

UTILISATION DES TERRES ET ALIMENTATION DES POPULATIONS DES PAYS TROPICAUX EN VOIE DE DÉVELOPPEMENT

par G. Aubert

RÉSUMÉ

Problèmes des zones tropicales et subtropicales arides ou semi-arides des pays en voie de développement (près de 40 millions de km²).

A — Pluviométrie faible (inférieure à 400 ou 650 m/m) et irrégulière. Sols très variés, peu évolués, isohumiques parfois encroûtés, hydromorphes ou fréquemment salsodiques ; souvent peu exploitables.

B — Utilisation agro-pastorale. 1) Il est indispensable d'éviter le surpâturage des parcours d'élevage nomade, d'y protéger la végétation annuelle, ce qui peut nécessiter une semi-sédentarisation, et d'y développer les boisements fourragers et de bois de feu. Le problème des points d'eau n'est pas résolu. 2) Les cultures pluviales peuvent être intensifiées et développées grâce à une meilleure utilisation des "eaux supplémentaires" de ruissellement ou de faible profondeur. 3) Les cultures de décrue doivent être développées en Amérique du Sud et en Asie. 4) Les cultures irriguées doivent être intensifiées et étendues là où les populations y sont adaptées. Elles peuvent provoquer diverses dégradations du sol : destruction de structure, alcalisation, alcalinisation, acidification, salinisation. Éviter ces phénomènes et récupérer les terres dégradées est essentiel et techniquement possible.

En conclusion, l'accroissement de la production alimentaire sur les sols de ces zones est possible, moyennant la mise au point et le transfert de technologies adaptées aux conditions de sols et de populations et un gros effort de formation et de vulgarisation auprès de celles-ci.

SUMMARY

LAND USE AND FEEDING OF THE POPULATIONS OF TROPICAL DEVELOPING COUNTRIES

Problems of the tropical and subtropical arid and subarid zones of developing countries (about 40 millions square kilometers).

A — *Low (less than 400 or 650 m/m) and very irregular rainfall. Numerous types of soils, often very difficult to be used.*

B — *Agro-pastoral management. 1) It is essential to avoid over grazing by nomadic herds, to improve the vegetation and specially to protect the annual vegetation, which can lead to a semi-sedentarisation, and, when possible, to increase forage tree planting. Increasing water-points is still a problem. 2) Rain-fed crops can be intensified and developed, through a better use of "supplementary waters" from surface flow or low depth water table. 3) The post-flood crops have to be extended in South America and in Asia. 4) Irrigation is of prime importance in these countries. It has to be intensified and to be extended where adapted populations are available. This method can provoke soil degradations like structure destruction, alkalisation, alcalinisation, acidification and salt accumulation. To avoid these processes and to recover already degraded soils is essential and technically possible.*

C.R. Acad. Agr. de France, 1985, 71, n° 10, pp. 1141-1151, Séance du 30 octobre 1985.

O. R. S. T. O. M. Fonds Documentaire

14 MAI 1986

N° : 21 097

Date :

B 21 097, ex 1.

As a conclusion, the increase of food production from the soils of this zone is possible after updating and transfert of technologies adapted to soils and to populations, and a strong endeavour of formation and extension among these populations.

PRÉSENTATION DU CADRE DES EXPOSÉS

En les replaçant dans le cadre de leur évolution pluri-millénaire, notre vice-président, Michel Cépède, vient d'insister sur l'importance des aspects socio-économiques du problème de l'alimentation des populations humaines sur la terre et sur certaines conséquences qui peuvent en découler pour la conservation de l'environnement.

