



**Analyse des inter-relations anthropiques et naturelles :  
leur impact sur la recrudescence des phénomènes  
d'ensablement et de désertification au sud-est du Maroc  
(vallée de Drâa et vallée de Ziz)**

Aïcha Benmohammadi, Lahcen Benmohammadi, Jean-Louis Ballais, Jean  
Riser

► **To cite this version:**

Aïcha Benmohammadi, Lahcen Benmohammadi, Jean-Louis Ballais, Jean Riser. Analyse des inter-relations anthropiques et naturelles : leur impact sur la recrudescence des phénomènes d'ensablement et de désertification au sud-est du Maroc (vallée de Drâa et vallée de Ziz). Sécheresse, 2000, 11 ((4)), pp.297-308. hal-01569299

**HAL Id: hal-01569299**

**<https://amu.hal.science/hal-01569299>**

Submitted on 26 Jul 2017

**HAL** is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

## Analyse des inter-relations anthropiques et naturelles : leur impact sur la recrudescence des phénomènes d'ensablement et de désertification au sud-est du Maroc (vallée de Drâa et vallée de Ziz)

Aïcha BENMOHAMMADI

Faculté des sciences,  
Département de géologie,  
Laboratoire de géologie dynamique  
et appliquée, Kénitra, Maroc.

Lahcen BENMOHAMMADI

Service environnement, BP 1054,  
Kénitra principale, Maroc.

Jean-Louis BALLAIS

Université de Provence,  
29, avenue Robert-Schuman,  
13621 Aix-en-Provence, France.

Jean RISER

Université d'Avignon, 74, rue Pasteur,  
84000 Avignon, France.

Sécheresse n° 4, vol. 11, décembre 2000

Depuis quelques décennies, on assiste dans le Sud-Est du Maroc à une rapide transformation du paysage due principalement à l'ensablement, une des manifestations de la désertification. Ce phénomène constitue un défi majeur auquel les populations et le gouvernement marocain sont à l'heure actuelle confrontés. Il faut dire que l'érosion éolienne a toujours existé dans ces zones, mais ce sont ses effets qui se sont accentués alors que ces régions ont bénéficié de plusieurs aménagements hydro-agricoles à partir de 1970, date paradoxalement à partir de laquelle le phénomène d'ensablement et de désertification a commencé à se manifester avec plus d'acuité. Y a-t-il un lien entre la pression démographique, l'installation de ces infrastructures modernes, les pratiques culturales agressives et la recrudescence des phénomènes d'ensablement et de désertification au sud-est du Maroc ? C'est ce que nous allons tenter de comprendre à travers cette étude.

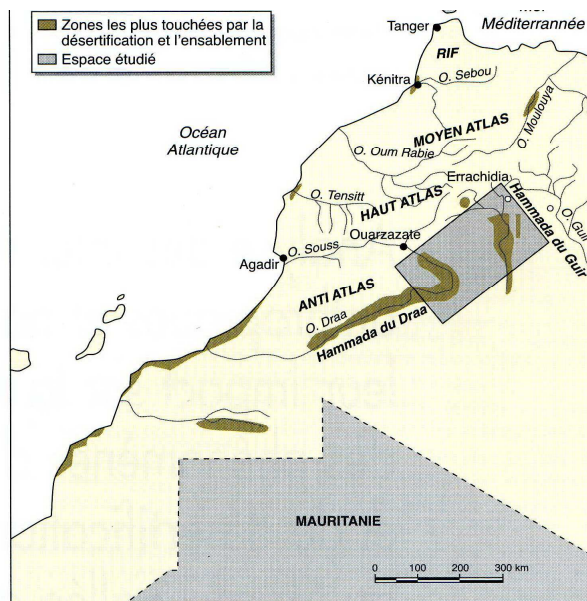
**A**u Maroc, les zones arides représentent 77 % du territoire national et les régions sahariennes y occupent à elles seules 60 %. Cependant si on considère la zone aride au sens large, en incluant les régions semi-arides où les risques de désertification sont élevés, on aboutit à 90 % de l'ensemble du territoire. Les régions tou-

chées actuellement par la désertification sont situées au sud d'une ligne Agadir-Ouarzazate-Errachidia. Des zones plus septentrionales comme la Moulouya (Missour), les hauts plateaux, voire certaines régions du Rif (*figure 1*) le sont aussi. La vallée de Drâa se place en tête des zones qui sont les plus touchées par la désertification et les problèmes corol-



## Références

1. Ait El Hayane K. *Les représentations du désert et de la désertification en Afrique du Nord : contribution à une étude exploratoire au Maroc*. Montpellier : Thèse et Masters, 1991 ; 112 p.
2. Jellouli D. *La lutte contre l'ensablement dans la vallée de Drâa*. Ouarzazate : ORMVA, 1977 ; 110 p.
3. FAO Rome. *Programme et méthodologie de lutte contre l'ensablement dans les provinces de Ouarzazate et Errachidia*. Ouarzazate, Maroc : PNUD, 1984 ; Vol. I. ; 45 p.
4. Benmohammadi L. *Désertification et ensablement dans la vallée moyenne de Drâa : étude géomorphologique des formations dunaires (Sud marocain)*. Grenoble : Thèse doctorat, Université Joseph-Fourier, 1995 ; 307 p.
5. Benmohammadi A, Benmohammadi L, Morel A, Chardon M, El Hanbali M. Ensablement et désertification dans la vallée moyenne de l'oued Drâa : le mythe de la fluctuation de la limite nord du désert. *Africa Geoscience Review* 1998 ; 5 : 11-22.
6. Mainguet M. Stratégies de combat contre la dégradation de l'environnement dans les écosystèmes secs, les réponses des Nations unies, de la CEI, de la Chine et du Sahel. *Bull. Assoc. Géographes Français* 1992 ; 5 : 422-33.
7. Schonenberger A. *Les groupements végétaux de la zone saharienne, écologie des espèces intéressantes pour la fixation des dunes*. Rapport FAO, 1982 ; 79 p.
8. Iroplo C, Konore A, Bertrand J. Caractérisation des zones potentielles de déflation dans onze stations en Afrique au sud du Sahara. *Sécheresse* 1997 ; 8 : 227-39.
9. Bagnold RA. *Forme des dunes de sable et régime des vents*. Coll. Int. CNRS 1951 ; 35 : 23-32.
10. Fryberger SG. Dune forms and wind regime. *Prof. Pap.* 1052 : 137-69.
11. Glennie KW. *Desert sedimentary environment*. Amsterdam : Elsevier, 1970 ; 222 p.
12. Lancaster N. Dunes on skeleton coast, Namibia (South West Africa) : geomorphology and grain size relationships. *Earth Surface Processes and Landform* 1982 ; 7 : 575-87.



des zones touchées par l'ensablement et la désertification au Maroc.

laire d'ensablement. Elle est suivie par la région de Tata et par le Tafilalet dans la vallée de Ziz (figure 2).

Nous nous intéresserons dans ce travail aux vallées de Drâa et de Ziz qui constituent l'essentiel du Sud-Est marocain. Ces vallées souffrent d'une suralimantation en sable due à une progression récente et actuelle des accumulations sableuses. Il faut noter que l'érosion éolienne dans ces vallées et ces plaines est l'une des plus importantes au Maroc. Elle a aussi existé de tout temps, mais ses effets ont particulièrement été accentués ces dernières décennies. Les mémoires des anciens et les gravures rupestres dans ces régions ne signalent en effet aucune présence de ce fléau. Ce n'est qu'à partir des années 70 que la mise en mouvement des sables est devenue très importante et menaçante, se traduisant en particulier par la coupure fréquente de la circulation sur les principaux axes routiers de ces vallées (photo 1). Par la suite, des petits champs de dunes (*barkhanes*) ont commencé à migrer un peu partout et se sont étendus successivement aux abords des agglomérations et des palmeraies qu'abritent ces vallées. Et c'est finalement la totalité de la région qui s'est révélée être affectée, avec cependant une gravité particulière dans la vallée moyenne de Drâa et dans le Tafilalet

dans la vallée de Ziz. Dans ces régions, des amoncellements et de vastes étendues de sable, allant de minces placages jusqu'à des dunes de plusieurs mètres de hauteur, mises en mouvement par les vents, ont envahi ou menacent d'envahir, sous l'action du vent, plusieurs millions d'hectares : des palmeraies, des ouvrages hydrauliques, des canaux d'irrigation, des *rhetara*<sup>1</sup> séculaires et des villages entiers dont certains sont d'ailleurs abandonnés.

