



Figure 1. La Tunisie présaharienne

AMÉNAGEMENT ET LUTTE CONTRE LA DÉSERTIFICATION EN TUNISIE PRÉSAHARIENNE

N. AKRIMI et H. KHATTELI

PRÉSENTATION DE LA TUNISIE PRÉSAHARIENNE

La Tunisie présaharienne couvre environ 30 000 km². La hauteur annuelle moyenne des pluies est comprise entre 100 et 200 mm (fig. 1). Ces pluies, très irrégulières, tombent surtout durant la période froide ; la sécheresse, accentuée par des vents desséchants, est aussi absolue entre mai et septembre. Le régime thermique est très contrasté. La moyenne des températures minimales du mois le plus froid (janvier) va de 4 à 7°C, celle des températures maximales du mois le plus chaud (juillet) de 32 à 36°C. Selon la classification d'Emberger, la majeure partie de cette région se situe dans l'étage bioclimatique méditerranéen aride, sous-étage inférieur.

A ce climat correspond une végétation steppique très contrastée en raison des nombreux types de substrat présents, de la redistribution de l'eau de pluie par le ruissellement et de la pression plus ou moins forte de l'homme sur cette végétation (labour, surpâturage, etc.).

On assiste, depuis le début du XX^e siècle, à une profonde transformation du paysage dans le Sud tunisien qui résulte de l'augmentation de la population et de sa sédentarisation dans les villages offrant écoles, dispensaires, etc. Ces populations se fixent souvent sur les piedmonts des montagnes afin de bénéficier des eaux de ruissellement, ou bien à proximité des zones inondables afin de pratiquer des cultures vivrières de décrue.

Ces changements dans le mode d'habitat sont accompagnés de modifications affectant les systèmes fonciers et l'utilisation qualitative et quantitative des ressources naturelles de l'espace rural. L'utilisation passée (début du XX^e siècle) de cet espace était principalement

1. article extrait du livre "Désertification et aménagement au Maghreb", L'Harra, 1995.

représentée par l'élevage extensif (ovins, caprins) sur des pâturages collectifs et par une céréaliculture épisodique dans des zones traditionnelles bien adaptées. Ces populations pratiquaient alors une économie d'échange avec les habitants sédentaires des oasis afin de s'approvisionner en fruits, légumes et fourrages, qu'elles ne produisaient pas elles-mêmes ; elles assuraient leurs autres besoins par auto-consommation.

Traitements	Pertes en sol en mm/an	Pertes en sol en tonnes/ha	Rendements en orge en quintaux/ha
Charrue polydisque	12,0	180	3
Charrue poilydisque + paille épandue	1,2	18	5
Charrue polydisque + paille incorporée	2,1	31,5	4,9
Charrue polydisque + <i>Aristida pungens</i>	4,2	63	3,1
Charrue polydisque + <i>Rhanterium suaveolera</i>	2,4	36	3,1
Charrue polydisque + <i>Artexisie campestris</i>	3,5	52,5	3
Araire traditionnel	2,2	33	4,9
Déchaumeuse à socs	4,0	60	5,0
Sweep	3,0	45	1,2
Tiller	5,0	75	3,2
Chisel	5,0	75	2,2
Tiller + paille incorporée	2,0	30	5,9
Bandes de végétation naturelle de <i>Rhantherium</i> larges 5m + polydisque	5,0	75	4,5
Bandes de 5m + tiller	3,5	52,5	5,0
Bandes de 10m + tiller	3,5	52,5	5,0
Bandes de 10m + polydisque	5	75	4,9

Tableau 1. Bilan des pertes en sol et des rendements en orge obtenus en fonction des différents traitements (moyenne de 3 ans).

