

Introduction

En Algérie, les Hautes Plaines steppiques sont des régions à vocation essentiellement pastorale. Elles sont soumises à une forte tendance à la dégradation qui se traduit par la réduction du potentiel biologique et la rupture des équilibres écologiques et socioéconomiques. Nombreuses études phytoécologiques et pastorales entreprise dans ces régions ont permis d'évaluer et de cartographier les ressources naturelles disponibles. Des analyses diachroniques ont été réalisées dans le but de suivre la dynamique, de quantifier la dégradation du couvert végétal et de définir les facteurs qui en sont responsables. A la lumière des résultats obtenus, des méthodes scientifiques et efficaces d'amélioration pastorale sont proposées dans ce document.

1. Caractéristiques générales

Le terme steppe évoque d'immenses étendues à relief accusé, couvertes d'une végétation herbacée et clairsemée dominées par des espèces pérennes, dépourvues d'arbres.

1.1. Délimitation géographiques et superficie

La steppe Algérienne forme un ruban de 1 000 km de longueur sur une largeur de 300 km à l'Ouest et au centre à moins de 150 km à l'Est. Elle s'étend sur plus de 20 millions d'hectares. Géographiquement, elle se localise entre deux chaînes de montagnes en l'occurrence, l'Atlas tellien au Nord et l'Atlas saharien au Sud (figure 1). C'est ce qu'on appelle « Bled el Ghnem » (pays du mouton) car elle se caractérise par sa principale production le mouton.

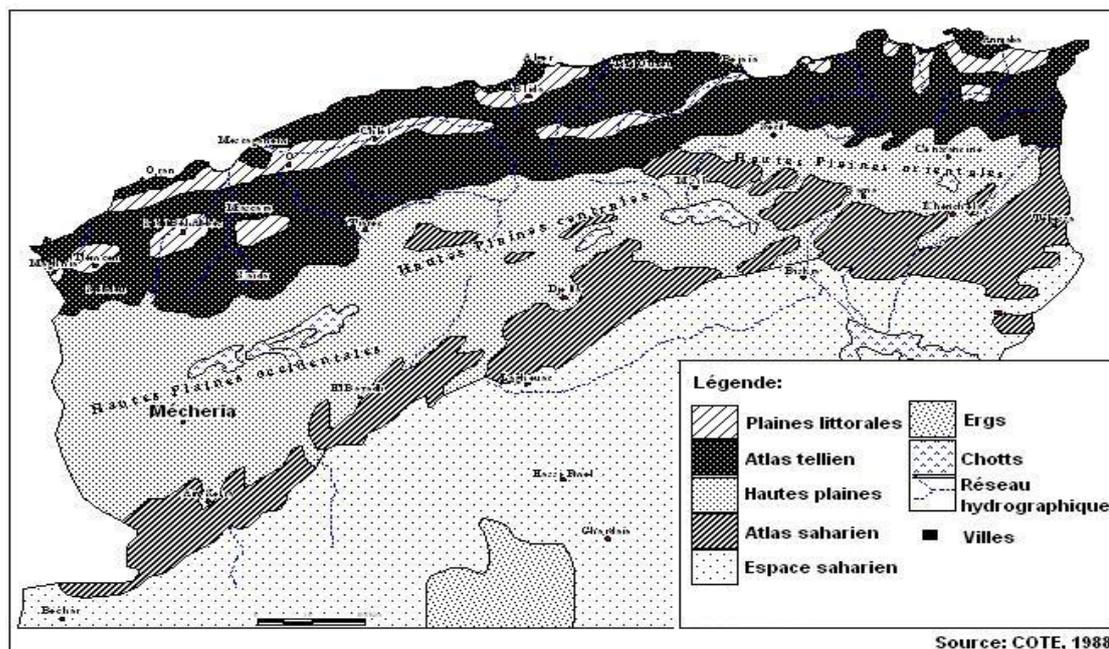


Figure 1 : Limites naturelles de la steppe Algérienne. Source : (Cote, 1988).

