause des prélèvements pour l'irrigation qui s'opèrent le long de ces collecteurs qui véhiculent aussi bien les excès d'eau d'irrigation et les décharges des canaux.

### III.2.2 EAUX SOUTERRAINES

#### a. SUIVI DE LA QUALITE DES EAUX SOUTERRAINES

Ces dernières années, un intérêt a été porté sur le suivi de la pollution des eaux souterraines. Ainsi, un réseau restreint de puits a été arrêté renfermant 37 puits dans le périmètre des Béni-Amir et 58 dans le périmètre des Béni-Moussa y compris des puits situés à l'Est du canal D c'est à dire en dehors du périmètre irrigué par le Barrage Bin El Ouidane.

Malgré l'adoption de ce réseau, les relevés concernant l'hydrochimie de la nappe n'intéressent qu'un nombre toujours réduits de puits; 7 à 8 puits dans les Béni-Amir pour les années 1988, 1989 et 5 à 6 puits dans le périmètre des Béni-Moussa pour les mêmes années à l'exception des relevés effectués en Mars 1988 qui ont intéressé 35 puits dans les Béni-Moussa.

#### b. DISTRIBUTION SPATIALE DE LA POLLUTION

L'examen d'un certain nombre de cartes d'iso-concentration des  $\text{NO}_3^-$  établies pour des périodes dont les relevés sont disponibles ont permis d'identifier les zones qui connaissent des fortes concentrations en nitrates ainsi que leur répartition spatiale.

Les périmètres des Beni-Amir et Béni-Moussa sont étudiés séparément en raison de leur indépendance sur le plan hydraulique (eau superficielle et souterraine) mais aussi à cause des sources de pollution qui ne sont pas toujours les mêmes. En outre, parfois les relevés pour une période donnée ne concernent qu'un seul périmètre.

Il est remarqué que l'évolution spatiale des nitrates dans le périmètre des Beni-Amir suit un gradient positif de l'amont vers l'aval suivant l'écoulement de la nappe et également à l'aval du drain Fkih ben Salah véhiculant les eaux usées de ce centre.

Concernant le périmètre des Béni-Moussa 3 zones principales ont été distinguées. La 1ère à l'aval du collecteur Day, émissaire des eaux usées de Béni-Mellal et des rejets de la SUBM. La 2ème zone à l'aval de souk Sebt et du collecteur El Arich collectant les eaux résiduaires de la SUTA. La 3ème zone se situe à l'extrême aval du périmètre entre Had Bouagha et l'Oued Oum Er Rbia.

### *c. SITUATION ANTERIEURE ET*

#### *TENDANCE ACTUELLE*

##### *\* BENI-AMIR*

Deux puits ont été retenus à l'amont du périmètre : un puits au centre et un puits à l'extrémité aval. L'analyse de l'évolution annuelle des nitrates à travers ces puits appelle les remarques suivantes :

Le puits situé à l'extrémité aval du périmètre présente une augmentation globale des taux des nitrates de 25 mg/l en 1978 à 90 mg/l en 1991 soit un accroissement moyen de 5mg/l. Cet accroissement est dû certainement au fait qu'il y a accumulation du soluté vers l'aval hydraulique du périmètre. Ce fait a été confirmé par les cartes isopiézométriques qui montrent qu'il y a écoulement de la nappe vers cette zone.

##### *\* BENI-MOUSSA*

Concernant le périmètre des Beni-Moussa, le taux d'accroissement moyen pour le puits situé à l'aval hydraulique, est de l'ordre de 4mg/l/an. Mais d'une façon générale on assiste à une reprise de l'augmentation des nitrates à partir de 1988.

Concernant l'analyse de l'évolution mensuelle des nitrates, elle a été faite pour l'année 1989 renfermant un certain nombre de mois pour lesquels des prélèvements ont été effectués.

Il a été constaté que le taux des nitrates dans la nappe est élevé aux mois 3 et 4 de l'année 1989. Ce phénomène est expliqué par le fait qu'il y a des fortes précipitations en hiver associées aux volumes non négligeables d'eau d'irrigation ce qui a pour effet l'entraînement des nitrates vers la nappe. Après il y a diminution jusqu'au mois d'Octobre où on assiste à la reprise du phénomène.

## **III.2.3 SOURCES DE POLLUTION DE LA NAPPE PHREATIQUE DU PERIMETRE**

### *a. POLLUTION PAR LES EAUX*

#### *URBAINES*

Les rejets urbains qui influencent directement la nappe phréatique concernent : la ville de Béni Mellal, de Fkih Ben Salah, des Oulad Ayad, et de Souk Sebt. Par contre les rejets de Kasba Tadla et Dar Ould Zidouh se font directement dans l'Oum Er Rbia. Globalement on peut considérer que 300l/s d'eau usée rejoignent l'Oum Er Rbia (ORMVAT, 1987). Ces eaux non épurées font l'objet parfois d'utilisation à des fins agricoles. Ainsi 13 hectares sont irrigués par les eaux usées de Fkih Ben Salah, avec toutes les conséquences qui peuvent en résulter par la pollution du milieu. En outre, plusieurs de ces centres ne sont dotés que partiellement de réseaux d'assainissement.

### *b. POLLUTION PAR LES EAUX*

#### *RESIDUAIRES INDUSTRIELLES*

L'activité industrielle existante dans la région est essentiellement de transformation des produits agricoles :

- 3 sucreries : SUBM (Béni Mellal), SUTA (Souk Sebt), SUNAT (OD Ayad).
- Huileries.
- Egrenages du coton.
- Coopérative laitière Halib Tadla.

Les 3 sucreries viennent en tête en ce qui concerne la pollution industrielle en ce sens que l'équivalent habitant relatif à chaque sucrerie est très impressionnant comme il est montré dans le tableau 1.

Tableau 1 : Flux de pollution des eaux résiduares

| Sucrerie | flux de pollution - jour de production maximale |          | flux moyen de pollution trouvé pendant les analyses |          | équivalent habitant |
|----------|---|----------|---|----------|---------------------|
|          | DBO5 kg/t                                       | DCO kg/t | DBO5 kg/t   | DCO kg/t |                     |
| SUBM     | 0.15  | 0.21     | 3.21  | 3.35     | 242000              |
| SUNAT    | 0.15  | 0.21     | 2.54  | 3.44     | 268000              |
| SUTA     | 0.15  | 0.21     | 9.74  | 17.2     | 505000              |

(kg/t:kg de DBO5 ou de DCO par tonne de betterave traitée)

D'après ce tableau il apparaît que les normes de pollution tolérées sont largement dépassées. En plus ces eaux résiduares ne subissent aucun traitement préalable, mise à part leur décantation dans des bassins non revêtus.

l'ORMVAT, illustrée par la figure n° 11 appelle la remarque suivante : L'agriculteur utilise des quantités d'engrais pour ses cultures supérieures à celles qui lui sont conseillées.

*c. POLLUTION AGRICOLE*

*\* ENGRAIS UTILISES DANS LA ZONE*

*D'ETUDE*

Les engrais contrôlés par l'ORMVAT jusqu'en 1990 dans le périmètre irrigué concernent ceux utilisés pour les cultures intégrées (betterave, coton). Il se répartissent en engrais de fond et de couverture. Les engrais de fond les N.P.K sont de types 14.28.14 et 13.26.13; le premier utilisé pour le coton et le deuxième pour la betterave. Concernant les engrais de couverture, ils sont aussi de deux types, l'urée 46% utilisé pour la betterave dans les Béni Moussa, et l'ammonitrate 33.5% utilisé pour la betterave dans les Béni Amir et pour le coton dans les deux périmètres.

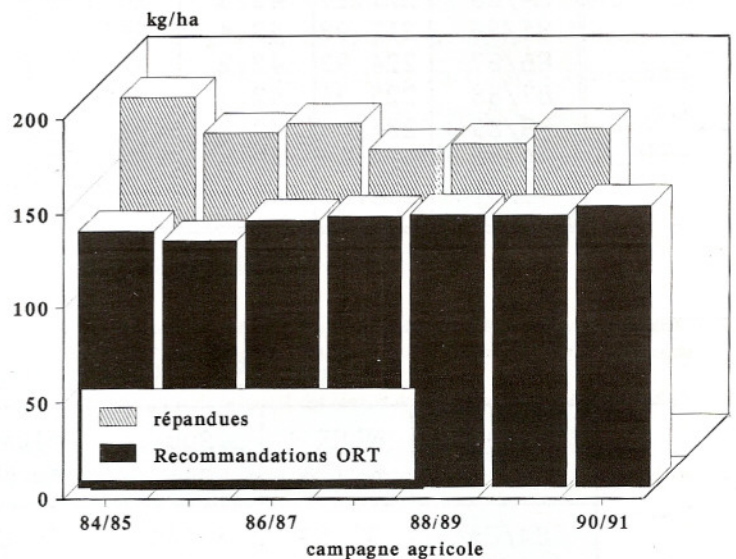
*\* EVOLUTION DES QUANTITES*

*D'ENGRAIS*

En raison de plusieurs voies d'approvisionnement en matière de fertilisants, les quantités d'engrais répandues dans le périmètre du Tadla ne sont pas connues pour toutes les cultures. L'ORMVAT contrôle uniquement les quantités utilisées pour la betterave et le coton.

La confrontation des quantités d'azote moyennes par hectare répandues par les agriculteurs (betterave + coton) et des quantités recommandées par

Fig 11



**III.2.4 TENTATIVES D'ETABLISSEMENT D'UN BILAN DE NITRATES**

Dans le but d'évaluer la quantité des nitrates lexiviables, il convient de dresser un bilan de masse. Pour cela la quantification des entrées et sorties est nécessaire (annexe 2).

Les nappes phréatiques du périmètre irrigué du Tadla ont fait l'objet de bilans hydrauliques qui peuvent être associés aux flux de l'azote; de ce fait il est donc possible d'appréhender l'évolution moyenne des teneurs de nitrates qui sont susceptibles d'atteindre la nappe.

TABLEAU N° 2: BILAN DE L'AZOTE (kgN/ha/an)

a/ Entrées

| Campagne | NI | NEG | NF   | NIR  | NM | NLG   | Total  |
|----------|----|-----|------|------|----|-------|--------|
| 84/85    | 15 | 109 | 57.5 | 8.65 | 90 | 21.65 | 301.80 |
| 85/86    | 15 | 107 | 57.5 | 7.69 | 90 | 21.49 | 298.68 |
| 86/87    | 15 | 106 | 57.5 | 7.75 | 90 | 22.83 | 299.08 |
| 87/88    | 15 | 106 | 57.5 | 6.96 | 90 | 23.69 | 299.15 |
| 88/89    | 15 | 106 | 57.5 | 6.85 | 90 | 24.66 | 300.01 |
| 89/90    | 15 | 106 | 57.5 | 6.96 | 90 | 24.41 | 299.87 |
| 90/91    | 15 | 107 | 57.5 | 8.38 | 90 | 24.43 | 302.31 |

b/ Sorties

| Campagne | NEXP   | NVOL | Total  |
|----------|--------|------|--------|
| 84/85    | 221.17 | 42.8 | 263.97 |
| 85/86    | 217.98 | 42.4 | 260.38 |
| 86/87    | 224.93 | 42.2 | 267.13 |
| 87/88    | 225.91 | 42.2 | 268.11 |
| 88/89    | 234.01 | 42.2 | 268.21 |
| 89/90    | 227.65 | 42.2 | 269.85 |
| 90/91    | 238.61 | 42.4 | 281.01 |

c/ Bilan

| Entrée | Sortie | NLEX  |
|--------|--------|-------|
| 301.80 | 263.97 | 37.83 |
| 298.68 | 260.38 | 38.30 |
| 299.08 | 267.13 | 31.95 |
| 299.15 | 268.11 | 31.04 |
| 300.01 | 268.21 | 23.80 |
| 299.87 | 269.85 | 30.02 |
| 302.31 | 281.01 | 21.30 |

Moy. = 30.60 kgN/ha

Tableau N° 3 : Concentrations des nitrates

| Campagne | NLEX<br>Kg/ha | Sup.<br>ha | Volume<br>eau Mm3 | NLEX<br>T/an | NLEX<br>mg/l | NO3<br>mg/l |
|----------|---------------|------------|-------------------|--------------|--------------|-------------|
| 84/85    | 37.83         | 33264      | 169.82            | 1258.38      | 7.41         | 32.82       |
| 85/86    | 38.30         | 34062      | 164.58            | 1304.57      | 7.93         | 35.13       |
| 86/87    | 31.95         | 33710      | 158.87            | 1077.03      | 6.78         | 30.03       |
| 87/88    | 31.04         | 33382      | 151.34            | 1036.18      | 6.85         | 30.34       |
| 88/89    | 23.80         | 33551      | 145.64            | 798.51       | 5.48         | 24.27       |
| 89/90    | 30.02         | 33065      | 148.12            | 992.61       | 6.70         | 29.68       |
| 90/91    | 21.30         | 29633      | 173.61            | 631.18       | 3.63         | 16.08       |

Moy. = 28.33 mg/l

La nappe phréatique du périmètre des Beni-Amir, ayant des apports latéraux de moindre importance a été retenu pour ce calcul. Pour ce faire, des calculs préalables ont été effectués. Ainsi, l'azote fixé par les légumineuses estimé à 100kgN/ha a été rapporté à l'hectare assolé à l'échelle du périmètre. Les nitrates apportés par l'eau d'irrigation ont été convertis en azote nitrique au moyen du coefficient  $\alpha = \text{NO}_3^-/\text{N}$ .

Il y a lieu de souligner également que dans le calcul du bilan on a supposé que la totalité de l'azote est convertie en nitrates.

Le tableau 2 récapitule l'ensemble des termes du bilan en kgN/ha pour les campagnes allant de 1984-85 à 1990-91 pour lesquelles les données sur les superficies emblavées par les cultures et sur les engrais sont disponibles.

Il ressort de ce calcul que la quantité de l'azote lexivable est en moyenne de 31kgN/ha/an ce qui représente une perte non négligeable pour les cultures et un excès néfaste pour l'environnement. Soudi (1992) a déterminé dans un sol limoneux de Ouazazate sous la culture de concombre une quantité

de 40kgN/ha. Dutil (1981) donne pour les grandes cultures une moyenne de 30kgN/ha.

Examinons maintenant la teneur des nitrates (mg/l) pouvant atteindre la nappe au cours de chaque campagne agricole donnée ci-dessus. Cette teneur peut être déterminée en tenant compte des volumes percolés (irrigation + pluie) et de la surface emblavée par les cultures principales pratiquées dans le périmètre.

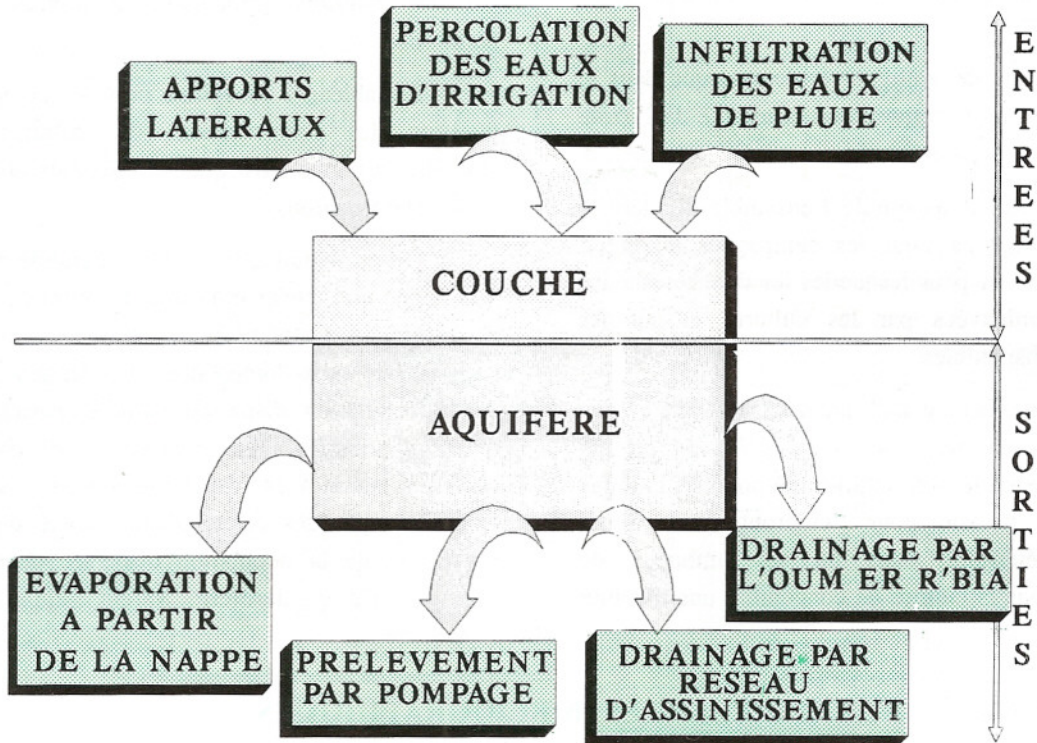
Le tableau 3 récapitule pour les campagnes en question, les concentrations des nitrates pouvant atteindre la nappe ainsi que les éléments utilisés pour leurs déterminations.