Ces transformations entraînent des modifications profondes du paysage et des « systèmes écologiques » du Sud tunisien. Les steppes, qui couvraient les sols des glacis limoneux du piedmont des montagnes, sont maintenant défrichés en totalité et l'érosion hydrique y est devenue importante. Les steppes des zones sableuses, très attractives pour la céréaliculture, voient chaque année de nouvelles surfaces défrichées, ce qui restreint d'autant plus les zones traditionnelles de pâturage. Ceci est d'autant plus grave que ces sols sont particulièrement sensibles à l'érosion éolienne. Cette dernière, s'ajoutant à l'érosion hydrique, conduit à une diminution globale de la capacité qu'ont ces sols à stocker l'eau de pluie qui ruisselle sur les terres ainsi dénudées, contribuant à grossir épisodiquement les oueds et à remplir les dépressions, voire à provoquer des inondations localisées catastrophiques.

Simultanément, la pression des animaux domestiques s'accroît sur les steppes à sols superficiels qui sont peu aptes à la mise en culture. Il y a diminution globale de la superficie des steppes pastorales en « bon état », au bénéfice de leurs stades de dégradation, dont certains ont atteint des seuils à partir desquels il est difficile d'imaginer une possibilité de reconstitution du couvert végétal. La gestion des ressources naturelles est alors déséquilibrée ; le prélèvement dépasse la capacité de renouvellement et les processus de désertisation sont engagés.

Les travaux effectués par Floret *et al.* (1976) ont montré que si le système actuel d'exploitation des zones prédésertiques se maintient jusqu'à l'an 2000, les superficies désertifiées passeraient de 35 à 65 % et la productivité des écosystèmes chuterait de 35 %.

PRATIQUES CULTURALES POUR LIMITER LES RISQUES D'ÉROSION

A. TECHNIQUE DE CULTURE

Dans un bref avenir, on ne peut attendre des populations locales qu'elles abandonnent totalement les céréales qui occupent une place très importante dans leur ration alimentaire et qui, souvent, pour une même surface, conduisent à des profits supérieurs à ceux obtenus avec l'élevage. Il faut essayer de limiter la culture en zone sableuse et tout au moins d'utiliser des techniques appropriées pour éviter l'érosion.

Des essais ont été entrepris en Tunisie depuis 1983 sur les techniques culturales pour limiter le risque d'érosion éolienne sur les terrains cultivés en zone aride. Les premiers résultats figurent sur le tableau 1. Dans l'état actuel des connaissances, les pratiques culturales à préconiser sont les suivantes :

- écarter la charrue polydisque ou, à la limite, associer son utilisation, dans le cas où les agriculteurs acceptent un investissement, à l'apport de résidus de végétation spontanée (paille, Rhantérieum, etc.) et ce,

- pour améliorer la rugosité du sol et à la longue son niveau trophique par décomposition de végétaux incorporés,
- remplacer la charrue polydisque par la déchaumeuse à socs ou, à la limite, un outil à dents,
 - maintenir des bandes de végétation naturelle entre les bandes cultivées (des bandes de 5 m sont suffisantes),
 - labourer perpendiculairement aux vents dominants actifs.

B. RÉGÉNÉRATION DE LA VÉGÉTATION NATURELLE

Dans les zones où les rendements céréaliers sont très aléatoires ou bien dans les zones sableuses à haut risque d'érosion, on doit tenter de provoquer une régénération du couvert végétal, protecteur du sol et producteur pour les animaux. Cette régénération peut s'obtenir par une protection totale plus ou moins longue ou bien par une diminution de la charge en animaux. Les resemis d'espèces pastorales n'ont, jusqu'à présent, pas été un succès en zone aride.

D'une façon générale, avec la protection, le couvert augmente mais les effets sont différents selon les milieux et les types de végétation qui leur correspondent.

- La protection des steppes sur croûte gypseuse donne des résultats peu intéressants. En effet, ces croûtes ont été formées par ablation de l'horizon de surface. Les couches gypseuses de néogène ou géologiques durcissent rapidement lorsqu'elles sont exposées à la surface du sol. La formation de cette croûte empêche le retour de la steppe à son état initial avant dégradation. Même si le couvert végétal augmente un peu, les bonnes espèces pastorales ne peuvent se développer à nouveau.