Cette délimitation géographique des régions steppiques reste souvent basée d'une part, sur les éléments du climat (pluviosité et température) et d'autre part, sur la végétation dont on se sert

pour la classification des étages bioclimatiques (Figure 2). En prenant en considération cet aspect, la steppe se localise dans l'étage aride à semi-aride, délimitée au Nord, par l'isohyète 400 mm/an limite supérieur de l'Alfa' et au Sud par l'isohyète 100 mm/an limite inférieure de l'Alfa.

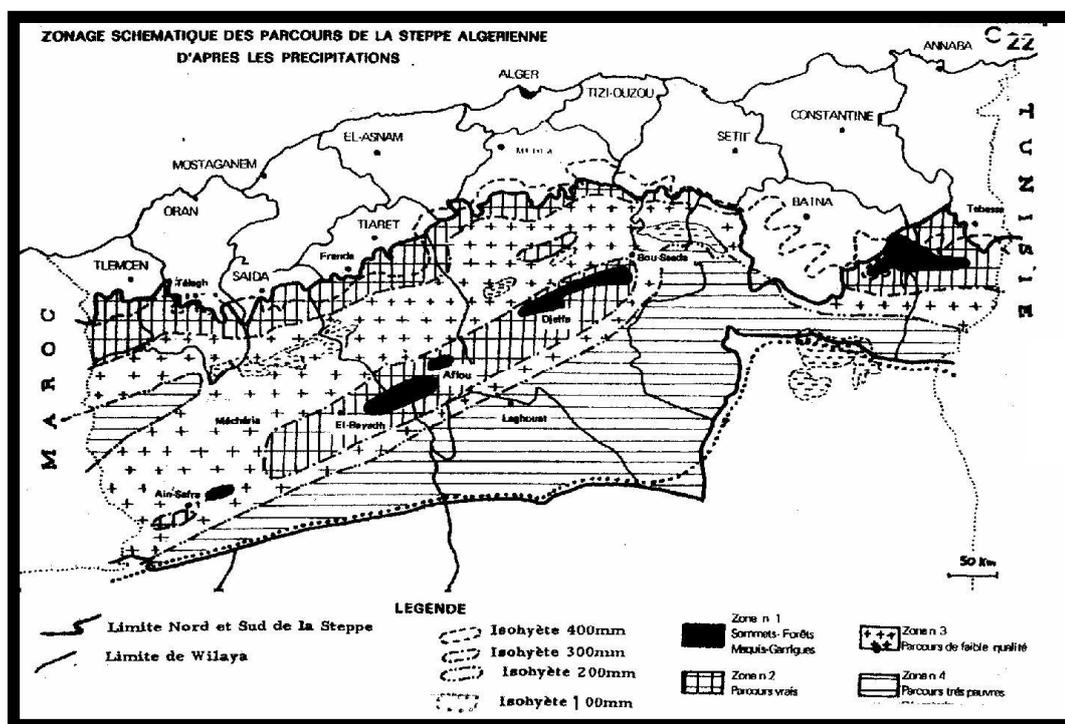


Figure 2: Zonage schématiques des parcours steppiques Algérienne selon les précipitations. (Abdelguerfi et Laouar, 1999).

Selon la précipitation on peut subdivisée la steppe Algérienne en trois classes :

- Isohyète 300-400 mm/an correspond à la limite Sud de la céréaliculture régulière et productivité en dry-farming. L'isohyète de 400 mm/an coïncide avec la limite inférieure de l'aire de l'Alfa.
- La région steppique proprement dite et les grands espaces pastoraux sont situés entre les isohyètes 200-300 mm/an.
- La région steppique pré-saharienne est située entre les isohyètes 100 et 200 mm/an de pluviosité. Elle est dominée par les hauts-plateaux de parcours de type saharien et de vallées alluviales. L'isohyète de 100 mm/an coïncide avec la limite inférieure de l'aire de l'Alfa.

