

**UNIVERSITE M'SLIA**  
**FACULTÉ DES SCIENCES**  
**DEPARTEMENT DE SIENCE DE LA NATURE ET DE LA VIE**

**FILIÈRE : LMD**

**MASTER ACADEMIQUE**  
**ÉCOLOGIE DES ZONES ARIDES ET SEMI-ARIDE**

**Module**

**Lutte contre la désertification**  
**(PE)**

**Unité fondamentale 1**

**Unité méthodologie et découverte 3**

**1<sup>er</sup> année semestre : 1**

VHG : 60h, 60h cours 30h TP/TD Coefficient : 1 Crédit : 3  
3h C - 1h30 TD/TP

Réalisé par : **SARRI Djamel**

**Année 2015-2021**

Intitulé : du Master Ecologies des zones arides et semi rides  
Semestre : 1  
UEF1

Matière : Lutte contre la désertification

**Objectifs de l'enseignement :**

L'étudiant aura appris quels sont les moyens de lutte utilisés Il pourra à l'avenir contribuer à la recherche de moyens de lutte efficaces contre la dégradation des systèmes écologiques.

**Connaissances préalables recommandée**

Connaissances de base en écologie général.

**Contenu de la matière :**

**1- Notions de restauration et de réhabilitation écosystèmes dégradés**

- 1.1 - Définition des différents concepts
- 1.2 - Résistance et résilience

**2 - Les actions de lutte contre la désertification**

- 2.1 - La gestion rationnelle des ressources
- 2.2 - Les mises en défens.
- 2.3 - Les techniques de réhabilitation artificielle
- 2.4 - La stabilisation des dunes
- 2.5 - Les techniques de lutte contre l'érosion hydrique
- 2.6 - Amélioration des sols

**3 - Approche participative pour un développement durable des régions arides et sahariennes**

**4 - Equation et impacts des méthodes appliquées en Algérie**

**Mode l'évaluation :** Contrôle continu, EMD Exposés

Etablissement : Université de M'Sila Intitulé du Master Ecologie des zones arides et semi arides

Année universitaire : 2015/2016

## **Introduction**

Les techniques de lutte contre la désertification ont fait l'objet de nombreuses recherches. Il n'existe malheureusement aucune solution scientifique toute faite pour contrôler la désertification, et personne n'est en mesure de fournir une réponse simple. Il existe cependant de nombreuses solutions partielles mises au point pour des conditions particulières dans des régions précises. Les solutions sont spécifiques de chaque lieu et de chaque situation. La science et la technologie constituent des outils essentiels dans la lutte contre la désertification. Le rôle de la recherche est de produire les connaissances et les technologies permettant de répondre aux besoins des populations.

L'IRD est présent dans la plupart des pays touchés par la désertification. Elle développe tous les aspects qui donnent lieu à de nombreuses recherches, nous prendrons trois exemples : les observatoires, l'apport essentiel de la télédétection pour le suivi et l'évaluation de la désertification et les problèmes fonciers si particuliers au Sahel.

Le terme de désertification a fait l'objet de multiples définitions (Aubreville, 1949 ; Le Houérou, 1962, 1968 et 1977 ; Dregne, 1977 ; Meckelein, 1980 ; Bernus, 1980 ; PNUE, 1991), mais depuis l'adoption de la Convention des Nations unies de lutte contre la désertification en 1994, le terme désigne « la dégradation des terres dans les zones arides, semi-arides et subhumides sèches par suite de divers facteurs, parmi lesquels les variations naturelle et les activités humaines ». Le texte précise que la dégradation des terres désigne « la diminution ou la disparition, dans les zones arides, semi-arides et subhumides sèches de la productivité biologique ou économique et de la complexité des terres cultivées non irriguées, des terres cultivées irriguées, des parcours, des pâturages, des forêts ou des surfaces boisées du fait de l'utilisation des terres ou d'un ou de plusieurs phénomènes, notamment de phénomènes dus à l'activité de l'homme et à ses modes de peuplement, tels que 1) l'érosion des sols causée par le vent et ou l'eau, 2) la détérioration des propriétés physiques, chimiques et biologiques ou économiques des sols, et 3) la disparition à long terme de la végétation naturelle » (CNULCD, 1994).

## **1-Notions de restauration et de réhabilitation écosystèmes dégradés**

### **1.1 - Qu'est-ce que la désertification ?**

Au sens commun du terme et selon les dictionnaires, la désertification c'est la transformation d'une région en désert. Le mot évoque l'avancée du désert aussi bien que la désertion des campagnes, en fait pour les scientifiques et la communauté internationale il s'agit d'un phénomène de grande importance : « Le terme désertification désigne la dégradation des terres dans les zones arides, semi-arides et subhumides sèches par suite de divers facteurs, parmi lesquels les variations climatiques et les activités humaines. »

Cette dégradation des terres en zones sèches se manifeste par une détérioration de la couverture végétale, des sols et des ressources en eau, et aboutit à l'échelle humaine de temps, à une diminution ou à une destruction du potentiel biologique des terres ou de leur capacité à supporter les populations qui y vivent.

### **1.2 - Les causes de la désertification**

#### **1.2.1 - Les activités humaines**

La désertification est due essentiellement aux activités humaines. L'accroissement de la population et l'urbanisation entraînent une demande alimentaire croissante.

L'accroissement de la production agricole s'est fait au prix d'une pression accrue sur l'espace, les ressources naturelles et l'environnement.

L'accroissement des besoins des populations et l'absence ou l'obsolescence des règles d'accès aux ressources conduisent à un accroissement de la pression sur les ressources et à des pratiques inadaptées et néfastes. Au travers de ces pratiques : surpâturage, extension de défrichement, déboisement... s'exercent des actions sur le couvert végétal et sur les sols amenant des risques importants de dégradation. Fréquemment, la satisfaction de besoins pressants à court terme associée à des crises climatiques, démographiques et économiques imprévues, accentuent l'impact de ces pratiques et conduisent aux processus de désertification.

### 1.2.2 -Les crises climatiques

Si l'action de l'homme est indéniable et largement démontrée, l'impact des conditions climatiques existe également et leurs rôles respectifs sont amplement discutés. Les sécheresses, notamment au Sahel ont été les révélateurs de la désertification dans ces zones.

La pluviosité moindre et sa variabilité plus grande ont accru la vulnérabilité des ressources naturelles à la dégradation, et il est devenu moins facile aux systèmes écologiques et sociaux de résister. Cependant, on a observé que l'impact de ces sécheresses est faible ou négligeable là où l'impact humain et animal est faible ou nul.

En effet, la végétation et les sols des régions arides se sont adaptés à des conditions de sécheresses récurrentes au cours des siècles et des millénaires passés acquérant une capacité à récupérer leurs caractéristiques après perturbation (c'est la résilience). Pour l'ensemble des auteurs, l'accentuation des phénomènes de sécheresse n'est pas à l'origine de la désertification, mais elle constitue un facteur important d'aggravation de l'effet anthropique sur la dégradation des terres en zones sèches.

### 1.2.3 -Quelques chiffres selon le comité scientifique français de la désertification

- Le tiers de l'humanité est touché.
- 40 % des terres émergées sont menacés dont 66 % sont déjà affectés.
- Tous les continents sont concernés : 37 % des terres arides sont en Afrique, 33 % en Asie, 14 % en Australie. Il en existe aussi en Amérique et sur les franges méridionales de l'Europe.
- Si rien n'est fait, 10 millions d'hectares de terres arables seront perdus chaque année, soit 1/5 de la France.
- La FAO et l'Union européenne débloquent 41 millions d'euros, dans le cadre d'un programme de lutte contre la désertification en Afrique, aux Caraïbes et dans le Pacifique. Ce programme contribue à réaliser la Grande muraille verte en Afrique.

**Remarque:** Les zones arides (déserts mais aussi pâturages, savanes...) couvrent 40% de la surface de la planète et "sont nécessaires à la survie de deux milliards de personnes", souligne l'Organisation des Nations Unies pour l'alimentation et l'agriculture (FAO). Il s'agit pour l'essentiel de petits exploitants agricoles, dont la productivité est directement affectée par les "changements climatiques".

**Tableau 1. Superficie des régions touchées ou en danger d'être touchées par la désertification**

Degré de risque de désertification	Amérique du Sud		Amérique du Nord et centrale		Afrique		Asie		Australie		Europe	
	km2	%	km2	%	km2	%	km2	%	km2	%	km2	%
Très élevé	414195	2.3	163191	0.7	1725165	5.7	790312	1.8	307732	4.0	48957	0.5
Elevé	1 261235	7.1	1312524	5.4	4910503	16.2	7253464	16.5	1722056	22.4	-	-
Modéré	602383	9.0	2854293	11.8	3740966	12.3	5607563	12.8	3712213	48.3	189612	1.8
Désert extrême	200492	1.1	32638	0.1	6177956	20.4	1580624	3.6	-	-	-	-

Source: FAO/Unesco/OMM. Carte mondiale de la désertification, 1977.

**Tableau 2. Superficies risquant d'être touchées par la désertification (classées Dar zones bioclimatiques)**

Degré de risque de désertification	Hyper-aride		Aride		Semi-aride		Sub-humide	
	km2	%	km2	%	km2	%	km2	%
Très élevé			1110477	6.4	2180546	12.1	158528	1.2
Elevé			13439968	77.3	2440098	13.6	579117	4.3
Modéré			2105167	12.1	12452272	69.4	3172905	23.3
Désert extrême existant	7991710		16655612		17072916		3911150	

Source : FAO/Unesco/OMM. Carte mondiale de la désertification, 1977.

### 1.3 - Définition des différents concepts

#### 1.3.1 - Définition d'une restauration

Au sens strict, la restauration écologique a été définie par la Society for Ecological Restoration International (S.E.R., 2002) comme Il s'agit donc d'une activité intentionnelle qui initie ou accélère le rétablissement d'un écosystème antérieur (ancien ou récent) par rapport à sa composition spécifique, sa structure communautaire, son fonctionnement écologique, la capacité de l'environnement physique à supporter son biotope (ensemble des organismes vivants) et sa connectivité avec le paysage ambiant. Cela suppose et nécessite une bonne connaissance de l'écologie fonctionnelle et évolutive des écosystèmes ciblés, de l'histoire de la dégradation anthropique (due à l'homme) et, enfin, du choix d'un écosystème de référence pour guider la planification, la réalisation, le suivi et l'évaluation du projet de restauration (White et Walker, 1997 ; Egan et Howell, 2001).

La projection selon une trajectoire intentionnelle d'un écosystème vers le futur est nécessairement une probabilité plutôt qu'une certitude, mais elle améliore la chance qu'un écosystème restauré soit plus résistant et viable qu'un écosystème délaissé et abandonné ou un système « construit » qui aura été assemblé sans modèle de référence. La trajectoire sert de fondement à des objectifs de restauration ainsi qu'au développement d'un modèle de référence, suivant les réalités contemporaines. De ce point de vue, la restauration écologique est une tentative globale qui s'efforce d'embrasser les réalités et les tendances à la fois culturelles et environnementales, dans une perspective écologique plutôt que purement technique ou d'aménagement.

La restauration tend donc vers le retour d'un écosystème à sa trajectoire historique. Les conditions historiques sont de ce fait un point de départ idéal pour un plan de restauration. Néanmoins, restaurer à la lettre un écosystème du passé reste utopique. En effet, les écosystèmes restaurés ne peuvent jamais être des répliques statiques du passé, comme s'ils étaient des tableaux, des monuments ou des expositions de musée. Ils sont dynamiques et sujets à des altérations, à la suite de changements à long terme des conditions environnementales et en réponse à des événements aléatoires affectant leurs propres processus dynamiques.

Dans le dictionnaire, le mot restauration (restoration) est associé à différents termes comme rétablissement, réhabilitation, remise en activité / en état.

Cairns (2000) décrit la restauration comme le retour structurel et fonctionnel complet à un état avant perturbation. Cet auteur précise que ce niveau de restauration est difficile à atteindre, car il est impossible d'évaluer l'état originel avant les premières perturbations humaines.

Le groupe de travail américain sur la restauration des cours d'eau (the Federal Interagency Stream Restoration Working Group) parle de la restauration comme étant un travail complexe qui commence par la connaissance des perturbations naturelles ou anthropiques qui endommagent les structures et les fonctions de l'écosystème ou qui empêchent le retour du système à des conditions acceptables.

Cela exige de comprendre les structures et les fonctions du corridor fluvial ainsi que les processus physiques, chimiques et biologiques qui les forment (FISRWG, 2001). Cette approche précise l'intérêt écologique de la démarche.

Lewis (1990) définit la restauration comme le retour d'un état perturbé ou fortement modifié à un état naturel ou anthropique, mais il complète en précisant que, pour qu'il y ait restauration, le retour à un état initial n'est pas nécessaire. Encore faut-il connaître l'état de référence sur lequel on souhaite appuyer la restauration.

D'autres terminologies sont associées au terme restauration : réhabilitation, revitalisation, revalorisation et entretien.