- Dans le cas des steppes sur glacières limoneuses (steppes d'armerisse à l'origine), qui sont sporadiquement cultivées, la régénération est aussi très lente. Il se produit en surface une croûte de battance liée au développement d'algues, de champignons et de microcristaux de sels. Le sol se ferme et la germination d'espèces qui pourraient régénérer la steppe est difficile. Par ailleurs, les semenciers ont souvent disparu. Il faudrait ressemer mais les chances de réussite sont faibles et liées à une répartition favorable des pluies, ce qui ne se produit pas fréquemment.

- Les steppes des zones sableuses sont celles qui « répondent » le mieux à la mise en défens. Les plantes pérennes qui ont été soumises au surpâturage montrent alors un bon développement, et en particulier les graminées, presque invisibles avant protection. D'une façon générale, d'ailleurs, en zone sableuse ou à proximité de celles-ci, le sable en suspension se dépose préférentiellement au pied des espèces pérennes qui ont repris un bon développement aérien : la plante sert d'obstacle et freine le vent. La présence de ce dépôt de sable est un

facteur favorable car il permet une meilleure germination des plantes annuelles, favorise l'infiltration et se comporte comme un mulch conduisant à un meilleur bilan hydrique.

Sur ces bases, il est souvent difficile de donner des recommandations pratiques sur une durée optimale de protection pour la régénération de la végétation en zone aride. Cette durée dépend de beaucoup de la quantité de pluie qui suit la protection et des conditions locales, telles que l'état initial de la végétation, la proximité d'une « source de sable » (c'est-à-dire d'une zone fréquemment cultivée), la présence de semenciers d'espèces intéressantes, etc.

Plutôt qu'une mise en défense totale, une régénération par allègement de la charge est souvent préférable. D'une part les animaux brisent la croûte de battance, et d'autre part, évitent la constitution d'une fraction ligneuse trop importante chez les plantes.

MAÎTRISE DES EAUX DE CRUES ET DE RUISSELLEMENT

En zone aride, l'homme a imaginé depuis les temps reculés divers procédés visant à récupérer le maximum d'eaux pluviales dans un triple dessin :

- Limitation des dégâts occasionnés aux sols et aux habitants par les précipitations souvent orageuses qui caractérisent les zones arides.
- Récupération d'une partie des eaux de ruissellement pour la consommation humaine, animale et agricole.
- Recharge des nappes d'eau souterraines peu profondes qui alimentent les puits de surface dont dépend la vie des hommes et de leurs troupeaux.

Cette maîtrise procède par des techniques dont une brève description est rappelée ci-après (Akrimi, 1992).

A. JESSOURS

Ce sont de petits barrages installés le long de talwegs, construits soit en terre, soit en pierre, soit en combinant ces deux constituants, dans un double but de rétention des sédiments arables et des eaux de ruissellement.

L'endroit situé immédiatement à l'amont de ces ouvrages constitue un milieu idéal pour les cultures. Mais, à la longue ; l'accumulation des sédiments derrière le jesser peut constituer un inconvénient majeur en raison de la diminution progressive de la hauteur de rétention et l'imperméabilisation de sa partie amont ce qui le rend de moins en moins efficace.

Les fortes pluies occasionnent des dégâts énormes à ces ouvrages. Les pluies de mars 1979 ont affecté plus de 50 % des jessours de la région située entre Tataouinne et Medenine. Leur vulnérabilité est imputée au manque d'entretien mais aussi à leur conception.

Les choix de matériaux de construction adéquats et le dimensionnement de ces ouvrages en fonction de l'impluvium, de l'aire et la hauteur de rétention, et de la lame d'eau ruisselé maximale sont de nature à améliorer sensiblement leur efficacité.

B. MESKATS

C'est un système d'aménagement traditionnel de la région du Sahel tunisien qui consiste à collecter les eaux d'impluviums non plantés et à les amener au niveau des endroits plantés généralement en olivier. Le système comporte un impluvium situé à l'amont dont l'eau ruisselé inonde une série de cuvettes plantées bordées par une série de tabia qui communiquent entre elles par un seuil déversoir.