On en déduit que l'activité agricole peut livrer à la nappe une teneur moyenne des nitrates de l'ordre de 28mg/l/an. Cette teneur peut être augmentée par l'apport des eaux domestiques des centres urbains et de la population dispersée dans le périmètre. Une teneur de 60mg/l a été donnée par El Haiba et al (1990) relative à la campagne agricole 1988/89 en tenant compte des rejets d'eaux usées des centres urbains et de la population dispersée dans la zone d'étude. Cette dernière valeur apparaît donc surestimée.

## REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- Alfaddy K. 1981, "Etude de la pollution de la chimie des eaux du bassin versant de l'Oum Rbia (eau de surface)". Projet de fin d'étude. E.M.I. option génie minéral.
- Baaki M. 1987, "Effet de différentes eaux d'irrigation sur la salinité et la sodicité d'un sol de Tadla". Mémoire de 3ème cycle I.A.V. Hassan II. option sciences du sol.
- Belhacen H. et Chyate M. 1992, "Evaluation des problèmes d'engorgement des sols, de drainage et de la qualité des eaux et des sols dans le périmètre du Tadla". Mémoire de fin d'étude. IAV Hassan II.
- Bounja R. et Hammani A. 1991, "Etude de la nappe phréatique et du drainage dans le périmètre de Béni-Moussa", Mémoire de fin d'étude, IAV Hassan II.
- DRPE (Direction de la recherche et de la planification de l'eau), 1985, "Etude du plan directeur intégré d'aménagement des bassins Sebou, Bouregreg, Oum er Rbia. Nappe des Béni-Moussa", DH-CID-INGEMA-MOTOR COLUMBUS-Coyne et Bellier.
- El Antaki A. et El Boustani M., 1990, "Drainage et gestion des nappes dans le périmètre du Tadla". dans : Séminaire international sur le drainage, ANAFID 27-30 Novembre 1990, 27p.
- El Boustany M. et Taky A., 1989, "Note relative au pompage privé à l'intérieur du périmètre irrigué du Tadla". ORMVAT, 9 p.
- El Haiba M., El Ghachtoul Y., et Landreau A., 1990, "Pollution des eaux souterraines par les nitrates : le cas du TADLA". Eau et Développement. Décembre 1990. pp : 59-67.
- Guessab D. et Etienne H., 1975, "Ressources en eau du Maroc : Plaines et bassins du Maroc Atlantique. Tome 2", Service géologique du Maroc, pp. 299-365.
- LPEE. 1990, "Contrôle de la qualité des eaux du bassin de l'Oum Rbia". campagne d'avril-mai 1990 et campagne sucrière de juillet 1990. 39 p.
- LPEE. 1990, "Etude de la qualité des eaux du bassin de l'Oum Rbia". 2ème campagne de prélèvements et de mesures. 43 p.
- LPEE. 1991, "Etude de la qualité des eaux du bassin de l'Oum Rbia". 3ème campagne de prélèvements et de mesures. 11 p.
- Ministère des travaux publics (DH-DRE). 1971, "Evolution de la chimie de la nappe phréatique du périmètre irrigué des Béni Moussa depuis 1947". 7 p.
- Ministère des travaux publics(AH). 1991, "Pollution des eaux souterraines par les nitrates : cas du Tadla". 25 p.
- ORMVAT. 1986, "suivi des sols sous irrigation et drainage. Etat de fertilité des sols". Rapport n° 10. 89 p.
- ORMVAT. 1990, "Problématique de la nappe dans le Tadla. Causes et remèdes". 20 p.
- ORMVAT. "Situation de la profondeur et de la salure de la nappe phréatique", périodique adressée au SEHA (DER).
- Soudi B. Zraouli M., et Chiang C.N., 1989, "Variations saisonnières l'azote minéral et effet combiné de la température et de l'humidité du sol sur la minéralisation". Actes I.A.V Hassan II. volume 10(1). pp : 29-38.
- Soudi B. C.N. Chiang. 1989, "Minéralisation de l'azote dans les sols céréaliers des zones semi-arides du Maroc". Colloque sur les sols céréaliers. Tiadet (Algérie), les 3, 4 et 5 octobre.
- Soudi B., Aomar A., Berdai H., El Hamnoui B. "Etude de la dynamique de l'azote et de la lixiviation des nitrates dans un sol limoneux irrigué avec les eaux usées brutes, les eaux épurées et l'eau de puits (sous presse)".
- Zerda K. 1990, "Evolution in situ de la salinité dans un sol du Tadla et effet de la qualité de l'eau d'irrigation sur le sol et le végétal". Mémoire de 3ème cycle. I.A.V. Hassan II. option sciences du sol.

## 1. SCHEMA DU BILAN DE LA NAPPE



## 2. EVALUATION DES DIFFERENTS TERMES DU BILAN

## a. LES ENTREES

L'alimentation de la nappe se réalise par l'infiltration des eaux de précipitations, la percolation des eaux d'irrigation et les apports naturels constitués essentiellement des apports latéraux à partir du Dir de Béni Mellal.

La lame d'eau moyenne des précipitations a été calculée par la méthode de THIESSEN en utilisant les données pluviométriques mensuelles de sept stations réparties dans le périmètre.

Pour le calcul de la lame d'eau efficace, un coefficient d'infiltration de 20%, calculé par le bilan annuel, a été utilisé.

Les apports par percolation profonde des eaux d'irrigation ont été calculés de la même façon que les apports météoriques en tenant compte des infiltrations au niveau de la parcelle (27%) est au niveau du réseau d'irrigation (10%).

L'estimation des flux latéraux a été faite en utilisant la loi de Darcy, supposant que le milieu est homogène et isotrope, entreprise entre une série de puits situés à l'extrémité Est du périmètre.

## b. LES SORTIES

Les prélèvements à partir de la nappe sont constitués par les exhaures par pompage, le drainage naturel et artificiel, et l'évaporation directe à partir de la nappe.

Les prélèvements par pompage sont constitués principalement des pompages individuels (par les agriculteurs) et des pompages par les stations gérées par l'ORMVAT.

Le drainage naturel qui se réalise principalement par l'Oued Oum Er Rbia a été calculé de la même façon que les apports latéraux. Alors que le drainage par le réseau d'assainissement a été évalué moyennant les jaugeages qui s'effectuent au niveau des drains et collecteurs.

L'évaporation à partir de la nappe a été prise égale à 75 % de l'évapotranspiration des cultures dans le cas où la nappe est entre 0 à 1m et 25% de l'évapotranspiration dans le cas où la nappe est entre 1 et 2m. Au delà de 2m il a été supposé qu'il n'y a plus évaporation.

## ANNEXE 2

Equation du bilan des nitrates :

$$NI+NIR+NP+NEG+NF+NLG+NM = NEXP+NVOL+NDE+NLEX$$

Où :

- NI : Azote minéral initial dans le sol
- NIR : Azote minéral apporté par l'eau d'irrigation
- NP : Azote minéral apporté par la pluie
- NEG : Azote minéral apporté par les engrais
- NF : Azote minéral du fumier
- NLG : Azote minéral fixé par les légumineuses
- NM : Azote organique minéralisable
- NEXP : Azote exporté par les cultures
- NVOL : Azote volatilisé
- NDE : Azote dénitrifié
- NLEX : Azote lexivable

# EVOLUTION OF MONOCALCIUM PHOSPHATE MONOHYDRATE IN SOIL SUSPENSION CONTAINING HUMIC SUBSTANCES, IRON, AND ALUMINIUM IONS

F. BENNANI\*, M. BADRAOUI\*\*, M. MIKOU\*

## ABSTRACT

The effects of humic substances,  $\text{Fe}^{3+}$ ,  $\text{Al}^{3+}$ , and soil clay mineralogy on the availability of phosphorus added as monocalcium phosphate monohydrate  $\text{Ca}(\text{H}_2\text{PO}_4)_2 \cdot \text{H}_2\text{O}$  at pH5 were investigated. Both solution and suspension experiments showed that humic matter chelates phosphorus and prevents the formation of less soluble forms of phosphorus than monocalcium phosphate. However, the presence of  $\text{Fe}^{3+}$  and  $\text{Al}^{3+}$  ions in the solution leads to the formation of Fe-P and Al-P less soluble compounds. (organic matter, by its chelating power for  $\text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{Fe}^{3+}$  and  $\text{Al}^{3+}$  ions, explains the availability of phosphorus in solution at pH5.

Clay minerals, especially smectites, induced an increase in solution phosphorus content because of their adsorption properties for  $\text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{Fe}^{3+}$  and  $\text{Al}^{3+}$ .

Soil organic matter should be maintained at a minimum level in order to get enough phosphorus in soil solution for plant uptake.

## I- INTRODUCTION

The behavior of phosphorus in the soil and its availability to plants depend on soil characteristics such as pH, clay mineralogy, organic matter content, and soluble  $\text{Fe}^{3+}$  and  $\text{Al}^{3+}$  ions concentration in soil solution. The mechanisms controlling the concentration of phosphorus in soil solution after the addition of fertilizers are complexes because of the interactions between phosphorus forms and soil properties.

Both fixation and adsorption phenomena explain the decrease of soil solution phosphorus over

time after the addition of a P-fertilizer. Kaolinite and Fe and Al oxyhydroxides in acid soils are the most important soil constituents explaining P-fixation. Organic matter and swelling clay minerals control the P-solution concentration by their chelating and adsorption properties, respectively (1,2,3). The competitive adsorption of organic anions and phosphorus anions ( $2\text{PO}_4^-$ ,  $\text{HPO}_4^{2-}$ ) on soil clay surfaces increases the availability of P in soil solution (4,5).

In order to understand the behavior of calcium monophosphate (MCP) in the soil, several experiments

\* Laboratoire de chimie minérale, Fac. des Sciences Dhar El Mehrez, FES

\*\* Département des Sciences du sol, I.A.V. Hassan II, RABAT

were conducted to determine the effects of clay mineralogy, humic substances,  $\text{Fe}^{3+}$ , and  $\text{Al}^{3+}$  on P concentration and the transformation of MCP to dicalcium phosphate dihydrate (DCPD) at pH5.

## II- MATERIALS AND METHODS

### 1- Materials

Three solid materials were investigated :

- A bentonite (B) which is a smectitic (swelling) clay from Nador region of North eastern Morocco. This clay has a cation exchange capacity of 79.1meq/100g (6).
- A Vertisol (VS) which is a clayey swelling soil from the Fes region of Morocco. It has a pH of 8.2, a cation exchange capacity of 50.4 meq/100g, 1.57% of organic matter, and 3.77% total iron (7).
- The clay fraction ( $< 2\mu\text{m}$ ) of the vertisol (CFV) which was extracted using the procedure of Jackson (8). X-ray diffraction analysis showed that the clay fraction is made of 75% smectite, 10% illite (soil mica), and 15% kaolinite.

B and CFC were saturated with sodium and stored at 4°C as suspensions, whereas VS was left solid at its natural conditions.

Humic compounds were extracted from a compost with a basic solution (pH10) of ammonium carbonate and ammonia to obtain ammonium humates (9, 10, 11). The humic matter solution obtained presents the following characteristics; pH:8, 5.9g/l dry matter, 0.21g/l ash, and 2.38g/l organic substances (10).

The monocalcium phosphate monohydrate used in this study is a prolabo product.

### 2- Experiments

The transformation of MCP to DCPD at pH5 in suspensions containing 1 g of soil was performed using 2.5g MCP in 250ml  $\text{H}_2\text{O}$  containing various amounts of humic matter,  $\text{Fe}^{3+}$ , and  $\text{Al}^{3+}$ . MCP was immediately dissolved to  $\text{Ca}^{2+}$  and  $\text{H}_2\text{PO}_4^-$  ions with a significant decrease in pH (9).

The pH value was kept at 5 by the addition of  $\text{NH}_4\text{OH}$  0.2M. The amount of DCPD formed corresponds to the amount of  $\text{OH}^-$  added to neutralize  $\text{H}^+$  liberated. After 2 hours of evolution, the solution is filtered and phosphorus concentration was determined using the phosphomolybdic complex procedure (12).

Five levels of humic matter were used, 0, 24, 48, 72 and 96mg/l. Fe and Al were added as  $\text{Fe}(\text{NO}_3)_3 \cdot 9\text{H}_2\text{O}$  and  $\text{Al}(\text{NO}_3)_3 \cdot 9\text{H}_2\text{O}$  respectively at three levels 0, 5.10<sup>-3</sup>, and 10<sup>-2</sup>M. Temperature varied from 15° to 18°C during the experiments.

## III- RESULTS AND DISCUSSION

In the absence of humic substances,  $\text{Fe}^{3+}$ , and  $\text{Al}^{3+}$  the percent of added phosphorus which still in solution is given in Figure 1 for the three clay materials and in solution.

The percent P in solution ranged from 58.5% for CFV to 50% for the VS. In the case of the clay fraction (CFV) and the bentonite (B) Ca-Na exchange at the clay surfaces decreased the amount of  $\text{Ca}^{2+}$  in solution and thus the precipitation of DCPD. The vertisol however, increased the precipitation of DCPD and P-Fe because of its exchangeable calcium and iron contents. In fact, the concentration of phosphorus in soil solution is an equilibrium between the effects of soil organic matter and those of  $\text{Ca}^{2+}$  and  $\text{Fe}^{3+}$ .