La réhabilitation est défini comme une action de restauration d'un milieu fondé sur un état considéré comme écologiquement acceptable, indépendamment d'un état historique de référence (Boyer et Piégay, 2003).

En Suisse francophone, les termes de revitalisation et de revalorisation sont employés, respectivement pour la restauration des régimes hydrologiques et de transport solide et pour l'amélioration des habitats (Roulier et al. 1999 dans Dufour, 2004).

## **1.4- Résistance et résilience**

### **1.4.1 - Définition de la Résistance et la Résilience**

La définition écologique et géographique de la résilience : Pour l'écologiste ou le géographe, la résilience est la capacité que peut avoir un système à reprendre son fonctionnement normal après un choc d'ordre naturel ou non. Dans ce cadre, la résilience peut exprimer tant la capacité de récupération et de régénération d'un organisme ou d'une population que l'aptitude d'un écosystème à se remettre plus ou moins vite d'une perturbation. C'est par exemple le cas d'une forêt après un incendie.

La résilience écologique est la capacité d'un écosystème, d'un habitat, d'une population ou d'une espèce à retrouver un fonctionnement et un développement normal après avoir subi une perturbation importante (facteur écologique). La dégradation d'un écosystème réduit sa résilience.

Selon Jean-François Jaudon, ingénieur, une empreinte écologique forte diminue la résilience écologique. On évoquera par exemple la résilience d'un écosystème forestier pour décrire sa capacité à se reconstituer après un incendie ; à partir de la banque de graines du sol, des propagules apportées par l'air, l'eau ou des animaux ou à partir de rejets, ou de la cicatrisation d'individus résistants au feu. Par extension on parle aussi de résilience écologique pour les solutions que certaines communautés, voire l'humanité entière, cherchent aux crises écologiques locales ou globales qu'elles affrontent (guerres , surpêches , désertifications , déforestations, tsunamis, crises climatiques, etc.).

La résilience est parfois de l'ordre de l'adaptation, parfois elle s'apparente à un changement de paradigme<sup>1</sup> (certains comme Nicolas Hulot appelant, par exemple, à une transformation du monde<sup>2</sup>, ou une transformation écologique et sociale<sup>3</sup>).

### **1.4.2 - Origine du concept (concept de résilience)**

De nombreux indices laissent penser que la diversité et la complémentarité des organismes présents dans un milieu sont les gages d'un meilleur auto-entretien de l'écosystème (« système auto-catalytique »).

Des chercheurs aussi différents que James Lovelock, l'écologue canadien C.S. Holling ou David Tilman ont montré l'importance de la biodiversité pour la résilience, le premier au travers de son « hypothèse Gaïa », le second dans un article qui a en 1973 promu ce concept, et le troisième dans ses travaux sur la biodiversité.

David Tilman avec l'Université St-Paul (Minnesota, États-Unis) a étudié l'utilité de la biodiversité dans la prairie de cette région, à partir de 1982, en mesurant la productivité de la prairie sur 207 parcelles plantées d'espèces locales contrôlées. Certaines parcelles étaient « monospécifiques » (ne contenant qu'une seule espèce végétale), les autres en contenant des quantités croissantes, avec différentes associations. En 1988, une grave sécheresse (la pire depuis au moins 50 ans) a affecté la région des prairies, tuant toutes les récoltes avec trois milliards de dollars de perte pour les agriculteurs.

L'équipe de David Tilman a alors constaté que certaines parcelles avaient spectaculairement résisté. Il s'agissait toujours des parcelles présentant la plus grande biodiversité. La productivité de parcelles n'abritant qu'une ou deux espèces de plantes était six fois moindre que celles des parcelles en comportant 15 à 25, ce qui confirmait l'importance des associations d'espèces adaptées à une zone biogéographique, les unes captant mieux l'azote de l'air, d'autres l'eau de profondeur, etc. La biodiversité est aussi une diversité fonctionnelle permettant aux communautés d'espèces, c'est-à-dire à l'écosystème, d'exploiter au mieux les ressources du lieu et du moment.

Cette étude portait sur la diversité spécifique des espèces, mais il semble que la diversité génétique joue un rôle aussi important, notamment dans les populations naturellement quasi monospécifiques des milieux extrêmes (sub-polaires, sub-désertiques, salés, etc.).

Plus tard en 1996, le projet européen BIODEPTH a associé, dans le même esprit, huit pays qui ont étudié la biodiversité de 480 parcelles. En 1999, les observations de David Tilman étaient confirmées : plus la diversité fonctionnelle des espèces était importante, plus l'écosystème était productif et résilient face aux perturbations

Un concept de science physique devenu multidisciplinaire. Le terme de résilience vient du latin *Resilio* qui signifie rebondir. La résilience fut d'abord un concept de physique qui mesure la résistance d'un solide au choc (Mathieu, 1991). La résilience est l'ampleur maximale du choc qu'un système peut recevoir avant de casser. Puis ce concept fut transféré dans différentes disciplines, notamment en psychologie et en écologie. Il a inspiré d'innombrables travaux en psychologie, en particulier lors du passage de l'enfance à l'adolescence. Les psychologues ont aussi mobilisé ce concept pour examiner la reconstruction d'une personnalité après un traumatisme.

C'est en 1973 que C. Holling définit la résilience écologique (1973). Un écosystème résilient est un écosystème qui revient à son état antérieur après une perturbation ; il persiste sans changement qualitatif de sa structure.

Le concept de résilience garde donc son sens physique primitif. Mais il s'enrichit, et la résilience est alors définie par l'ampleur de la perturbation, le seuil à ne pas franchir qui menacerait la survie de l'écosystème.

Dans ce contexte, la résilience est fonction de la perturbation. Mais, sous cette forme, ce concept s'inscrit en fait dans un paradigme simplificateur de l'équilibre, où chaque système possède un seul état d'équilibre dont il s'éloigne plus ou moins.

Quand il franchit un seuil, le système disparaît ou se transforme en un autre système.

Par ailleurs, pour retourner à son état d'équilibre, le système met un certain temps. La résilience est donc aussi assimilable au temps de retour à l'état d'équilibre, ou à la vitesse mise pour revenir à cet état antérieur.

La résilience se distingue ainsi de la persistance et de la résistance qui concourent aussi à la stabilité d'un système. La persistance mesure la constance d'un état par rapport à un état de référence, tandis que la résistance caractérise un système qui reste inchangé sous l'effet d'une perturbation extérieure. De plus, la connaissance de la résistance à un aléa impose une compréhension préalable, relativement complète, du danger produit. En conséquence, le concept de résilience est plus approprié quand les dangers sont mal connus des décideurs, ce qui est la règle lors des catastrophes.

### 1.4.3 - Mesure de la résilience

La résilience est maintenant un concept multidisciplinaire, difficile à mesurer. Mais pour le rendre opérationnel cette mesure est nécessaire.

La résilience écologique est une des formes de résistance : la capacité d'un système (population, écosystème, biome, biosphère...) à retrouver (ou conserver) un état d'équilibre dynamique après une phase d'instabilité due à une perturbation extérieure ou interne.

Cette résistance peut se mesurer à l'ampleur de la perturbation pouvant être absorbée avant que le système ne change de structure en changeant les variables et les processus qui en contrôlent le comportement. Ce type de résistance a été défini comme la résilience écologique. On ne peut pas la mesurer à échelle globale ou planétaire mais, aux échelles locales ou en laboratoire, on peut mesurer la résilience de systèmes locaux (après inondation, sécheresse, incendies, pulvérisation de biocide, etc. dans la nature, ou dans un écotron, ou en laboratoire après exposition à un biocide, une longue privation d'eau, d'oxygène ou de lumière)<sup>5</sup> par exemple.

Alors même que l'intégrité écologique peut être dégradée, une connectivité écologique fonctionnelle (et pas seulement apparente) semble être une des conditions de la résilience et de la stabilité à long terme des écosystèmes<sup>6</sup>

Les définitions disciplinaires de la résilience ont fourni les premières appréciations quantifiées. D'abord, la résilience serait mesurable par l'ampleur maximale de l'aléa qui permet un retour en arrière sans détruire le système. Ainsi, en écologie, la résilience est parfois mesurée par la disparition d'une partie ou de toutes les espèces d'un écosystème. Les écologues ont d'abord mesuré la résilience par la somme totale de toutes les espèces disparues d'un écosystème. Puis, ils ont remarqué le rôle déterminant de certaines espèces, dont l'absence provoque très vite la disparition de tout l'écosystème, et ils ont alors proposé de nouvelles mesures de la résilience, plus conformes à l'idée de reconstruction d'un écosystème. Mais ces indicateurs, absolus ou relatifs, n'ont pas grand sens pour un système complexe, dont le comportement est guidé par plusieurs attracteurs.

Dans un autre registre, mais tout aussi simplement, la résilience est évaluée par la persistance, l'intervalle de temps pendant lequel persiste la valeur d'un descripteur, par exemple un poids de biomasse en écologie. La résilience est alors l'inverse d'un temps de retour. Elle mesure en effet la durée nécessaire au retour à un équilibre stable après une perturbation. Ce temps de retour dépend de trois paramètres essentiels : l'ampleur de la catastrophe, l'adaptabilité de la société, et le type de bien considéré.

## 2 - Les actions de lutte contre la désertification.

Quels sont les moyens de lutte contre la désertification ?

La lutte contre la désertification est une tâche très ardue. En effet, chaque cas de désertification présente des caractéristiques uniques et doit être traité de manière spécifique. Il n'existe donc pas une seule solution applicable partout, mais différentes techniques de lutte contre la désertification à employer selon les cas.

### 2.1 - Historique des politiques de lutte contre la désertification

Selon Nedjraoui et Bédrani (2015) plusieurs programmes de lutte contre la désertification ont été lancés à différentes périodes au niveau des steppes algériennes. De 1962 à 1969 il y a eu la mise en place des chantiers populaires de reboisement (CPR). 99.000 ha de plantations forestières ont été réalisés dans le cadre de l'amélioration et l'aménagement des parcours et la lutte contre l'érosion éolienne.

Le « Barrage vert », projet lancé en 1974, couvrant les zones arides et semi-arides comprises entre 200 et 300 mm, reliant les frontières algériennes occidentales aux frontières orientales et s'étalant sur une superficie de 3 millions d'hectares, avait pour objectifs de freiner le processus de désertification et de rétablir l'équilibre écologique.

La désertification était perçue à l'époque comme une « avancée des déserts ». Fort coûteux, le "barrage vert" a été une erreur technique : il est difficile de faire pousser des arbres sur des sols souvent inadaptés et sans irrigation prolongée entre les isohyètes 200 et 350 mm. De plus, le choix de l'espèce, le pin d'Alep, très vulnérable à la chenille processionnaire, n'a pas été scientifiquement réfléchi. Aujourd'hui, à part certaines zones au niveau des piémonts Nord de l'Atlas Saharien où l'espèce a pu se développer correctement, il n'en reste que des traces formées par quelques pins d'Alep rabougris.

Cette période voit également le lancement de la Révolution Agraire et la promulgation du Code Pastoral. Le principal objectif est la limitation du cheptel des gros possédants, la création de coopératives pastorales pour les petits éleveurs et une meilleure gestion de la steppe à travers des mises en défens, une interdiction des labours sur les zones pastorales, l'arrachage et le colportage des ligneux. Des conflits d'intérêt sont apparus lors de l'application du Code Pastoral et toutes ces dispositions n'ont pu être appliquées. Aujourd'hui, bien qu'il n'ait jamais été abrogé, plus personne n'en parle et les mêmes rapports de force qu'avant son existence subsistent.

L'adoption du dossier steppe en 1983 a donné lieu à la création du Haut-Commissariat au Développement de la Steppe (HCDS), institution publique sous tutelle du Ministère de l'agriculture chargée de mettre en place une politique de développement intégré sur la steppe en tenant compte de tous les aspects économiques et sociaux. Alors que son texte de création le chargeait d'impulser le développement global de la steppe, les réalisations du HCDS se sont limitées à la réhabilitation des parcours dégradés par des mises en défens et des plantations d'atriplex, à la création de quelques zones d'épandage, à la multiplication de points d'eau (les derniers réalisés utilisant l'énergie solaire). 3 millions d'hectares (sur plus de 20 millions) ont été préservés par la mise en défens, en collaboration avec la Conservation des Forêts, et 300000 hectares réhabilités par la plantation pastorale (Ziad, 2006 ; DGF, 2007 ; MADR, 2007). Le HCDS, sauf à ses débuts, n'a jamais élaboré une stratégie globale et cohérente de développement durable des zones steppiques, se contentant de réalisations ponctuelles, non intégrées dans une vision d'ensemble.

C'est aussi ce qui explique la poursuite du processus de désertification des régions steppiques.