C. AMÉNAGEMENTS DIVERS D'INONDATIONS DIRIGÉES

Il s'agit de divers procédés traditionnels simples et ingénieux de récupération partielle des eaux de crues : conçus sous forme d'obstacles ou de tranchées ouvertes qui dérivent partiellement les flots d'oueds vers les parcelles limitrophes, ils sont appelés selon les régions : M'goud, Hammala, Tabia, Rabta, Jenah, Sed, Katra, Seguia, etc. Dans certaines régions du centre-sud tunisien il existe un véritable « code moral » d'exploitation des flots de ruissellement transmis de père en fils, que les exploitants respectent scrupuleusement, mais dont la transgression peut donner lieu à des conflits sanglants entre voisins qui peuvent dégénérer en guerre entre « arouch ».

D. OUVRAGES D'ÉPANDAGE DES EAUX DE RUISSELLEMENT ET DE LUTTE ANTI-ÉROSIVE

Il s'agit de travaux de conservation des eaux et de sols (CES) dans les hauteurs et zones à pente menés essentiellement dans le but de lutter contre l'érosion hydrique. Mais leur rôle dans l'amélioration du bilan hydrique du sol et la recharge des nappes d'eau souterraine est loin d'être négligeable. Conçus sous forme d'une série de banquettes disposées en courbes de niveau, ces aménagements sont actuellement entrepris à large échelle aussi bien au nord qu'au sud de la Tunisie.

L'expérience a déjà montré que la longévité de ces ouvrages est assez limitée.

Parmi les causes incriminées, on peut citer l'absence de conception et de gestion multidisciplinaires, la non participation de la population rurale aux phases d'élaboration et d'exécution, le traitement de zones non

appropriées, le manque de suivi et d'entretien, le dimensionnement et l'écartement des banquettes inadéquats, la non évaluation des coûts/avantages agro-écologiques et socio-économiques etc.

En réalité la dynamique de l'érosion obéit à une loi d'accélération, plus l'état de dégradation est avancé, plus son intensité s'accroît, et en l'absence de mesures d'accompagnement ces ouvrages finissent tôt ou tard par céder d'où la nécessité de les intégrer dans un aménagement global du bassin versant incluant les travaux de protection et de fixation des zones érodables, ainsi que la rationalisation des systèmes d'exploitation (adéquation entre spéculations et aptitudes du milieu, techniques de travail du sol, etc.).

Les aspects d'exploitation hydrauliques concernant les cultures irriguées, l'alimentation humaine et animale ne seront pas abordés dans le présent document. Mais l'impact des techniques utilisées dans l'exploitation des eaux souterraines allant des procédés traditionnels de captage de sources de puisage des nappes superficielles jusqu'aux techniques modernes de forage et de pompage à plusieurs kilomètres de profondeur ainsi que la pratique des citernes intégrées au logement et de celles isolées à impluvium maçonné méritent d'être mentionnés.

AMÉNAGEMENT RÉGIONAL

Les travaux de Floret *et al.* (1981) sur la comparaison de plusieurs scénarios d'aménagement de l'espace en Tunisie présaharienne ont permis de prévoir le devenir des surfaces occupées par les différents types de milieu, des ressources régionales ainsi que les risques de dégradation et de désertisation des milieux, compte tenu des divers scénarios d'utilisation de l'espace rural.

A titre d'exemple, nous montrons le résultat d'une simulation effectuée par Floret *et al.* (1981) pour une étude régionale portant sur 80 000 ha environ dans le Sud tunisien. C'est une perspective sur 25 ans à partir de l'état initial de la zone, qui prend en compte trois scénarios :

- Maintien du système actuel, avec surpâturage, défrichement des zones sableuses pour la culture et céréaliculture mal localisée.
- Localisation optimale des cultures sur les terres les plus aptes à produire des céréales ou dans les zones ayant atteint un point de dégradation tel qu'il n'est pas possible d'envisager une régénération à moyen terme du pâturage. Les parcours existants ne sont plus défrichés.
- Elimination des cultures des zones sableuses qui retournent au parcours. On intensifie les cultures dans les zones recevant des appoints d'eau par ruissellement. On réalise un aménagement pastoral comprenant un équilibre de la charge avec la production pastoral et la création de réserves fourragères.