Dans les trois exposés qui vont suivre, nous essaierons de montrer comment, sur les plans technique et agronomique, on peut, dans les pays tropicaux en voie de développement, améliorer l'utilisation des terres en vue d'accroître la production d'aliments pour les populations. Nous n'ignorons pas qu'une telle étude, pour être complète, devrait intégrer les facteurs sociaux et économiques. Pratiquement, cela n'était pas possible dans le cadre d'une "séance spécialisée" ; cela correspondrait, alors, à un véritable colloque. Nous serons amenés, plusieurs fois, cependant, au cours de nos exposés, à souligner le rôle déterminant que certains d'entre eux peuvent avoir quant à la possibilité de mise en application de certains aménagements techniquement valables.

Après avoir envisagé les problèmes des zones arides, présentées ici sur la carte des sols du monde préparée il y a un an, pour l'exposition des sols au Palais de la Découverte, par notre Confrère G. Pédro et nos collègues B. Volkoff, V. Eschenbrenner et d'autres, nous séparerons les zones tropicales de savanes et celles des forêts plutôt que les zones tropicales à longue saison sèche et celles de climat humide et équatorial.

PROBLÈMES DES ZONES TROPICALES ET SUBTROPICALES ARIDES (13 % des terres émergées) ET SEMI-ARIDES (16 % des terres émergées)

Elles sont caractérisées par des pluviométries annuelles faibles, inférieures à 450-500 m/m en région subtropicale, à environ 600-650 m/m en région tropicale, et par leur grande irrégularité d'une année à l'autre et à l'intérieur même de l'année.

A — La *superficie* de terres émergées qu'elles représentent varie un peu suivant leur définition climatique adoptée (Köppen, Peveril Meigs, etc...). Elles représentent, d'après Köppen, plus de 47 millions de km², soit près du tiers des terres émergées, dont 38 millions de kilomètres carrés (près de 80 % du total) sont en pays en voie de développement (si l'on y comprend la Chine) et près de la moitié se trouve en Afrique.

Suivant les zones, les pluies - rares il est vrai - tombent principalement en périodes relativement froides, ou chaudes au contraire, ce qui modifie les caractères de leurs sols et les possibilités de leur mise en valeur.

B — La nature de leurs *sols* et la faible densité de leur *couverture végétale*, en général surtout herbacée, avec une composante arbustive ou arborée plus importante là où la pluviométrie augmente, rendent, le plus souvent, leur mise en valeur difficile.

Il s'agit, dans les régions les plus arides, surtout de sols minéraux bruts, dunes et ergs, et de sols peu évolués, souvent d'origine alluviale - 200 millions d'hectares, d'après les estimations tirées de la carte (FAO-UNESCO) des sols du Monde, fréquemment dégradés par l'effet de l'érosion éolienne, et de sols gris subdésertiques un peu moins pauvres en matière organique. Sous une pluviométrie moins limitée, ils s'enrichissent en celle-ci sur l'ensemble de leur profil en même temps que leur structure s'améliore, mais que le gypse puis le calcaire s'y accumulent en profondeur et parfois y durcissent en limitant la pénétration du système racinaire de la végétation. Sous une steppe, parfois arbustive ou faiblement arborée, ce sont des sols isohumiques. Ils sont souvent accompagnés de sols calcimagnésiques, bien structurés mais, en général, peu profonds et parfois encroûtés de gypse (sud Tunisie) ou de calcaire (hauts plateaux algériens). Par place, le sol est hydromorphe dès la surface ou en profondeur ; sa végétation, alors, est abondante, très spécifique. Très riches en argile, certains d'entre eux (vertisols) sont caractérisés par leur gonflement en période humide et par l'apparition de fentes de dessiccation très importantes en période sèche. Une proportion importante des sols de ces zones, souvent parmi ceux qui, par leur texture, leur profondeur, etc..., seraient adaptés à la mise en culture, perdent cette qualité du fait de leur richesse en sels solubles, surtout chlorures et sulfates, plus rarement carbonates, de sodium, parfois de magnésium - ou en sodium échangeable. Leurs caractéristiques chimiques et physiques - déséquilibre ionique, réaction, structure, perméabilité - sont alors très

dégradées. Ces sols salsodiques occupent - suivant leur définition dans la classification française et d'après les documents en notre possession - près de 4 millions de km² en pays en voie de développement, dont une large proportion est due à l'action de l'homme par suite de l'effet d'irrigations mal conduites.