For all four treatments ( $\text{H}_2\text{O}$ , CFV, VS, and B) the addition of humic substances increased the availability of P in solution (Fig; 2). The same order is conserved at any amount of humic matter used (CFV > B >  $\text{H}_2\text{O}$  > VS). A linear relationship exists between %P available in soil solution and the amount of humic matter added for each soil material.

$$\text{CFV} : \%P \text{ solution} = 53.87 + 0.113\text{HM}; \\ r^{2***} = 0.99 \text{ (p < 0,001)}$$

$$\text{B} : \%P \text{ solution} = 52.97 + 0.091\text{HM}; \\ r^{2***} = 0.93 \text{ (p < 0,001)}$$

$$\text{H}_2\text{O} : \%P \text{ solution} = 51.76 + 0.087\text{HM}; \\ r^{2***} = 0.97 \text{ (p < 0,001)}$$

$$\text{VS} : \%P \text{ solution} = 45.82 + 0.141\text{HM}; \\ r^{2***} = 0,99 \text{ (p < 0,001)}$$

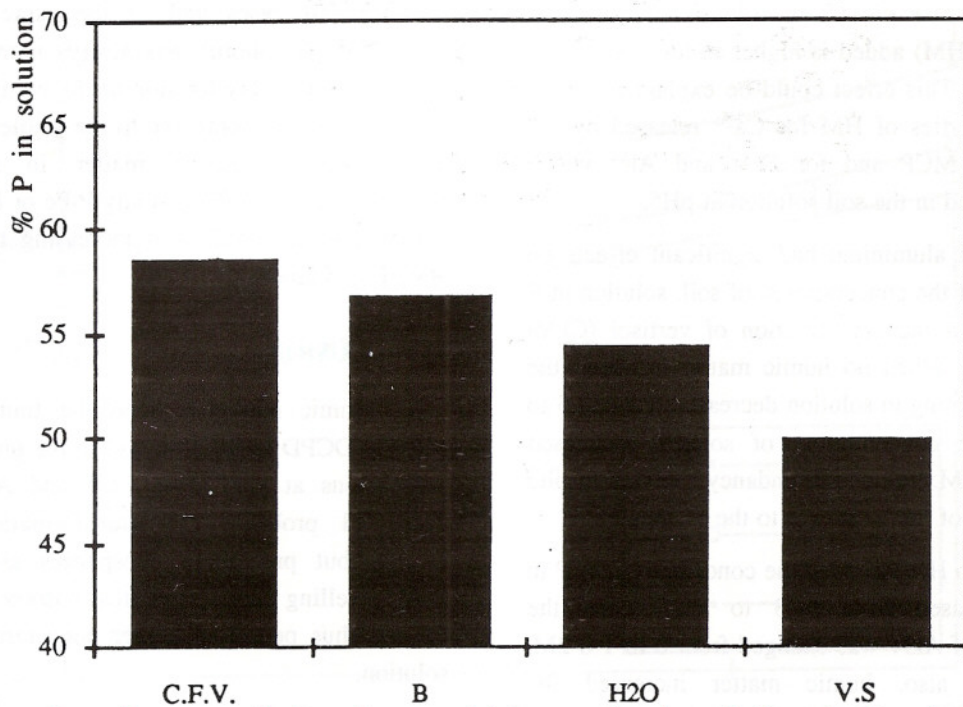


Figure 1 : Percent of phosphorus which remains in solution in the absence of humic substances,  $Fe^{3+}$  and  $Al^{3+}$  for the three clay materials and in solution.

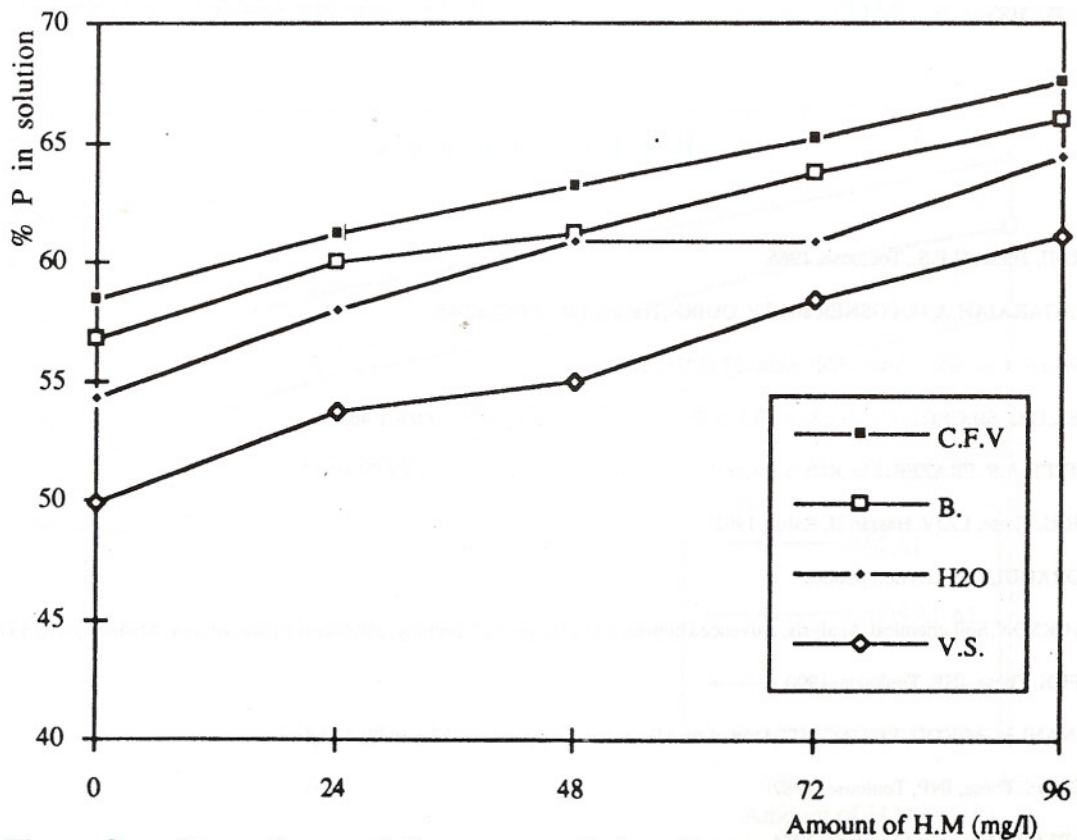


Figure 2 : Dependence of the percent of phosphorus which remains in solution on the amount of humic matter (HM) in the solution of evolution for all four treatments ( $H_2O$ , CFV, VS and B)

The increase of %P in solution per unite of humic matter (HM) added is higher in the case of the whole soil VS. This effect could be explained by the chelating properties of HM for  $\text{Ca}^{2+}$  released by the dissolution of MCP and for  $\text{Fe}^{3+}$  and  $\text{Al}^{3+}$  which would be formed in the soil solution at pH5.

Iron and aluminium had significant effects on the reduction of the concentration of soil. solution in P as illustrated on the clay fraction of vertisol (CFV) (Fig. 3 and 4). When no humic matter is added the percent P remaining in solution decreased from 58.5 to 51.5 when the concentration of solution increased from 0 to 10<sup>-2</sup>M. The same tendency remains inspite of the addition of humic matter to the system.

When no HM is added the concentration of P in solution decreased from 54.3 to 45.7 when the concentration of  $\text{Al}^{3+}$  was changed from 0 to 10<sup>-2</sup>M. In this case also, humic matter increased the availability of P in solution but the differences between  $\text{Al}^{3+}$  treatments remain almost the same.

Similar results were found for the other clay materials (B, VS).

In all cases and in the same experimental conditions phosphorus was always more available in solution for the clay fraction of the vertisol (CFV) and the bentonite (B) compared to the whole vertisol (VS). The effect of humic matter in reducing the precipitation of DCPD and any P-Fe or P-Al insoluble compounds increased with increasing the amount of HM (Fig. 5 and 6).

## CONCLUSION

Humic matter reduced the transformation of MCP to DCPD in solution and in the presence of clay suspensions at pH5. Free  $\text{Fe}^{3+}$  and  $\text{Al}^{3+}$ , however, decreased probably this transformation (MCP to DCPD) but precipitate phosphorus as P-Fe and/or P-Al. Swelling clays (smectites) adsorbed Ca, Al, and Fe and thus permitted higher concentrations of P in solution.

In a practical point of view it is important to maintain a high organic matter content in agricultural soils to reduce the transformation of soluble fertilizer phosphorus to less soluble forms in the soil.

## References

- 1- P. MARINI, Thèse, U.P.S., Toulouse, 1965.
- 2- N.W. NAGARAJAH, A.M. POSNER and J.P. QUIRK, Nature, 228 (1970) 83-85
- 3- W.E. BAKER, Geochim. Cosmochim. Acta., 37 (1973) 269-281.
- 4- H.LOPEZ, D.G. SIEGERT, J.V. RODRIGUEZ, Soil sci. soc. Am. J., 50 (1986) 1460-1462
- 5- L. PRAFITT, A.R. FRAZER, J.D. ROUSSEL and V.C. FARMER, J. Soil. sci., 28 (1977) 40-47
- 6- H. LJABRI, Thèse, I.A.V. Hassan II, Rabat, 1992.
- 7- M. BADRAOUI, Resultats non publiés.
- 8- M.L. JACKSON, Soil chemical Analysis, Advanced course, 2nd Edition, 11<sup>th</sup> printing, Published by the Author, Madison, wis. 53705, 1979.
- 9- M. HAFIDI, Thèse, INP, Toulouse, 1990.
- 10- F. BENNANI, M. MIKOU, J.L. LACOUT, Journal of Alloys and Compounds, 188 (1992) 138-140
- 11- B. AMOROS, Thèse, INP, Toulouse, 1987.
- 12- G. CHARLOT, Masson et Cie, Paris, 1974.

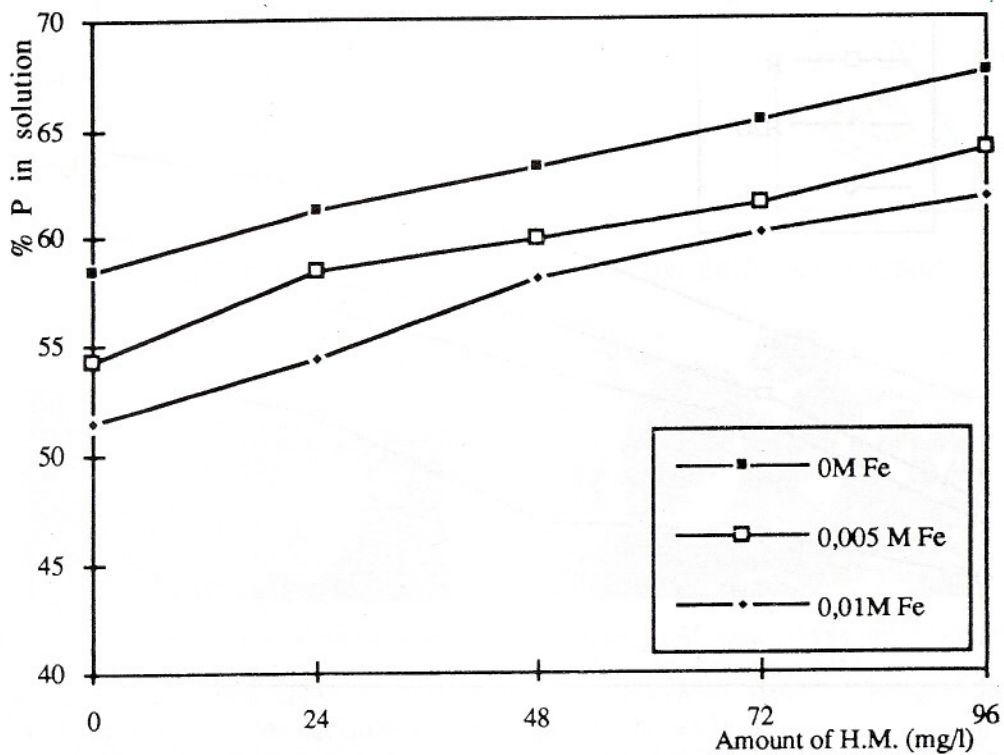


Figure 3 : Dependence of the percent of phosphorus which remains in solution after evolution in suspension of the clay fraction of vertisol (C.F.V.) on the amount of humic matter (HM) in solution at different Fe<sup>3+</sup> concentrations.

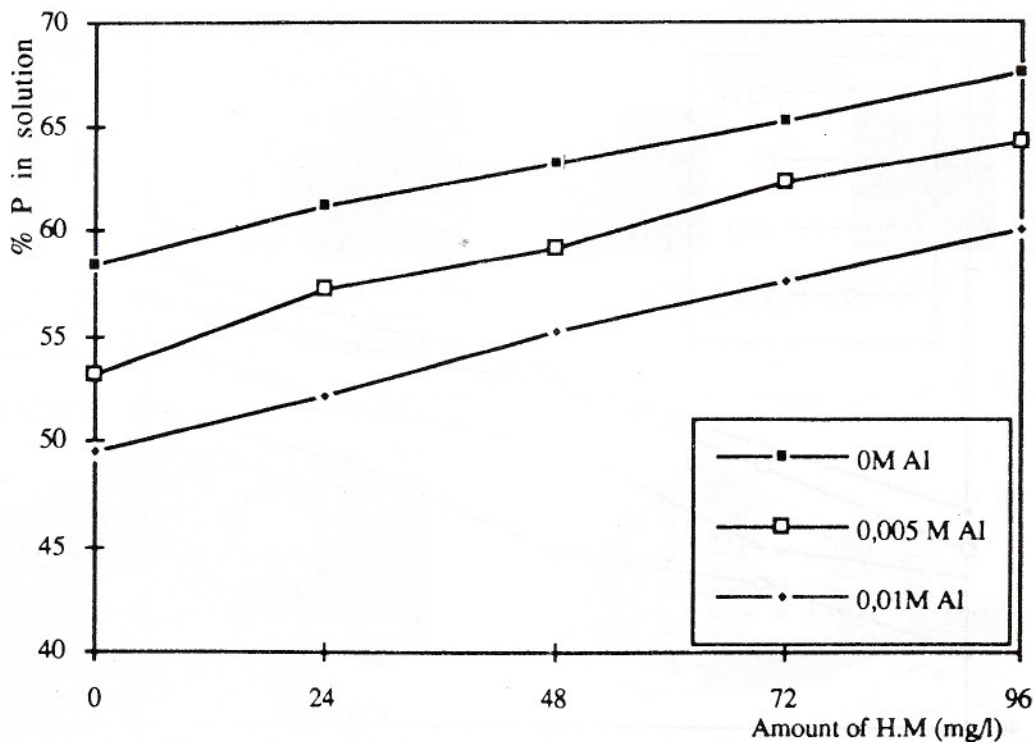


Figure 4 : Dependence of the percent of phosphorus which remains in solution after evolution in suspension of the clay fraction of vertisol (C.F.V.) on the amount of humic matter (HM) in solution at different Al<sup>3+</sup> concentrations.

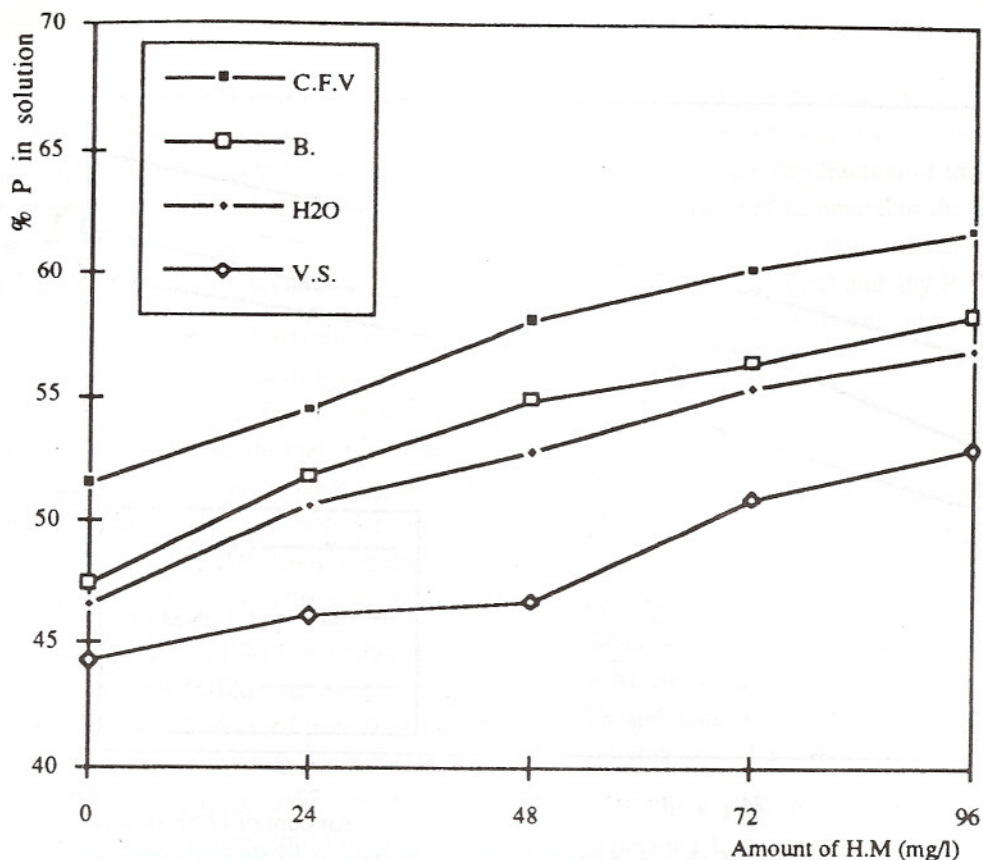


Figure 5 : Dependence of the percent of phosphorus which remains in solution, on the amount of humic matter (HM) for all four treatments (H<sub>2</sub>O, CFV, VS and B) when the concentration of Fe<sup>3+</sup> was 10<sup>-2</sup>M.