Les techniques de lutte développées par les populations locales, qui auparavant donnaient des résultats satisfaisants ne sont plus à même d'endiguer ce fléau et la situation ne cesse de s'aggraver d'année en année.

Selon les derniers travaux effectués dans le Sud-Est marocain [1-5], les causes de la dégradation du milieu naturel de ces zones combinent des conditions climatiques extrêmes et une mauvaise gestion de l'espace. Cette dernière serait due à une méconnaissance de la vulnérabilité du milieu, une absence de perception de l'intérêt de la protection et de la pré-

<sup>1</sup> Ce sont des galeries souterraines qui drainent l'eau d'une nappe phréatique vers les points situés en contrebas. Elles sont appelées ailleurs *Foggara*, *Kalaj*, *Kharez*, etc.



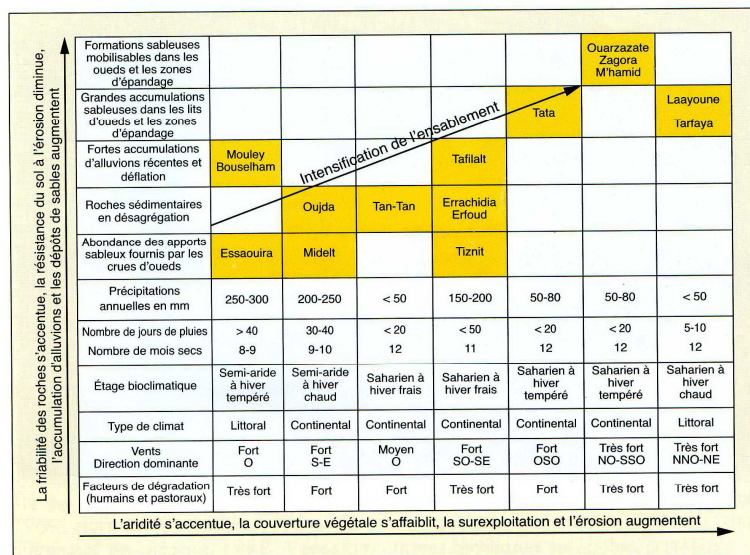


Figure 2. Schéma de l'intensification des phénomènes d'ensablement et de désertification au Maroc (source : projet PNUD/FAO).

servation des ressources naturelles et à la méconnaissance des méthodes de conservation. On sait exploiter mais on ne sait pas protéger le milieu [6]. Si on ne peut rien faire pour modifier les conditions climatiques, on peut au moins réduire le fléau de la désertification par une meilleure compréhension du phénomène.

## Interaction homme-milieu naturel

Le processus de désertification se manifeste dans les régions du Sud-Est marocain sous forme d'ensablement, de dégradation du couvert végétal, de salinisation des sols, d'érosion hydrique et éolienne. Les causes de la désertification sont complexes, naturelles et anthropiques, et surtout différentes d'une zone à l'autre. La période requise pour la désertification est différente, en réponse à des changements climatiques, elle peut s'étaler sur des siècles ; mais elle peut aussi se produire en quelques années comme c'est le cas ici. C'est à cette désertification récente que nous nous intéressons et pour mieux comprendre ce phénomène, nous allons essayer de faire la part des processus na-

turels qui prédisposent cette région à un tel phénomène et la part des processus anthropiques qui peuvent l'accentuer.

### Les causes naturelles

- Les causes d'origine physique

L'étude du milieu physique : cadre géologique, géomorphologique, climatologique et hydrologique permet de caractériser ces régions par un relief accidenté mais peu élevé, des substrats peu cohérents, des sols peu évolués, une instabilité géomorphologique, des fluctuations climatiques et une érosion éolienne et hydrique importante.

– Les reliefs constituent une barrière naturelle face à la pénétration des masses d'air océanique. Leur disposition et l'ouverture de ces régions sur le Sahara accentuent le phénomène désertique surtout en aval, et créent épisodiquement des crises climatiques très graves. En effet, la disposition topographique et structurale des reliefs, leur faible altitude, leur pendage vers le sud et la nature lithologique de leur substratum, favorisent l'installation des processus érosifs actifs. Ainsi les plateaux du Jebel Bani dans le Drâa, par les nombreux

foums<sup>2</sup> et les multiples voies de passages qui les « transpercent », constituent des aires de transit de sable vers le nord de la vallée, comme en témoignent les dépôts « piégés » qu'on trouve aux pieds de leurs versants et sous le pavage des fragments gréseux de leurs sommets (photo 2). C'est aussi le cas des nombreux goullets de passage qui traversent par des échancrures les Jbels Toukal, Guétara et Merakib dans la vallée de Ziz. Il faut cependant noter que les reliefs de l'Atlas constituent une sorte de château d'eau pour ces vallées, et atténuent leur sécheresse en s'opposant à l'absence prolongée et généralisée des pluies et en faisant bénéficier ces vallées des eaux descendant de leurs versants méridionaux. Les grands ensembles topographiques sont dans ces vallées conformes à la direction des courants éoliens : diagonale sud-atlasique, partie occidentale du jbel Bani, plaines de Feija, plaine de Fezzou-Mâidère. Les formes de relief plissé ou celles de relief monoclinale (cuesta du Bani), engendrent une multitude de couloirs et de dépressions où l'action du vent a une importante activité morphogénétique. Le réseau hydrographique, siège de toutes les activités, est lui perpendiculaire aux courants éoliens. Il bloque ainsi les sables à son niveau et serait pour beaucoup responsable de l'importance des accumulations sableuses dans cette région.

– Le substratum. Les formations lithologiques de la zone d'étude répondent différemment aux processus érosifs, selon leur résistance, leur cohésion, leur porosité, leur solubilité, conditionnées par leur nature minéralogique. En dépit de son large éventail lithologique, cette région reste dominée par des formations schisto-gréseuses, qui constituent les terrains les plus sensibles à l'érosion hydrique et éolienne.

Par ailleurs, le quaternaire (l'holocène) a légué à ces régions des dépôts alluviaux importants. Ces derniers étant sableux ou sablo-limoneux, ils constituent un énorme stock de matériel potentiellement mobilisable par les courants éoliens. Les apports actuels des oueds et de leurs affluents sont à dominante ar-

<sup>2</sup> Mot arabe qui veut dire bouche ou embouchure. Il correspond au débouché d'une gorge étroite ou d'un défilé sur une plaine.



## Références

13. Helgreen D, Prospero JM. *Wind velocities associated with dust deflation events in Western Sahara*. University of Miami Rosenstiel School of Atmospheric Science. Miami F1 33149, 1974.
14. Toutain G. La micro-exploitation phoenicicole saharienne face au développement. *Opt Médit* 1974 ; 26 : 73-81.
15. Noin D. *La population rurale du Maroc, étude géographique*. Thèse Doctorat, Paris : 1970.
16. Naciri M. Calamités naturelles et fatalités historiques. *Sécheresse* 1990 ; 1 : 11-6.
17. Rognon P. Caractéristiques du climat et risques de désertification au Maghreb. *Désertification et aménagement. Med Campus* 1994 ; 8 : 21-37.
18. Mainguet M. *Lutte contre l'ensablement des palmeraies et des oasis du Sud marocain*. Rapport FAO, 1979 ; 58 p.
19. Popp A. *Enquête sur les ateliers de céramique dans la zone du projet de lutte contre la désertification dans la vallée de Drâa au Maroc*. Ouarzazate : Rapport GTZ, 1994 ; 12-6.
20. Khattelli H. *Géomorphologie et dynamique de l'érosion éolienne en Mauritanie*. FAO, 1985 ; 12-7.
21. Margat J. *Mémoire explicatif de la carte hydrogéologique au 1/50 000 de la plaine du Tafilalet*. Notes Serv Géol Maroc 1962 ; 150 : 276 p.
22. Amharef M. *Contribution à l'étude hydrogéologique de la vallée du Ziz (province d'Errachidia, Sud-Est du Maroc). Incidences respectives de la sécheresse et du barrage Hassan Addakhlil sur les ressources à l'aval*. Nice : Thèse Doctorat, 1991 ; 140 p.