- Steppe à alfa mise en défens : Conservation des Forêts
- Plantation pastorale à Atriplex : HCDS

Les derniers programmes appliqués dans les zones steppiques concernent le programme national de mise en valeur des terres par la concession qui créait des exploitations agricoles sur des terres marginales steppiques après les avoir aménagées (défoncements, épierrage, mobilisation d'eau pour l'irrigation) et le programme national de développement agricole (PNDA) qui a débuté en 2000 et qui visait le remplacement de la céréaliculture et de la jachère par des cultures à plus haute valeur ajoutée. Ces deux programmes ont permis – grâce à de généreuses subventions – d'accroître les superficies irriguées mais n'ont pas évité de nombreuses erreurs techniques et économiques. Ainsi, on a souvent obligé les bénéficiaires des terres mises en valeur à faire de l'arboriculture fruitière (alors que la plupart – anciens nomades - n'y connaissait rien). Par ailleurs, aucune incitation n'a été donnée pour que les agriculteurs produisent des fourrages qui auraient pu limiter la pression sur les parcours. Aussi, la plupart des bénéficiaires du PNDA ont-ils opté principalement pour le maraîchage.

## 2.2 - Les méthodes appliquées en Algérie

L'Algérie se trouve être particulièrement sensible à la désertification. Pour remédier à ce phénomène, l'Algérie a entrepris depuis l'indépendance un ensemble d'actions et de mesures stratégiques institutionnelles et réglementaires pour atténuer les effets de la désertification :

- **De 1962 à 1969** il y a eu la mise en place des chantiers populaires de reboisement (CPR), 99.000 ha de plantations forestières ont été réalisés dans le cadre de l'amélioration et l'aménagement des parcours et la lutte contre l'érosion éolienne.

- **Le programme du barrage vert**

Le « Barrage vert », projet lancé au début des années 1970 à 1974, constitué essentiellement d'arbres forestiers. Couvrant les zones arides et semi-arides comprises entre 200 et 300 **met** reliant les frontières algériennes occidentales aux frontières orientales avec une distance de 1500km sur une largeur moyenne de 20km et s'étalant sur une superficie de 3 millions d'hectares, avait pour objectifs de freiner le processus de désertification et de rétablir l'équilibre écologique.

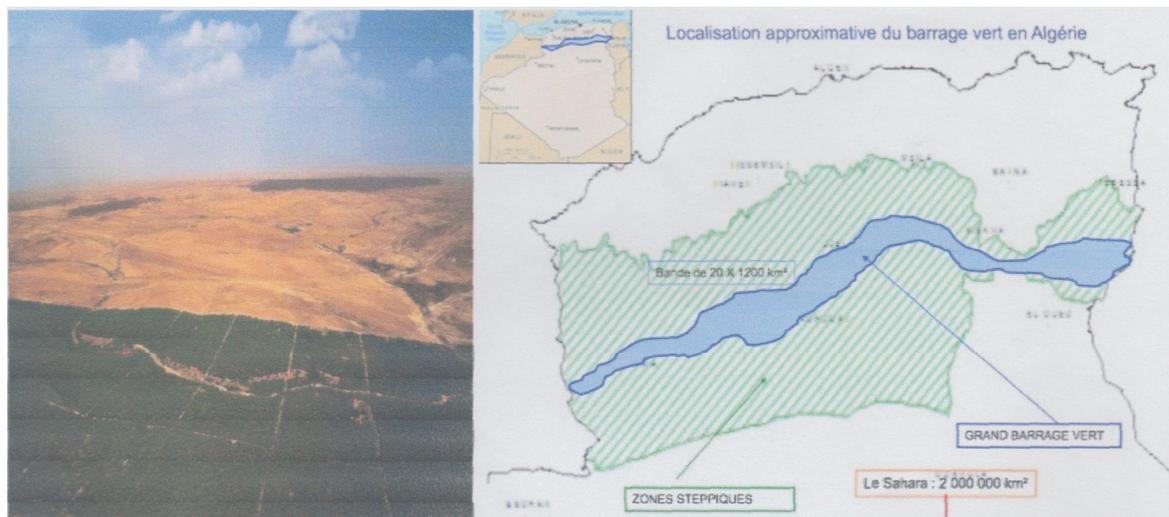


Figure 1 : Carte et photos du barrage vert (Algérie)

### Caractéristiques du « barrage vert »

#### Le climat

Le « barrage vert se situe à la limite du plus grand désert avec une chaleur très élevée et avoisinant une chaîne montagneuse séparant le nord du sud. En général, il existe deux saisons seulement dans la région : été chaud et hiver froid. Les températures hivernales varient entre 1.8 et 1.9°C, celles de l'été oscillent entre 33.1 et 37.6 °C tandis que la pluviométrie est faible à cause de sa proximité du climat semi-aride. Tous ces facteurs climatiques influant directement sur le développement de la couverture végétale des parcours de la région en accentuant leur dégradation jusqu'à leur disparition, donnant ainsi des sols sablonneux nus.

#### La végétation

La couverture v végétale reflète par son état, les caractéristiques du climat ou elle se trouve, et d'un degré moindre celles du sol. Dans les (Barrage vert) il existe deux catégories de végétation : La végétation forestière : le pin d'Alep (*Pinus halepensis*), le chêne vert (*Quercus ilex*) le pistachier de l'atlas, le jujubier sauvage. La végétation pastorale : composée

généralement d'alfa dont ses feuilles sont exploitées pour La fabrication du papier

### **Le sol**

Les caractéristiques du sol du « barrage vert » se résument ainsi :

- 1 profondeur faible qui ne dépasse pas parfois les 60cm.
  - 2 quantités élevées de calcaire actif
  - 3 PH basique (supérieur)
- Ces caractéristiques favorisent l'érosion du sol

### **L'objectif**

Au début, le « BARRAGE VERT » était considéré comme étant une ceinture verte contre l'avancée du désert ; d'où on a mis en valeur 100 mille hectares de terre avec des micro-projets concertant les habitants de la région.

#### **- La promulgation du code pastoral**

Cette période voit également le lancement de la Révolution Agraire et la promulgation du Code Pastoral. Le principal objectif est la limitation du cheptel des gros possédants, la création de coopératives pastorales pour les petits éleveurs et une meilleure gestion de la steppe à travers des mises en défens, une interdiction des labours sur les zones pastorales, et la limitation de la taille du cheptel et la création de coopératives d'élevage et de périmètres de mise en défens pour éviter le surpâturage. Des conflits d'intérêt sont apparus lors de l'application du code pastoral et toutes ses dispositions n'ont pu être appliquées.

#### **- La création du Haut-Commissariat au Développement de la Steppe**

L'adoption du dossier steppe en 1983 a donné lieu à la création du Haut-Commissariat au Développement de la Steppe (HCDS), institution publique sous tutelle du Ministère de l'agriculture chargée de mettre en place une politique de développement intégré sur la steppe en tenant compte de tous les aspects économiques et sociaux. Alors que son texte de création le chargeait d'impulser le développement global de la steppe, les réalisations du HCDS se sont limitées à la réhabilitation des parcours dégradés par des mises en défens et des plantations d'Atriplex et alfa.

#### **- Le programme grands travaux**

Lancé en 1994, le programme grands travaux avait pour objectifs : le développement et l'entretien du patrimoine forestier ; la consolidation et l'extension du barrage vert ; la protection et l'aménagement des bassins versants ; la valorisation du produit forestier ; le désenclavement des populations et la lutte contre le chômage.

#### **- Le plan national de développement agricole (PNDA)**

Le programme national de développement agricole (PNDA) qui a débuté en 2000, est construit sur une série de programmes spécifiques adaptés aux contraintes agro-climatiques de l'Algérie et vise à :

- Assurer une meilleure utilisation et valorisation des potentialités naturelles (sol et eau) et moyens de toute nature (financiers, humains) ;
- La préservation des ressources naturelles pour un développement durable ;
- L'intensification de la production agricole dans les zones favorables et à la diversification dans le cadre de l'objectif d'améliorer la sécurité alimentaire nationale ;
- L'extension des surfaces agricoles utiles par des actions de mise en valeur des terres agricoles

- L'amélioration des revenus des populations rurales et la réhabilitation des vocations naturelles des différentes régions du pays.

- **Elargissement du PNDA à la dimension rurale PNRDA**

En intégrant la notion de développement rural, le plan national de développement agricole a été transformé en plan national de développement agricole et rural.

Les objectifs du PNDA ont été élargis au monde rural à travers la prise en charge des rétablissements des équilibres écologiques et l'amélioration des conditions de vie des populations.

- **La politique du renouveau agricole et rural**

La politique de renouveau agricole et rural, instrument pour la concrétisation de la souveraineté alimentaire.

Les principes de la nouvelle stratégie de développement rural se fondent sur l'intervention directe des populations rurales et de leurs organisations dans la résolution des problèmes auxquels elles sont confrontées dans la mise en œuvre de leurs projets.

## **2.3 - La gestion rationnelle des ressources naturelles**

### **2.3.1 - Définition des ressources naturelles**

Ensemble d'éléments présents naturellement sur Terre, les ressources naturelles sont nécessaires aux besoins des êtres humains, des animaux et des végétaux : l'eau, l'air, les sols, et les matières premières. Ces ressources peuvent être extraites, transformées puis commercialisées. Une véritable activité économique en découle.

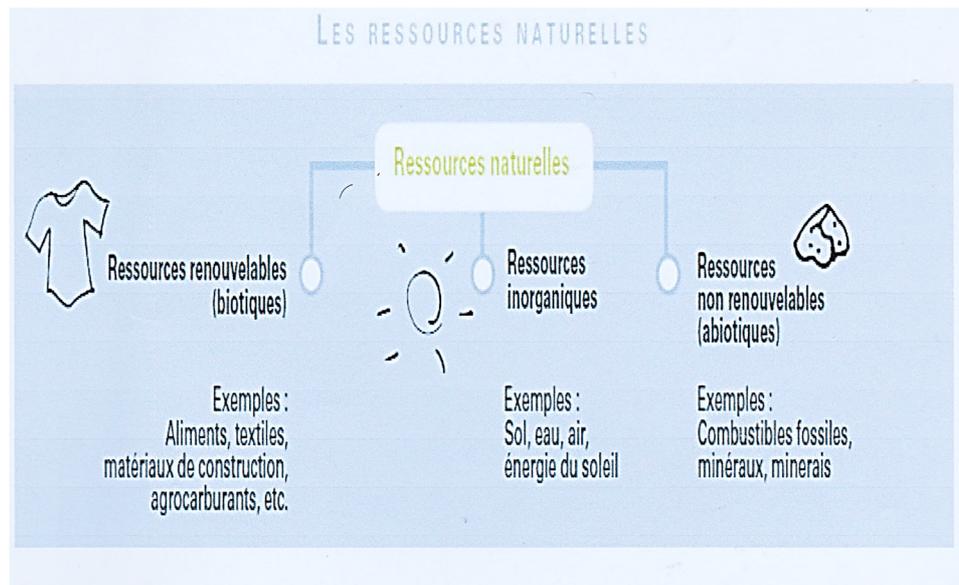
- **Des ressources non renouvelables**

Les matières minérales et fossiles sont disponibles en quantités limitées. Elles sont donc épuisables :

- le pétrole, le charbon et le gaz naturel sont brûlés pour produire de l'énergie ou transformés en produits chimiques et matières plastiques ;
- les métaux sont utilisés dans de très nombreux objets. Parmi eux, certains métaux sont spécifiques : terres rares, lithium, gallium, germanium ;
- le sable, les roches, le granulat sont très souvent utilisés dans le secteur du bâtiment et des travaux publics.
- les minéraux comme le sel ou les phosphates sont indispensables à l'agriculture. etc.

- **Des ressources renouvelables**

Elles se régénèrent naturellement plus ou moins vite. Elles sont toutes disponibles en quantité illimitée à condition que nous laissons à ces ressources le temps de leur régénération. L'eau, les terres cultivables, les espèces animales et les végétaux sont aussi des ressources naturelles renouvelables. Toutes ces ressources indispensables au développement de la vie sur Terre sont aujourd'hui confrontées à de multiples menaces.



**Figure 2 : Exemple ressources naturelles**

### 2.3.2 - Définition de la gestion rationnelle des ressources

La gestion des ressources naturelles identifie la planification et l'utilisation rationnelle des ressources végétales, minérales et animales, en particulier dans un biotope ou écosystème déterminé. Elle est une exploitation économique quand elle est dirigée vers la croissance économique.

La gestion des ressources naturelles et la lutte contre la désertification comme moyens de contribuer à une politique structurelle globale

La conservation et l'exploitation durable des sources d'existence naturelles sont un important volet de la politique du développement allemande. A la base, la conviction est en effet que la gestion raisonnable des ressources naturelles est la condition essentielle d'un développement économique et social viable dans toutes les régions du monde.

De longues années de coopération au développement ont abouti à reconnaître, lors du sommet de la terre de Rio de Janeiro en juin 1992, que le développement durable n'est possible que si les dimensions politique, économique, écologique et sociale soient équitablement prises en compte dans nos réflexions. En signant les trois conventions environnementales - climat, désertification et biodiversité - élaborées dans le cadre de la conférence de rio, pays industrialisées et pays en développement se sont donné pour la première fois un cadre d'action contraignant qui régit la coopération internationale dans ces domaines.