2. Espace écologique

2.1. Hétérogénéité et spécificité

Le milieu physique de la steppe n'est pas homogène en raison des facteurs suivants :

- La pluviométrie qui varie du Nord au Sud pour donner trois étages bioclimatiques :

1. Semi-aride inférieur (300 à 400 mm de pluies par an) ;

2. Aride supérieur (200 à 300mm de pluies par an) ;

3. l' Aride inférieur (100 à 200mm de pluies par an).

- La répartition de la végétation reste aussi très hétérogène au niveau d'un même étage.

La spécificité de la steppe reste liée aux facteurs : homme, climat, sol et par conséquent la végétation. Ces facteurs combinés déterminent les systèmes de productions de la steppe.

L'hétérogénéité et la spécificité de la steppe, restent les éléments fondamentaux qui guideraient toute tentative d'utilisation de la steppe.

2.2. Relief

Les étendues steppiques sont légèrement vallonnées, parcourues par des « Fayeds » (lits d'oued) et parsemés de « Dayas » (dépression) plus ou moins vastes. L'altitude de la steppe est élevée, toujours supérieurs à 600 m sauf dans les chotts qui constituent des dépressions. On peut distinguer deux ensembles de relief bien distinct :

- Les hautes plaines Algéro-Oranaises se prolongeant à l'est par la cuvette du Hodna et les hautes plaines Sud Constantinoises dont l'altitude varie de 600 à 1200m.
- L'atlas Saharien et le mont des Aurès et Nememcha.

2.3. Ressources hydriques

Le réseau hydrographique est fortement influencé à la fois par des variations saisonnières et inter-annuelle de la pluviométrie et le relief formant cloisonnement orographique. Les Oueds sont pour la plupart secs en été (de 6 à 10 mois) et parcourus par des crues violentes et abondantes le plus souvent au début et à la fin de l'hiver. Les Oueds endoréiques se perdent dans les grandes dépressions et chotts, seuls deux se déversent sur la mer méditerranéenne : (Oued Mekerra et Oued Touil). Les eaux s'infiltrent dans les larges vallées mal dessinées des oueds et alimentent les nappes phréatiques.

Elles sont disséminées à travers toute l'étendue steppique, comme suit :

- ✓ Nappe albienne affleurant sur le moyen Oued Touil : son débit est de 2600 l/s ;
- ✓ Barrage inféroflux souterrain unique dans son genre (Tadjemout) ;
- ✓ Nappe alimentant le barrage d'Ain Sekhouna (20 000 000 m³) ;
- ✓ Synclinal de Chrea d'un débit de 600 L/s ;
- ✓ Bassin d'El Ma Labiod, son débit est de 30 L/s.
- ✓ Nappe correspondant à la bordure Sud du bassin tectonique de Tebessa avec un débit de 800 L/s.

2.4. Climat

Le climat de la steppe Algérienne, une des caractéristiques principales des régions méditerranéennes arides et semi-arides, a fait l'objet de plusieurs travaux. Tous montrent que le

climat est un facteur très important en raison de son influence prépondérante sur les zones steppiques et les précipitations exercent une action supérieure pour la définition de la sécheresse globale du climat. Il est contrasté avec une saison estivale sèche et chaude alternant avec une saison hivernale pluvieuse fraîche sinon froide.

2.4.1. Pluviosité

La région steppique est soumise à un climat typiquement méditerranéen caractérisé par des précipitations peu fréquentes, avec une grande variabilité annuelle et mensuelle, ainsi qu'une nette sécheresse estivale. Cependant, la pluviosité moyenne annuelle reste la donnée la plus utilisée pour caractériser la quantité de pluie d'un milieu physique.