Photo 1. Route de Zagora-Mhamid coupée par le sable.

gilo-sableuse et rentrent aussi dans la compétence de transport des vents.

– Les sols peu évolués. Les sols sont en général peu évolués, souvent pierreaux ou salins. Les conditions climatiques qui ont régné dans cette région n'ont pas favorisé une activité pédogénétique. On peut davantage parler de morphogénèse que de pédogénèse [7]. Il s'agit souvent de minces couches sédimentaires (alluviales) à fertilité facilement épuisable, qui ont été déposées dans les fonds de vallées et les lits d'oueds par

les crues. Elles ont peu évolué et ont donné des sols isohumiques que l'on rencontre à l'intérieur des palmeraies et qui sont le support de toute l'agriculture oasienne. On rencontre, en dehors des palmeraies, des sols minéraux bruts, sableux ou limono-sableux. Des sols squelettiques se trouvent sur le pourtour des palmeraies. L'état des sols peut influencer les phénomènes de désertification en raison de leur structure particulière, leur salinité élevée et leurs horizons biologiquement actifs peu épais (5 à 8 cm).

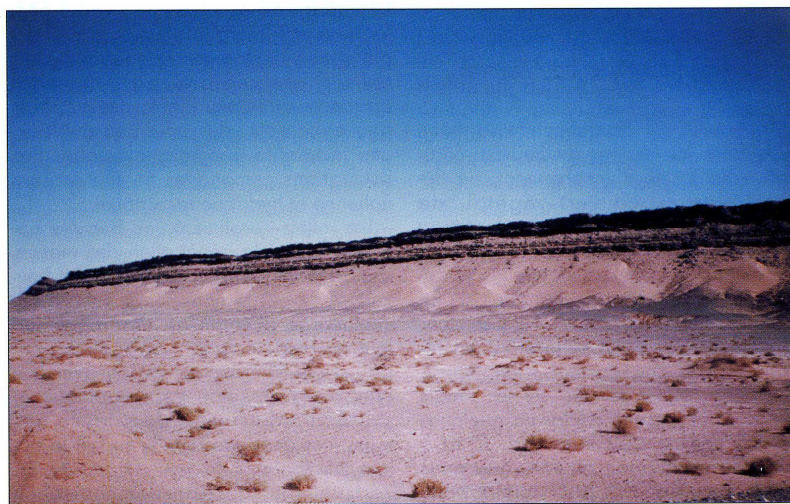


Photo 2. Sable piégé au pied du Jbel Tibaskoutine.



Cette sensibilité est aggravée au Sud-Est marocain par les remontées capillaires par évaporation qui donnent des dépôts gypseux à la surface des sols et provoquent le dépérissement de la végétation.

– L'instabilité géomorphologique. Ces vallées offrent une grande variété de formes morphologiques et une instabilité qui se manifeste par le ruissellement de surface, qui a entraîné une dégradation importante des sols. Dans cette région du Maroc où il n'y a pas de véritables conditions qui favorisent les processus pédogénétiques, la sensibilité des sols aux agents érosifs est accrue. Les pluies torrentielles qui s'abattent sur ces régions, provoquent des dégâts bien plus catastrophiques que celles tombant sur les régions situées plus au nord. L'érosion hydrique est ici portée à des paroxysmes lors des averses comme cela a été le cas, en mars 1964, octobre 1969, mars 1979, octobre 1992 et dernièrement en octobre 1999. L'érosion spécifique est supérieure à  $6 \text{ m}^3/\text{ha}/\text{an}$  dans la vallée de Ziz et elle avoisine  $5,8 \text{ m}^3/\text{ha}/\text{an}$  dans la vallée moyenne de Drâa. L'analyse de la couverture aérienne de la région montre par ailleurs, une nette opposition entre les secteurs nord, où le ruissellement est bien individualisé et hiérarchisé et les secteurs sud où le réseau hydrographique est plutôt lâche, désorganisé et mal réparti. Les indices de cette désorganisation du réseau hydrographique sont nombreux. Il s'agit d'abord des vastes plaines à roseaux, des nebkas métriques reliques d'anciennes aires d'épandage de crues et des paléolits en bordure des lits actuels. Les facteurs les plus importants de cette désorganisation, sont liés aux conditions climatiques, topographiques, et d'autres, non des moindres, géologiques, morphologiques et anthropiques.

– L'érosion éolienne. Elle est une des plus importantes du Maroc. Elle se manifeste dans la région par la remise à vif de certaines zones stabilisées, par des aires de transport de sable et des aires de dépôts ou d'envahissement sableux. Les traces de l'érosion éolienne sont bien visibles que ce soit sur le terrain ou sur les photographies aériennes. On peut citer :

- les griffures millimétriques à centimétriques qui jalonnent les surfaces de sols ;
- le déchaussement de plantes ;
- les figures de transport dues à la saltation (transport des grains par sauts). On les trouve sous forme de poches de

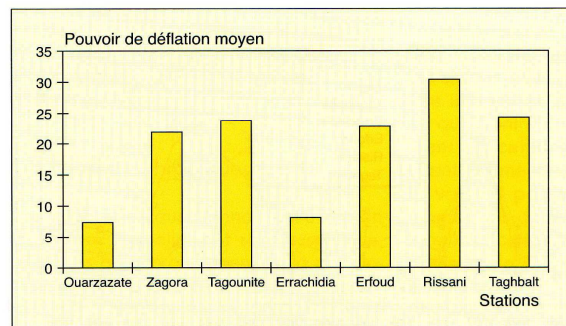


Figure 3. Pouvoir de déflation mensuel moyen de 1981 à 1998 dans sept stations au Sud-Est marocain.

sable sur les versants ou d'envoyage de petits accidents topographiques ;

- les traînées de déflation, en général en clair sur les photos aériennes, groupées par 2 ou 3 et souvent parallèles ;
- les stries de corrosion (sculpture éolienne) qui peuvent se matérialiser par des systèmes crêtes-couloirs ou des traces rectilignes sur roches patinées ;
- les traces de corrosion éolienne qui sculptent en *yardang* les quelques banquettes résiduelles de la terrasse soltanienne, et holocène ;
- les figures de transport du sable sous forme d'édifices ou figures d'accumulation.

L'analyse des états de surface des sols et des formations superficielles dans le Sud-Est marocain a montré que l'érosion éolienne agit principalement par :

- une déflation directe des substrats meubles : sols sableux ou sablo-limoneux, dépôts alluviaux, dépressions hydro-éoliennes ;
- un vannage de la fraction fine des sables dunaires et fluviaux.

Nous avons procédé à une quantification de la déflation qui peut s'exprimer par la quantité de matière arrachée d'un substrat sous l'action du vent par unité de surface et de temps. Nous avons utilisé pour cela les données de vents synoptiques et la formulation du pouvoir de déflation donnée par Iroplo Clark, Konore Abdourahamane et Jean-Joseph Bertrand et tirée de la courbe d'efficacité de Bertrand [8]. Cette formulation mathématique a l'avantage de s'appliquer à la répartition statistique mensuelle des vents. Elle s'exprime comme suit :

$$S = 0,012 \sum_i N_i (V_i - 5) \text{ pour } V_i \geq 5 \text{ m/s}$$

S : représente l'efficacité de déflation mensuelle ou pouvoir de déflation,

$V_i$  : vitesse du vent comprise entre 1 et 21 m/s,

$N_i$  : fréquence de cette vitesse.