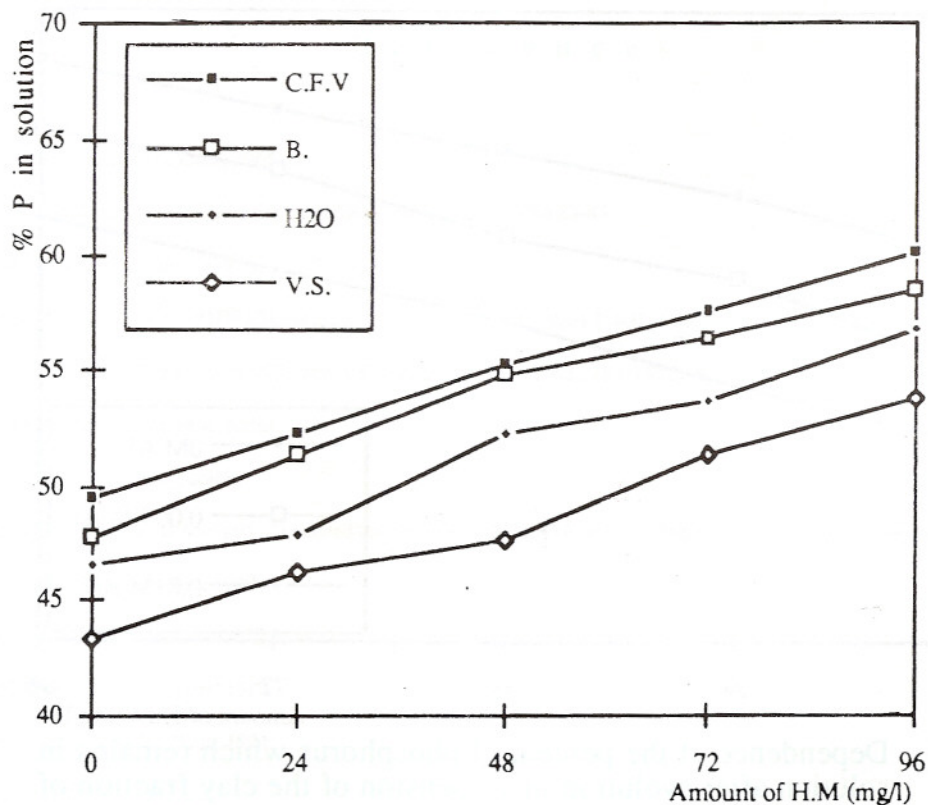


Figure 6 : Dependence of the percent of phosphorus which remains in solution, on the amount of humic matter (HM) for all four treatments (H<sub>2</sub>O, CFV, VS and B) when the concentration of Al<sup>3+</sup> was 10<sup>-2</sup>M.

# التنمية الزراعية والبيئة في الوطن العربي

## تقديم :

مؤدية إلى نمو سريع في أكسيد الكربون الذي ينتشر عبر الجو، وتقوم السلطات العمومية في جميع البلدان بالبحث في سبل تخفيف هذه الظاهرة عن طريق تنمية مصادر جديدة للطاقة (نووية، شمسية وغيرها). وهناك نتيجة أخرى لهذا الارتفاع في درجة حرارة الأرض تتمثل في التمدد الحراري لصيبب المياه في المحيطات الشيء الذي سيؤدي حسب دراسات حديثة إلى ارتفاع في مستوى البحر بمقدار 0,5 متر من الآن وإلى غاية سنة 2100.

2- إن انجراف الأراضي الذي يتزايد أكثر فأكثر يرجع بالأساس إلى الإتلاف والاستغلال العشوائي للغابات والأراضي الجبلية. ويترتب عن هذه الظاهرة تصحر في الأراضي التي تنتس رقعتها كل سنة. وحسب دراسة لمنظمة الأغذية والزراعة للأمم المتحدة "الفاو" أنجزت في سنة 1981 فإن معدل الإتلاف الغابوي السنوي فيما بين سنة 1975 وسنة 1980 يصل إلى 11,5 مليون هكتار أي 0,58% من المساحة الإجمالية العالمية التي تغطيها الغابات. وهذه النسبة مرتفعة أكثر في بلداننا بسبب التجديد البطيء للغابات والاستغلال المفرط للخشب كمصدر للطاقت وللغابات كمراعي وإن آثار هذا الانجراف على المناخ ومجري المياه وتوحد السدود وتقليص مساحات الأراضي القابلة للزراعة وغيرها لا تحتاج إلى توضيح.

3- ويعد النمو الديموغرافي ثالث مصدر للتلوث، وبدون شك أهم هذه المصادر لأن المصدرين الأولين ناتجان عنه. ولكنه يتسبب كذلك في ظاهرة أخرى مرتبطة بالزيادة في الطلب على المواد الغذائية. وهكذا وبالنظر إلى أن الأراضي القابلة للزراعة غير قابلة للتوسع في غالب الأحيان فإنه يقع البحث عن الزيادة في المردودية لتلبية هذا الطلب. ولهذا تستخدم الأسمدة بكميات أكثر مع مالها من آثار على تلوث الطبقة المائية الباطنية، وكذا المبيدات التي يتسبب عنها خلل في التوازن الحيواني. وبفضل التقدم البيوتكنولوجي وبالأخص الهندسة الوراثية تم التوصل إلى اختيار نباتات وحيوانات ذات

منذ أمد ليس بالبعيد كانت إثارة مشاكل البيئة تعد ضربا من الخيال، وعلماء البيئة والطبيعة لم يكونوا يجمعون حولهم سوى عددا قليلا من الأشخاص. أما اليوم فإن مشاكل التلوث قد استأثرت باهتمام الشارع العام والصناع والفلاحين والتجار والمسؤولين عن التهيئة المعمارية وأرباب النقل وغيرهم. وكل الأشخاص الواعون بمسؤولياتهم أصبحوا يشعرون بالقلق اتجاه التدهور المتزايد الذي تعرفه الطبيعة. وهذا التدهور الناتج عن عدم التوازن البيئي المترتب عن فعل الإنسان يتخذ أشكالا متعددة تتجلى بالخصوص في التغير الذي طرأ على المحيط الجوي والتصحر وانجراف التربة وانعدام التوازن الحيواني نتيجة استخدام المبيدات وغيرها.

وفي سنة 1972 أنشأ المؤتمر الدولي حول البيئة برنامج الأمم المتحدة الذي عهد إليه بتنسيق الجهود في مجال مكافحة تدهور البيئة. وخلال الفترة من سنة 1976 أنجزت المنظمة العربية للتنمية الزراعية عدة دراسات تفصيلية حول المناخ في الوطن العربي، وحددت المناطق المهددة بالجفاف والتصحر. ونفذت هذه المنظمة أيضا دراسات أكثر دقة حول مكافحة التصحر في مختلف البلدان العربية.

ويمكن تلخيص أهم الظواهر الناجمة عن التدهور التدريجي لبيئتنا كالتالي :

1- إن الارتفاع التدريجي في درجة حرارة الكرة الأرضية الذي نلاحظه خلال السنوات الأخيرة ناتج عن التغير في الجو الذي يحيط بنا. ويقوم هذا الجو بدور "الواقي" ويحمينا من الأشعة مافوق الحمراء والاشغال الذي يتزايد لدى الرأي العام ناتج عن كون إحراق كميات هامة من الكربون الموجود حاليا في الجو بـ 25% عما كان عليه منذ 150 سنة. ونتيجة لذلك تزايدت الطاقة التي استقبلتها الكرة الأرضية بـ 2 واط في المتر المربع أي بزيادة في درجة حرارة المساحة الأرضية تتراوح في معدلها بين 1 و2 درجة وتزداد أهمية استهلاك الطاقة من مصدر البترول والفحم أو الغاز أكثر فأكثر

ولقد أدركت المنظمة العربية للتنمية الزراعية منذ نشأتها أنه مالم تسترشد التنمية الزراعية في الوطن العربي بالاعتبارات البيئية، فستؤدي إلى تأثيرات غير مرغوبة على التنمية الزراعية وإلى فشلها بالكامل، وستضاعف المشاكل البيئية الموجودة فعلا في الوطن العربي.

وستتناول هذه الدراسة في فصلها الأول النمو السكاني والتدهور البيئي في الوطن العربي، ويوضح الفصل الثاني العلاقة بين البيئة والتنمية الزراعية في الوطن العربي.

- ناجم بن محمد (1) -

مردودية عالية ومقاومة كبيرة للأمراض الطفيليات. فهل ستطرح نوعية الأذواق؟ على كل حال هناك سعي نحو مواجهة الطلب الحالي في مجال الاستهلاك. وهكذا فإن الوعي بمشاكل البيئة قد مكن من دق ناقوس الخطر ومن إثارة انتباه الإنسان إلى عمله الهدام. وبفضل هذا الاستتفار على المستوى الدولي مازال في إمكان الإنسان أن يراجع نفسه ويعد استراتيجية للمحافظة على توازن الطبيعة وعلى نوعية الحياة. ويعد الجدل البيئي في أي نظام ديمقراطي ضمانا من أجل السهر على حماية البيئة. يجب أن لا نتحمل أبدا أية مشاريع أو أعمال تقرر دون أن تعرض على تفكير ومناقشات الرأي العام. فكل عمل سواء تعلق بالاستهلاك أو الإتلاف يجب أن يكون مصحوبا بتدابير تعويضية.



## الشركة المركزية لتجهيز البلاد المغرب SOCIÉTÉ CENTRALE POUR L'ÉQUIPEMENT DU TERRITOIRE - MAROC SCET.MAROC

Société anonyme au capital de 3 800 000 DH  
RABAT Tel (07) 320 22 / 320 23 / 304 49 / 33. 20  
30, Charrat Al Alaouyne - RABAT - Telex n° 31 9031 M  
Filière CAISSE DE DEPOT ET DE GESTION S.A. S.G.

### NIVEAU DES ETUDES

Étude Générales, Plans Directeurs  
Factibilité Avant-projet sommaire  
Avant-projet détaillé, Projet d'exécution



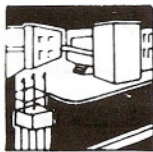
#### DEPT INFRASTRUCTURES URBAINES

Alimentation en eau potable  
(Adduction, distribution)  
Assainissement, Traitement d'eau potable  
et usée, Stations de pompages, Equipement  
de lotissements, VRD



#### DEPT DEVELOPPEMENT AGRICOLE ET RESSOURCES EN EAU

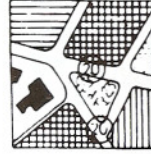
Inventaire des ressources en eau  
Pédologie et classement des sols Inventaires  
culturels, Etudes agroéconomiques, Aménagements  
hydroagricoles, Barrages collinaires  
Ouvrages hydrauliques



#### DEPT BATIMENT - BETON ARME

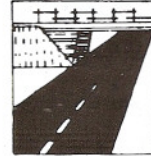
Toutes études bâtiments tous corps d'état,  
Ensembles immobiliers, Complexes, Hôtels et  
touristiques, Ensembles Hospitaliers,  
Ensembles Industriels Programmes,  
Education: Lycées techniques,  
Facultés E.N.S

Dossiers de consultation des entreprises  
Contrôle général des travaux  
Ordonnancement, pilotage et coordination



#### CELLULE URBANISME

Schéma, Directeurs d'aménagement et  
d'urbanisme, Aménagement de quartiers,  
Etudes de plans masse et de lotissement



#### CELLULE TRAVAUX PUBLICS ET OUVRAGES D'ART

Etudes routières routes nouvelles,  
Confortement et réaménagement routes  
existantes, carrefours, ouvrages, portuaires  
et ferroviaires, Ouvrages d'art



#### CELLULE INFORMATIQUE

Réalisation et exploitation de logiciels  
en gestion et calcul scientifique, Mise  
en place de systèmes organisationnels  
et informatiques.

# النمو السكاني والتدهور البيئي في الوطن العربي<sup>(1)</sup>

## مقدمة

عام، حيث تشكل الأراضي المنبسطة أكثر من 80% من مساحته. وتحتل الصحاري الجزء الأكبر من مساحة الوطن العربي، وهي تمتد من سواحل المحيط الأطلسي حتى سواحل الخليج العربي.

وتتصدر سهول الوطن العربي في أحواض الأنهار وشواطئ البحار وسفوح الجبال وتمتاز بخصوبتها.

أما السلاسل الجبلية فهي تتكون من سلسلتين رئيسيتين، إحداهما ساحلية والأخرى داخلية، تحصر بينها أودية أو هضاب ضيقة، يتوسط البعض منها أنهار قصيرة. وأهم هذه الجبال جبال الأطلس وجبال لبنان الشرقية والغربية، وجبال شمال العراق، بالإضافة إلى جبال الحجاز وعسير وجبال غرب البحر الأحمر وجبال عمان.

## 1-2 المناخ

يسود المناخ الجاف أغلب أرجاء الوطن العربي، عدا بعض الأجزاء الساحلية المطلية على المحيط الأطلسي والبحر المتوسط حيث يسود مناخ البحر المتوسط، ويلعب موقع الوطن العربي الفلكي بالدرجة الأولى، وتوزيع المناطق الجبلية في أطرافه دورا رئيسيا في سيادة المناخ الصحراوي، حيث ترتفع معدلات الحرارة ويسود الجفاف والرياح المحملة بالغبار والعواصف الترابية.

إذ قد تنخفض درجات الحرارة الدنيا إلى مادون درجة التجمد في بعض المناطق الجبلية المرتفعة في فصل الشتاء، بينما تزيد معدلات الحرارة العظمى عن 45° م في الأجزاء الشرقية من الجزيرة العربية والصحراء الكبرى في الجزء الإفريقي من الوطن العربي.

وتتباين معدلات الأمطار في الوطن العربي زمنيا ومكانيا، حيث تهطل الأمطار الموسمية في فصل الصيف في جنوب شبه الجزيرة العربية والصومال والسودان وموريتانيا، بينما تسقط الأمطار في فصل الشتاء وفصلي الاعتدال في الأجزاء الشمالية من الوطن العربي، وتتباين معدلات الأمطار الساقطة من منطقة لأخرى، فهي تصل إلى 1800 ملم في أقصى جنوب السودان، وتقل بالتقدم نحو

البيئة هي مجموعة النظام الفيزيائي الخارجي والبيولوجي الذي يعيش فيه الجنس البشري والكائنات الحية الأخرى. ولقد حقق البشر في سعيهم نحو البقاء تغييرا بيئيا هائلا سبب في تعرية التربة وتلوث الهواء والماء وإزالة الغطاء النباتي، الأمر الذي يهدد مستقبل البشرية من خلال تغيير المناخ والتصحر والأمطار الحمضية والتخلص من النفايات الخطرة. لذا لا بد للتنمية أن تسترشد بالاعتبارات البيئية لإحداث تنمية مستمرة العطاء لتلبية احتياجات الحاضر، دون التضحية بحاجات الجيل المقبل.

وتتمثل إحدى التحديات الرئيسية والفورية في مجال السياسة الخاصة بالسكان في الوطن العربي في عدم توازن معدلات تغيير السكان "خاصة في الدول العربية غير النفطية" مع التغييرات في الموارد الطبيعية والتنمية. ويقتضي النمو السكاني المتسارع بالضرورة خفض مستويات المعيشة، أو المساس بنوعية الحياة، أو إحداث تدهور في البيئة.