Enfin, par suite de la faible pluviométrie à laquelle ils sont soumis, et de son caractère érosif très élevé, ainsi que de leur faible couverture végétale, une proportion importante des superficies, même en zone semi-aride, se révèle pratiquement inexploitable, l'érosion hydrique y étant très élevée.

UTILISATION AGRO-PASTORALE DE CES ZONES

1 — L'utilisation la plus habituelle en est l'élevage nomade sur les parcours, dès que leur couverture végétale est suffisante, au moins à certaines périodes de l'année.

a) Le parcours des troupeaux leur permet de passer de secteurs à d'autres, voisins, à conditions climatiques et donc végétatives plus ou moins complémentaires. Ainsi, au Mali, ceux qui, en période de pluies, se nourrissent sur les pâturages des zones bordières de la vallée du Niger, se rapprochent, en saison sèche, de celle-ci où l'humidité du sous-sol ou celle due aux premières crues permet le maintien d'un fourrage utilisable sinon abondant.

L'un des problèmes fondamentaux est celui de la fourniture d'eau de boisson au bétail. Si, pour les chameaux, les points d'abreuvement peuvent être éloignés de plus de 50 km, il n'en est pas de même pour les bovins et les ovins. Par ailleurs, si les ovins peuvent n'être abreuvés que tous les 4 ou 5 jours, les bovins doivent l'être au moins tous les 2 jours et les caprins tous les jours.

L'installation de forages ou de mares temporaires, souvent liés aux points de "cures salées", permet en général la fourniture de l'élément indispensable, l'eau. Elle tend cependant à concentrer trop de bétail sur des zones restreintes, ce qui provoque disparition de la végétation et dégradation du sol. L'aboutissement de chaque forage à plusieurs points d'abreuvement, en étoile à quelques kilomètres de distance, améliore la situation. La rotation, avec mise en défends temporaire, des zones de passage des troupeaux, techniquement utile, est très difficile à réaliser pratiquement. L'augmentation des troupeaux et l'accroissement des populations, en même temps

qu'un certain développement des secteurs cultivés dans les zones arides en périodes suffisamment humides, et l'apparition de séries d'années sèches, ont provoqué une plus forte utilisation pastorale des parcours et leur dégradation en de nombreuses zones, en particulier en Sahel africain. Le résultat en est la diminution de la végétation annuelle, par surpâturage, la diminution de la végétation arbustive, ou simplement assez ligneuse, source de bois de feu, la découverte du sol, ... puis sa destruction par érosion, principalement éolienne. Sous ces diverses influences et, en particulier sous la poussée de l'avancée des "fronts pionniers", régionaux, des agriculteurs - en Amérique du Sud comme en Afrique ou en Asie - les parcours ont régressé. En Inde, dans le Rajasthan, en 10 ans, ils ont diminué de près de 25 %.

b) Diverses méthodes sont utilisables pour parer à ces processus de dégradation. Dans toute la mesure du possible il faut améliorer la végétation des parcours, par l'introduction d'espèces mieux adaptées et plus productives, si possible des légumineuses, et, particulièrement, protéger la végétation annuelle. Ce dernier point nécessite un retrait temporaire des troupeaux des parcours à l'époque où, chaque année, elle recommence à se développer, donc l'obtention, en prévision, auprès de points d'eau choisis, de réserves de fourrages pour les nourrir à cette période et de cultures alimentaires pour les hommes. Il en résulte une semi-sédentarisation des nomades, activement recherchée en certains pays comme dans le sud-tunisien, très utile d'ailleurs sous différents aspects, surtout sociaux.