La vitesse-seuil  $V_j$  varie entre 4 m/s et 6,25 m/s selon les auteurs [9-13]. Nos observations de terrain nous permettent de penser que la vitesse-seuil à prendre est de 4 m/s car d'une part nous avons observé des mises en mouvement de sédiments par des vents de cette vitesse et d'autre part en raison de l'énorme stock de sable fin ( $< 160 \mu\text{m}$ ) disponible dans ces régions du Maroc. Nous avons calculé puis traduit sous forme de graphiques les valeurs du potentiel de déflation pour sept stations du Sud-Est marocain (figure 3). On note l'existence d'une station à déflation sévère (Rissani), de stations à déflation moyenne (Zagora, Tagounite, Erfoud et Taghbalt) et enfin de stations à déflation faible (Ouarzazate et Errachidia). Dans ces deux dernières stations l'efficacité des vents est réduite en raison de l'humidité plus élevée des sols et d'un taux de couverture végétale plus important. Les valeurs du pouvoir de déflation moyen des stations du Sud-Est marocain sont très comparables à celles d'autres stations en Afrique, au sud du Sahara. Rissani, dans la vallée de Ziz, avec un pouvoir de déflation de 32,5 surpasse Bilma au Niger dont le pouvoir de déflation pour la période de 1961 à 1981 est de 28 [8]. Les stations de Zagora, Tagounite, Erfoud et Taghbalt ont des pouvoirs de déflation comparables à ceux de Gao (Mali) et d'Agadez (Niger). L'efficacité des vents est donc importante dans le Sud-Est marocain. Le suivi de la variation du potentiel de déflation de 1981 à 1998 montre que ce dernier est variable selon les années mais pour l'ensemble des stations ces variations sont corrélées (figure 4). Le potentiel de déflation a augmenté d'un facteur allant jusqu'à



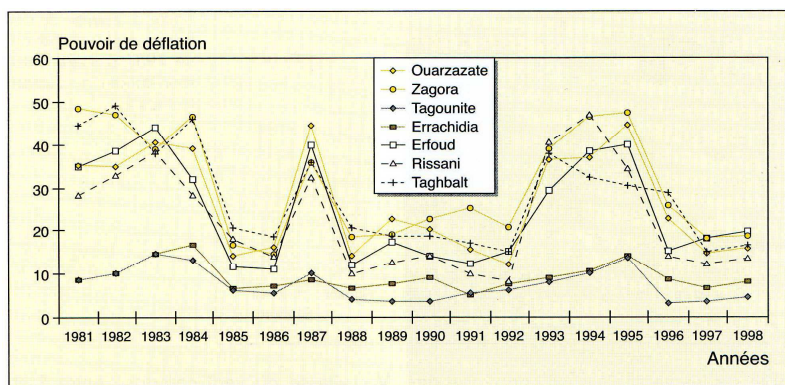


Figure 4. Évolution des moyennes mensuelles du pouvoir de déflation de sept stations du Sud-Est marocain de 1981 à 1998.

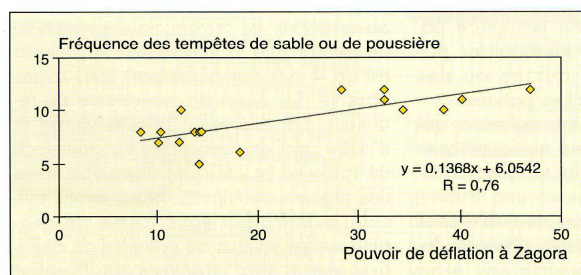


Figure 5. Courbe de corrélation entre les moyennes annuelles du pouvoir de déflation et la fréquence annuelle des tempêtes de sable ou de poussière à Zagora.

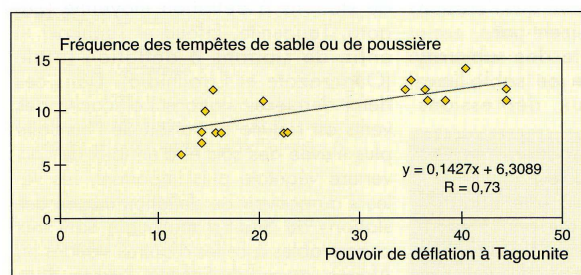


Figure 6. Courbe de corrélation entre les moyennes annuelles du pouvoir de déflation et la fréquence annuelle des tempêtes de sable ou de poussière à Tagounite.

| Tableau I. Précipitations et températures moyennes annuelles de quelques stations de la vallée de Drâa et de la vallée de Ziz |            |                                         |                                      |                                 |                                 |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------|-----------------------------------------|--------------------------------------|---------------------------------|---------------------------------|
| Vallée                                                                                                                        | Station    | Précipitations moyennes annuelles* (mm) | Températures moyennes annuelles (°C) | Températures moyennes maximales | Températures moyennes minimales |
| Drâa                                                                                                                          | Ouarzazate | 140                                     | 20,5                                 | 26,5                            | 12,4                            |
|                                                                                                                               | Tazarine   | 86                                      | 23,5                                 | 27                              | 13,8                            |
|                                                                                                                               | Zagora     | 74                                      | 22,5                                 | 30                              | 14,7                            |
|                                                                                                                               | Tagounite  | 54                                      | 13,5                                 | 31                              | 14,3                            |
| Ziz                                                                                                                           | Errachidia | 140                                     | 20,5                                 | 26,3                            | 12,4                            |
|                                                                                                                               | Jorf       | 85                                      | 21,5                                 | 24,2                            | 13,2                            |
|                                                                                                                               | Erfoud     | 81                                      | 22                                   | 25                              | 19,8                            |
|                                                                                                                               | Rissani    | 76                                      | 22                                   | 26                              | 18,3                            |
|                                                                                                                               | Hannabou   | 80                                      | 21,5                                 | 26,8                            | 18,6                            |
|                                                                                                                               | Taouz      | 63                                      | 23                                   | 30,2                            | 17,4                            |

\* Les précipitations moyennes annuelles sont calculées pour une période de 25 ans entre 1972-1998.

cinq au cours des années à pluviométrie déficitaire. L'érosion éolienne se trouve accentuée pendant ces années. Nous notons qu'en dépit des variations que montre le potentiel de déflation, nous ne décelons aucun renforcement de l'efficacité des vents de 1981 à 1998. Le retour à des années à pluviométrie normale conduit, en général, à une large baisse du potentiel de déflation ce qui laisse supposer une reprise de la végétation et une recharge des nappes. L'étude comparée de l'efficacité des vents et de la fréquence des tempêtes de sable ou de poussière montre que ces deux paramètres sont liés (figures 5 et 6). C'est ce qui est attesté par les bons coefficients de corrélation, respectivement 0,76 pour Zagora et 0,73 pour Tagounite. Ceci mérite d'être vérifié par des mesures directes cette fois de la déflation.

#### • Aridité et crises climatiques

La disposition des reliefs de ces vallées et leur ouverture sur le Sahara accentue le phénomène désertique surtout en aval, et crée de temps à autre des crises climatiques très graves. L'aridité du climat de la région est essentiellement marquée par une pluviosité faible et des mois d'été très chauds (tableau I). Cette aridité globale est renforcée par les traits climatiques suivants :

- les pluies sont de faible importance et ne tombent que pendant la saison froide et très souvent à la fin de l'automne et au début de l'hiver ; elles sont donc peu efficaces pour la végétation qui pousse essentiellement au printemps ;
  - les pluies ont souvent un caractère orageux avec de fortes intensités, favorisant le ruissellement et l'érosion sur des zones déjà très dégradées, accentuant ainsi le déficit hydrique général de la région ;
  - la variabilité des précipitations accentue aussi la dégradation par des successions d'années sèches ou par des répartitions annuelles parfois aléatoires.
- Au cours des siècles passés la région a connu des périodes de sécheresse plus ou moins longues. Entre 1776 et 1782, une grande sécheresse ainsi qu'une épidémie de peste a frappé le Sud-Est marocain [14]. Selon des sources orales, une sécheresse relativement longue aurait eu lieu vers 1880, elle aurait duré onze ans. Au cours du siècle actuel, cette région a encore connu plusieurs séries de sécheresses :



1913-1918 ; 1927-1931 ; 1933-1939 ; 1945-1947 ; 1955-1957 ; 1973-1976 ; 1979-1984 et 1987, et plus récemment la sécheresse de 1993-1995.

Certaines de ces sécheresses sont restées dans la mémoire des populations. L'année 1945 a été particulièrement sèche et fut accompagnée d'épidémies. Elle aurait causé 45 000 décès en 1945 et 34 000 en 1946 [15]. L'année 1974 est aussi bien ancrée dans les mémoires. Sa sécheresse a généré une perte de 780 783 pieds de palmier dattier et induit une migration massive de la population vers le Nord du Maroc.