ولم يسبق لتاريخ الإنسان العربي أن كانت هناك دوافع تدعوه إلى إعادة النظر في كيفية تعامله مع الوسط البيئي والتخطيط السليم لاستغلال موارد البيئة أكثر من يومنا هذا، لذا لا بد أن يتسع مدى الاهتمام بالبيئة وإن تشعب طرائقه تبعا لزيادة حدة المشكلات البيئية التي أصبحت نعاني منها في شتى ضروب حياتنا.

ولما كانت قاعدة الموارد البيئية تشكل القاعدة الأساسية للتنمية بشكل عام والتنمية الزراعية بشكل خاص، فلا بد لنا من أن نستعرضها بشكل سريع.

## 1- الأوضاع الطبيعية في الوطن العربي

### 1-1 التضاريس

تبلغ مساحة الوطن العربي حوالي 14 مليون كيلومتر مربع، ويقع بين دائرتي عرض 2 جنوبا حتى 37,5 شمالا، ويمتاز سطح الوطن العربي بالانبساط بشكل

(1) تقرير عن المنظمة العربية للتنمية الزراعية.

العربي، وتنتشر الحشائش الطويلة (السافانا) في جنوب موريتانيا والسودان، والصومال وأجزاء من سلطنة عمان واليمن. بينما تغطي الغابات الدائمة الخضرة المرتفعات الجبلية والسهول الساحلية المحيطة بالبحر المتوسط.

جدول (1.1)

### التباين المكاني لامطار السنوية في الوطن العربي ( مليار متر مكعب )

| القطر     | كمية الامطار  |
|-----------|---------------|
| الامارات  | 2.479 964     |
| البحرين   | 0,009 572     |
| السعودية  | 126.686 525   |
| عمان      | 14.966 819    |
| قطر       | 0.188 265     |
| الكويت    | 2.377 676     |
| اليمن     | 67.164 784    |
| الاردن    | 6.726 665     |
| سوريا     | 52.740 650    |
| العراق    | 99.865 450    |
| فلسطين    | 8.021 322     |
| لبنان     | 6.835 850     |
| مصر       | 15.255 717    |
| السودان   | 1 094.358 700 |
| الصومال   | 190.617 560   |
| جيبوتي    | 3.997 500     |
| ليبيا     | 48.989 209    |
| تونس      | 39.776 000    |
| الجزائر   | 192.476 227   |
| المغرب    | 82.352 123    |
| موريتانيا | 157.208 300   |
| الاجمالي  | 2213,194 879  |

الشمال حتى تصل إلى 25 ملم في مشارف الصحراء، لذا نجد أن كميات الأمطار الساقطة كما يوضحه الجدول (1.1) تصل إلى 2213 مليار متر مكعب، إذ يلاحظ أن كمية الأمطار الساقطة على السودان تشكل حوالي 50% من مجموع كمية الأمطار الساقطة على الوطن العربي. ولابد لنا أن نعرف أن هذه الأرقام تمثل المعدلات، فهي تتذبذب في كمياتها من سنة لأخرى، إذ قد تتحسب الأمطار لفترة طويلة، أو قد يسقط المطر مدرارا في سنوات أخرى.

### 3-1 الموارد المائية

لقد لعبت الخصائص المناخية دورا هاما في تحديد حجم الإيراد المائي في الوطن العربي، الأمر الذي انعكس على الإنتاج الزراعي، وهذه الظاهرة هي نتيجة حتمية لغياب التنسيق القومي استغلال الموارد المائية، ولسيادة المناخ الصحراوي أغلب أنحاء الوطن العربي.

فالوطن العربي يفقر إلى شبكة هيدروغرافية كبيرة دائمة الجريان (عدا نهر النيل ونهري دجلة والفرات). وهناك بعض الأنهار الصغيرة والدائمة الجريبات والتي لايزيد عددها عن 40 نهرا. ويتأمل بسيط في الجدول (2.1) نجد أنه بينما يفيض الماء في بعض أقطار الوطن العربي، نجده شحيحا في أقطار أخرى وتبلغ كمية المياه

السطحية المتاحة 295728 مليون متر مكعب تضيع كميات كبيرة من هذه الموارد السطحية بالتبخر من الأهوار والمستنقعات، كما تتحكم دول الجوار بأكثر من 60% من الموارد المائية السطحية، ويترصد الكيان الصهيوني على بعض هذه الموارد.

بينما يبلغ مخزون المياه الجوفية حسب بعض التقديرات 10×13,5 متر مكعب، وتقدر كمية المياه الجوفية المتجددة بـ 41.840 مليون متر مكعب.

### 4-1 الغطاء النباتي

يعد الغطاء النباتي انعكاسا للظروف المناخية السائدة لذا نجد أن إقليم الغطاء النباتي الصحراوي يسود أغلب أرجاء الوطن العربي والذي يمتاز بقلّة الكثافة النباتية في وحدة المساحة، ومعظم النبات الطبيعي عبارة عن نباتات حولية قصيرة العمر، بينما تسود الحشائش القصيرة (الاستبس) وبعض الشجيرات الصغيرة الأجزاء الشمالية الشرقية من الأردن وسوريا والعراق وبعض أجزاء المغرب

## الموارد المائية المتاحة والمستعملة في الوطن العربي

| القطر     | الموارد المائية التقليدية المتاحة<br>(مليون متر مكعب في السنة) |         |         | الموارد المائية المستعملة (مليون متر مكعب في السنة) |         |                     | العجز والفائض<br>(مليون متر<br>مكعب في السنة) |
|-----------|--|---------|---------|---|---------|---------------------|---|
|           | السطحية  | الجوفية | المجموع | السطحية   | الجوفية | تخلية مياه<br>البحر |   |
| الأردن    | 900  | 590     | 1490    | 351   | 482     | -                   | 557   |
| الإمارات  | 150  | 134     | 284     | -   | 900     | 276                 | 904-  |
| البحرين   | -  | 90      | 90      | -   | 153     | 16                  | 60-   |
| تونس      | 2630   | 1724    | 4354    | 1422  | 1331    | -                   | 1446  |
| الجزائر   | 13000  | 4200    | 17200   | 800   | 2900    | -                   | 12500   |
| جيبوتي    | 199  | -       | 199     | -   | -       | -                   | 199   |
| السعودية  | 3208   | 2338    | 5546    | 450   | 3000    | 903                 | 976   |
| السودان   | 60645  | 900     | 61545   | 18710   | 166     | -                   | 42669   |
| سوريا     | 22100  | 2935    | 25035   | 8040  | 1666    | -                   | 15329   |
| الصومال   | 8156   | 3300    | 11456   | 4000  | -       | -                   | 7456  |
| العراق    | 80000  | 1000    | 81000   | 45000   | 1200    | -                   | 34800   |
| عمان      | 1470   | 564     | 2034    | -   | 400     | 15                  | 1611  |
| فلسطين    | 4000   | 950     | 4950    | 1100  | 950     | -                   | 2900  |
| قطر       | -  | 55      | 55      | -   | 112     | 90                  | 167-  |
| الكويت    | -  | 160     | 160     | -   | 283     | 404                 | 607-  |
| لبنان     | 4800   | 3000    | 7800    | 700   | 500     | -                   | 6600  |
| ليبيا     | 170  | 2500    | 2670    | 87  | 1975    | 50                  | 368   |
| مصر       | 62000  | 4500    | 66500   | 55500   | 1500    | -                   | 2000  |
| المغرب    | 23000  | 10000   | 33000   | 8000  | 3000    | -                   | 22000   |
| موريتانيا | 5800   | 1500    | 7300    | 880   | 1000    | -                   | 5420  |
| اليمن     | 3500   | 1400    | 4900    | 1450  | 1200    | -                   | 2250  |
| المجموع   | 295728   | 41840   | 337568  | 146590  | 22718   | 1754                | 258379+                                       |

أسرع من ذلك. وفي مصر الذي يشكل عدد سكانها 25٪ من سكان الوطن العربي ظلت معدلات النمو السكاني فيها ثابتة.

ولقد انعكس تقييم الخدمات الصحية الوقائية منها والعلاجية على زيادة متوسط العمر المتوقع (عدد السنوات التي يمكن أن يتوقع رد فرد نموذجي أن يعيشها). ومن المتوقع أن يتحسن هذا في المستقبل، كما يلاحظ أن متوسط العمر المتوقع يرتبط ارتباطا وثيقا بالرعاية الاقتصادية، وتميل بعض الدول العربية أن تكون صحية أقل دخل وأعلى معدل للوفيات، بينما نجد أن الدول العربية الأكثر ثراء هي الأدنى معدلا في الوفيات، وتطبق هذه الحالة على معدلات وفيات الأطفال الرضع، إذ نجد أن أعلى معدلات وفيات الرضع هي في البلدان العربية الفقيرة.

### 3- الآثار البيئية للنمو السكاني المتسارع في الوطن العربي

تأتي أهمية مشكلة التدهور البيئي في الوطن العربي من جراء مجموعة المشاكل الحيوية التي تتمحور عنها وتهدد البشرية بشكل جدي، نذكر منها نقص الغذاء وتدهور الصحة العامة والإنتاجية وتدهور موارد البيئة وازدياد العبء الديموغرافي.

إن زيادة الإنتاج الزراعي في الوطن العربي لمسيرة النمو السكاني المتسارع يتطلب زيادة الإنتاج لكل وحدة من الأرض باستخدام التقنيات الزراعية الحديثة، وهو أمر ينطوي على مواصلة الاستخدام الراسخ النطاق للأسمدة والمبيدات الكيماوية، فأصبحت البيئة، لاسيما في النظم الإيكولوجية الحساسة والتي تشكل غالبية مساحة الوطن العربي، عرضة لضغوط هائلة، إلا أنها شملت وتستشمل إزالة العطاء النباتي الطبيعي وتردي التربة والتحصن وتلوث المياه والتربة للاستخدام المفرط للمواد الكيماوية.

ولم يعد التهديد الذي يمثله التلوث البيئي في الوطن العربي مسألة قائمة على الافتراض، فهو لا يهدد أمن الجيل الحالي فحسب، بل أمن الأجيال المقبلة أيضا. لذا فإن علينا نحن أبناء هذا الجيل العربي أن يكون لنا من التصور ما يمكننا من مراعاة احتياجات الأجيال المقبلة حتى لا نستنفد الموارد المحدودة للوطن العربي أو أن تلوث نظم الحياة، فتصبح رفاهية الإنسان العربي، بل وحتى وجوده في خطر.

### 2- نمو السكان في الوطن العربي

إن جميع عناصر البيئة مترابطة فيما بينها، فهناك علاقات قائمة بين العناصر الحية وغير الحية للبيئة، بما في ذلك السكان، ومع زيادة قدرة السكان بفضل التقدم المذهل للتكنولوجيا، ومع تكاثر أعدادهم السريع، أصبح الجنس البشري يمثل الآن أكثر من أي وقت مضى أهم عامل تغيير بيئي.

فالعلاقة بين السكان والبيئة علاقة وثيقة جدا، فهناك ترابط ذو أهمية حاسمة بين نوعية البيئة وصحة البشر ورفاههم، ذلك أن التلوث وأشكال التدهور البيئي الأخرى تقلل من رفاه السكان، كما أن المشاكل البيئية تتفاقم بسبب الأنشطة البشرية، ويجب إعادة النظر إليها في سياق علاقتها بصحة ورفاههم.

إن أوجه الترابط بين السكان والموارد والبيئة والتنمية يجب أن تضع الاعتبارات البيئية في الحسبان عند تخطيط كافة الأنشطة الإنمائية، وسالم تدرس بتعمق احتمالات وآثار التغيير البيئي عند التخطيط للتنمية والاضطلاع بها، فإن استمرارية الفوائد التي يتوقع الحصول عليها من التنمية ستكون معرضة للخطر.

لقد بلغ عدد سكان الوطن العربي 115,1 مليون نسمة عام 1965، وبحلول عام 1990 تضاعف هذا العدد تقريبا، فوصل عدد سكانه إلى 223,5 مليون نسمة، ومن المتوقع أن يصل عددهم إلى 288,4 مليون نسمة عام 2000، وإلى 497,1 مليون نسمة عام 2025. وهذا تزايد أسسي يتزايد معه الضغط على الموارد الطبيعية، وهذا يلاحظ في الجدول رقم (4.1)، وعلى الرغم من أن النمو السكاني قد انخفض باطراد خلال السنوات القليلة الأخيرة، إلا أنه من المتوقع أن يزيد صافي الإضافة السنوية المطلقة إلى عدد سكان الوطن العربي من حوالي 7 مليون نسمة في الوقت الحاضر، إلى حوالي 9 مليون نسمة بحلول عام 2000، و15 مليون نسمة في السنة عام 2025.

وفي حين انخفضت معدلات المواليد والوفيات ووفيات الأطفال الرضع، ارتفعت الأعمار المتوقعة في أغلب أقطار الوطن العربي، كما يلاحظ أن هناك اختلافات قطرية في معدلات زيادة النمو السكاني، إذ أن تسعة أقطار عربية يزيد فيها معدل النمو السكاني عن 3٪، بمعنى أن عدد سكان هذه الأقطار سيتضاعف كل 23 سنة، أو حتى

## اعداد السكان ونموهم ونسبة التعميم في الوطن العربي

| القطر     | عدد السكان<br>بالآلاف عام<br>1990 | عدد السكان<br>بالآلاف عام<br>2000 | نسبة<br>سكان<br>الريف<br>% | كثافة السكان<br>للكيلومتر<br>الواحد | نسبة<br>العاملين<br>بالزراعة<br>من النشطين<br>اقتصاديا | معدل النمو<br>السوي<br>للسكان<br>%<br>2000-1990 | معدل نمو سكان<br>الريف<br>1990-1985 |
|-----------|-----------------------------------|-----------------------------------|----------------------------|-------------------------------------|--|---|-------------------------------------|
| الاردن    | 4000                              | 5963                              | 32,6                       | 45                                  | 10,2   | 3,3   | 1,7                                 |
| الامارات  | 1592                              | 1978                              | 22,2                       | 19                                  | 4,5  | 2,1   | 2,4                                 |
| البحرين   | 497                               | 643                               | 17,3                       | 731                                 | 3,-  | 2,8   | 2,3                                 |
| تونس      | 8208                              | 10106                             | 46,-                       | 50                                  | 21,6   | 2,-   | 0,3                                 |
| الجزائر   | 25260                             | 33359                             | 55,7                       | 11                                  | 13,9   | 2,8   | 0,5                                 |
| جيبوتي    | 424                               | 585                               | 19,8                       | 18                                  | - - -  | 3ي-   | 0,1                                 |
| السعودية  | 14870                             | 16662                             | 42,-                       | 7                                   | 48,5   | 3,9   | 0,2                                 |
| السودان   | 25200                             | 32830                             | 78,3                       | 10                                  | 64,9   | 2,9   | 1,5                                 |
| سوريا     | 12558                             | 17857                             | 48,7                       | 68                                  | 24,9   | 3,6   | 2,8                                 |
| الصومال   | 7500                              | 8510                              | 62,6                       | 12                                  | 75,6   | 2,6   | 0,1-                                |
| العرف     | 18923                             | 26234                             | 26,5                       | 43                                  | 12,5   | 3,4   | 0,7                                 |
| عمان      | 1517                              | 2257                              | 89,8                       | 7                                   | 50,-   | 3,8   | 2,7                                 |
| فلسطين    | 1628                              | 2254                              | ---                        | --                                  | 22,6   | --  | --                                  |
| قطر       | 389                               | 604                               | 10,8                       | 35                                  | 3,-  | 3,1   | 0,6                                 |
| الكويت    | 2063                              | 2728                              | 4,8                        | 115                                 | 30,9   | 2,6   | 3,1-                                |
| لبنان     | 2655                              | 2982                              | 17,-                       | 255                                 | 14,3   | 2,1   | 1,6-                                |
| ليبيا     | 4546                              | 6492                              | 30,9                       | 2                                   | 18,1   | 3,6   | 0,2                                 |
| مصر       | 52886                             | 65664                             | 51,7                       | 52                                  | 35,5   | 2,-   | 1,5                                 |
| المغرب    | 2 5128                            | 31784                             | 52,2                       | 56                                  | 45,6   | 2,3   | 1,8                                 |
| موريتانيا | 2001                              | 2630                              | 59,1                       | 2                                   | 69,4   | 2,9   | 0,7                                 |
| اليمن     | 11700                             | 16350                             | 72,-                       | 22                                  | 62,5   | 3,6   | 1,7                                 |
| المجموع   | 223537                            | 288472                            | 48,6                       | 16                                  |  | 3,-   |                                     |