Il est aussi indispensable - lorsque cela est possible - d'aboutir à des méthodes agro-sylvo-pastorales, telles que plantation de boisements villageois et de bandes forestières, servant de brise-vents (nord-Cameroun), de réserves fourragères, ou de source de bois de feu (Niger, Mare d'Oursi au Burkina, etc...) : *Acacia* - en particulier le remarquable *Acacia albida* -, *Prosopis*, *Balanites*, *Cassia*, *Eucalyptus*, etc...

Enfin, signalons qu'en divers pays, comme au Kenya, la "récolte" de la faune sauvage prend de plus en plus d'importance.

2 — Cultures pluviales

a) En zones semi-arides, tout au moins, les cultures pluviales doivent être possibles. Elles y sont cependant très délicates et de résultats très irréguliers du fait de la richesse chimique insuffisante, de la faible profondeur, ou de la texture défavora-

ble de beaucoup des terres de culture, mais surtout de la brièveté et de la variabilité des pluies qui y tombent. A Bol (Tchad), la pluviométrie moyenne est de 328 m/m ; il en est tombé 59 m/m en 1972 et 207 m/m en 1973 ; à Kairouan (Tunisie), elle fut de 545 m/m en 1934 et de 55 m/m en 1945.

Le début de la saison "pluvieuse" est également très variable ; sa date influence, très largement, celle des semis des cultures possibles. Les sols utilisés dans ce cas doivent être facilement pénétrables par l'eau de pluie qui tombe, ou qui ruisselle de la pente voisine, comme cela a été montré dans le sud-tunisien. Il s'agit donc de sols poreux, friables, généralement sableux (non finement sableux) ou sablo-limoneux, ne présentant pas de pellicule de glaçage superficiel. On peut chercher à y établir vers 60-80 cm de profondeur - s'il n'y existe pas déjà - un niveau peu perméable créé artificiellement à base de produits pétroliers pour retenir l'eau qui s'infiltré et l'y maintenir à la disposition du système racinaire des cultures. Des essais sont en cours en divers pays du Maghreb ou du Moyen-Orient.

b) Il est indispensable d'y utiliser au maximum les "eaux supplémentaires", comme cela était déjà réalisé en Afrique du Nord et au Moyen-Orient du temps des Romains. Cela doit permettre l'amélioration et l'extension des cultures. Elles peuvent être de surface ; on retient alors, par de petites digues allongées, de niveau, les eaux qui ruissellent sur de faibles pentes de piedmont dont le tiers inférieur est cultivé par exemple en céréales, ou on les reçoit dans des "krums", réservoirs souterrains en bas des pentes. Il peut s'agir des eaux de crues d'oueds temporaires, retenues derrière "tabias" et "jessours", barrages de pierres sèches construits au travers des thalwegs, ou répandues, grâce à de longues petites digues de diversion, sur les pentes voisines.

Il peut s'agir d'eaux souterraines, autour des pieds des inselbergs ou des dunes, ou de nappes phréatiques, directement utilisées pour des irrigations souterraines, comme en Mauritanie, ou concentrées dans de longs tunnels à faible pente ou "quanats", lorsqu'elles ne sont elles-mêmes que de faible puissance, et qui débouchent en bas de pente ou de piedmont, permettant d'arroser de petites surfaces cultivées. Les terres sous cultures pluviales représentent plus de 650 millions d'hectares ; elles pourraient être fortement augmentées.

3 — *Les cultures de décrue*

Elles sont réalisées comme des cultures "en sec" sur les sols qui viennent d'être recouverts, en zone aride, par les crues de fleuves aux eaux allogènes, venant des hauteurs de Guinée par le Sénégal et le Niger, ou d'Éthiopie par le Logone, le Chari, le Nil, etc., en profitant de celles qui, après le retrait de la crue, restent dans le sol alors que la température permet un beau développement des cultures parfois limitées, cependant, par la sécheresse atmosphérique ce qui nécessite de n'utiliser que des variétés adaptées à ces conditions très particulières. Elles sont développées au long du Sénégal, du Niger, du Logone et du Chari, de rivières et de fleuves d'Afrique orientale, parfois au Moyen-Orient et au Pakistan. Elles le furent tout au long du Nil. Elles pourraient l'être beaucoup plus en Amérique du Sud et en Asie du sud-est.