Mais ces périodes de sécheresse ne sont pas rares et ont de tout temps existé. L'étude des cernes réalisée sur 200 cèdres du Maroc [16], montre par ailleurs que les fluctuations climatiques passées ont été bien plus importantes que les variations récentes. Les recherches n'ont pas permis d'établir un lien direct entre la sécheresse et un éventuel changement climatique. Il semble toutefois qu'aux siècles passés et même au début du siècle dernier les sécheresses aient été plus longues et plus intenses. Ce qui permet de dire qu'elles n'ont rien à voir avec les changements climatiques dus à l'effet de serre puisque la teneur en CO<sub>2</sub> de l'atmosphère était nettement moins élevée qu'aujourd'hui [17]. On ne décèle, aucune tendance à long terme d'un accroissement des sécheresses. Il n'y a guère d'arguments décisifs en faveur d'une tendance persistante vers un climat de type différent. Il n'y a pas, non plus, de preuve de l'existence de quelques périodicités.

De l'ensemble de ces faits, on peut dire que la sécheresse que connaît le Sud-Est marocain est certes directement impliquée dans le processus ayant conduit à l'érosion éolienne qui balaie cette région et à laquelle l'ensablement est intimement lié. Cependant elle n'est pas aussi catastrophique qu'au Sahel, et ses conséquences se trouvent souvent atténuées par le retour au bout de quelques années seulement à une pluviométrie normale (moins de 5 ans). La sécheresse fragilise la couverture végétale, aggrave les risques d'accroissement de la salinité mais surtout ceux d'une mauvaise gestion des terres, du surpâturage ou du déboisement. Elle est un danger qui surgira chaque fois qu'une erreur sera commise dans les

modes d'aménagement. C'est ce que nous allons voir en analysant les actions anthropiques qui s'exercent au sud-est du Maroc.

### Les causes anthropiques

Les problèmes que connaît cette région du Maroc actuellement sont essentiellement liés à l'accroissement de la population depuis le début du siècle, à l'intensité de l'empreinte humaine et aux mutations socio-économiques que la région enregistre.

#### • Accroissement de la population et conditions sociales

Depuis le début du siècle et particulièrement ces dernières décennies, la population de ces régions a connu des taux d'accroissement élevés (2,5 % pour la vallée de Drâa et 2,6 % pour la vallée de Ziz), qui s'expliquent par de nombreux faits historiques, sanitaires, climatiques et alimentaires (la colonisation s'est accompagnée d'une relative amélioration des conditions sanitaires et de la cessation des guerres tribales). Cet accroissement a conduit à une surexploitation non contrôlée du milieu et à des pratiques agricoles inadaptées, qui ne laissent pas de possibilités de régénération au milieu.

#### • Une agriculture traditionnelle et aléatoire

Les conditions climatiques et édaphiques qui règnent dans ces vallées et qui sont généralement assez sévères ne permettent l'exercice que d'une agriculture peu évoluée et pratiquée en petites parcelles. À l'heure actuelle on compte 60 000 ha de terres cultivables dans la vallée de Drâa, dont 27 000 ha environ sont irrigués. La vallée de Ziz compte, elle, 370 000 ha dont 32 000 ha sont

irrigués. Plus de la moitié de la population tente de survivre de l'agriculture. Les disponibilités des terres irriguées restent inférieures à 0,15 ha par parcelle, ce qui montre l'importance du morcellement parcellaire. La population cherchant à améliorer ses conditions de vie et voulant passer à une économie de marché ou de production a procédé à la multiplication du nombre de palmiers-dattiers. En augmentant la densité des palmiers, les rubans de palmeraies sont devenus plus continus et donc, plus imperméables face aux courants éoliens ils provoquent une augmentation de la rugosité et donc un dépôt de sable à leur niveau [18]. En effet c'est à proximité des palmeraies les plus denses et les mieux cultivées qu'on rencontre les grandes accumulations dunaires. Les dunes sont d'autant plus hautes que le sable en suspension a rencontré des obstacles plus denses.

Par ailleurs, on a noté ces dernières années une extension importante de la céréaliculture jusque dans les plaines sablonneuses extrêmement sensibles à l'érosion éolienne. Ces terres de parcours à l'origine n'ont pas la faculté de production durable, ce qui pousse les paysans à les abandonner au fil des ans laissant à l'érosion éolienne la primauté sur ces aires.

#### • Un surpâturage continu

Dans cette région, où ne survit qu'une végétation clairsemée, l'élevage continue d'occuper une part importante dans la trésorerie des paysans. Les effectifs des ovins, bovins, caprins et camélins (tableau II) montrent une charge apparente relativement élevée qui s'exerce sur cet écosystème dégradé. Le cheptel actuel est estimé à 186 000 têtes dans les six palmeraies menacées du Drâa, dont 38,2 % environ sont des caprins, est important par rapport à la capacité de support du parcours qui continue à

Tableau II. Effectifs camélins, bovins, ovins et caprins dans la vallée de Drâa (source, ORMVAO, Production animale)

| Palmeraie   | Camélins | Bovins | Ovins   | Caprins |
|-------------|----------|--------|---------|---------|
| Mezquita    | 66       | 2 747  | 25 879  | 24 737  |
| Tinzoulène  | 13       | 1 100  | 11 893  | 5 732   |
| Ternata     | 106      | 2 256  | 13 286  | 15 125  |
| Fezouata    | 115      | 1 565  | 14 682  | 2 572   |
| Ktaoua      | 1 145    | 854    | 8 202   | 12 766  |
| M'Hamid     | 2 645    | 156    | 28 369  | 10 006  |
| Total       | 4 090    | 8 678  | 102 311 | 70 938  |
| Pourcentage | 2,2 %    | 4,6 %  | 55 %    | 38,2 %  |



Tableau III. Ressources produites et besoins réels

| Zones   | Ressource exploitation | Besoin du cheptel | Déficit fourrager |
|---------|------------------------|-------------------|-------------------|
| Amezrou | 815 000 UF*            | 1 080 000 UF      | 265 000 UF        |
| Tinfou  | 624 000 UF             | 725 000 UF        | 101 000 UF        |
| Tiguida | 18 600 UF              | 174 000 UF        | 155 400 UF        |
| Feija   | 414 000 UF             | 721 000 UF        | 307 000 UF        |

\*UF : unité fourragère.  
Source : enquête ORMVAO, 1994.

subir toutes les conséquences du processus de désertification. Cette importance varie d'une zone à l'autre et peut être estimée par le déficit entre les besoins du cheptel et les ressources produites par l'exploitation (tableau III).

Du point de vue de l'intensité d'exploitation on peut distinguer deux types de parcours au Sud-Est marocain :

- les parcours sous exploitation permanente et à haute charge. Ce sont les terrains autour des zones d'habitation sur environ 4-5 km ;
- les parcours sous exploitation irrégulière et à charge réduite. Ce sont les terrains qui sont éloignés des zones d'habitation et exploités d'une façon « nomade ».

Ce système d'élevage sédentaire demeure et contribue pour la plus grande part à une dégradation de la couverture végétale de ces surfaces, remobilisant des sables qui étaient jusqu'alors fixés par la végétation.

- L'arrachage anarchique des espèces ligneuses et graminéennes

Les besoins accrus en combustibles et en énergie pour le chauffage et pour la cuisson des aliments ont contraint les populations à s'attaquer aux espèces ligneuses et graminéennes, qui composent la steppe des parcours environnant les villages et les palmeraies. La destruction de la végétation au voisinage des Ksours et des palmeraies a été favorisée par la sécheresse, surtout depuis 1960. L'effet le plus spectaculaire est la disparition de certaines espèces telles que *Panicum turgidum* et *Acacia raddiana*. Cette dernière ne subsiste actuellement que sous forme d'îlots éparpillés dans les lits des cours d'eau. Ainsi des peuplements entiers ont été décimés par le bétail, par les coupes anarchiques des plantes ligneuses pour les besoins domestiques quotidiens et surtout par une mauvaise gestion des pâturages. Il faut dire que la destruction de la végétation est aussi due à la dégradation des tradi-

tions communautaires dans la mesure où ces traditions favorisaient auparavant la protection des zones sensibles par une réglementation très stricte. C'est ainsi qu'en deçà d'une certaine distance des habitations, les effectifs du cheptel étaient rigoureusement limités et la période de ramassage de bois était fixée chaque année. Aujourd'hui les mutations que ces sociétés ont connues, à l'exemple de toutes les autres sociétés du Maroc avec l'affirmation des intérêts individuels aux dépens de l'intérêt du groupe et l'absence de solutions de remplacement font que ces pratiques de destruction des ligneux ne peuvent que continuer.