Le tableau 2 donne l'état actuel de la zone en ce qui concerne l'occupation des terres, les surfaces désertisées, les productions, ainsi que les résultats des simulations au bout d'une période de 25 ans pour les trois scénarios. On voit, en particulier, que « l'aménagement pastoral » diminue fortement les risques de désertisation puisque les surfaces désertisées augmentent de 17 % dans le cas des autres scénarios.

CONCLUSION

L'aménagement des zones sensibles devra s'appuyer sur des bases écologiques, avec comme lignes directrices :

- L'inventaire des ressources et l'étude approfondie de leurs dynamiques afin de localiser au mieux les spéculations et de déterminer de façon optimale les niveaux d'utilisation;
- La prise en considération du moyen et du long terme, même si on cherche à maximiser dans l'immédiat les productions;
- L'utilisation des avantages que procure l'hétérogénéité du milieu pour obtenir des productions diversifiées ; cette diversité est le meilleur atout pour lutter contre l'aridité climatique ; elle permet de « tamponner » l'aridité générale;
- L'ouverture de la région vers l'extérieur afin d'augmenter la flexibilité des systèmes productifs en favorisant les échanges de biens, de services et de personnes;

N. AKRIMI et H. KHATELLI

Institut des régions arides
route de Djors, kilomètre 22
4119 MEDENINE, Tunisie

RÉFÉRENCES

- AKRIMI N. (1991) : Aridoculture : problèmes et perspectives. 5^e journées nationales de Biologie 8-10 novembre 1991.
- BOURGES J., FLORET C., GIRARD G et PONTANIER R (1984) : Dynamique de l'eau sur un glaciais du Sud tunisien (type seguï). DS, IRA, DRE Tunisie, CEPE/CNRS Montpellier, ORSTOM, Tunisie, 86p.
- EL AMAMI S. et CHAABOUNI Z. (1980) : Les aménagements hydrauliques traditionnels (Meskats et jessours), moyens de lutte contre l'érosion. Séminaire national sur l'érosion, Sidi Thabet, juin 1980, Centre Génie Rural Tunisien 7p. mimeo.
- FERSI M. et ZANTE P. (1980) : Pluviométrie, bilan hydrique, érosion sur un toposéquence type du sud tunisien. Djebel Dissa. Synthèse 1972-1977. ES 184 Direction des Sols Tunis, 131p. mimeo.

	(situation prévisible au terme de 25 ans)			
	Etat actuel (1975)	Maintien du système actuel (témoin)	Localisation optimale des cultures	Aménagement pastoral
Occupation des terres				
Surface totale des parcours (en ha)	50 300	44 800	46 000	58 700
Surface des parcours en bon état (en ha)	17 100	12 300	17 300	37 000
Surface des parcours dégradés (en ha)	33 200	32 500	28 700	21 700
Surface réservée à la culture (en ha)	30 900	36 400	35 200	22 500
Surface désertisée (en ha)	6 000	7 100	7 000	6 000
Eau du sol				
Coefficient de ruissellement primaire moyen en année très pluvieuse (%)	37	38	33	31
Réserve moyenne en eau utile des sols de la région (en mm)	111	108	109	115
Production				
Productions (en année à pluviosité moyenne) :				
Phytomasse aérienne totale des plantes pérennes (en tonnes de mat. sèche)	42 000	36 000	40 000	54 000
Evaluation de la production primaire nette de la végétation (parcours + jachères) (en tonnes de mat. sèche/an)	34 000	30 000	33 000	46 000
Evaluation de la production pastorale consommable par les animaux (en milliers d'U.F. par an)*	6 600	5 700	5 900	9 100
Production céréalière (en tonnes de grains récoltés par an)	6 000	7 200	7 200	7 200
* La production consommable : partie de la végétation produite pouvant être consommée par les animaux (cf. notions d'accessibilité et d'appétabilité). Elle représente la quasi totalité de la production primaire nette pour les espèces annuelles et 60% environ pour les espèces pérennes.				