جدول (4.1)

معدل الخصوبة والمواليد والوفيات وتوقع الحياة في الوطن العربي  
1990

| القطر     | معدل الخصوبة | معدل المواليد لكل ألف | معدل وفيات الرضع لكل ألف مولود | معدل الوفيات لكل ألف | توقع الحياة عند الولادة |
|-----------|--------------|-----------------------|--------------------------------|----------------------|-------------------------|
| الأردن    | 5,8          | 42,5                  | 44                             | 6,5                  | 66,9                    |
| الإمارات  | 4,6          | 23,5                  | 26                             | 3,7                  | 70,5                    |
| البحرين   | 3,9          | 28,7                  | 2                              | 4,3                  | 71,-                    |
| تونس      | 3,7          | 30,2                  | 59                             | 7,4                  | 66,7                    |
| الجزائر   | 5,1          | 39,5                  | 74                             | 8,8                  | 65,1                    |
| جيبوتي    | 6,5          | 47,2                  | 122                            | 17,8                 | 48,-                    |
| السعودية  | 7,4          | 46,9                  | ---                            | 8,2                  | ---                     |
| السودان   | 6,4          | 44,-                  | 108                            | 16,1                 | 50,8                    |
| سوريا     | 6,5          | 45,2                  | 48                             | 7,-                  | 66,1                    |
| الصومال   | 6,8          | 49,-                  | 132                            | 19,-                 | 46,1                    |
| العراق    | 6,2          | 42,5                  | 69                             | 7,6                  | 65,-                    |
| عمان      | 7,1          | 45,-                  | 29                             | 7,-                  | 67,-                    |
| فلسطين    | 6,7          | 44,-                  | 54                             | 7,1                  | 65,-                    |
| قطر       | 5,5          | 30,7                  | 31                             | 4,4                  | 69,2                    |
| الكويت    | 3,7          | 32,5                  | 18,5                           | 2,9                  | 73,4                    |
| لبنان     | 3,6          | 27,7                  | 40                             | 8,-                  | 66,1                    |
| ليبيا     | 6,8          | 43,7                  | 82                             | 9,1                  | 61,8                    |
| مصر       | 4,3          | 37,-                  | 85                             | 8,6                  | 60,3                    |
| المغرب    | 4,5          | 35,4                  | 73                             | 9,6                  | 62,-                    |
| موريتانيا | 6,5          | 47,8                  | 127                            | 19,4                 | 47,-                    |
| اليمن     | 7,6          | 52,9                  | 130                            | 18,2                 | 51,5                    |
| المعدل    | 6,-          | 40,1                  | 73                             | 10,-                 | 60,7                    |

الإنتاج الاقتصادي، ومنع حدوث أي خلل في العلاقة بين البيئة والإنسان.

إن معالجة هذه المشكلة والتقليل من حدتها يتم بالتخطيط البيئي المبني على الأسس العلمية والتي تهتم بالحمولة البيئية، والتي يجب ألا تتعدى الحد الإيكولوجي الحرج.

#### 4- التدهور البيئي والفقر في الوطن العربي

يرتبط تدهور البيئة في الوطن العربي ارتباطاً وثيقاً بالفقر وخاصة في الريف، وتتمثل جذور هذه المشكلة، في عدم تمكن الأسر الفقيرة "خاصة في الدول العربية غير النفطية" من الحصول على موارد إنتاجية لتلبية احتياجاتها الأساسية.

ويلاحظ من الجدول (3.1) أن أعلى نسبة لسكان الريف نجده في عمان ثم السودان 89,8%، 78,3% على التوالي، بينما أقل نسبة للسكان في الريف نجده في دولة الكويت 4,8% وقطر 10,8%، ويرجع

ذلك إلى التطور الحضري السريع المصاحب للتنمية وإلى محدودية المناطق الزراعية، وعموما نجد أن معدل نمو سكان الريف في جميع الدول العربية هو أقل من معدل النمو العام للسكان فيها ويرجع ذلك إلى الهجرة من الريف إلى المدينة. وهناك بعض الأقطار العربية ينمو عدد سكان الريف فيها بالسالب كالكويت ولبنان والصومال -3,1%، -1,6%، -0,1% لكل منها على التوالي.

وكثيراً ما ينشأ تدهور البيئة من الزيادة المفرطة في السكان والتي تفرض ضغوطاً لم يسبق لها مثيل على الموارد الطبيعية، ودون أن يكون هناك ما يقابلها من زيادة في الإنتاجية الزراعية، فالنمو السكاني الحالي يؤدي إلى تناقص أحجام المزارع وتزايد تفتت الحيازات، وينذر المستقبل في الوطن العربي بأن الموارد الطبيعية ستعرض للمزيد من الخطر بسبب النمو المتوقع للسكان في المجتمعات الريفية.

ولذا يكون الاختيار الوحيد المتاح للفقراء هو الاستغلال الجائر للموارد الطبيعية كي يتمكنوا من البقاء، وبالتالي فإن قدراً كبيراً من تدهور البيئة يحدث نتيجة

وعلى الرغم من الشروط البيئية القاسية في الوطن العربي، غير أن قدرات الإنسان العربي سمحت له ومكنته في كثير من الأحيان بلوغ درجات كبيرة من التطور والتلاؤم والكفاية والرفاه، غير أن تلك القدرات البشرية إذا ما أسئ استخدامها فإنها قد تؤدي إلى تدهور بيئي حاد يقف الإنسان أمامه مشدوها عاجزا عن الإبداع والتطور، وغير قادر حتى على التلاؤم الضروري لبقائه واستمراره.

إن الحاجة لتوفير الغذاء للأفواه المتزايدة في الوطن العربي يجب ألا ينسنا أهمية الحفاظ على التوازن البيئي في الوطن العربي خاصة أجزاءه الجافة وشبه الجافة، لأن الحفاظ على هذا التوازن هو

الذي يساعد على إمكانية توفير الغذاء واستمرار العطاء والحياة على المدى الطويل، لذا لا بد من الاستخدام الرشيد للموارد البيئية في الوطن العربي بحيث يكون معدل الاستغلال في حدود الطاقة التعويضية لهذه الموارد.

إن هذا النمو السريع للسكان يؤدي إلى الضغط السكاني ومحاولة تكثيف استخدامات الأرض، وبهذا يساء استخدام البيئة حتى تصل في تدهورها درجة تصبح معادية لوجود الإنسان ذاته.

ولقد وضع مؤتمر نيروبي للتصحر أرقاماً سكانية للكثافة الريفية يمكن أن يسترشد بها كمؤشر للضغط السكاني على الأرض، إذ تم اعتبار الكثافة الريفية 7 نسمة / كلم<sup>2</sup> في المناطق الجافة كحد أقصى بحيث يجب ألا تتعداه.

وعلى الرغم من انخفاض الكثافة السكانية في المناطق الهامشية من الوطن العربي، إلا أن تركيز السكان في مواقع معينة داخل هذه المناطق يسبب حدوث ضغط سكاني على الموارد، فتركز البدو في الفترات الجافة في الأماكن التي يتوافر فيها الماء بشكل ضغطاً على موارد الحياة والنبات في بيئة هشّة لا تتحمل ضغطاً فوق طاقتها، كما أن توطين البدو دون أن يطرأ تبدل ملحوظ على نمط معيشتهم سبب تدهوراً كبيراً في البيئة المجاورة لمناطق توطينهم، ولقد زاد من حدة التدهور قيام أغنياء البدو في العقود الأخيرة بنقل المياه بالسيارات الحوضية إلى الأماكن البعيدة التي كانت بمأمن من الرعي الجائر فأطالوا المكوث فيها، الأمر الذي أدى إلى تدهورها، وهذا يستلزم مواجهة الضغط البشري بما يسهل تطوير هذا القطاع وإدخاله إلى

#### 4-1 سوء تخصيص الاعتمادات المالية

إن الخلل القائم في الأمن الغذائي في الوطن العربي يرجع للنقص والخلل الواضح في مجال الاستثمار الزراعي، إذ تم تخصيص 33,5 مليار دولار لخطط التنمية الزراعية في عقد السبعينات، لم ينفذ من هذا الاستثمار سوى 54% من مجموع المبالغ المرصودة، كما يلاحظ انخفاض الأهمية النسبية للاستثمارات المخططة الموجهة للقطاع الزراعي مقارنة مع القطاعات الاقتصادية الأخرى، إذ لم تتجاوز الاستثمارات الزراعية للفترة 1980-1990 نسبة 10% من حجم الاستثمارات الكلية، بينما بلغت في القطاع الصناعي 21% وفي النقل 14% والبناء 13%.

#### 4-2 المديونية الخارجية

تمثل المساعدات الخارجية أحد مصادر التنمية في الوطن العربي، إلا أن مساهمتها في تمويل العجز المتزايد في الموازين الجارية تضاعلت عبر السنوات الماضية، الأمر الذي انعكس على حجم الدين الخارجي وتكلفة خدمته. ولقد بلغت ديون اثنتي عشرة دولة عربية أتاحت لنا بياناتها هي الأردن وتونس والجزائر والسودان وسوريا والصومال وعمان ولبنان ومصر والمغرب وموريتانيا واليمن، كما يلاحظ في الجدول (5.1) أكثر من 141 مليار دولار عام 1989، وبلغ فيها نسبة الدين القائم إلى الناتج المحلي الإجمالي لها 37,1%، ولاشك أن تراكم الدين قد أدى إلى ارتفاع أعباء خدمته. الأمر الذي انعكس على استمرار تلك الدول في الاقتراض لتمويل فجوة الموارد ولخدمة ديونها، ولقد بلغت خدمة الدين للدول العربية الأنفة الذكر أكثر من 14 مليار دولار في نهاية 1989 وهو يعادل حوالي 10% من حجم الدين القائم آنذاك، ويرتبط تدهور البيئة أساساً بالفقر خاصة في الأرياف، وعندما يتعرض أمن الأسرة الغذائي للخطر وتستنفذ كل الحلول المتاحة محلياً لزيادة الإنتاج، يضطر أعضاء الأسرة إلى الانتقال والهجرة وهنا تتفاقم المشاكل البيئية وتزداد.

لاضطراد الفقراء إلى أن يتبعوا في الزراعة والرعي ممارسات ضارة بالبيئة، مما يؤدي إلى ظهور الحلقة المفرغة والتي تزيد من صعوبة التوصل في الأجل الطويل إلى تخفيف وطأة الفقر والحفاظ على الموارد، فالضرورة الملحة هي التي تدفعهم اضطراراً إلى استنزاف الغابات من التربة وزراعة المنحدرات الحادة وممارسة الرعي الجائر، ويؤثر هذا التدهور البيئي على مستوى معيشة السكان نتيجة لاعتمادهم المباشر لحطب الوقود والتدفئة، واحتياج حيواناتهم إلى العلف، ومن الواضح أن هذا التدهور يهدد التنمية الاقتصادية بشكل عام والتنمية الزراعية بشكل خاص.

لذا فإن النظر إلى مشكلات تدهور البيئة على أنها نتيجة لتزايد السكان ومتطلباتهم المعيشية فحسب هو إفراط في التبسيط، أو تشخيص غير صحيح للأمور، فهناك حالات تبلغ فيها مشكلات البيئة درجة من سوء تفوق الأضرار التي يتوقع أن تتسبب فيها الزيادة السكانية السريعة وحدها، والواقع أن الذي يؤدي إلى تدهور البيئة على نطاق واسع هو الأثر المترتب على اقتران الزيادة السكانية بعوامل أخرى.

إن المشكلات الاقتصادية تساعد على تفاقم التدهور البيئي وهذا بدوره يجعل عملية التنمية الاقتصادية عملية صعبة التحقيق، فإذا تغاضى أي قطر عربي عن اختفاء الغابات وتردي التربة واتساع الكثبان الرملية وتلوث الهواء والمياه، فإن عملية قبول الانهيار الاقتصادي والتحلل الاجتماعي، مما يهدد الجيل الحالي ويسبب معاناة للأجيال المقبلة.

وهناك مشكلتان أساسيتان تقف أمام الأقطار العربية وهي سوء تخصيص الاعتمادات المالية وانخفاض الأهمية النسبية للاستثمارات في التنمية الزراعية، وتمثل العقبة الثانية في ديون الدول العربية غير النفطية وخدمة هذه الديون.

الدين العام الخارجي وخدمته لبعض الاقطار  
العربية (مليون دولار أمريكي) (ي) 1989

| القطر     | الدين العام | خدمة الدين العام |
|-----------|-------------|------------------|
| الاردن    | 7418        | 454              |
| تونس      | 6889        | 1043             |
| الجزائر   | 26067       | 7071             |
| السودان   | 12965       | 58               |
| سوريا     | 5202        | 384              |
| الصومال   | 2137        | 17               |
| عمان      | 2679        | 665              |
| لبنان     | 520         | 33               |
| مصر       | 48799       | 2355             |
| المغرب    | 20851       | 1670             |
| موريتانيا | 2010        | 79               |
| اليمن     | 5829        | 370              |
| المجموع   | 141376      | 14199            |

# العلاقات بين البيئة والتنمية الزراعية في الوطن العربي

## تمهيد

د- أهمية تقييم وإدماج القضايا البيئية في سياق السياسة الاقتصادية العامة وليس مجرد تقييم المشاريع كل على حدة.

هـ- الاهتمام بتجديد البيئات المتدهورة وتحسين إدارة الموارد الطبيعية.

و- تنفيذ قوانين بيئية وطنية وقومية لدعم الإدارة البيئية وحماية صحة الإنسان.

ز- ضرورة تسليط الضوء على الروابط بين فقر الجماهير وبين عدم تلبية الاحتياجات الأساسية وبين التدهور البيئي.

ح- التأكيد على أن التدهور البيئي هو أحد الآثار الرئيسية للركود الاقتصادي وأحد أسبابه في آن واحد.

ط- التأكيد على أن جذور القضايا البيئية كثيرا ما ترجع إلى سياسات وممارسات اجتماعية واقتصادية، وأنه لا يمكن تناولها بصورة فعالة دون نهج متكامل للبيئة والتنمية، كما أن سياسات التنمية الاقتصادية والاجتماعية الضيقة الأفق تعوق التنمية القابلة للاستمرار، المتواصلة العطاء، وتقضي إلى تدهور البيئة.

إن المشاكل البيئية المتزايدة تشكل تهديدا خطيرا لمستقبل نمو الاقتصاد العالمي، ولهذا يعد النمو الاقتصادي والتنمية في الوطن العربي بشكل خاص من الأمور الأساسية للتصدي لمشاكل تدهور البيئة البشرية ولحماية البيئة. ويتعذر بالمثل إنعاش النمو الاقتصادي واستمراره مالم يتصدى للمشاكل البيئية بصورة فعالة، ولا بد أن يكون للتعاون الاقتصادي العربي ممثلا في الصندوق العربي للإنماء الاقتصادي والاجتماعي، وصندوق النقد العربي ومنظمة الأقطار العربية المصدرة للبترول والمنظمة العربية للتنمية الزراعية والمنظمة العربية للتنمية الصناعية دور أساسي في مساعدة الأقطار العربية بصورة فعالة في كسر حلقة التدهور البيئي والركود الاقتصادي واستئراء الفقر.