Ce « déséquilibre de société » a pour conséquence un « déséquilibre écologique », tous les deux instaurés par des mutations socio-économiques. La libération des dunes autrefois fixées par une végétation très protectrice, et la remise en mouvement de leurs sables par le vent, aggravent ainsi les phénomènes déjà inquiétants, de l'ensablement et de la désertification dans le Sud-Est marocain.

La quantité annuelle de bois prélevée par une population de 45 000 habitants exploitant une superficie de parcours de 370 000 hectares est estimée à 365 kg par habitant et par an (1 kg par habitant et par jour). Les principales espèces végétales collectées sont *Stipa tenacissima*, *Launaea aucaanthoclada*, *Launaea arborescens*, *Haloxylon scoparium*, *Artemisia herba alba* et *Salsola vermiculata*.

La régression de certaines espèces comme *Acacia raddiana* et *Panicum turgidum* affecte directement la qualité des parcours et par conséquent la productivité des animaux. Elles sont en effet remplacées sur les rocaillies dénudées par des espèces peu palatables comme *Farsetia hamiltonii* et *Arthrophytum scoparium*. Ces peuplements ou du moins ce qu'il en reste, sont exploités partout dans l'illégalité la plus complète, et une certaine tolérance de la part des autorités. Cette des-

truction débute à la périphérie des palmeraies et des villages, puis, au fur et à mesure de la raréfaction de la matière première, le bois est récolté de plus en plus loin. Aujourd'hui, les distances vont jusqu'à 50 km. Le jour des souks hebdomadaires, notamment à Zagora, Tagounite, Rissani et Erfoud, on peut assister à la vente du charbon de bois (généralement de l'*Acacia*), employé par les potiers ou pour les besoins domestiques.

Une enquête effectuée par Popp [19] sur les ateliers céramiques dans la vallée de Drâa, montre l'influence des ateliers de poteries traditionnels et des ménages équipés de foyers et de fours, sur la désertification continue que connaît la vallée. Ces ateliers et ces petites entreprises s'alimentent depuis des siècles exclusivement de la biomasse environnante (en particulier des plantes de la famille des Chénopodiacées), et emploient des fours archaïques en argile, qui en plus de leurs inefficacités, représentent un autre danger important pour l'environnement par les fortes émissions de gaz qu'ils libèrent. En 1993, la consommation annuelle en combustible pour la seule poterie de Tamgroute était de 96,25 tonnes dont seulement 10 % de palmes, soit environ 86 tonnes de buissons en provenance de la plaine de Feija correspondant à une exploitation destructive de 860 ha/an.

### Infrastructures modernes et recrudescence de l'ensablement dans les vallées de Drâa et de Ziz

L'aggravation de l'ensablement est aussi liée aussi à l'introduction dans ces milieux naturellement fragiles de pratiques agressives et d'infrastructures modernes lourdes, qu'il s'agisse de l'extension des périmètres irrigués, de la mise en culture de sols sableux, de la construction de canaux d'irrigation, de routes et de barrages. Les infrastructures modernes et les voies de communication sont souvent installées de manière parfaitement perpendiculaire au flux de transport éolien. En réalité, le risque climatique s'avère moins important que les erreurs d'aménagements comme nous allons le voir.

- Mise en culture des zones marginales

La mise en culture de sols sableux particulièrement sensibles à l'érosion éo-





Photo 3. Ensablement d'un canal d'irrigation moderne, le long de la route Zagora-M'hamid.

lienne dans des zones fragiles où la déflation éolienne est très active, a provoqué la réduction de la couche fertile des sols. L'utilisation de moyens lourds de production tel que le tracteur équipé de charrues polydisque alors que la région subit des conditions pluviométriques défavorables est une grave erreur. La charrue polydisque augmente la sensibilité des sols sableux à l'érosion éolienne. Elle retourne le sol pendant les opérations de labour et entraîne son émiettement et sa pulvérisation. Elle provoque aussi la destruction totale de la végétation alors que l'araire traditionnel contourne les plantes buissonnantes, dont une partie reste vivante [20]. Ces plantes peuvent réapparaître, si la culture est abandonnée par la suite. Cette mécanisation des labours s'est beaucoup développée et a bien fragilisé les sols. L'érosion éolienne exporte la fraction limoneuse de ces derniers, détruisant du coup leur texture et leur structure. Cette érosion semble devenir très active dans ces régions comme en témoigne l'exhumation de squelettes enterrés il y a plus de 500 ans et des ruines d'habitations abandonnées il y a quatre siècles.

- L'extension des canaux d'irrigation

Les canaux d'irrigation modernes ont été construits sur des kilomètres à travers ces zones présahariennes, à ciel ouvert. Souvent sans aucune étude préalable pour prévenir l'ensablement. Dans la

vallée de Drâa, ces canaux principaux s'étendent sur 200 km. Ils s'étendent sur 130 km dans la vallée de Ziz. La plupart de ces canaux sont aujourd'hui inutilisables car largement ensablés (photo 3). Ils sont souvent perpendiculaires aux grandes trajectoires de circulation du sable dans la région, et retiennent alors plus de sable que d'eau. Les agriculteurs les considérant comme des infrastructures de l'État refusent leur curage alors que jusqu'à présent des *Twiza*<sup>3</sup> sont organisées pour le curage des *segua*<sup>4</sup> par les communes rurales. Par ailleurs, ces canaux d'irrigation modernes avant même leur ensablement ont montré des défaillances techniques majeures en plus de leur inadaptation et de leur non-remembrement.

- L'édification de grands barrages

Les formes linéaires des palmeraies de Drâa et de Ziz qui s'allongent le long des axes des vallées de ces oueds sont là pour nous rappeler que ces paradis doivent leur existence même aux écoulements descendus des montagnes atlantiques. L'arboriculture et la céréaliculture ont été pratiquées depuis longtemps dans ces zones inondables et où le col-

luvionnement a permis une accumulation de sédiments favorables à des rendements relativement réguliers sous le climat aride. Ces milieux doivent leur prospérité à un travail séculaire de l'eau et des sols et à des soins constants. Les populations ont d'abord procédé à une dérivation des eaux au temps du royaume de Sigilmassa (époque médiévale, VIII<sup>e</sup>-XI<sup>e</sup> siècles). Par la suite, et selon Léon l'Africain, le déboisement, l'érosion des sols, l'absence d'un pouvoir organisé, les guerres incessantes, ont conduit dès le XIII<sup>e</sup> siècle à l'amorce d'une dégradation des paysages. Cette dégradation se marque par le tarissement de nombreuses sources et l'irrégularité des régimes d'oueds. À partir du XIV<sup>e</sup> siècle les populations ont pratiqué une petite hydraulique de surface afin de ralentir l'écoulement des eaux, de les concentrer et de favoriser leur infiltration. Elles ont construit des *rhattara* et des *arhrour*<sup>5</sup> [21]. L'irrigation était tributaire des crues et les surfaces propres à l'agriculture ont été ainsi agrandies. Les écoulements ont d'abord été barrés par des ouvrages de dérivation puis par la suite par des barrages en maçonnerie dès le XVII<sup>e</sup> siècle sous le pouvoir des chorfas Alaouites (Moulay Rachid et Moulay Ismail). La politique des barrages a continué et c'est ainsi qu'il y a eu construction du barrage Hassan Ed-dakhil sur l'oued Ziz et du barrage Manssour Eddahbi sur l'oued Drâa. Ces derniers étaient destinés à limiter les effets dévastateurs des crues, à régulariser le débit des cours d'eaux et à maîtriser l'exploitation des eaux.