Tableau 2. Effets comparés de deux scénarios d'aménagement de l'espace rural en vue de limiter les risques de désertification.

- FLORET C. (1981) : The effect of protection on steppie vegetation of the mediteranean aride zone of southern Tunisia. Symposium « Dynamique de la végétation dans les formations méditerranéennes ligneuses ». Montpellier 15-20 Septembre 1980. *Vegetatio* 46 : pp. 117-129.
- FLORET C. et LE FLOCH E. avec la collaboration de ROMANE F., LEPART J. et DAVID P. (1973) : Production, sensibilité et évolution de la végétation et du milieu en Tunisie présaharienne. Conséquences pour la planification de l'aménagement régional de la zone-test d'Oglet Mertebe. Inst. Nat. Rech. Agron. de Tunis et Centre d'Etude Phytosociologiques et Ecologiques Montpellier n°71, 45p. 6 cartes noires, 4 cartes couleurs.
- FLORET C., LE FLOCH E. et PONTANIER R. (1976) : Carte de la sensibilité à la désertification en Tunisie centrale et méridionale (Processus de dégradation en cours des sols et de la végétation). Sols de Tunisie, 8 : 1-6 1 carte h.t. couleur, échelle 1 / 1 000 000.
- FLORET C., LE FLOCH E., PONTANIER R., et ROMANE F. (1978) : Modèle écologique régional en vue de la planification et de l'aménagement agropastoral des régions arides. Application à la région de Zougrata. Inst. Reg. Arides Medenine, dir. Ress. Eau et Sol. Tunnis. doc. techn. n°2 p. 74, 1.carte h.t.
- FLORET C. et PONTANIER R. (1982) : L'aridité en Tunisie présaharienne. *Trav. et doc. ORSTOM*, Paris n°150 : 544p.
- FLORET C. et PONTANIER R. (1984) : Aridité climatique, aridité édaphique. *Bull. Soc. Bot. Fr.* 131. Act. Bot. (2/3/4) : pp. 265-275.
- FLORET C., KHATTELI H., LE FLOCH E. et PONTANIER R. (1989) : Le risque de désertisation en Tunisie présaharienne, sa limitation par l'aménagement agropastoral, un risque en agriculture, ORSTOM Paris 1989, pp. 291-307.
- HUYNH VAN NHAN (1982) : Utilisation des eaux de ruissellement dans le sud tunisien. Résultats pour la culture céréalière. Bull. Tech. de l'I.R.A. n°2 Medenine, Tunisie.
- KHATTELI H. (1981) : Recherches stationnelles sur la désertification dans la Djéffara (Tunisie). Dynamique de l'érosion éolienne. Thèse 3e cycle Univ. Paris I / IRA Medenine, 218p.
- KHATTELI H. (1983) : Contribution à l'étude de l'érosion éolienne dans la Djéffara tunisienne (sa dynamique dans les terrains, cultures et parcours). Bulletin technique de l'I.R.A. N°3, Medenine, Tunisie.
- KHATTELI H. (1983) : Contribution à l'étude de la dynamique des dunes dans le parcours du sud tunisien. Station de Rouag, Internat. Seminar on Wind Erosion, Djerba. Institut des Régions Arides - Tunisie, 8p. Mimeo.
- LE HOUEROU H.N. (1959) : Recherches écologiques et floristiques sur la végétation de la Tunisie méridionale. Inst. Rech. Sah. Alger. Mémoire h.s. 510p.
- LE HOUEROU H.N. (1969) : Végétation de la Tunisie steppique (avec références au Maroc, à l'Algérie et à la Lybie). *Ann. Inst. Nat. Rech. Agron.* Tunisie, 42, 5, 622p.