تتكبد المجتمعات بسبب النتائج المترتبة على إهمال البيئة والمحاولات التي تبذلها لتدارك تلك النتائج تكاليف باهضة تتجاوز بكثير ما يمكن أن تتكبده لو تم في الوقت المناسب تعيين القيود التي تفرضها البيئة والإمكانيات التي تتيجها، لذلك من الضروري تغيير عملية تصميم وتنفيذ سياسات وبرامج ومشاريع التنمية حتى يتسنى وضع الاعتبارات البيئية في الحسبان بصورة فعلية وفي الوقت المناسب، ذلك أن الإنسان يعتمد على البيئة من أجل بقائه ورفاهيته، ولا يستطيع العيش بدون مواردها الطبيعية، غير أن طمع الإنسان كثيرا ما ألحق الضرر بالصحة وهدد مستقبل البشرية بالتنمية غير الملائمة تضع حملا لازوم له على الموارد الطبيعية، ومن ثم تضر الإنسان.

## 1- دمج الاعتبارات البيئية في الممارسات الاستثمارية

تشكل المشاكل البيئية المتزايدة تهديدا خطيرا مطردا لمستقبل نمو الاقتصاد العالمي، ويعد النمو الاقتصادي والتنمية في الوطن العربي من الأمور الأساسية للتصدي لمشاكل تدهور البيئة البشرية ولحماية البيئة. ويتعذر بالمثل إنعاش النمو الاقتصادي واستمراره مالم يتم التصدي للمشاكل البيئية بصورة فعالة، ولا بد أن يكون للتعاون الاقتصادي الدولي دور أساسي في مساعدة البلدان النامية لكسر حلقة التدهور البيئي والركود الاقتصادي واستئراء الفقر، وهنا لابد من اتباع جملة أمور منها :

- أ- إدراج الاهتمامات البيئية في تخطيط التنمية.
- ب- استتباط إطار مفاهيمي لإدراك كفة التفاعلات بين البيئة والتنمية وللتحكم فيها.
- ج- وضع الإمكانيات والقيود البيئية في الاعتبار بصورة منظمة وفعالية في تخطيط تصميم وتنفيذ سياسات وبرامج ومشاريع التنمية الاقتصادية والاجتماعية.

## 2- التنمية الزراعية والتدهور البيئي في الوطن العربي

التربة وانخفاض خصوبة التربة، أو حتى فقدان الكامل لصلاحية الأرض الزراعية، وهي أمور أصبحت واضحة في أجزاء كثيرة من الوطن العربي حتى تتأثر نصف الأرض المروية بدرجات متفاوتة بالتملح الثانوي وزيادة نسبة المكونات، ولم يعد التهديد الذي يمثله الترددي البيئي المستمر في الوطن العربي مسألة قائمة على الافتراض، فهو لا يهدد أمن الجيل العربي الحالي فحسب، بل أمن الأجيال المقبلة أيضا.

إن التنمية التي تدمر الموارد البيئية هي ليست بتتمية، ذلك أن أي ضرر بالبيئة يضر بنا جميعا، خاصة سكان الريف في الوطن العربي الذين يعتمدون في بقائهم اعتمادا مباشرا على البيئة، ذلك أن معظم الأخطار البيئية التي تهدد إنتاج الأغذية تستلزم الحد من عمليات تدهور البيئة.

ولاتحصر المشكلات البيئية في قطر عربي معين. أو منظمة مناخية معينة، فنوبات الجفاف مثلا ظاهرة طبيعية تؤثر على الزراعة، ومن الممكن أن تؤثر التغيرات المناخية الأطول أجلا والناشئة عن تأثير غازات الدفيئة أن تؤثر على أحوال الزراعة والأغذية في الوطن العربي.

### 3- الآثار البيئية للتنمية الزراعية غير السليمة بيئيا

تمثل بعض أنشطة التنمية الزراعية في الوطن العربي والتي لم يحسن تخطيطها مصدرا للتدهور البيئي والذي يمكن أن يؤدي إلى مشكلات كثيرة فالحاجة لتوفير الغذاء للأفواه المتزايدة يمثل باعنا قويا للمضي بجهود التنمية الزراعية لدى بعض الأقطار العربية بغض النظر عن تأثيرها السلبى والتي تتمثل بـ :

#### 3-1 استعمال المواد الكيماوية الزراعية

إن تزايد الطلب على الموارد الغذائية في الوطن العربي لأجل تقليل الفجوة الغذائية، أدى إلى مضاعفة استعمال المواد الكيماوية لزيادة خصوبة التربة ومكافحة الحشرات والأعشاب الضارة، إن النهوض بالتنمية الزراعية في الوطن العربي دون الاستخدام العقلاني لهذه المواد يؤدي إلى الكثير من المشكلات البيئية والصحية.

إن التهديد الحالي للبيئة في الوطن العربي ينبغي أن يكون الشاغل المشترك لجميع الأقطار العربية، وأن تتخذ إجراءات فعالة لحماية البيئة وتعزيزها وفقا لقدرات كل منها ومسؤولياتها، وينبغي أن توجه مبالغ إضافية للتنمية الزراعية المتواصلة العطاء السليمة بيئيا، والاستفادة من التعاون الزراعي والبيئي القومي والدولي لاستكشاف صيغ فعالة تتمكن خلالها معالجة الكثير من المشاكل البيئية التي تظهر نتيجة للتنمية الزراعية وإعادة تأهيل الموارد الطبيعية ووقف سوء إدارة قاعدة هذه الموارد.

إن مشكلة التدهور البيئي بشتى أشكاله ما فتئت في الوطن العربي تتفاقم يوما بعد يوم، كما أن النظام البيئي، أو التناغم الطبيعي

بين مجموعة العناصر المكونة للبيئة أخذت بالانهيار والتداعي، ولقد بلغ الخلل البيئي في الوطن العربي درجة كبيرة من الخطورة خلال فترة قصيرة من الزمن، فالظروف الطبيعية مازالت نفسها تقريبا، تلك التي كانت تسود منذ عدة آلاف من السنين، ورغم ذلك كانت تنعم المنطقة العربية بنوع من التوازن البيئي الحساس، الذي لم يتعرض للخلل والتراجع المتعاضدين إلا في العقود الأخيرة من هذا القرن، فكيف سيكون الوضع في مطلع القرن المقبل، حيث نتوقع المزيد من المخاطر.

لقد أدت الزيادة في الإنتاج الزراعي والتي نتجت أساسا عن تصنيع الزراعة واستخدام التقنيات المتقدمة والمواد الكيماوية واستنباط سلالات نباتية مقاومة لرفع الإنتاج إلى حدود قصوى دون النظر إلى أي اعتبارات أخرى إلى ردود فعل على الصعيد البيئي. كما أن التوسع الأفقي في الزراعة والرعي في المناطق الهامشية خاصة في السنوات الرطبة، وغيرها من المناطق قليلة الإنتاج. وبتزايد إنتاجية الأرض عن طريق الري، والاستخدام المكثف للأرض وزيادة خصوبتها عن طريق إضافة الأسمدة الكيماوية ومبيدات الآفات والأعشاب، ضاعفت من المشاكل البيئية التي يعاني منها الوطن العربي، إلا أن طبيعة وحدة هذه المشكلات سوف تتفاوت من منطقة لأخرى في الوطن العربي لذا أنها ستشمل إزالة الغطاء النباتي الطبيعي وتردي

جدول ( 1 . 2 )

انتاج واستهلاك الاسمدة الكيماوية  
في الوطن العربي

( ألف طن )

| معدل الاكتفاء الذاتي %         | الاستهلاك 1989            | الانتاج 1989                |  |
|--------------------------------|---------------------------|-----------------------------|--|
| 240.5<br>88.5<br>15.3          | 2283<br>1367<br>465       | 5491<br>1210<br>71          | الاسمدة النيتروجينية<br>اليوريا<br>نترات الامونيوم<br>كبريتات الامونيوم  |
| 334.5<br>113<br>413.7<br>216.7 | 576<br>1450<br>620<br>120 | 1927<br>1638<br>2565<br>380 | الاسمدة الفوسفاتية<br>سوبر فوسفات ثلاثي<br>سوبر فوسفات احادي<br>فوسفات الامونيوم الثنائية<br>فوسفات الامونيوم الاحادية |
| 109.6<br>660                   | 250<br>200                | 274<br>13.20                | الاسمدة البوتاسية<br>كبريتات البوتاسيوم<br>او كسيد البوتاسيوم  |
| 73.2                           | 1029                      | 753                         | الاسمدة المركبة  |

### 3-5 فضلات المجازر

إن عدم التخلص من فضلات المجازر يؤدي إلى حدوث حالات خطيرة عن التسمم وانتشار الأمراض والأوبئة وهذا ما يلاحظ في أغلب أقطار الوطن العربي.

### 3-6 مشاريع الري

الري الصحيح وسيلة فعالة لزيادة الغلة، غير أن أغلب مشاريع الري والخزن في الوطن العربي، وقد لا تحقق الفائدة المرجوة منها بسبب الآثار الصحية السيئة الناجمة عن التغييرات البيئية التي تحدثها هذه المشروعات حيث قدمت مشروعات الري بيئة جيدة لأنواع الناموس الذي يحمل الملاريا، والشتوسومية التي توطنت في مصر منذ آلاف السنين بسبب سوء الري.

### 4- المحددات البيئية للتنمية الزراعية في الوطن العربي

تعد الموارد الطبيعية من أرض ومياه ومناخ القاعدة الأساسية للتنمية الزراعية، ولقد زادت أهمية الموارد الطبيعية ومشاكلها البيئية المختلفة بعد تطور النقص من التغييرات في بيئته، كما أنه تأثر بها، وأهمها :

### 4-1 الجفاف

إن المناخ نظام دائم التغيير والحركة ومعرض للتعبيرات الطبيعية في كل الأوقات يتأثر بنشاط الإنسان، كما يؤثر عليه وعلى نشاطاته، وعموما فإن المناخ يتكون من ظواهر متطرفة شاذة، وأحيانا طبيعية، والظواهر المناخية الشاذة هي الأمور الحرجة والتي تؤدي أحيانا إلى حدوث كوارث طبيعية، ففي بعض الأحيان ونظرا للتركيب الاجتماعي والاقتصادي لها تستطيع البقاء عدة سنوات في ظروف مناخية شاذة، وفي مناطق أخرى يكون للجفاف أو التساقط الغزير نتائج سيئة كبيرة، إذ يدمر الغطاء الحياتي الموجود.

إن إنتاج الأغذية ومدى توافر المياه والطاقة يتأثران إلى حد بعيد بتقلب المناخ. ويمكن أن يساعد تحسين إدراك كنه النظام المناخي والقدرة على التنبؤ بالأوضاع المناخية الشاذة في العمل على تحسين مدى توافر الأغذية والمياه والطاقة واستغلالها على نحو فعال.

فالأسمدة الكيماوية وخاصة منها الفوسفاتية والتي بلغ إنتاجها في الوطن العربي 6510 ألف طن، كما يلاحظ من الجدول (1.2)، يستهلك فيها داخل الوطن العربي 2766 ألف طن، تؤدي هذه الأسمدة إلى تآكل المياه وحدوث تغييرات في تركيبه، كما أنها مصدرا لأخذ الكاديوم، وقد يسبب وجود الغبار المحتوي على الفلوريد في خامات الفوسفات في تدمير الغابات وما يصاحبها من عدم ثبات التربة والانهيار.

كما أن الكاديوم يوجد عادة في التربة وبالتالي في المواد الغذائية بتركيزات منخفضة جدا، وتعد أسمدة الفوسفات مصدرا زراعيًا هامًا للكاديوم، والذي يؤثر على وظائف الكلية، حيث تصيبها بالاختلال.

### 3-2 تلوث المواد الغذائية

إن بقاء المحاصيل فترة طويلة في ظروف رطبة قبل الحصاد لقلّة المكنان والمعدات الحديثة للحصاد في بعض أقطار الوطن العربي، وإن خزن المواد الغذائية في مخازن غير ملائمة يؤدي إلى تلوثها بالآفاتوكسين وهو عامل هام لسرطان الكبد.

### 3-3 مبيدات الآفات والأعشاب

لقد لعبت مبيدات الآفات والأعشاب دورا هاما في تخفيض الفاقد من المواد الغذائية في الوطن العربي والعمل على زيادة الإنتاج إلا أن لها آثار جانبية على الإنسان، فالرش العشوائي لمبيدات الآفات في محاولة للحصول على مزيد من الغذاء، قد يغرق السكان بسحابة سامة، مما قد يؤدي إلى الزيادة في عدد الأنواع المقاومة لمبيدات آفات معينة، كما يساهم في قتل الأسماك، مع الأخذ بنظر الاعتبار العواقب المحتملة لمتناولي هذه الأسماك، فضلا عن وجود مادة الديوكسين عالية السمية في بعض المبيدات.

### 3-4 فضلات الحيوانات

إن الإفراط في استخدام روث الحيوانات كسماد يؤدي إلى تلوث المياه بالنترات، كما أن استخدام السوائل التي تتجمع في أطراف أكوام السباخ في المزارع يؤدي إلى تلوث التربة بالفوسفات والنترات ومن ثم انتشار الأمراض.

إن معرفة وفهم أسباب وآثار التغييرات المناخية طويلة الأجل يمكن أن يساعد السكان على التكيف مع الأوضاع المناخية الجديدة، أو التخفيف من حدة آثارها غير المواتية، أو حتى منع حدوثها، وتتمثل الضرورة الأساسية في زيادة فهم النظام المناخي العالمي وتقلبه بغية السماح بالتنبؤ على نحو أدق بتغييرات المناخ، سواء أكانت طبيعية أم من صنع الإنسان، والتنبؤ على هذا الأساس بالنتائج ذات الطابع الاجتماعي والاقتصادي المترتبة على هذا التغيير.

يعرف الجفاف بأنه حالة تدل على نقص الموارد المائية، ولما كانت الأمطار هي المصدر الأساسي لكل الموارد المائية، فإن موجة الجفاف تعبر عن فترة مؤقتة قصيرة أو طويلة، تكون كمية الأمطار المتساقطة فيها دون معدلها الطبيعي أي أنها ظاهرة طبيعية قد تطول فترة دوامها سنة أو عدة سنوات، يكون فيها معدل الهطول دون القيمة الوسطية، لذا فإن الجفاف بهذا المعنى قد يحصل في جميع مناطق العالم بغض النظر عن ظروفها المناخية، كما أنه حدث في الماضي ومن الممكن أن يحدث في المستقبل، لذا فإن الأمر يتطلب الوعي البيئي الكافي لاستيعاب هذه الحقيقة والعمل وفقا لمعطياتها لتنظيم الحياة الاقتصادية والاجتماعية السائدة في الوطن العربي.

والجفاف ليست ظاهرة متصلة في عموم الوطن العربي فبينما يكون المغرب العربي واقع حاليا (في الموسم المطري 1991-1992) تحت تأثير الجفاف، يشهد المشرق العربي فترة مطيرة بلغت فيها كمية الثلوج المتساقطة في كثير من جهاته أكثر من متر، فنزل الغيث مدرارا على الأجزاء الشرقية من الوطن العربي امتلأت فيها الوديان وضابقت المجاري وضربت بعض القرى وصار الماء وسط المنازل فتضرع الناس إلى الله من الخوف ذلك أن الغيث لا يهطل دائما رحيمًا رؤوفاً، فهو قد ينهمر قويا عاتيا يجرف التربة ويحطم المنازل ويتلف الزرع والضرع، ويجعل كل عامر دامر، فيدعو الناس ربهم أن يجعله حوالهم لا عليهم، وحينما ينحبس المطر وتكرر دورات الجفاف، تتصحّر الأراضي الرعوية ويتدنّى الإنتاج الحيواني ويتدهور الغطاء النباتي فتجرف التربة وتفقد خصوبتها وتندر الحيوانات البرية ويتدهور النظام البيئي فتظهر الصخور الأم أو تتحول إلى مناطق للكثبان الرملية وتخرج كلية من دائرة الإنتاج الزراعي والرعي.

إن تحسين الفهم العلمي لحدوث الجفاف في الوطن العربي يتطلب :

أ- دراسة البيانات المناخية لجميع المحطات في الوطن العربي والاستعانة بدراسة المخطوطات والكتب التاريخية التي تناولت الحياة الاجتماعية والجوانب المناخية المتعلقة بالفيضانات والجفاف وكل ما يهتم به دارس علم المناخ في محاولة لاستنباط نوع من النظام أو التتابع بين سنوات الجفاف والسنوات المطيرة لاستخلاص قانون علمي لدورات الجفاف والغيث.