Cependant leur édification ainsi que la multiplication des stations de pompage, n'a pas eu que des effets positifs. Ils ont tout d'abord introduit des perturbations énormes dans la dynamique des nappes qui assuraient auparavant l'humidification des sables et leur fixation. Une humidité de 2-3 % des sables est en effet suffisante pour soustraire ces derniers de la prise des vents. Avant la construction des barrages, les écoulements étaient plus continus dans les oueds, ils permettaient l'évacuation plus en aval d'une partie des sables piégés dans les *segua*, et d'autre part assuraient une humidité dans les lits d'oueds, même ceux en aval, humidité qui les retenait sur place grâce à la végé-

<sup>3</sup> C'est un chantier d'entraide qu'organise la population pour faire des travaux lorsque le besoin s'impose, tel que curer une *segua* et la maintenir en fonctionnement.

<sup>4</sup> C'est un canal ou rigole d'irrigation.

<sup>5</sup> C'est un système de puisage au moyen d'une outre basculante.



| Tableau IV. Variation du niveau piézométrique de quelques puits dans le Sud-Est marocain entre 1980 et 1997 |            |                |                |                |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------|----------------|----------------|----------------|
| Localisation                                                                                                | N° du puit | Niveau en 1980 | Niveau en 1997 | Variation en m |
| Tinfou                                                                                                      | P1         | 8              | 12,3           | 4,3            |
|                                                                                                             | P2         | 11,5           | 14             | 2,5            |
|                                                                                                             | P3         | 12             | 15,5           | 3,5            |
|                                                                                                             | P4         | 10,5           | 14,7           | 4,2            |
|                                                                                                             | P5         | 12             | 15,8           | 3,8            |
| Amezrou                                                                                                     | P6         | 13             | 16,3           | 3,3            |
|                                                                                                             | P7         | 12             | 14,5           | 2,5            |
|                                                                                                             | P8         | 8,5            | 15,3           | 6,8            |
|                                                                                                             | P9         | 10             | 12,5           | 2,5            |
|                                                                                                             | P10        | 12,5           | 14,5           | 2              |
| Zagora                                                                                                      | P11        | 10,5           | 12,6           | 2,1            |
|                                                                                                             | P12        | 10             | 11,5           | 1,5            |
|                                                                                                             | P13        | 9              | 11,8           | 2,8            |
|                                                                                                             | P14        | 7,8            | 12,3           | 4,5            |
|                                                                                                             | P15        | 8,3            | 13,5           | 5,2            |
| Tagounite                                                                                                   | P16        | 6,5            | 12,5           | 6              |
|                                                                                                             | P17        | 12             | 13,8           | 1,8            |
|                                                                                                             | P18        | 8,5            | 10,5           | 2              |
|                                                                                                             | P19        | 8              | 9,8            | 1,8            |
|                                                                                                             | P20        | 10,5           | 13,3           | 2,8            |
| Erfoud                                                                                                      | P21        | 9              | 11,4           | 2,4            |
|                                                                                                             | P22        | 12             | 15,3           | 3,3            |
|                                                                                                             | P23        | 11             | 13,5           | 2,5            |
|                                                                                                             | P24        | 12,5           | 14,2           | 1,7            |
|                                                                                                             | P25        | 8              | 11,5           | 3,5            |
| Rissani                                                                                                     | P26        | 9,5            | 13,2           | 3,7            |
|                                                                                                             | P27        | 10             | 12,4           | 2,4            |
|                                                                                                             | P28        | 11,5           | 13,6           | 2,1            |
|                                                                                                             | P29        | 13             | 14,6           | 1,6            |
|                                                                                                             | P30        | 10,3           | 15,2           | 4,9            |
| Moyenne                                                                                                     |            | 10,26          | 13,39          | 3,13           |

tation qui s'y développait. Or depuis l'édification des barrages, les écoulements ne se font plus que par lâchures (deux à trois lâchures par an). Les sables que les *seguia* ont piégés restent dans ces dernières et les lits d'oueds restent à sec presque 11 mois sur 12, ce qui conduit à la recrudescence des phénomènes éoliens dans la région. Avant, les apports de sables étaient présents dans la région mais ils étaient discontinus et espacés dans le temps, les oasiens en organisant des *twiza* pour récupérer les *seguia*, arrivaient à vivre avec. Actuellement ces apports de sable sont plus continus et la lutte des oasiens est devenue insuffisante. Par ailleurs, les barrages ont aussi perturbé les anciens systèmes hydrauliques ainsi que les communautés paysannes créatrices de ces systèmes et gérantes des eaux. La gestion de l'eau est plus que jamais centralisée par l'État de manière à répondre aux besoins des cultures stratégiques, en l'occurrence les céréales. Alors que les populations auraient souhaité des lâchures de barrages propices aux cultures maraîchères et donc plus nombreuses et plus rapprochées dans le temps. Il faut dire que pour des communautés qui étaient habituées à s'autogérer et à gérer la principale ressource, ces mutations sont pour

beaucoup dans la dégradation des traditions communautaires.

- Usage excessif des eaux de nappes

Actuellement, ces régions du Maroc connaissent un déficit important par rapport aux besoins qui ne cessent de croître. L'étude de la variation du niveau de la nappe phréatique effectuée sur une quarantaine de puits montre un abaissement du niveau piézométrique qui peut aller jusqu'à 6,8 m (tableau IV). Sur la base des données dont nous disposons, le niveau moyen des puits est passé de 10,26 m en 1980 à 13,39 m en 1990 ce qui correspond à une variation moyenne de 3,13 m (tableau IV). À Er-rachidia, la crépine de la pompe du forage 1228/48 captant la nappe du quaternaire est descendue de 6 m [22]. La station de l'ONEP<sup>6</sup> est à sec depuis 1983. Signalons toutefois que cette baisse du niveau des puits peut n'être que conjoncturelle. Nous ne disposons pas d'autres données temporelles pour pouvoir dire qu'elle est tendancielle.

<sup>6</sup> Office national de l'eau potable.

Auparavant l'usage de l'eau se faisait par des puits peu profonds et des ouvrages de collecte et de transport adaptés aux conditions hydrologiques locales (*rhettara*, *arhrour*, *hafari*<sup>7</sup>). Ces ouvrages traditionnels ont constitué pendant des siècles les seules techniques d'irrigation pérenne des palmeraies. La construction des barrages et des stations de pompage a provoqué une réduction des recharges naturelles des nappes phréatiques. Les besoins en eau ayant augmenté, ont conduit au tarissement des *rhettara*, au creusement de puits profonds et leur équipement en motopompes. L'exploitation intense sans réalimentation a provoqué une baisse spectaculaire du niveau piézométrique des nappes, des débits de sources et des oueds. Les puits peu profonds se sont asséchés et les puits profonds ont conduit à l'extension des terrains de culture en milieu souvent inapproprié, puis à leur abandon quelque temps après. La substitution de la motopompe familiale à la *rhettara* lignagère, n'est pas seulement une mutation technologique mais elle est aussi l'expression d'une mutation sociologique qui fait prévaloir l'individu sur les structures lignagères traditionnelles. Signalons au passage, que l'épuisement des eaux de nappe conduira à une désertification qui peut être irrévocable.

- Accroissement de la salinité des sols

Dans cette région du Sud-Est marocain, notamment dans la vallée de Drâa, des problèmes de salinité de sols se posent avec une acuité de plus en plus grande. Selon une enquête effectuée auprès de la population, surtout auprès des personnes âgées, les problèmes de sels ont augmenté ces dernières décades et les habitants font la relation avec la construction des barrages. Nous n'avons pas les moyens de comparer les valeurs de salinités des sols avant et après les barrages. Nous ne disposons pas de mesure de salinité avant les années 70. Cependant on sait que 50 000 à 70 000 tonnes de sels se déposent chaque année dans le Tafilalet et menacent de stérilisation et de rétraction l'espace déjà étroit cultivé.

<sup>7</sup> C'est un bassin creusé par la population et rempli d'eau qui sert à l'alimentation et l'abreuvement du bétail.