Le gouvernement allemand continuera d'appuyer dans toute la mesure du possible la mise en œuvre de ces mécanismes et arrangements internationaux porteurs d'avenir - comme l'agenda 21 et les conventions de rio - avec les instruments et moyen dont il dispose pour sa politique du développement, considérant ainsi sa coopération au développement comme un apport à une politique structurelle globale.

La politique du développement allemande vise l'amélioration des conditions économiques, écologiques, sociales et politiques d'un développement durable tant dans les pays partenaires que sur la scène internationale. Elle se réfère pour cela à quatre objectifs essentiels, qui sont étroitement corrélés.

- instauration de condition de vie décente et réduction de la pauvreté ;
- promotion d'un équilibre écologique global ;
- respect des règles du jeu démocratique, gestion pacifique des conflits et instauration de la parité entre les sexes ;

- développement économique des pays partenaires et promotion de leur insertion dans le marché mondial.

La lutte contre la désertification est un important terrain de la politique structurelle globale. Dans le cadre de sa coopération, la partie allemande peut agir sur plusieurs dimensions du " développement ", dans sa nouvelle conception globale.

### **2.3.3 - Pourquoi préserver les ressources naturelles**

C'est au seuil du 20<sup>ème</sup> siècle que la préservation des ressources naturelles est devenue une grande préoccupation pour tous. La raison est simple : la découverte de la technologie a détruit la nature jusqu'à éliminer tout ce qui est bon. Les guerres avaient fait rage et presque tous les parcs naturels et réseau forestiers y compris la ville entière sont détériorés. Après la Deuxième Guerre Mondiale, tout le monde constaté la destruction de la nature. C'est alors qu'ils se sont mis à créer des parcs naturels et exploiter bien d'autres ressources communes. Ces zones sont conservées à l'ordre du tourisme et chasse sportive. Ces ressources garantissent un gaie économique abondant à chaque pays. C'est dans l'intérêt commun que tout le monde doit contribuer à la préservation des ressources naturelles, étant donné qu'elles tendent à disparaître ces dernières années

### **2.3.4 - Stratégie de gestion rationnelle**

Changer notre consommation pour économiser les ressources :

- Elaboration de politiques de soutien et d'instruments d'intervention
- Renforcement des systèmes de planification et de gestion
- Promotion de la participation du public
- Renforcement des systèmes d'information
- Etablissement de mécanismes régionaux
- Amélioration de la connaissance scientifique du système des ressources foncières
- Mise à l'épreuve des résultats des recherches par l'exécution des projets pilotes
- Amélioration de l'enseignement et de la formation
- Renforcement des institutions
- Sensibilisation et formation sur les pratiques de gestion de la fertilité des sols en agriculture, sur le respect de l'environnement et les lois environnementales
- Développement d'Activités Génératrices de Revenus telles que l'apiculture et l'élevage en stabulation semi-permanente pour réduire la pression sur les terres arables
- Appui à la fabrication et à l'utilisation de foyers améliorés par les ménages pour réduire la coupe d'arbres
- Mise en place de pépinières gérées par les organisations productrices pour la production de plants forestiers et agro-forestiers
- Appui à l'agroforesterie pour améliorer/conservé la fertilité des sols et améliorer les rendements agricoles
- Appui à la reforestation des sommets dénudés pour restaurer les sols, limiter l'érosion et restaurer le couvert forestier
- Restauration de la fertilité des sols par le compostage et des mesures antiérosives pour conserver les sols et améliorer les rendements agricoles
- Aménagement de bassins versants et de marais
- Recycler de plus en plus de matériaux : Pendant longtemps notre modèle de consommation a été linéaire : extraire, fabriquer, consommer puis jeter. Mais

pour éviter de surconsommer et d'épuiser les ressources de notre planète, nous devons changer nos modes de consommation, notamment en recyclant tout ce qui peut l'être.

C'est la première étape vers la rationalisation de nos ressources. Cela permet de récupérer les matériaux (métaux, terres rares) que contiennent nos objets.

## 2.4 - Les mises en défens.

En Algérie les réalisations du HCDS se sont limitées à la réhabilitation des parcours dégradés par des mises en défens (Figure 3) et des plantations d'Atriplex (figure 4), à la création de quelques zones d'épandage, à la multiplication de points d'eau (les derniers réalisés utilisant l'énergie solaire). 3 millions d'hectares (sur plus de 20 millions) ont été préservés par la mise en défens, en collaboration avec la Conservation des Forêts, et 300 000 hectares réhabilités par la plantation pastorale (Ziad, 2006 ; DGF, 2007 ; MADR, 2007). Le HCDS, sauf à ses débuts, n'a jamais élaboré une stratégie globale et cohérente de développement durable des zones steppiques, se contentant de réalisations ponctuelles, non intégrées dans une vision d'ensemble. C'est aussi ce qui explique la poursuite du processus de désertification des régions steppiques.



**Figure 3 : Steppe à alfa mise en défens : Conservation des Forêts  
Actions de lutte contre la désertification.**



**Figure 4 : Plantation pastorale à Atriplex : HCDS**

La mise en défens : Technique simple, coût réduit, protection de grands espaces. La protection de la ressource en eau, la protection des sols et la prévention des risques majeurs :

- Le fait que le secteur des forêts soit le Point focal de la Convention de lutte contre la désertification (CCD) et l'Organe de Coordination (ONC) devrait lui permettre d'avoir un champ d'action plus large, une audience et des moyens (financiers humains et institutionnels) suffisants pour renforcer les actions sur le terrain.
- La mise en place d'une stratégie claire et cohérente de lutte contre la désertification ne peut d'autre part ignorer le rassemblement des compétences et le génie d'adaptation et d'organisation des communautés rurales vivant dans la région. Il est alors nécessaire d'aller isolément vers une démarche et des programmes de «gestion participative des espaces steppiques » qui seraient soutenus par une nouvelle conception du développement des espaces, à partir de laquelle il est nécessaire de faire apparaître des institutions et des organisations spécifiques, et par conséquent, de nouvelles structures.
- Lutter contre la désertification ne peut être concrète et efficace que si elle est envisagée dans un cadre intersectoriel étant donné que les causes de la dégradation sont à la fois d'origine anthropique et socio-économique.
- Poursuivre, à la lumière de l'expérience acquise, la mise en œuvre des programmes de mise en défens et de régénération de la strate herbacée, ainsi que le renforcement des actions du barrage vert et l'actualisation des programmes de mise en valeur intégrés ;
- Reconstitution du stock de semences dans le sol et régénération des espèces menacées par le surpâturage
- Amélioration du recouvrement du couvert végétal et protection des sols contre l'érosion. Des droits et des obligations de chacun :
  - o Le terroir de la communauté rurale regroupe quarante-quatre terroirs villageois. Il constitue le patrimoine commun de ses habitants, qui lui-même fait partie du patrimoine commun de la nation (selon l'art.16 de la loi 96-07 du 22 mars 1996).
  - o À ce titre l'espace est par définition inappropriable (en tant que domaine national) et relève d'une gestion patrimoniale où chacun bénéficie de droits assortis d'obligations vis à vis de la société.
  - o Les droits sur les ressources naturelles (la terre, l'eau, les arbres et plantes, les animaux) sont assortis d'obligations :
    - Le droit de passage consiste à se maintenir dans certaines limites et ne faire que traverser l'espace intéressé sans exercer aucune autre action sur le milieu.
    - Le droit de prélèvement, de cueillette ou de ramassage consiste à prendre pour son propre usage ou celui de sa famille, sans porter préjudice à la régénération de la ressource et aux intérêts d'autrui.
    - Le droit d'exploitation concerne le droit de culture, le droit de pâture, le droit de pêche, le droit de chasse, le droit de coupe et de défrichage, qui dépasse le simple prélèvement et susceptible de donner lieu à une commercialisation des produits obtenus. L'importance de l'action sur la nature par l'agriculture, l'élevage, la pêche et la chasse non viatique (professionnelle) et toute activité forestière commerciale, nécessite l'obligation de prendre toutes les mesures conservatoires de protection du sol, de la faune et la flore et de gestion durable du milieu et des ressources naturelles pour le court et moyen terme.
    - Le droit d'exclusion, consiste à autoriser l'exploitation des ressources naturelles (la terre, la faune, la flore, l'eau) ou à la refuser à autrui. L'obligation est là de deux ordres :

\* Prendre toutes les mesures conservatoires de protection du sol et de gestion durable du milieu (lutte antiérosive, reboisement, arborisation, amendement du sol, défrichage limité aux besoins et sur des zones écologiquement adaptées, interdiction de tuer ou couper certaines espèces, etc.) pour le long terme et contrôler le mode d'exploitation s'il est conforme à une utilisation durable au milieu ;

\* Réaliser les projets et investissements nécessaires pour optimiser l'exploitation et conserver la capacité de régénération du milieu, tout en maintenant la diversité biologique du terroir de la communauté rurale.

- Le droit de gestion d'un développement durable consiste à orienter le comportement des individus et groupes présents localement dans deux sens : celui d'un dynamisme économique conduisant à la sécurité alimentaire et au développement économique, et celui d'une préservation de la capacité de régénération du milieu et de la conservation de la biodiversité. d. Le droit de passage est libre sous réserve de ne causer aucun préjudice sur les productions d'autrui.

Le droit de prélèvement est libre dans la mesure où il s'effectue sur des zones non exclusives (hors aire protégée, hors zone d'exploitation privée).

Le droit d'exploitation est conditionné par un contrôle et/ou une autorisation de la communauté rurale ou des services de l'Etat ; il est ainsi assorti du droit d'exclusion. Le conseil rural dispose du droit de gestion durable. A ce titre il gère à son niveau l'affectation des terres, les défrichements (pour avis au conseil régional), les comportements vis à vis du milieu, et est chargé de mettre en œuvre une planification locale de l'environnement. Et il y'a aussi :

- la préservation de la biodiversité et la lutte contre la désertification et l'adaptation des régimes d'exploitation rurale aux réalités steppiques,
- la protection et la multiplication des équipements des parcours,
- la lutte contre l'ensablement des terres agricoles et des zones habitées,
- la mobilisation des populations des zones steppiques et leur implication dans les actions de développement,
- l'observation et le suivi permanent de l'évolution du domaine steppique
- Le fait que le Haut-Commissariat au développement de la Steppe (HCDS) soit un organe important dans la région, il doit bénéficier de plus de champ, de plus de moyens humains et de plus de prérogatives pour agir plus efficacement et pour coordonner les autres secteurs « Le combat contre le changement climatique est un grand combat. On ne sait pas qui le gagnera... dans cette incertitude ».

#### **2.4.1 - Les impacts des mises en défens.**

Amélioration de la production fourragère de 30 UF à plus de 100 UF,

Reconstitution du stock de semences dans le sol et régénération des espèces menacées par le surpâturage

Amélioration du recouvrement du couvert végétal et protection des sols contre l'érosion.

**Photos avant a**



**Photos après b.**



**Figure 5 (a et b) : Parcours très dégradés restaurés par la mise en défens dans la commune de Cheguig wilaya d'EL Bayadh sur 65.000 HA**

Toutefois, l'impact de la mise en défens sur la végétation et sur l'état de la surface du sol dans les zones arides demeure discutable. Certains auteurs (Floret 1981 ; Le Houérou, 1995 ; Bourbouze, 1997 ; Ferchichi & Abdelkebir, 2003 ; Ould Sidi Mohamed et al., 2002) révèlent que la mise en défens d'une steppe dégradée permet, après un laps de temps plus ou moins long (de 3 à 6 ans et jusqu'à 10 ans de protection), la reconstitution des caractéristiques majeures (couvert, composition, production) de la végétation préexistante. Amghar et al. (2012) précisent que la mise en défens permet un retour à des formations à richesse élevée, mais à valeur pastorale plus faible par rapport à d'autres techniques de restauration comme les plantations.

D'autres auteurs avancent l'argument que la protection prolongée (plus de 10 ans) peut engendrer le vieillissement et la lignification de la végétation, la baisse de productivité, l'augmentation de l'hétérogénéité et du recouvrement et l'extériorisation des phénomènes de compétition interspécifique (Grouzis, 1988 ; Noumi, 2010). Elle peut engendrer également un blocage de la remontée biologique (Cortina et al., 2012). En outre le développement de la pellicule de battante suite à l'absence du piétinement sur la surface du sol constitue un facteur extrêmement défavorable à la réinstallation du couvert végétal en raison de ses conséquences sur le bilan hydrique, la germination et l'émergence des plantules (Floret & Pontanier, 1982 ; Le Houérou, 1995).

La mise en défens a, également, favorisé la remontée biologique de nombreuses espèces telles que : *Acacia gummifera*, *Rhus tripartita*, *Rhus pentaphylla*, *Cytisus albidus*, *Periploca laevigata*, *Ephedra fragilis*, *Asparagus pastorianus*, *Asparagus albus*, *Hesperolaburnum platycarpum* et *Genista ferox*.