ب- الاهتمام برفع مستوى كفاءة الرصيد الميترولوجي للحصول على بيانات مناخية دقيقة توظف من أجل التنبؤ الجوي.

ج- تحسين القدرة على رصد التفاعلات داخل النظام المناخي ككل والتنبؤ بها وتقدير احتمالات تغيير المناخ في الوطن العربي.

د- تحسين تطبيق المعرفة بالمناخ على أنشطة البشر، لاسيما في مجال الغناء والماء والطاقة.

هـ- تحسين القدرة على رصد الآثار البيئية المترتبة على تقلب المناخ وتغييره على استراتيجيات التصدي والتكهن لآثاره ووضع تقييم سياسات للتقليل إلى الحد الأدنى من التقلب أو التغيير أو التكيف مع آثارها.

#### 4-2 مشكلة المياه في الوطن العربي

يتزايد عدد سكان الوطن العربي، وارتفاع المستوى الثقافي والاجتماعي لهم، تتراد الحاجة إلى إمدادات منتظمة من المياه العذبة، ولسيادة المناخ الجاف أغلب أرجاء الوطن العربي انخفض نصيب الفرد العربي من المياه المتاحة إلى 1545 متر مكعب في السنة، في حين يصل المعدل العالمي إلى حوالي 13 ألف متر مكعب في السنة.

وتحتل الزراعة المرتبة الأولى في نسبة استخدام المياه في مجالات التنمية في الوطن العربي بنسبة 83% من جملة الموارد المائية المتاحة.

إن وضع توقعات الطلب على الموارد المائية العذبة في الوطن العربي أمر يكتنفه الكثير من الصعوبات، وذلك لعدم وجود سياسة قومية سكانية واضحة المعالم، وصعوبة التكهن بنصيب الفرد العربي من الدخل فزيادة معدل دخل المفرد وتحسين مستوى المعيشة يؤدي إلى تزايد استهلاك

يؤدي إلى تخريب الأمم، لذا لا بد لنا أن نرتقي بصيانة التربة والمياه إلى مسألة الأمن البيئي والذي هو أساس الأمن القومي العربي.

وفي بيتنا العربية نرى أن قدرة الأرض على إعالة أعداد السكان المترابدة هي في انخفاض مستمر، وذلك لتدهور التربة وفقدانها

الذين يبحثن بعمل عال وطي نطاق واسع لم يسبق له مثل، فسوء الإدارة المستمرة لهذا المورد الأساسي الأقصى حد يهدد رفاه الإنسان بواسطة الكثير من المشاكل البيئية.

إن حسن استخدام الأرض هو مفتاح الحفاظ على مناخ إنتاجي صحي واقتصادي، ونقل من الكثير من المشاكل البيئية، ويتطلب ذلك بذل الجهود لحماية إنتاجية التربة، وينتج تدهور التربة في الوطن العربي للعديد من الأسباب منها :

#### 4-3-1 تملح الأرض المروية

على الرغم من أهمية الماء في صنع الحياة، إلا أن هذه الأهمية ترتبط ارتباطا وثيقا بحسن استغلاله، ففترة مياه الري خاصة في المناطق الجافة كثيرا ما يؤدي إلى تملح التربة وتدهورها، وبالتالي تدهور إنتاجيتها، بل ربما يصل إلى درجة العقم، فيضطر الفلاحين إلى هجرها لتلثمها الصحراء.

وتشكل الأراضي العروية 20% من مساحة الرقعة الزراعية، الحالية، وتصل إلى حوالي 12 مليار هكتار، وتعد مشكلة الملوحة من أهم مظاهر التصحر في الوطن العربي، كما أمل استغلال مساحات واسعة من الأراضي في الوطن العربي بسبب تلحها، بسبب ارتفاع مستوى الماء الأرضي نتيجة الري في غياب الصرف أو سوء الصرف، أو سوء استعمال مياه الري، أو ارتفاع كمية الأملاح في المياه.

#### 4-3-2 توعية التربة

تتفاعل مجموعة من العوامل الطبيعية كالبنية الجيولوجية ومظاهر سطح الأرض والمناخ والنبات الطبيعي في توعية التربة، إضافة إلى العوامل البشرية التي تدفع إلى تقاسم هذه المشكلة وزيادة حدتها إذ أن ممارسات الإنسان

الموارد المائية، ويشكل تحكم دول الجوار بـ 62% من الموارد المائية السطحية للوطن العربي ومحاولة الكيان الصهيوني السيطرة على منابع بعض الأنهار العربية مهددت خطيرة تنذر بانفجار التوازن البيئي في الوطن العربي والتي تظهر ملامحها بتدهور التربة والتصحر وتلوث المياه والتربة.

فإذا كانت الإمكانيات المناخية المتاحة تستطيع تلبية حاجات سكان الوطن العربي إلى حد ما من المياه، فإنه مع نمو السكان وارتفاع مستوى معيشتهم والحاجة لتحقيق الأمن الغذائي للأفواه المترابدة، يضع أعباء مترابدة على التنمية الزراعية في الوطن العربي.

#### 4-3-3 إدارة استخدام الأرض

إن فقد التربة إما كان سببه، يمثل انعكاسا لقصور في سياسات استغلال الأرض، وتقييها غير فعال لبرامج إدارة التربة، ولما كانت التربة هي الأساس للحياة ذاتها في كل النظم الإيكولوجية الأرضية، وتتوقف التباير المتخذة لحفظ التربة على طبيعة النظم الإيكولوجي التي هي جزء منها، وعلى الطرق التي تدار بها، لذا فإن هناك حاجة بصورة عاجلة لمصاللة عدد من الإجراءات المتصلة بالمحافظة على التربة في الوطن العربي.

لقد أدى السعي في الأقاليم الجافة في الوطن العربي بصورة خاصة لتلبية الاحتياجات المترابدة من الغذاء، إلى جانب عدم الاهتمام الكافي بالتأثير البيئي للسياسات والممارسات الزراعية إلى الزيادة في معدل التصحر، وتشمل العوامل المسببة للتصحر في الوطن العربي، والاستغلال الزراعي والرعوي المفرطين، والتحات بفعل الرياح والمياه والتصحر، وهي عوامل ناتجة بدورها عن الإدارة غير السليمة للمزارع والمراعي نتيجة للطبيعة العنوانية لاستعمالات الإنسان للأرض، فالترية هي أساس الموارد الأولية للتنمية، وبها ترتبط الأنشطة البشرية ارتباطا وثيقا، فالأمة التي تحطم تربتها هي أمة تحطم نفسها.

إن استبدال العواضر المتكيفة بالمدن المتخلفة، والإحلال بالتوازنات الطبيعية حورها بأقل التربة وتجفيفها وتحريك الرمال والسير بمدننا نحو المصير الذي عرفته بأهل وغيرها، مدن غيراء في خلاعات بوار لا تربة فيها ولا ماء،

#### 4-3-3 الرعي الجائر

يعد الرعي من التقاليد العربية الموروثة عن الأجداد، وغالبا ماتكون الأحوال الرعوية جيدة في الربيع وأوائل الصيف، بسبب الأمطار ونمو الحشائش وبعد استهلاك معظم الحشائش الحولية تتحول الحيوانات إلى رعي الحشائش والأعشاب المعمرة والشجيرات، وتنتهي بالأشجار، فتضعف القدرة البيئية على التعويض النباتي، وبذلك تأخذ التعرية مجراها يعد زوال الكثافة النباتية التي كانت تحمي التربة.

ولما كان الغطاء النباتي في أغلب أرجاء الوطن العربي يتصف بتدهور وضآلة كثافته، فهو يمثل غطاء نباتيا متدهورا عن نبات طبيعي غني وكثيف على الرغم من أن مناخ الوطن العربي لم يطرأ عليه تغيير ملحوظ من أكثر من ألفي عام، لذا فإن هذا التدهور يرجع بالدرجة الأساسية إلى الرعي الجائر، ونقصد به هنا استغلال أكثر من 60% من العادة النباتية في الرعي.

ويحدث الرعي الجائر في حالة زيادة أعداد الحيوانات في وحدة المساحة، بحيث لايتفق عددها وطاقة المراعي، وعدم تقنين فترة

مكوثها في المراعي بما يضمن عدم تدهور الغطاء النباتي من جهة، يحافظ على تحدد النباتات عاما بعد عام من جهة ثانية، وعدم اختيار الأوقات المناسبة للرعي فإذا بكرنا فإن ذلك يؤدي إلى رعي النباتات في مرحلة نموها الأولى المتباطئة، أما إذا تأخرنا فيؤثر ذلك على تكوين البذور، الأمر الذي يؤدي إلى اختفاء الأنواع الجيدة من الأشجار والشجيرات ويحمل محلها أنواع رديئة تقاوم الرعي والأحوال البيئية معا، ويعمل الرعي الجائر أيضا على قتل البادرات والشجيرات الجديدة وبذلك يخثي النمو، ويتوقف التكاثر في مراعيها، إضافة إلى أن هذه الحيوانات تعمل بأرجلها على تفكيك التربة وتسهيل انحرافها بسهولة، كاشفا رواسب التربة للرياح، وبهذا تعد منبععا محليا لنقل ذرات التربة.

ويعد أغلب الوطن العربي عبارة عن مراعي صحراوية (معدلات الأمطار أقل من 100 ملمتر) وتشكل هذه المراعي 67% من مساحة الوطن العربي، وتبلغ مساحة المراعي الفقيرة والتي تتراوح منها معدلات الأمطار بين 100-300 ملمتر 18% من مساحة الوطن العربي، وهذا

كالرعي من خلال تفككها وبالتالي يسهل على الرياح والأمطار والسيول على إزالتها من مواقعها وجرفها، إذ إزالة الغطاء النباتي من قبل الإنسان بممارسته الخاطئة يفجر هذه المشكلة بشكل مأساوي، وقد لوحظ أن التربة المغطاة بالأعشاب والنباتات المختلفة تفقد بالتعرية نسبة ضئيلة جدا من طبقتها السطحية وبسرعة أق ب 150 مرة مما لو كانت التربة عارية من كل شكل من أشكال النباتات التي تمثل الغطاء الذي يقيها من الحت والانجراف لذا فإن الإنسان وراء كل ظاهرة من ظواهر تعرية التربة وانجرافها. ويميز عادة نوعين من الانجراف هما :

#### 4-3-2-1 التعرية الريحية

تحدث التعرية الريحية عندما يزداد ضغط قوة الرياح على السطح على قدرة مكونات السطح لمقاومة الانفصال والدرجعة، وتزيد سرعة الرياح من قدرتها على التعرية، ويزيد الجفاف في الوطن العربي من احتمالية تعرية السطح، فتجرف الرياح كميات كبيرة من جزئيات التربة، ومما ينشط الرياح ويوسع مساحات تأثيرها في الوطن العربي انبساط الأرض في أغلب مناطقه، فالسطح المنبسط الخالي من التضاريس، والغطاء النباتي الفقير، كلها عوامل تساعد على حربة حركة الرياح في الوطن العربي.

#### 4-3-2-2 التعرية المائية

تساهم الزخات المطرية الشديدة والفجائية التي تحدث في بعض الأوقات في الوطن العربي بجزء كبير من عمليات الحت وانجراف التربة عندما يمهد لها الإنسان في هذه البيئة الجافة عن طريق تدهور الغطاء النباتي وإزالته، ويتجلى ذلك في كميات المطر الغزيرة التي تسقط في العاصفة المطرية الواحدة، والتي قد تزيد عن نصف كمية الأمطار السنوية.

إن عجز التربة عن امتصاص هذه الكمية من الأمطار الفجائية يحول دون تسرب المياه في أعماقها، وتعمل على جريان المياه فوق سطحها وجرف الطبقة السطحية منها، وهي الطبقة الغنية بالعناصر الغذائية اللازمة للمحاصيل الزراعية.

إن هذه الاجتثاث العشوائي للاحراج يخلق مشاكل بيئية خطيرة مثل انغمار الخزانات السريع بالطيني، وتزايد كثافة الفيضانات وتدهور دائم لنوعية التربة.

إن الاحتطاب واقتلاع الأشجار والشجيرات للتدفئة شتاء والطبخ طول العام، والذي هو ضرورة في مناطق كيبنتتا، يؤدي إلى تدهور الغطاء النباتي، ويسهم في استنزاف ظاهرة التصحر وزيادة حدتها، على الرغم من إدراكنا أنه مهما نادينا ضد الاحتطاب، فالبرد هنا قارص في الشتاء، ومصادر الطاقة البديلة غير متوفرة لديهم (خاصة في الدول العربية غير النفطية) ولو عشنا تحت الخيام في الشتاء لفعلنا أكثر مايفعله البدوي أو سكان المناطق الجبلية والتي تتراكم فيها كميات كبيرة من الثلج، لذا علينا استزراع الأنواع الحطبية ذات الطاقة النارية الجيدة لتوفر حطب للوقود والتدفئة، أو توفير مصادر بديلة للطاقة لهم، وذلك لأن للنظم البيئية في أغلب أرجاء الوطن العربي تعد حساسة وهشة، ويعد التوازن بين عناصرها حرجا للغاية وإن عملية التدهور فيها تكون سريعة جدا، أما تتميتها فتكون بطيئة جدا.

ولتعظيم فاعلية الأمن البيئي للوطن العربي لابد لنا أن نشير أن هناك حاجة إلى زيادة التكامل بين الاعتبارات الاقتصادية والبيئية، ففي كثير من الأقطار العربية لا يأخذ المسؤولون في الاعتبار الأضرار الناجمة عن تدهور البيئة وما يترتب عليه من تكاليف عند تخطيط المشروعات الإنمائية، فلو جرى تحديد الأضرار البيئية وتقدير تكاليفها بدقة، لأمكن تعديل القرارات، ولن يكون هناك تدهور للموارد الطبيعية، فالتنمية السليمة المتواصلة العطاء تتيح للجيل الحالي أن يرفع مستوى معيشتة، وتمكنه من توفير سبل أفضل للعيش في عالم الغد للأجيال المقبلة.

يحدد بشكل ملحوظ من حمولتها، ونقصد بالحمولة الحيوانية العدد الفعلي من الوحدات الحيوانية التي ترعى في مساحة معينة من المرعى لفترة محدودة من الزمن، وقد تكون الحمولة الحيوانية مساوية للطاقة الرعوية، أو أعلى أو أقل منها.

ولقد قدرت الأمم المتحدة مساحة خمسة هكتارات للوحدة الحيوانية كحد إيكولوجي حرج، تتعرض إذا ما نقصت هذه المساحة إلى الرعي الجائر، وتحتاج الوحدة الحيوانية إلى نحو 3 كيلوغرام من العناصر الكلية المهضومة للمحافظة على حالتها.

#### 4-3-4 تدهور الغطاء الغابوي في الوطن العربي

تعد الشجرة رمزا للحياة منذ الأزل، وإن اختفاء الغابات يعد أكبر تهديد للنظام البيئي والإخلال بتوازنه، فالغابة تؤثر على المناخ التفصيلي من خلال ظلها ومحافظتها على رطوبة الجو، وتعمل على تجديد خصوبة التربة ومنع تعريتها، بالإضافة إلى محافظتها على توازن الغازات في الهواء، يستفاد منها كثرة خشبية، كما تعطينا الظلال والجمال.

وفي الوطن العربي تبلغ مساحة أراضي الغابات 130 مليون هكتار تشكل 9,3% من مساحة الوطن العربي إلا أنها بدأت تتدهور ويتم تدميرها بمعدل لا يمكن قبوله، وتحدد الأسباب الرئيسية لاجتثاث الأمواج في الوطن العربي إلى السعي إلى إفساح المجال لتهيئة الأرض لأغراض الاستغلال الزراعي، وكوقود للطهي، وحرائق الغابات وسوء إدارة الغابات وتوسع المدن، ويقدر ما يستهلكه الفرد من خشب للوقود في الدول العربية غير النفطية متران مكعبان سنويا.