Actuellement, partout dans le Sud-Est marocain, dans les zones d'émergence ou de faible profondeur de nappe phréatique, l'eau remonte par capillarité et engendre des dépôts de sels en surface. Il s'agit d'une sorte de croûte saline à aspect grumeleux, de couleur grise à brunâtre. Les analyses montrent qu'il s'agit surtout de chlorures – halite ou sel gemme (NaCl), Sylvine, mélange grenu de NaCl et KCl –, de sulfates – anhydrite (CaSO<sub>4</sub>) – et de gypse (Ca SO<sub>4</sub>, 2H<sub>2</sub>O). Cette situation se trouve surtout sur les regs où la nappe est relativement proche de la surface (7 à 10 m) ou dans les dépressions interdunaires. Au surplus, l'étalement périodique des eaux d'irrigation favorise l'évaporation et la concentration des sels dissous.

La multiplication des grands barrages et l'extension des surfaces irriguées d'amont ont réduit la progression des crues vers l'aval. L'eau n'arrive plus qu'exceptionnellement à des secteurs tels que le lac Irigui sur le Drâa et Rissani pour le Ziz. L'aval, nécessairement lésé par les équipements de l'amont. L'excès de sel fossile hérité du façonnement de ces vallées (sols peu évolués salés) est d'abord remis en solution dans les sols puis redistribué et fortement concentré en certains endroits. Ainsi, l'héritage salé naturel de ces vallées, qui avait pu rester figé sous les cultures de décrues traditionnelles, est en voie de remobilisation actuellement sous l'effet des aménagements hydro-agricoles actuels.

- Limitation des apports en limons fertilisants

Dans les vallées de Drâa et de Ziz, la répartition des terres de culture se calque étroitement sur le tracé du réseau hydrographique. Les crues des oueds descendues de l'Atlas ont apporté au fil des années, l'eau mais aussi les limons qui ont fertilisé ces vallées sèches. Les oueds n'étant pas encore aménagés, fonctionnaient en régime d'inondation non contrôlée et de débordement, à partir du lit mineur, envahissant ensuite les difluents. Les cultures de décrue se sont alors installées. Les sites les plus favorables à l'agriculture sont donc naturellement les vallées où les

apports ont fini par former la terrasse limoneuse ou limono-sableuse support de l'agriculture dans cette région du Sud-Est marocain. Les autres sites sont formés par les cônes de déjection, les bas glacis, les plaines et les *maïderes*<sup>8</sup> qui sont submergés par les crues. L'éparpillement des zones cultivables explique la concentration de la population sur ces zones exiguës et étroites. En dehors de ces milieux, les sols de cette région du Sud-Est marocain sont pauvres et peu évolués. Depuis l'aménagement de ces vallées en grande hydraulique, il y a pénurie du sédiment fertilisant : les limons des crues. Les terrains cultivés du fait même de leur origine alluvionnaire s'épuisent rapidement. Avec la construction des barrages, les crues sont désormais maîtrisées ainsi que leur débordement et la régénération de ces épandages n'est plus assurée actuellement. Ces vallées verront leur limon s'épuiser et le risque de la désertification s'accroître.

## Conclusion

À l'issue de cette analyse des différents processus de désertification et d'ensa-

blement dans le Sud-Est marocain, on peut constater une évolution variable du milieu étudié, sous l'influence et l'interaction des divers facteurs anthropiques et physiques. Il existe une liaison organique entre ces différents facteurs. En effet, la modification de l'un entraîne la modification de l'ensemble. Ainsi le surpâturage et la pression démographique ont exposé les terrains à divers processus d'érosion éolienne et hydrique, la platitude du relief a favorisé la circulation des vents turbulents, qui disposent des stocks importants de sable qu'ils accumulent en petites dunes sous le vent à la faveur des obstacles rencontrés. L'instabilité géomorphologique qui s'exprime par une érosion hydrique (sous forme de ruissellement diffus sur les versants des reliefs, de ravinements aux ruptures des pentes et de dépôts de sables localisés dans les bas-fonds) et une érosion éolienne importantes rend le couvert végétal vulnérable et fragile et interdit toute amélioration de la productivité végétale naturelle ou cultivée. On peut dire que les conditions physiques, géomorphologiques, hydro-climatiques et socio-économiques affectant la région, sont particulièrement favorables aux processus de désertification. La

## Résumé

Dans cet article nous avons procédé à une analyse des facteurs naturels et anthropiques à l'origine de l'exacerbation des phénomènes d'ensablement et de désertification dans le Sud-Est marocain. Il s'avère que le milieu a évolué ces dernières décades, sous l'influence et l'interaction de divers facteurs anthropiques et naturels. Ainsi de par ses caractéristiques physiques ce milieu est naturellement fragile mais c'est surtout la forte pression humaine alliée à la péjoration des conditions climatiques enregistrée ces dernières décades et l'introduction de technologies lourdes et inappropriées qui ont conduit par de lents processus insidieux à l'apparition de biotope désertique même là où il n'y en avait pas. En effet du fait de l'accroissement de la population et des mutations socio-économiques, on a eu tendance à demander à ce milieu plus qu'il ne peut donner. L'intrusion du monde moderne dans les oasis, qui s'est accompagnée de l'extension du réseau routier, des canaux d'irrigation, de la motorisation, de l'implantation de barrages, etc., a créé de nouveaux rapports entre l'homme et son milieu. La confrontation des techniques modernes et traditionnelles voit ces dernières devenir désuètes, non crédibles et mal adaptées aux nouvelles données des politiques de développement. La situation qui en a résulté est celle d'un déséquilibre généralisé. La recrudescence des phénomènes d'ensablement et de désertification dans le Sud-Est marocain est donc beaucoup plus liée à l'accroissement de la pression humaine, aux transformations technologiques qui l'accompagnent, à une mauvaise gestion des ressources qu'à la péjoration des conditions climatiques peu favorables. Les actions humaines sont donc au premier rang des causes des déséquilibres observés ces dernières décennies dans le Sud-Est marocain.

<sup>8</sup> Ce sont des terres d'épandage, champs d'alluvions pouvant être mis en culture après la crue d'un oued.



quasi-totalité des palmeraies est menacée par une érosion de plus en plus active se traduisant par un ensablement de plus en plus menaçant et une baisse de fertilité des sols, processus induit par la dégradation du couvert végétal liée à la surexploitation des parcours naturels et à une mauvaise utilisation des terres agricoles. Avec l'intrusion du monde moderne dans les oasis, qui s'accompagne de l'extension du réseau routier, des canaux d'irrigation, de la motorisation, de l'implantation de barrages, etc., de nouveaux rapports ont vu le jour et induisent des changements profonds. Les valeurs et les modèles de consommation « parachutés » par l'extérieur ont conduit au relâchement des structures lignagères et à la remise en cause des fondements et des valeurs de ces sociétés oasiennes.

La confrontation des techniques modernes et traditionnelles voit ces dernières devenir désuètes, non crédibles et mal adaptées aux nouvelles données des politiques de développement. La situation qui en a résulté est celle d'un déséquilibre généralisé et prélude à la désertification. La cause initiale est un milieu fragile auquel s'est ajouté une augmentation de la charge démographique et une gestion inappropriée. La recrudescence des phénomènes d'ensa-

blement et de désertification dans le Sud-Est marocain est beaucoup plus liée à l'accroissement de la pression humaine et aux transformations technologiques qui l'accompagnent qu'à la péjo-

ration des conditions climatiques peu favorables. Les actions humaines sont donc au premier rang des causes des déséquilibres observés ces dernières décennies dans le Sud-Est marocain ■

## Summary

This paper presents an analysis of natural and anthropogenic factors responsible for increasing sanding up and desertification phenomena in southeastern Morocco. The results revealed that the environment has changed in this region over the last few decades via the influence and interaction of different natural and anthropogenic factors. In this very fragile environment, human pressure, altering climatic conditions and the use of inappropriate technology have prompted a long and insidious process leading to the appearance of desert biotopes, even in previously non-desert areas. Increasing populations and socioeconomic changes are responsible for overuse of this environment. A new relationship between humans and the environment has developed through the introduction of modern lifestyles in oasis areas, accompanied by increased road systems, irrigation canals, motorization, dams, etc. With this modernization, traditional techniques are becoming obsolete and out of line with development policies. This has led to a generally unbalanced situation. The main environmental changes that have occurred, such as sanding up and desertification, are therefore more due to human pressure and accompanying technological modifications, along with resource mismanagement, than to unfavourable climatic conditions. Human activities are therefore chiefly responsible for the environmental imbalance that has occurred in southeastern Morocco in recent decades.