Les conditions d'utilisation de ces terres dépendent plus de la durée du maintien de la crue sur le sol - le plus productif étant limoneux à limono-argileux - que de sa hauteur proprement dite. Les cultures y sont essentiellement vivrières - sorgho, légumes - et présentent une très grande importance pratique.

Les dégradations des sols, telles que salinisation, acidification ou engorgement par l'eau, y ont été rarement signalées, sauf en zones mal drainées, en bordure externe de la vallée proprement dite, comme en certaines zones de limite du pseudo-delta du Sénégal ou de la vallée du Moyen-Niger au Mali.

4 — *Les cultures irriguées*

a) Leur importance est considérable pour l'alimentation des pays tropicaux en voie de développement car leur production peut être 4 à 8 fois plus élevée, pour les mêmes cultures alimentaires, que celles des cultures pluviales voisines. Elles y occupent actuellement de l'ordre de 160 millions d'hectares. Il s'agit de grands secteurs déjà anciens, mais très développés depuis le milieu du siècle, tels que ceux des vallées de l'Indus au Pakistan ou de l'Euphrate en Syrie et en Iraq, ou plus récents tels ceux de la Gezira au Soudan ou du Niger au Mali. Il s'agit aussi d'oasis en zones très arides ou même désertiques, tels ceux de Gabès, Gafsa, Biskra, Touggourt pour n'en citer que quelques-uns, ou de petits périmètres villageois comme ceux du Sahel africain au Niger, au Mali, etc... Ces derniers tendent à se développer actuellement. Il peut aussi s'agir

d'apports d'eau complémentaires sur les cultures pluviales en zones semi-arides.

Les cultures irriguées peuvent, sur le plan technique, être très développées dans les pays en voie de développement, dans les années à venir. Elles peuvent l'être soit par leur extension dans les vallées des grands fleuves d'Afrique et d'Asie, tels que Congo, Niger, Chélif, Indus et Gange, moins en Amérique du Sud, soit par la création de nouvelles oasis en Algérie, Libye, Mésopotamie, Pérou, etc., soit par une meilleure utilisation des nappes phréatiques pas trop profondes et dont les eaux sont peu minéralisées, en particulier par l'exploitation, grâce aux nouveaux procédés de forage, de celles de faible puissance comme dans les massifs anciens du Sahel sud-saharien. On peut admettre que plus de 100.000 nouveaux hectares pourraient être irrigués en Algérie, plus de 1 million en Egypte, plus de 500.000 au Kenya et près de 100.000 en Equateur, par exemple.

Pour des raisons socio-économiques et surtout sociologiques, un tel résultat ne pourra pas être obtenu à courte ou moyenne échéance. En effet, si les sols et les eaux sont là, prêts à être utilisés dans ce sens, il faut aussi qu'il s'y trouve les populations adaptées à ce type d'aménagement. Transformer un nomade ou un éleveur semi-sédentaire, ou même un agriculteur des zones à longue saison sèche, en un adepte des cultures intensives irriguées, représente une longue adaptation, et n'est pas toujours possible.

Par contre, si l'effort est principalement poussé vers une meilleure utilisation des terres déjà irriguées et une récupération des terres dégradées par salinisation et alcalisation secondaires, un meilleur résultat peut être obtenu. Sans atteindre 300 millions d'hectares en production sous irrigation en pays en voie de développement, prévus par certains pour l'an 2000, on peut espérer y dépasser les 200, peut-être approcher de 250.