#### **2.4.2 - Exemple de mise en défens l'arganier au Maroc**

L'analyse de la richesse spécifique, de la diversité floristique, du recouvrement, de la densité des arganiers et de la régénération naturelle dans une parcelle clôturée et non clôturée a permis de mettre en évidence l'effet négatif du surpâturage - principale activité à l'extérieur de la parcelle mise en défens - sur l'écosystème à *Argania spinosa* et son cortège floristique. La mise en défens a un effet bénéfique sur le développement de la végétation et permet une occupation graduelle du milieu par l'arganier et ses principales compagnes. Ces résultats présentent un intérêt majeur dans la restauration, la reconstitution et la réhabilitation de l'arganeraie dégradée.

La mise en défens de 23 ans s'est traduite par un effet favorable sur le recouvrement global moyen de la végétation (64% dans la parcelle mise en défens, contre 22% à l'extérieur). Au niveau de la richesse spécifique, la protection était très bénéfique (88 espèces dans la mise en défens contre 22 seulement à l'extérieur). La densité de la forêt est beaucoup plus importante à l'intérieur qu'à l'extérieur des parcelles mises en défens (134 arbres/ha, contre 50 seulement).

Malgré les multiples pressions, la dégradation de l'arganeraie n'a pas encore atteint un stade irréversible, d'où la nécessité d'adopter une stratégie de conservation visant un développement durable de l'arganeraie. Dans les endroits où la dégradation n'a pas atteint le seuil d'irréversibilité, la reconstitution du couvert végétal naturel peut, le plus souvent, être assurée par une mise en défens qui favorise les potentialités d'auto-régénération du milieu. De plus, il est temps de passer à des modes d'utilisation rationnelle des espaces à arganier en visant la diminution de la pression anthropozoogène sur les ressources naturelles. La création de réserves protégées, convenablement gérées permettra d'assurer la durabilité des écosystèmes de l'arganeraie.

#### **2.4.3 - La mise en défens et le gardiennage.**

Les travaux de fixation des dunes sont des réalisations extrêmement délicates, qui nécessitent durant plusieurs années une protection intégrale et constante, tout spécialement contre les intrusions de bétail (dromadaires, moutons, chèvres et ânes). pour lequel des couloirs de passage sont délimités.

Les gardiens sont de préférence recrutés dans les agglomérations situées près des périmètres à protéger. Les collectivités rurales ont aussi un grand rôle à jouer pour assurer la pérennité de ces plantations ligneuses et herbacées, qui sont sources de futurs revenus (bois de feu, piquets, semences, fourrage, etc.).

Les gardiens peuvent aussi sensibiliser les populations vivant près des périmètres protégés à la nécessité de respecter et préserver les activités entreprises, qui leur assureront rapidement la sauvegarde de leurs infrastructures (habitations, mosquées, cultures, jardins maraîchers, routes, etc.) contre l'ensablement et contribueront à la protection de leur environnement

### **2.5 - Les techniques de réhabilitation artificielle**

## 2.6 - La stabilisation des dunes

C'est la fixation des dunes : Normalement, les dunes de sables vont se mouvoir lorsqu'elles sont dépourvues de végétation. Ces dunes mobiles peuvent s'observer sur le littorale et sur le continentale.

Lorsqu'on veut fixer les dunes, il est nécessaire de faire un certain nombre d'études préalable à savoir :

- composition du sable
- force, fréquence, direction du vent
- hauteur, durée, répartition des pluies
- existence de végétation naturelle sur les dunes

Le principe de la fixation des dunes est d'empêcher au sable de se déplacer pendant un temps suffisamment long pour permettre à la végétation naturelle ou plantée de s'y développer par l'application de la technique de la stabilisation des sables.

Cette technique consiste à freiner le mouvement de sables par technique mécanique et biologique comme la construction de palissades.

Les palissades sont en branches, nattes, planches enfoncées dans la dune, etc. Ces obstacles doivent être parallèles entre elles et perpendiculaire à la direction des vents dominants. Si les vents viennent dans toutes les directions, il faut faire alors des palissades croisées.

La fixation peu se faire aussi par le biais des techniques suivante :

**Les techniques de régénération** : restauration de la fertilité minérale et organique des sols. Il s'agit de contrôler le ruissellement en favorisant l'infiltration vers les nappes phréatiques en rajoutant un cordon pierreux), de revitaliser les sols (par ajout de compost) et de corriger le ph.

**Le reboisement** : plantation d'arbres et arbustes forestiers xérophiiles qui ont la caractéristique de croître rapidement dans une zone aride.

**Les techniques de clôtures d'une surface** : il faut clôturer un terrain 10 ans pour que cela soit efficace

**L'utilisation des énergies de remplacement** telles que les énergies solaire, éolienne pour préserver les zones boisées et les parcours pour les animaux. Un grand projet au Maroc d'électricité éolienne a permis d'augmenter la capacité de production en énergie éolienne de 14 mégawatts en 1999 à 286 en 2010.

**La télédétection** : elle permet le suivi de sites sur le long terme. Concernant la couverture végétale, la productivité biologique, l'évapotranspiration, la fertilité des sols et les taux de compaction et d'érosion. Elle fournit des données cohérentes, répétables, avec un coût satisfaisant.

**Lutte contre la désertification : la prévention** Il est difficile et onéreux de lutter contre une désertification déjà en place. La meilleure stratégie pour limiter la désertification est donc de la stopper « à la racine ». Les principaux moyens de prévention sont la mise en place d'une agriculture durable qui n'épuise pas le sol, une bonne irrigation des terres et la sauvegarde des forêts.

**La restauration du sol** Dans un cas de désertification avéré, il est nécessaire de restaurer le sol appauvri. Pour lui rendre les qualités nutritives nécessaires au développement de la végétation, il faudra le fertiliser généreusement. Cela peut s'avérer très coûteux, à moins d'employer le fumier du bétail disponible sur place.

**La reforestation, outil efficace de lutte contre la désertification** Les arbres font obstacle au vent qui charrie le sable, accroissent la fertilité du sol et contribuent à sa meilleure humidification. Il est donc nécessaire de replanter des arbres en cas de désertification, une opération qui a un coût.

**Combattre le vent** Le vent est l'un des principaux acteurs de la désertification, en déplaçant le sable toujours plus loin dans les terres. Pour stopper l'avancée du sable, le mieux est d'installer des brise-vents naturels (comme des rangées d'arbres) et de fixer les dunes à l'aide de palissades, le temps que la végétation se développe et les fixe à son tour.

### 2.6.1 - Technique de palissade

La palissade est un obstacle linéaire opposé au vent dominant pour en diminuer la vitesse et provoquer à son niveau l'accumulation du sable en mouvement. Cette accumulation aboutit à la formation d'une dune artificielle qui constitue la première phase de la lutte contre l'ensablement. Suivant le positionnement de la palissade par rapport à la direction du vent dominant on distingue deux types de dunes artificielles :

- **La dune en "arrêt"** qui est destinée à arrêter la progression de sable. Elle se forme à partir d'une palissade orientée perpendiculairement à la direction du vent le plus dangereux (figure 6).
- **La dune de "défilement" ou "diversion"**, utilisée pour dévier la progression du sable dans une autre direction que celle du vent dominant. Elle se forme à partir d'une palissade dont l'orientation fait un an de  $120^\circ$  à  $140^\circ$  avec la direction moyenne du vent dominant (figure 7). La disposition en défilement est recommandée pour le cas des routes à condition de s'assurer que le sable détourné ne risque pas d'envahir d'autre section situé pas loin de la zone qui fait l'objet des travaux de protection.

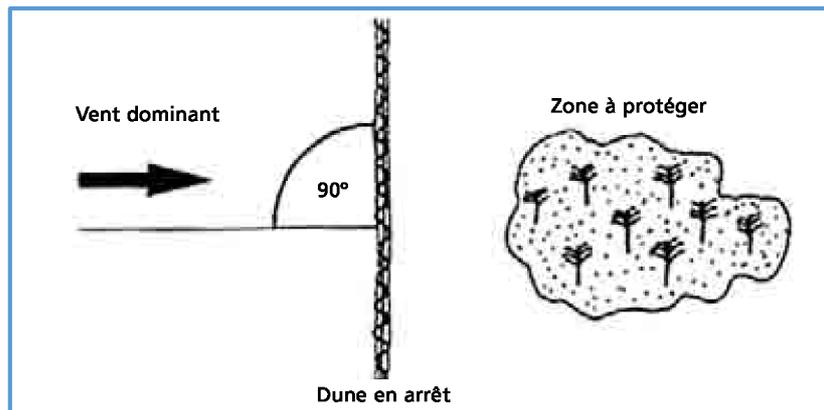


Figure 6 : Dune en arrêt (FAO 1988)

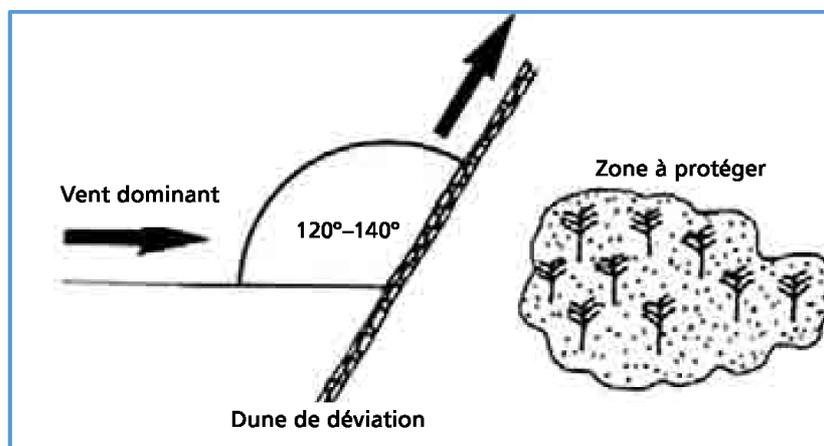


Figure 7 : Dune en défilement ou dune de déviation (FAO 1988)

### 2.6.1.1 - Caractéristiques de la palissade

Deux caractéristiques fondamentales sont avérées nécessaires aux palissades pour remplir efficacement leur rôle :

- perméabilité au vent afin d'en ralentir la vitesse et permettre le dépôt du sable sans provoquer de phénomène tourbillonnaire. Cette perméabilité favorise l'accumulation du sable de part et d'autre de la palissade dont la surface des vides est comprise entre 30 et 40% de la surface totale. Le tableau 1 donne la quantité de sable arrêtée par la palissade selon la hauteur de celle-ci.

**Tableau 1 : Quantité et hauteur de sables derrière la palissade**

Hauteur (cm)	Quantité arrêtée (%)
0-50	16
0-10	38
0-20	61
0-30	95
0-40	99

- résistance au vent, plus la hauteur de la palissade est grande moins elle est résistante. Une hauteur de 70 cm et 30 cm de fouille pour les palissades en palmes s'avère optimal

### 2.6.1.2 - Matériaux pour confection des palissades

L'orientation de la palissade étant déterminée, on procède au piquetage de son tracé à l'aide d'une boussole de terrain, pour sa confection différents types de matériaux peuvent être utilisés dont le choix dépend des conditions d'approvisionnement et du prix de revient, à titre d'exemples on cite :

#### a- Palmes

Lorsque le terrain est constitué d'un sol friable ou trop graveleux on creuse un fossé de 40 cm de profondeur et de 30 cm de large pour y enterrer la base des palmes. Si le sol est consistant, il est préférable de construire d'abord une levée de terre d'environ 80 cm de hauteur qui supportera la palissade. Les palmes sont enterrées jusqu'à 30 cm dans le fossé ou dans la levée de terre. Elles seront disposées par mètre linéaire comme suit :

- 7 à 9 palmes dressées verticalement et en quinconce de part et d'autre à l'intérieur du fossé.
- 8 à 10 palmes, inclinées à droite ou à gauche par rapport à la verticale et enchevêtrées les unes aux autres.
- 2 palmes, horizontalement, de part et d'autre des autres et fixées à celles-ci, au sommet de la palissade, par des nervures de palmes vertes.

A titre indicatif, les besoins par mètre linéaire de palissade sont de 10 palmes. Leur longueur et leur largeur moyenne sont respectivement de 3 m et 17 cm lorsqu'elles sont sèches. L'efficacité de la palissade peut être renforcée si nécessaire, par l'implantation de piquets de bois tous les 2.5 à 3 mètres, rattachés aux palmes par du fil de fer et en fouis sur 30 cm dans le fossé. L'approvisionnement en palmes dépend de l'importance des ressources locales et des utilisations traditionnelles qui en sont faites. On les récolte à deux époques de l'année, en mars-avril à l'occasion de la pollinisation et en octobre-novembre au moment de la cueillette des dattes.

## **b- Plaques de fibrociment**

Si on se heurte à des difficultés d'approvisionnement en palmes, on est contraint d'utiliser d'autres matériaux pour la confection des palissades. Les plaques en fibrociment ont permis l'édification de palissades très efficaces. Ceux-ci de 1,25 m de longueur, 0,92 m de largeur et 6 mm d'épaisseur sont perforées de 16 trous de 3 cm de diamètre répartis par rangées de quatre trous, ce qui permet d'obtenir une légère perméabilité de la plaque.