b) Même sur le plan pédo-agronomique, la mise en valeur de terres tropicales arides grâce à l'irrigation pose de sérieux problèmes. En dehors de la transformation que cela implique de sa couverture végétale, ce sol, évoluant précédemment en recevant 200 à 300 m/m de pluie, ou moins, est amené à le faire sous une lame d'eau de 1200 à 1500 m/m. Ce n'est d'ailleurs là que l'un des éléments des transformations subies. Certaines sont mineures et bénéfiques, comme ce fut le cas, aux temps anciens, en Egypte dans la vallée du Nil : lent épaissement

du sol et son enrichissement chimique, grâce aux alluvions déposées, à moins de 1 m/m par an, et chimiquement riches parce que provenant de l'érosion des sols du plateau abyssin d'origine basaltique ; enrichissement en nutriments devenus assimilables par suite des successions des périodes d'humidité et de dessiccation ; bonne structuration du sol et parfois enrichissement en matière organique.

D'autres transformations dues à l'irrigation sont dégradantes pour le milieu :

— elles peuvent se manifester dans l'ensemble du paysage, par suite de l'enrichissement et de la remontée des nappes phréatiques, devenues dangereuses par l'excès de leur teneur en sels, suite aux processus d'évaporation, surtout en amont de certains points, déjà engorgés par l'eau ou à structure dégradée, comme sous les routes et voies ferrées subissant le passage de lourds convois comme près de Relizane, en Oranie,

— elles sont aussi, souvent, localisées sur le sol irrigué lui-même dont la teneur en matière organique peut diminuer ou dont les propriétés chimiques ou physico-chimiques peuvent être complètement modifiées. Dans certains cas, il peut s'acidifier comme à Baguineda, près de Bamako, au Mali. Là, la riziculture réalisée grâce à l'eau du Niger - de teneur en résidu sec inférieure à 100 mg/litre - a provoqué en 10 ans l'acidification du sol, sablo-limoneux, pauvre en réserves basiques, en surface, de pH 5,8 à pH 4,5 et, en profondeur, de pH 6,1 à pH 4,8. Par contre, à 200 km plus en aval, en 30 ans de riziculture sans drainage efficace, avec la même eau dont le rapport Ca/K + Na est défavorable, la réaction du sol argileux de Niono - au nord est de Ségou - est passée, en surface, de pH 6,5 à 9 et 9,2 et se sont produites non seulement alcalisation mais aussi forte alcalinisation exprimée par l'apparition de taches d'alcali noir. Dans un cas comme dans l'autre, la riziculture n'était plus possible. Dans d'autres sols plus humifères, au Tchad, le pH de l'horizon de surface est passé de 6 à plus de 9, par suite de la transformation, en profondeur, du sulfate de sodium de l'eau de la nappe du lac en carbonate de sodium du fait des mauvaises conditions d'oxydo-réduction qui y règnent. Ailleurs, c'est la salinisation excessive qui prévaut, comme en Oranie dans le périmètre de Relizane avec une eau d'irrigation de teneur en résidu sec voisine de 1 gr par litre. Son accumulation à faible profondeur à l'extrémité de couches sableuses contre des murs argileux des alluvions, a provoqué la transformation d'un sol peu évolué d'apport, plus ou moins hydromor-

phe, en moins de 50 ans, en un sol très salé à alcali à surface de pseudo-sable, véritable désert salé. Là, les problèmes techniques sont à la base de l'échec, mais ils peuvent être résolus. Salinisation et alcalisation, principalement d'origine secondaire, touchent plus de la moitié des terres irriguées en Iran, plusieurs millions d'hectares en Egypte, et sont largement répandues en Iraq dont 50 % des terres irriguées sont salinisées, au Pakistan où l'on compte environ 100.000 hectares dégradés de plus par an, et même en Algérie où plusieurs dizaines de milliers d'hectares ont été salinisés par l'irrigation sur les 280 à 300.000 hectares actuellement irrigués. Au total près de 50 millions d'hectares irrigués sont actuellement dégradés. Il est certain, comme il a été souvent souligné, que la rénovation de ces terres permettrait une amélioration remarquable des productions, plus aisée à réaliser, dans bien des cas, que celle due à l'extension des surfaces irriguées. L'amélioration des sols, salinisés et alcalisés, et la prévention de tels processus, nécessitent l'installation de système de drainage et d'entraînement des sels en profondeur, efficaces et entretenus, et l'apport d'amendements calciques - gypse par exemple - ou à base d'acide sulfurique ; ces derniers sont utilisés en terres sodiques mais aussi calcaires. Il faut également atteindre une meilleure structuration du sol par accroissement de sa teneur en matière organique - d'où l'intérêt des systèmes agriculture-élevage comme dans l'Atlas marocain - et par un bon travail du sol.

Un effort très utile est fait actuellement pour arriver à la modélisation de l'effet sur le sol de l'apport des eaux d'irrigation ; et, d'autre part, pour prévoir les besoins en irrigations d'appoint (prédictions et prévisions météorologiques).

CONCLUSION

Soulignons à quel point, par une meilleure utilisation des parcours, des zones de cultures pluviales, de cultures de décrue et par une plus efficace utilisation des irrigations, ainsi que par l'extension des secteurs cultivés, les zones tropicales arides des pays en voie de développement peuvent fournir une alimentation beaucoup plus abondante à leurs populations. Cependant, cela nécessite de poursuivre les recherches en cours sur la transformation des terres sous l'effet de leur utilisation et en particulier sous l'influence d'apport d'eau d'irrigation de diverses constitutions chimiques, suivant les différentes méthodes possibles, sur l'adaptation nécessaire, aux conditions socio-économiques des pays et sur les transferts indis-

pensables de ceux des systèmes cultureux ainsi retenus dans les diverses régions envisagées. Rien ne se fera sans une adaptation locale et une vulgarisation développée et efficace des technologies et des pratiques mises au point et la formation des techniciens et des hommes qui auront à les appliquer.

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- AUBERT G., — Les sols des régions semi-arides d'Afrique et leur mise en valeur. in : les bases écologiques de la régénération de la végétation des zones arides, U.I.S.C.A., 1950, 11-25.
Influence des irrigations sur les caractéristiques des sols. Wasservirtschaft in Afrika 1965, 11-25.
- BAHRI A., — Utilisation des eaux et des sols salés dans la plaine de Kairouan, Tunis, 1982, 156 p.
- BAUMER M., — *Agriculture. Universalia* 1978. Enc. Un. 197, 177-181.
- BOUDET G., GILLET H., — n.t. MAB Sahel, UNESCO, Paris, 1979, 29-40, 89-97.
- COINTEPAS J.P., — Cah. ORSTOM pédologie, 1965, III-4, 299-306.
- DREGNE H.E., — *Impact of land degradation on future world food production*. Int. Econ. Div., Eco. Res. S., USDA-ERS 677, 1982, 33 p.
- FAO — *Soil conservation for developing countries*, S. Bull., 30, Rome 1976, 92 p.
- FAO — *Agriculture en l'an 2000*, Rome, 1981, 158 p.
- FLORET C., PONTANIER R., — L'aridité en Tunisie présaharienne. ORSTOM T.D. 150, 1982, 544 p.
- FRAMZI K.K. et al. — *Irrigation and drainage in the world*, I.C.I.D. New-Delhi, I, 1981, II, 1982, 1159.
- FRANQUIN P., — La météorologie, 1985, 8, 1-7.
- GALLAIS J., — C.R. Séminaire sur la gestion des terres arides en Afrique de l'Ouest, NRTS 19 F. UNUP 421, Tokyo 1982, 80 p.
- GOUDET J.P., DEPOMMIER D., — *Agroforesterie*, CTFT, Nogent, 1983, 101 p.
- HEIM W., et al. — *Nature et ressources*. UNESCO, Paris, 1984, 2-10.
- ICAR — *Arid land management*. CAZRI - Jodhpur, 1979, 54 p.
- KOVDA V.A., et al. — *Irrigation, drainage and salinity*. FAO-UNESCO London, 1973, 510 p.