Chaque plaque est enfouie sur 0,25 m. Un espace de 4 cm est laissée entre deux plaques voisines pour augmenter la perméabilité de la palissade. La pose des plaques est effectuée, comme pour les palmes.

## **c- Grillage synthétique**

Plusieurs grillages synthétiques (géogrille ou géotextile) existent sur le marché. La pose du grillage nécessite l'utilisation de piquets en bois de 1.50 m de longueur et de 0.15 m de diamètre à la fin de bout. Ces piquets son destinés à soutenir le grillage, ils sont enfouillé jusqu'à 30 cm dans le sol et rattachés au grillage par du fil de fer recuit. Le bord inférieur du grillage est enfoui dans une levée de terre de même hauteur pour empêcher tout affouillement de la base de la palissade.

### **2.6.2 - Méthode aérodynamique**

Cette méthode utilise la capacité de transport du vent lorsqu'il atteint une vitesse suffisante. Cette méthode s'applique de deux façons différentes :

Soit en lui faisant évacuer les dépôts de sable indésirables par des procédés qui augmentent la vitesse à leur contact (par exemple, l'orientation des rues parallèlement à celle du vent dominant, dans certaines agglomérations sahéliennes ; la pose de pierres distantes les unes des autres le long de la crête des dunes à faire disparaître) et en s'assurant qu'il ne rencontre pas d'obstacle et transporte ainsi au loin les dépôts de sable ;

Soit en profilant les obstacles rencontrés par le vent chargé de sable pour que sa vitesse ne soit pas réduite, mais au contraire augmentée ; ces obstacles ont un effet aérodynamique sur l'écoulement du courant éolien.

Il se produit une compression qui permet d'accélérer la vitesse du vent, sans provoquer d'effet tourbillonnaire, ce qui conduit à des accumulations sableuses.

Ce principe d'accélération ou de maintien de la vitesse du vent stabilise ou augmente la capacité de charge de ce dernier, et donc sa force d'entraînement. Le vent balaie alors littéralement le sable qu'on veut dégager. C'est le contraire du principe de ralentissement du vent par les palissades. Le cas le plus impressionnant d'utilisation de cette méthode est le profilage transversal d'une route et de ses abords immédiats.

Le profilage doit porter sur tous les obstacles rencontrés - amas de sable, pierres, végétation, etc. - et il est effectué des deux côtés de la route, sur une largeur totale moyenne de 25 m. En Mauritanie, cette méthode a été appliquée avec succès sur certains tronçons de la Route de l'espoir. Les portions traitées doivent cependant être surveillées et les profilages entretenus, si on désire maintenir un effet durable.

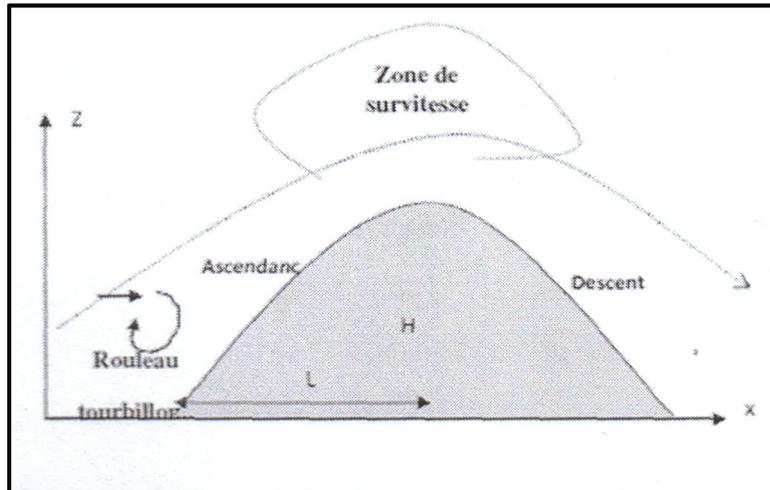
### **2.6.3 - Technique de tas de matériaux graveleux ou pierres turbulentes**

Cette technique est basée sur les caractéristiques de l'écoulement éolien qui, selon l'analyse d'écoulements autour d'obstacles, montre que les modifications apportées à la structure du vent dépendent de plusieurs facteurs notamment ;

- la géométrie et dimensions de l'obstacle,
- l'état de surface,

- caractéristiques du vent incident,
- l'environnement proche.

Cette technique empêche la saltation de ce produire étant donné que le matériau doit être suffisamment graveleux pour le vent ne peut le transporté, et les fines déjà en suspension dans l'air ne peuvent se déposer sur le tas à cause de la zone de survitesse qui est en son sommet permettant de les déposées en amont. On note aussi que cette technique est très efficace pour neutraliser complètement une dune par l'effet du vent en déposant des pierres ou un tas graveleux au sommet de la dune.



**Figure 6 : Ecoulement de vent au-dessus**

#### **2.6.4 - Technique de Mulch ou écran protecteur**

Cette technique consiste à recouvrir uniformément le sable dunaire d'un écran protecteur (couche protectrice), naturel ou artificiel, pour supprimer l'action du vent au niveau du sol et empêcher le phénomène de saltation.

Ce procédé est surtout utilisé sur des surfaces planes ou peu accidentées. Pour la confection du mulch, des matériaux divers peuvent être utilisés, comme la paille, les branchages, les films plastiques, les fibres et grillages acryliques. À titre indicatif, il faut mentionner les huiles minérales (asphalte, huiles lourdes et huiles brutes) qui peuvent aussi être utilisées pour fixer les sables mobiles. Ce procédé, bien que coûteux et peu efficace à long terme, est surtout adopté par les pays producteurs de pétrole. La République islamique d'Iran, par exemple, a réalisé d'importants travaux de fixation des dunes en utilisant ce procédé, associé principalement à des plantations de tamarix.

Cette technique est limitée dans le temps car le sable regagne l'endroit traité aussi vite qu'on peut le croire

#### **2.6.5 - Fixation biologique**

Lorsque les dunes ont été stabilisées mécaniquement, il est possible de les fixer définitivement par l'installation d'une végétation arborée et herbacée pérenne. Les dunes constituent un milieu qui offre des conditions difficiles d'installation et de croissance pour toutes les espèces végétales. Toute plantation devra nécessairement tenir compte du choix des espèces pouvant s'adapter à ce milieu et de la profondeur de l'humidité résiduelle des couches sous-jacentes. Les sables dunaires dénudés ont la particularité de conserver une partie de leurs eaux d'infiltration pendant un laps de temps assez long.

Ils possèdent en effet un coefficient de réflexion de la lumière (albédo) élevé et conduisent très mal la chaleur, de sorte que les dunes accusent peu les fortes amplitudes thermiques et ne s'échauffent que sur 1 m de profondeur au maximum, ce qui limite l'évaporation de l'humidité emmagasinée. De plus, les sables ne permettent qu'une faible remontée capillaire. La partie supérieure de la dune joue un rôle d'écran protecteur sur 20 à 30 cm, réduisant ainsi la perte d'humidité des couches plus profondes, ce qui est indispensable à la reprise et à la croissance des espèces à planter.

#### 2.6.5.1 - Choix des espèces (ligneuses et herbacées)

La sélection des espèces varie selon les conditions climatiques et écologiques. Les espèces choisies pour la plantation devront remplir les critères suivants: capacité de se développer dans un milieu pauvre en éléments nutritifs et soumis à des variations de température diurne et nocturne importantes; présence d'un système racinaire pivotant et puissant, pouvant atteindre rapidement l'humidité résiduelle du sol pour neutraliser les effets de la sécheresse; résistance aux vents violents, secs et chauds et à leur action abrasive sur les feuilles et les tiges; croissance rapide et faculté de se régénérer facilement; capacité d'améliorer et d'enrichir le sol dunaire - ce qu'on a recherché en introduisant des espèces fixatrices d'azote (légumineuses). Certaines essences s'adaptent aux différentes parties de la dune, d'autres aux zones inter dunaires. Après de nombreux tests, les principales espèces retenues pour être plantées en Mauritanie sont mentionnées ci-après.

**- Sur les dunes continentales.** *Prosopis juliflora*, seule espèce ligneuse ayant actuellement donné des résultats probants et durables sur ce type de sol, et *Aristida pungens* sont installées sur les cordons dunaires très mobiles. Les zones déflationnaires (zones de départ du sable, donc propices à l'affouillement) sont plantées avec *Leptadenia pyrotechnica*, *Aristida pungens* et *Panicum turgidum*. D'autres espèces ligneuses, principalement de nombreux acacias (en particulier *Acacia raddiana* et *A. senegal*), *Balanites aegyptiaca*, *Euphorbia balsamifera* et *Persica salvadora*, sont mises en place dans les zones plus stables.

**- Sur les dunes littorales.** Seules les espèces ligneuses et herbacées halophytes (qui résistent à la salinité du sol et aux embruns salés) sont susceptibles de se développer sur les dunes littorales. Les plantations sont faites avec *Nitraria retusa*, *Tamarix aphylla*, *Tamarix senegalensis*, *Casuarina equisetifolia*, *Atriplex halimus*, *Atriplex nummularia* et *Zygophyllum* spp.

## 2.7 - Les techniques de lutte contre l'érosion hydrique

L'irrigation est la solution temporaire permettant une augmentation de la cohésion des particules sableuses ou en sols organiques.



Figure 7 : exemple d'irrigation

Face au problème de l'érosion qui affecte les sols en Algérie, les différentes tentatives à travers les programmes de "défense et de restauration des sols (DRS)" d'abord, puis de rénovation rurale" ensuite, ont globalement échoué.

Une stratégie alternative orientée vers l'intégration de la lutte anti-érosive dans une démarche agronomique a créé un début d'adhésion des populations. Mais les programmes engagés sont loin d'être à la mesure de l'ampleur des phénomènes érosifs et de leurs conséquences. Une nouvelle doctrine, "la gestion conservatoire de l'eau, de la biomasse et de la fertilité des sols (GCES)", produit de la recherche et des pilotes expériences menées, semble constituer pour l'avenir la réponse la plus appropriée au problème de la dégradation des sols de montagne. Les actions à mener, à l'échelle du bassin versant, devront viser à la fois la maîtrise du ruissellement au sein des parcelles agricoles et la limitation des transferts de charges solides au niveau des zones ravinées et des berges de cours d'eau. Toutefois, ces actions n'atteindront pleinement leurs objectifs que si elles sont intégrées dans une politique d'aménagement de la montagne

### **2.7.1 - L'érosion hydrique en Algérie**

L'étendue du territoire national connaît de différentes formes de dégradation de son milieu naturel avec des particularités spécifiques à chaque territoire. Près de 50 millions d'hectares sont les surfaces menacées par la dégradation due à la désertification et l'érosion hydrique, dont 14 millions d'hectares en zones de montagne au Nord sont touchés par l'érosion hydrique, 32 millions d'hectares en zones steppiques sont directement affectés et/ou menacés par la désertification et 4,1 millions d'hectares de forêts soumises aux menaces des effets des changements climatiques.

L'érosion constitue un grave problème environnemental, agricole et social qui affecte et menace d'immenses espaces de notre pays.

### **2.7.2 - Conséquence de l'érosion hydrique en Algérie**

Les conséquences de l'érosion hydrique en Algérie du nord sont dramatique nous pouvons citer :

- la réduction de production agricole (pertes en sol agricole), une dégradation spécifique dépassant les 5000 t/km<sup>2</sup>/an
- une quantité de 120 million de tonnes de sédiments rejeté en mer chaque année par les bassins tributaire de la méditerranée (Demmak 1982)
- un exode rural important
- un rehaussement des lits des oueds provoquant par la suite des inondations, menacé voies de communication et les ouvrages d'arts
- l'envasement précoce des barrages en exploitations.

### **2.7.3 - Moyens de lutte contre l'érosion et l'envasement des barrages**

Les moyens de lutte utilisés surtout en Algérie sont :

- Le reboisement
- La restauration des sols
- L'implantation des banquettes.
- La création de petits barrages (retenues collinaires)
- La plantation des cultures suivant les lignes de niveau.
- La plantation de végétation à longue tiges dans les oueds.

- Il a signalé qu'un programme spécial de lutte contre l'érosion a été lancé par les services des forêts une superficie de 1.5 millions d'hectares sera traitée d'ici 2010.à un rythme de 6700 ha par an (Djezizi 1998)
- Pour l'envasement des barrages plusieurs dispositifs ont été mis en place pour lutter contre ce phénomène (méthodes de chasses, soutirage par courant de densité et dragage)

#### 2.7.4 - Les techniques de la lutte contre l'érosion hydrique dans le monde

- Stabiliser la structure du sol, c'est-à-dire préparer un milieu chimique favorable à l'activité biologique en apportant des amendements calciques et humifères. Ces efforts seront complétés par l'apport de certains éléments minéraux et organiques (fumure organo-minérale). Adapter la rotation des cultures pour favoriser un apport d'humus constant au sol peut également s'avérer utile.
- S'opposer à l'entraînement du sol en évitant l'érosion sur le champ par l'implantation de couverture du sol ou l'adaptation des techniques culturales.
- Ralentir le ruissellement et favoriser le dépôt des sédiments grâce à des bandes enherbées, des talus ou des haies.
- Acheminer l'eau provenant des ruissellements, vers le cours d'eau en un réseau continu ou favoriser son infiltration.