- LE GOUPIL J.C. — *Agron. Trop.* 1984, 39-2, 136-144.
- LE HOUEROU H.N. — *Options médit.* 1973, 17-153-61.
- MAG GINNIES W.G., GOLDMAN B.J. — *Arid lands in perspective*, Am. Ass. Adv. Sc. U. Arizona press, Tucson, 1969.
- MABBUTT J.A., — *Research and training for management of arid lands*. NRTS 13, UNUP 198, Tokyo 1980, 48 p.
- MABBUTT J.A., et al. — *Strategies for improved management of latin american drylands* - NRTS 14, UNUP 227, Tokyo, 1980, 29 p.
- MEIGS P., — *Sols Africains*, Londres, 1951, II 3-4, 410-429.
- MUTSCHER H., — *Int. p.g. course ecol. app. res. dev., l. manag. and imp. ass. in dev. c.*, Techn. U. Desden, 1983, III-2, 102 p.
- PEDRO G., — *Cultivar*, 1985, 184-34 f, 78-81.
- SASSON A., — C.R. Soc. Sc. Nat. et ph., Maroc, 1970, 35-66.
- SEIDEL E., — *Int. p.g. course in ecol. app. res. dev., l. manag. and imp. ass. in dev. c.*, 1983, 14, 35-77.
- THIMM H.U., — *Development projects in the Sudan*, NRTS-UNUP 42, Tokyo, 1979, 59 p.
- TOUJAN S., — Un exemple d'évolution des sols après une trentaine d'années d'irrigations. 4^e Conf. Reg. Atro — Asiat. CIID. Lagos, 1983, II 08, 103—108.
- TROP SOILS, — N. Car. St. U., Raleigh N.C., USA, 1984, 56 p.
- UNESCO-FAO - Carte mondiale des sols 1/5.000.000 - Paris UNESCO 1971-1981, 10 vol.
- UNESCO-Tunisie — Recherche et formation en matière d'irrigation avec des eaux salées, Rap. Tech. Tun. 5, Paris 1970, 383 p.
- UNESCO-MAB 29 — Groupe d'experts projet 4 : Impact des activités humaines sur la dynamique des écosystèmes des zones arides et semi-arides. UNESCO Paris 1976, 49 p.
- UNESCO-MAB 30 — FAO-EMASAR - Réunion régionale sur la formulation de programmes coopératifs de recherches écologiques et interdisciplinaires de formation et d'aménagement sur les pâturages des zones arides et semi-arides du nord de l'Afrique. UNESCO-Paris 1975, 57 p.
- UNESCO-N.t. MAB 6 — Développement des régions arides et semi-arides : obstacles et perspectives, UNESCO, Paris, 1977, 46 p.
- UNU — *Rep. of the workshop on arid lands management*, Un. Khartoum IES, 1978, 22 p.
- WHITE G., — La science et l'avenir des terres arides, UNESCO, Paris, 1961, 107 p.
- WHITE G., — L'irrigation des terres arides dans les pays en voie de développement et ses conséquences sur l'environnement, N. t. MAB O, UNESCO, Paris, 1978, 67 p.
- WORTHINGTON E.B., et al. — *Arid land irrigation in developing countries*. Pergamon press, Oxford, 1977, 463 p.
- YARBON B., et al. — *Arid zone irrigation Ecolog. stud.* 5, Springer-Verlag, Berlin 1973.

ACADÉMIE D'AGRICULTURE DE FRANCE

UTILISATION DES TERRES ET ALIMENTATION DES POPULATIONS DANS LE TIERS MONDE

SÉANCE SPÉCIALISÉE DU 30 OCTOBRE 1985

(Extrait des comptes rendus de l'Académie d'Agriculture de France
Tome soixante-et-onze - Année 1985 - N° 10 - pp. 1133 à 1184)



21 097
21 098, ex 2.

18, rue de Bellechasse, 75007 PARIS
Tél. : 47.05.10.37