**Figure 8 : Etat de sol enfin d'hiver aises labour**



**Figure 9 : Etat de sol enfin d'hiver après la conservation**

## 2.7.5 - Comment puis-je limiter l'érosion sur mes terres ?

D'une manière générale, pour limiter l'érosion sur ses terres durablement, il faut engager une réflexion de l'amont vers l'aval. Cette réflexion peut alors s'envisager à différentes échelles spatiales. Au niveau de la parcelle. Le but est alors de limiter les dommages au sein de la parcelle victime d'érosion. Dans ce cadre, une des premières démarches à envisager est l'amélioration du sol (divers types d'amendement, dans le respect de la réglementation du PGDA). Différentes mesures permettent aussi de stabiliser sa structure et d'augmenter sa perméabilité.

Les coordonnées de l'asbl Greenotec en fin de document). D'autres visent à créer des obstacles au ruissellement (bandes enherbées).

Au niveau du bassin versant. D'autres mesures peuvent envisagées dans la parcelle. Le but est ici de lutter contre le problème dès son apparition, c'est-à-dire sur une zone bien plus large que celle où se présentent les signes d'érosion. On parle alors d'actions sur le micro-bassin versant comme précédemment, il est donc conseillé d'agir grâce aux mêmes mesures agronomiques en amont afin de réduire l'importance du flux, mais aussi par une réflexion d'ensemble concernant l'aménagement du bassin versant. Ces mesures peuvent être éventuellement complétées par des ouvrages hydrauliques en aval (bassins d'orage),

Aux deux échelles Quelques bonnes pratiques « de base » peuvent être facilement envisagées. Eviter par exemple d'implanter des cultures peu couvrantes (sarclées) sur les pentes fortes, sur les hauteurs ou en amont direct de la parcelle victime d'érosion.

Aménager une bande enherbée en bas de parcelle. En aval, préférer des prairies ou des terrains inondables pouvant servir de réceptacle aux eaux de ruissellement.

## 2.7.6 - Conclusion

Les conséquences les plus remarquables sont : appauvrissement généralisé des sols, baisse de la fertilité et stérilisation des sols, prolifération des espèces nuisibles au détriment des espèces utiles, dynamiques dunaires importantes par, l'envahissement des infrastructures socio-économiques, tempêtes de sables fréquents et exode rural de la population. La présente étude, cherche à mettre en relief la nature et l'ampleur des facteurs et paramètres contribuant à la dégradation du sol du fait de phénomènes naturels (climat aride avec des épisodes pluvieux qui se caractérisent par leur aspect orageux) et anthropiques (surpâturage, défrichements et feux de forêt

## 2.8 - Amélioration des sols

Les techniques d'amélioration des sols consistent à modifier les caractéristiques d'un sol par une action physique (vibrations par exemple) ou par l'inclusion dans le sol ou le mélange au sol d'un matériau plus résistant, dans le but de :

- augmenter la capacité portante et/ou la résistance au cisaillement,
- diminuer les tassements, tant absolus que différentiels, et le cas échéant les accélérer,
- diminuer ou éliminer le risque de liquéfaction en cas de tremblement de terre ou de vibrations importantes.

Les champs d'application des différentes techniques dépendent essentiellement de la nature et de la granulométrie des terrains qu'on désire améliorer.

## 2.8.1 - Couverture du sol

Elle peut se faire soit par :

### 2.8.1.1 - Le Paillage

Le paillage est un procédé simple qui consiste à recouvrir le sol avec des matériaux d'origine végétale ou minérale afin de limiter l'évaporation et la pousse des mauvaises herbes.



**Figure 10 : Illustration du paillage installé entre les rangs dans un champ maraîcher sujet au problème d'érosion éolienne.**

#### a- Pourquoi couvrir le sol ?

Observez la nature ! Il n'y a que dans les jardins que la terre est apparente et nette. A l'état naturel, le sol est recouvert de quantités de débris (écorces, feuilles, résidus secs de toute sorte) qui :

- Protègent la terre de l'érosion due à la pluie, et du dessèchement du soleil et du vent,
- Limitent les variations de température et d'humidité
- apportent des éléments nutritifs au sol en favorisant ainsi la vie souterraine

Le paillis freinera la prolifération de mauvaises herbes. Pratiqué à temps, il limite fortement la venue des annuelles, et gêne partiellement la croissance des herbes vivaces. Au potager, il favorise une production propre et saine (on pense notamment aux fruits et légumes rampants, comme les fraises)

#### b- Quand pailler ?

La période idéale pour réaliser un paillage d'été est fin avril, début mai. Attendez que le sol soit réchauffé ; désherbez et recouvrez quand il est humide.

Si votre jardin est vraiment envahi par les mauvaises herbes, intervenez plus tôt, en février par exemple, quand elles sont encore insignifiantes. Cette installation hâtive est intéressante aussi car plus aisée (les plantes de l'année n'étant pas encore en place).

Enfin, mieux vaut tard que jamais ! Si vous plantez des arbustes en containers, ou réalisez un massif en début d'été, paillez quand même ! Le bénéfice sera réel vis-à-vis

#### c- Les produits pour pailler

A l'origine, les paillis végétaux étaient réalisés avec de la paille ! Hachée finement, elle servait traditionnellement à protéger les cultures, de fraises

Aujourd'hui, vous avez le choix par exemple entre :

- Déchets de jardin : résidus de tonte de gazon, déchets de culture divers, compost peu décomposé (attention à ne pas brûler les cultures).

- Déchets des arbres : tapis de feuilles, écorces de bois,
- Matériel végétal acheté dans le commerce : paille de lin, cabosse de cacao
- Matériel minéral : galets, gravier, sable....
- Matières artificielles : plastique horticole noir, feutres en fibres végétales tissées.

A notre avis, le paillis végétal est le plus intéressant, puisqu'il apporte des nutriments au sol, et qu'il favorise également le développement des microorganismes (lire : la faune du sol, pour un sol vivant et fertile).

### **2.8.1.2 - La couverture vivante durant la saison sèche dans la mesure où le climat le permet**

Le rôle de cette couverture est qu'elle permet dépendamment du type de culture :

- Pour les résidus dressés, une diminution de la vitesse du vent et une captation des particules qui se déplacent par saltation ;
- Pour les résidus couchés, une réduction de l'évapotranspiration (assèchement) au niveau du sol, ce qui a un effet bénéfique important en période de sécheresse.

Finalement, il convient souvent de combiner la couverture du sol avec l'implantation des haies vives.

### **2.8.2 - La jachère.**

La méthode la plus courante pour restaurer la fertilité des champs devenus improductifs est la jachère longue où les graminées restaurent la structure du sol grâce au chevelu racinaire qui emballe chaque agrégat et aux racines profondes des arbres/arbustes qui ramènent en surface (litière) les nutriments emportés par les eaux de drainage (Floret et Serpantié, 1991).

Pour faire face à la pression démographique, les paysans ont développé des jachères fourragères courtes dont une partie de la production de biomasse est exportée mais les racines et les souches restent sur place. Une étape supplémentaire a été franchie quand on a choisi des légumineuses et autres plantes qui fixent l'azote de l'air et protègent efficacement la surface du sol contre les pluies et le soleil (Roose, 1991).

Au sud du Bénin sur les terres de barre, dans une zone à forte population, la rotation entre le maïs en première saison des pluies et une jachère courte (8 mois) à *Mucuna pruriens*, replantée en maïs dès l'année suivante, a permis de réduire le ruissellement et l'érosion, de relever le taux de SOM et les rendements de 0.2 à 2.8t/ha/an de maïs-grain (Azontonde, 1993). Selon l'aridité du milieu, la richesse minérale des roches et l'état de dégradation, la réhabilitation de la productivité du sol par la jachère prend 10 à 50 ans, mais en la protégeant on peut réduire ce temps à moins de 2 ans.

### **2.8.3 - La reforestation, outil efficace de lutte contre la désertification**

Les arbres font obstacle au vent qui charrie le sable, accroissent la fertilité du sol et contribuent à sa meilleure humidification. Il est donc nécessaire de replanter des arbres en cas de désertification, une opération qui a un coût.

Le reboisement est une opération qui consiste à restaurer ou crée des zones boisées ou des forêts qui ont été supprimées ou détruites par différentes causes dans le passé.

### 2.8.3.1 - Reboisement artificiel

De nombreux reboisements par plantation ont été effectués dans le monde :

- Pour restaurer des stocks des bois d'œuvre



**Figure 11 : restauration du stock de bois d'œuvre**

- Pour stabiliser des sols érodé par la déforestation (c'est par exemple le cas de reforestation du mont Aigoual en France au 19<sup>ème</sup> siècle : première opération rationnée entamée sur les bases scientifiques de l'époque suite à des séries d'inondations catastrophique et des apports de sédiments qui ont dégradé les rivières cette presse comblé le part de bordeaux)



**Figure 12 : Stabilisation des sols érodés**

- Pour stabiliser des sols pollué (sur fiches industrielles) ou en pente (terrils, flanchets bordures de carrières) ou après la première guerre mondiale sur les sols et la zone rouge (séquelle de guerre) c'est l'origine de la forêt de Verdun ou de la forêt de Vimy : forêt de guerre artificiellement planté l'ors de la reconstruction sur des antérieurement cultivé voire sur d'anciens villages totalement détruits par le combats et polluée par les nombreux cadavres débris et restes de munitions

### **2.8.3.2 - Reboisement naturel**

La reforestation peut se faire naturellement avec ou sans intervention humaine elle se fait dans les deux cas par dissémination des graines propagule par expression naturel de la «bande de graine du sol» et ou par le vent au aux animaux (oiseaux, sanglier, écureuil) dans le cas de la régénération naturelle.

Quand l'homme intervient pour favoriser la régénération naturelle en forêt il désigne tout d'abord de semenciers il s'agit d'arbre présentant de belles caractéristiques ainsi que les capacités de produire des semences

Il faut également créer les conditions nécessaire à la germination .Il faut également créer les conditions nécessaire à la germination. Le peuplement doit être ouvert pour laisser reposer, la lumière et le sol doit être éventuellement préparé. En effet si ce dernier est recouvert par un mètre de ronce .les graines n'arriveront jamais à germer et à se développer

### **2.8.4 - La restauration du sol**

Dans un cas de désertification avéré, il est nécessaire de restaurer le sol appauvri. Pour lui rendre les qualités nutritives nécessaires au développement de la végétation, il faudra le fertiliser généreusement. Cela peut s'avérer très coûteux, à moins d'employer le fumier du bétail disponible sur place.

### **2.8.5 - La technique de Zai**

Dans l'ensemble des pays du Sahel, les aléas climatiques ainsi que les actions de l'homme ont entraîné une dégradation sévère des terres agricoles. Le stade ultime de cette dégradation est l'apparition de terres dénudées imperméables et stériles appelées zipellés

Depuis les années 80, les agriculteurs sahéliens ont expérimenté diverses techniques de conservation des sols et de l'eau en vue de reconstituer, de maintenir ou d'améliorer la fertilité du sol. Une des techniques les plus appréciées par les agriculteurs du nord du Burkina Faso a été le système des trous à semis (demi-lunes) ou " Zaï " dans la langue locale. En langue Mooré, « zaï » vient du mot « zaïégré » qui veut dire « se lever tôt et se hâter pour préparer sa terre ». Cette technique a été importée du Mali, de la région des Dogons, et a été adoptée et améliorée par les agriculteurs du nord du Burkina Faso après la sécheresse des années 80.

#### **2.8.5.1 - La technique du Zaï manuel**

Au Sahel, le zaï est un système traditionnel de réhabilitation de la productivité des terres pauvres et encroûtées de certains espaces appelés " Zippellé "qui consiste à creuser manuellement des trous pour y concentrer les eaux de ruissellement et les matières organiques.

Cette pratique consiste à préparer la terre très tôt dans la saison sèche de novembre à juin, en creusant manuellement à l'aide de daba (houe à manche court) tous les 70-100 cm, des cuvettes de 20 à 40 cm de diamètre, de 15 à 20 cm de profondeur en rejetant la terre en croissant vers l'aval, en vue de capter les eaux de ruissellement. Ces micro-bassins piègent des sables, des limons et des matières organiques emportés par les vents. L'ensemble du champ est entouré d'un cordon de pierres ou à défaut de diguettes antiérosives pour maîtriser le ruissellement très violent sur ces terres encroûtées.

Dès les premières pluies, le paysan y dépose de la matière organique (300 à 600g/trou cadune à deux poignées de fumier/compost par trou de semis) que l'on recouvre la matière d'une fine couche de terre (5cm). Les termites, attirés par les matières organiques, creusent des galeries au fond des cuvettes qu'elles transforment en entonnoirs.

Après les premières pluies, environ deux semaines après l'apport de matière organique, la famille y sème en poquets, une douzaine de graines de sorgho sur les terrains lourds ou du mil dans les terres sableuses et gravillonnaires. Les eaux de ruissellement s'y engouffrent et créent des poches d'humidité en profondeur à l'abri de l'évaporation rapide. La technique du zaï permet donc de concentrer localement l'eau enrichie par le ruissellement et les nutriments transformés par les termites.

Dans certaines régions, l'extension du zaï peut être limitée par la disponibilité en main d'œuvre et en compost, ce dernier étant de toute manière indispensable en agroécologie.

Le zaï exige 200 à 300 heures (selon le type de sol) de travail très dur à la houe traditionnelle pour aménager un ha. Au bout de 3 années d'exploitation, le sol dégradé devient moins compact et plus perméable. Il pourrait être utilisé de façon classique, sans zaï, mais vu l'économie de compost et vu l'amélioration de rendements, la continuation de cette technique est vivement recommandée.

### **2.8.5.2 - Technique du Zaï mécanique**

L'adoption de la technique manuelle du zaï est limitée par nombre de contraintes dont l'une des principales est la forte demande en main d'œuvre. L'opération, qui se déroule en période sèche et chaude, est donc pénible pour les paysans.

La mécanisation de l'opération est possible. Elle consiste à réaliser des passages croisés de la dent de travail du sol en sec en traction animale. Le premier passage est fait dans le sens de la pente : l'écartement entre passage correspond à l'écartement entre poquets. Le second est perpendiculaire à la pente et croise le premier. Les écartements entre passage correspondent aux écartements entre lignes de semis. L'écartement entre les trous varie selon la culture envisagée. Pour le petit mil qui talle beaucoup, il peut être de 80 cm x 80cm.

Pour le sorgho qui talle moins que le mil, il peut être de 70 cm x 70 cm. A l'intersection des 2 passages se trouve la cuvette de zaï : on excave la terre des points d'intersection et on la dépose en aval de chaque cuvette.

Un apport de compost est effectué manuellement deux semaines avant le semis.

Un poquet de zaï bien rempli peut être utilisé deux années de suite avant d'être renouvelé. Cependant, s'impose l'alternance céréales-légumineuses pour éviter la monoculture. Après récolte, un sous-solage croisé tous les 80 cm, avec une dent pénétrant jusqu'à 12- 18cm sous la croûte, diminue de moitié le temps de creusement des zaï.

Le passage croisé de la dent de travail du sol en sec donne une possibilité d'infiltration de l'eau plus importante que l'opération manuelle. L'outil de travail du sol en sec pendant son passage engendre dans le sol des fissures qui descendent au-delà de la profondeur de travail ce qui est aussi favorable au développement des racines. Le passage de la dent éclate le sol en continu sur une bande de 20 à 30 cm de largeur, alors que le trou de zaï manuel est localisé en un point de la parcelle. Le microrelief obtenu en zaï manuel, par le déblai de terre déposé en aval du trou, n'est donc pas continu comme c'est le cas du zaï mécanique.

Cette technique est 2 à 3 plus rapide que l'opération manuelle et ses effets sur le sol et la production de la culture sont considérables (sur des sols improductifs + 40 % de paille et +34 % de grain comparé au zaï manuel). Il est aussi possible d'apporter un complément minéral, notamment en phosphate naturel qui permet d'améliorer la production de biomasse.

Le zipellé est réhabilité après 2 années de pratique du zaï mécanique.

### **2.8.5.3 - Avantages et limites du Zaï**

L'apport localisé de matière organique et l'accroissement du stock d'eau dans le sol induit un meilleur fonctionnement du système racinaire des plantes. L'alimentation hydrique et minérale des plantes est ainsi améliorée. L'augmentation de la rugosité de la surface du champ permet de ralentir le ruissellement et le vent au ras du sol, de capturer au fond des cuvettes les débris organiques et les particules fines et de protéger les jeunes plantules.

Cette pratique apporte encore un regain des activités biologiques du sol, notamment une reprise de l'activité des micro-organismes : avance de croissance des plantules qui profitent de la minéralisation du compost apporté en fin de saison sèche, perforation de la croûte par les termites et régénération de la végétation ligneuse. Le zaï crée donc des conditions favorables à la revégétalisation des zipellés à condition de bien clôturer les parcelles pour empêcher la divagation animale.

Enfin le zaï mécanisé permet d'augmenter les surfaces cultivées et les rendements des céréales en particulier les années où les cultures ont à subir le stress de périodes déficitaires pendant les périodes sensibles de leur cycle (tallage, épiaison, floraison, remplissage des grains) : le zaï peut ainsi réduire l'impact négatif des aléas climatiques et sécuriser la production.

Bien sûr si la pratique du zaï peut réduire l'impact d'une sécheresse de 2 à 3 semaines si le sol peut stocker suffisamment d'eau, elle ne peut fonctionner de façon satisfaisante s'il ne pleut pas assez (minimum de 400 mm avec capacité de stockage du sol de 50 mm) ou trop (engorgement au fond des cuvettes et nutriments lessiviers).

De plus, l'amélioration des conditions d'alimentation hydrique des plantes reste insuffisante pour une augmentation significative des rendements, tant qu'on n'améliore pas le faible niveau initial de fertilité des zipellés, par une disponibilité de compost suffisamment riche en azote.

## **3 - Approche participative pour un développement durable des régions arides et sahariennes**

Les modes de régulations juridiques essentiels dans la lutte contre la désertification

L'enjeu de la co-viabilité des systèmes sociaux et écologiques nécessite d'impliquer directement les acteurs concernés afin de les responsabiliser dans leurs pratiques. L'objectif se concentre sur la définition d'un droit africain de l'environnement « collant » aux réalités culturelles et écologiques. Sa nature interculturelle, se mouvant dans une pluralité juridique prononcée et transversale dans son action, interroge sur l'isolement d'une telle branche du droit particulièrement dépendante en Afrique des activités rurales. Penser un droit de l'environnement en Afrique c'est par conséquent le fonder sur une éthique d'une nature englobante dont les sociétés font partie plutôt que de s'en séparer, vouloir se mettre à l'extérieur et raisonner en termes de protection. Ce qui nous conduit à préférer parler de co-viabilité où les systèmes sociaux dépendent pour leur reproduction et leur survie des systèmes écologiques dans lesquels ils vivent et auxquels ils restent dépendants. Notre capacité à favoriser l'émergence d'un ordre public écologique au sein de l'ordre juridique conditionnera l'avenir des peuples des zones arides.

De la Convention découle un certain nombre de principes directeurs qui doivent sous-tendre les stratégies d'application mises en œuvre :

- La lutte contre la désertification et la dégradation des terres s'inscrit dans une approche plus globale des problèmes d'environnement et de développement ;

- L'approche participative est essentielle dans la définition des stratégies, des plans d'action et des projets de lutte ;
- La Convention prône un nouveau rôle pour l'Etat ;
- La science et la technologie constituent des outils essentiels dans la lutte contre la désertification ;
- Une stratégie de prévention et de lutte contre la désertification doit reposer sur la mise en place de projets concrets, susceptibles d'apporter des solutions adaptées aux problèmes majeurs rencontrés localement.

Agir ensemble Pour lutter contre la désertification, il faut mener une action cohérente et coordonnée, meure en commun les moyens, les savoirs et les savoir-faire de tous. C'est dans ce cadre que les gouvernements des pays du monde entier ont élaboré la Convention des Nations Unies sur la lutte contre la désertification (Voir unité 14). Elle symbolise le consensus des nations développées et des nations en développement quant à la nécessité d'un effort mondial pour lutter contre la désertification. Il comporte des engagements nationaux précis pour une action concrète et notamment à l'échelon local, où la désertification doit être combattue avec la plus grande énergie.

#### **4 - Equation et impacts des méthodes appliquées en Algérie**

Capitale de l'Année de la désertification, Alger relance son vieux projet de "barrage vert" contre le Sahara.

"L'Algérien avance, le désert recule." Le slogan, en ces années de postindépendance, fit un succès. Le chantier lancé par le président Houari Boumediene en 1969 était, il est vrai, pharaonique : un "barrage vert" de 3 millions d'hectares, une barrière d'arbres de 1 200 kilomètres de long sur 20 de large, devait protéger le nord de l'Algérie de l'inexorable avancée du Sahara. Près de quatre décennies plus tard, Alger est désignée par l'ONU capitale de l'Année des déserts et de la désertification, dont le 17 juin est la journée mondiale.

Plus vaste pays d'Afrique après le Soudan, l'Algérie est concerné au premier chef. Une grande partie de son territoire 84 % est recouverte par les sables du désert le plus grand et le plus aride du monde : le Sahara, vieux d'au moins 7 millions d'années.

Mais, si ses sites magiques font rêver, la désertification y prend des allures inquiétantes : près de 13 millions d'hectares du pays sont menacés par l'avancée du désert, tandis que 32 millions d'hectares de la zone steppique sont en danger de désertification, suscitant l'inquiétude quant à l'avenir de plus de 7 millions de personnes, dont la majorité vit de l'élevage.

Palmeraies. "Le désert avance, l'Algérien recule ", résume aujourd'hui un expert algérien de l'aménagement du territoire. Le temps est loin, en effet, où l'armée mobilisa 20 000 recrues du service national pour réaliser le fameux " barrage vert " sur la steppe et les hauts plateaux, à 150 kilomètres au sud d'Alger. Si les travaux ont eu une certaine réalité jusqu'au début des années 80 et s'ils n'ont jamais été formellement gelés, ils se sont quelque peu délités au début de la décennie 90. La guerre civile s'annonçait. L'administration des forêts a repris officiellement le chantier en 1994.

Entre-temps, la situation s'est terriblement dégradée. Au Sahara, les infrastructures et les villes, villages et oasis sont régulièrement menacés par l'ensablement, le dépérissement des palmeraies, le tarissement de sources et la salinisation des sols. Pourtant, selon le ministre des Ressources en eau, les réserves en eau potable non renouvelables du Sahara sont estimées à 40 milliards de mètres cubes, "de quoi assurer l'alimentation du Sud algérien et permettre son développement".

Napalm. Le nord du pays n'est pas beaucoup mieux loti. En montagne, les incendies, y compris par le napalm employé pendant la "sale guerre" des années 90, et l'érosion hydrique détruisent forêts et sols.

Envahies par le béton ou soumises à la pollution industrielle et à l'érosion, les plaines les plus fertiles perdent leur capacité agricole. L'urbanisation effrénée et anarchique aurait ainsi causé la perte de 200 000 hectares de terres agricoles depuis l'indépendance, tandis que 500 000 hectares ne peuvent plus servir à l'agriculture en raison de la salinisation. Par José Garçon.

Aujourd'hui, l'Algérie s'est enfin engagée dans un programme de construction de nouveaux barrages et d'unités de dessalement d'eau de mer dans les grandes villes. Et elle refait une "priorité nationale" du fameux "barrage vert", qui devrait être achevé en 2020. Alger veut aussi développer le tourisme pour empêcher l'exode des habitants du désert.

La formidable richesse archéologique du Sahara qui connut des ères verdoyantes et habitées il y a moins de 5 000 ans l'autorise largement. Pourtant, estime un expert, "l'absence de toute politique de l'environnement et d'aménagement du territoire digne de ce nom demeure alarmante alors que la désertification est un problème majeur et permanent pour l'Algérie".

## **5 - Les participations mondiales de l'Algérie**

En fin des années 60 et début des années 70 : une grande sécheresse frappe l'Afrique subsaharienne, plus de 200 000 personnes et des millions d'animaux meurent face de cela, les neuf pays sahéliens établissent un comité permanent inter états de lutte contre la sécheresse au sahel

- 1968 : la convention d'Alger adaptée par les pays membres de l'OUA 1977 : la conférence des nations unies sur la désertification (Kenya) 1984 : convention de Lomé (Togo)
- 1992 : la sommet de la planète terre à Rio
- 17/06/1994 : la convention pour lutte la désertification (UNCCD en Paris) Algérie en étant membre du groupe 77(G77)
- 17/06/1996 : la journée mondiale de lutte contre la désertification
- 1998 : Algérie a mis en place son organe national de coordination de lutte la désertification
- 14/12/2003 : Algérie a validé son PANLCD (Plan d'Action National de Lutte Contre la Désertification)
- En 12/2007 : une expertise commandée du PANLCD a réservé une attention particulière à l'adhésion des acteurs du processus de PAN
- En 12/2009 : Algérie a été élue pour le président du groupe Afrique lors de 9<sup>ème</sup> conférence des parties, pour une durée de 2 années (2009-2011)

## **Conclusion**

### **Référence bibliographiques**

Nedjraoui Dalila et Bédrani Slimane, « La désertification dans les steppes algériennes : causes, impacts et actions de lutte », Vertigo - la revue électronique en sciences de l'environnement [En ligne], Volume 8 Numéro 1 | avril 2008, mis en ligne le 01 avril 2008, consulté le 01 novembre 2015. URL : <http://vertigo.revues.org/5375> ; DOI : 10.4000/vertigo.5375.

FAO. 2014 : Manuel de formation à la lutte contre la désertification, la fixation des dunes et la gestion des boisements en Mauritanie. 2<sup>ème</sup> ed. Nouakchott. 218p