Souvent, la pluviosité moyenne annuelle est faible (100 à 400mm/an) et sa répartition est irrégulière dans l'espace et dans le temps. Il faut noter l'aspect critique de cette pluviosité car son efficacité varie selon la quantité, sa répartition et selon le substrat édaphique et l'état du parcours.

Les hautes plaines Algéro-Oranaises, reçoivent en moyenne entre 200 et 400 mm/an. La pluviosité s'abaisse sensiblement dans la région du chott El Hodna. Elle diminue encore plus sur le piémont Sud de l'Atlas Saharien. Seuls les sommets des massifs montagneux reçoivent des quantités d'eau plus importantes pouvant atteindre 500 mm.

2.4.2. Température

La température joue également un rôle important dans la vie des végétaux et des animaux. Il s'agit surtout des températures extrêmes (Minima et Maxima). La moyenne des minima du mois le plus froid (m) varie de -3 à $+6^{\circ}\text{C}$. Selon la classification faite par Le Houerou, (1979) ; la steppe Algérienne reste dans sa grande partie comprise entre les isothermes $+1^{\circ}\text{C}$ et $+3^{\circ}\text{C}$ pour les températures minima et entre les isothermes 34 et 37°C pour les maxima. Les minima les plus remarquables sont de (-3°C) dans la région d'El-Bayedh. Au fur et à mesure que l'on s'éloigne de la mer la moyenne des Maxima dépasse les 38°C . Dans la région steppique, l'amplitude thermique extrême reste sensiblement égale à $34,6^{\circ}\text{C}$.

2.4.3. Autres facteurs climatiques

2.4.3.1. Vent

La steppe est un champ de remous pour les masses d'air, en raison des immenses étendues et des couloirs qu'elle comporte. En hiver, elle est traversée par les courants de vents glaciaux qui risquent de geler les jeunes pousses des pâturages et par conséquent réduire les pousses vertes du printemps. En été, elle est parcourue par des courants d'air sec et chaud Siroco ou «Guebli». Le Sirocco est un vent chaud et sec à pouvoir desséchant élevé par l'augmentation de

la température et l'abaissement simultané de l'humidité de l'air qui le provoque. Il accélère la dessiccation des végétaux, et l'augmentation de l'évapotranspiration.

2.4.3.2. Neige

Le nombre de jours d'enneigement varie de 5 à 18 jours et augmentent un peu plus en altitude.

2.4.3.3. Gel et gelées blanches

Les conditions orographiques locales (vallées, dépressions, Sebkhah) exercent une influence sur les fréquences de gelées blanches dans la région steppique. Le risque de gelée commence quand le minimum de la température tombe au dessous de 10°C. Les gelées blanches sont plus fréquentes dans les hautes plaines (30 jours/an) et dans l'atlas Saharien (50 jours /an) (tableau 1).

Tableau 1 : Nombre de jours annuels moyens de gel et sirocco pour quelques stations météo.

Stations	Enneigement	Gelées blanches	Sirocco
El Bayadh	13,1	17,8	/
El Khaïther	3	48,2	22
Djelfa	7,8	31,2	12,8

Source (Seltzer, 1946).

2.4.3.4. Evaporation

Dans les zones steppiques algériennes la tranche d'eau évaporée annuellement est presque toujours supérieure à la quantité totale de pluie tombée.

2.4.4. Synthèse climatique

La végétation est le reflet des conditions du milieu notamment les facteurs climatiques. Ainsi, l'une des préoccupations des phyto-géographes et climatologues est de chercher ; en étudiant les données climatiques disponibles, des expressions susceptibles de traduire au mieux et de façon globale la combinaison des variables climatiques influençant la vie des végétaux.

La diversité bioclimatique de la steppe se caractérise par trois contraintes majeures :

- Une aridité, particulièrement en saison chaude ;
- Un hiver rigoureux;
- Une variabilité climatique d'un mois à l'autre et d'une année à l'autre.

En effet l'ensemble de la steppe Algérienne se situerait dans les étages arides froids et semi-arides froid à doux (Figure 3).

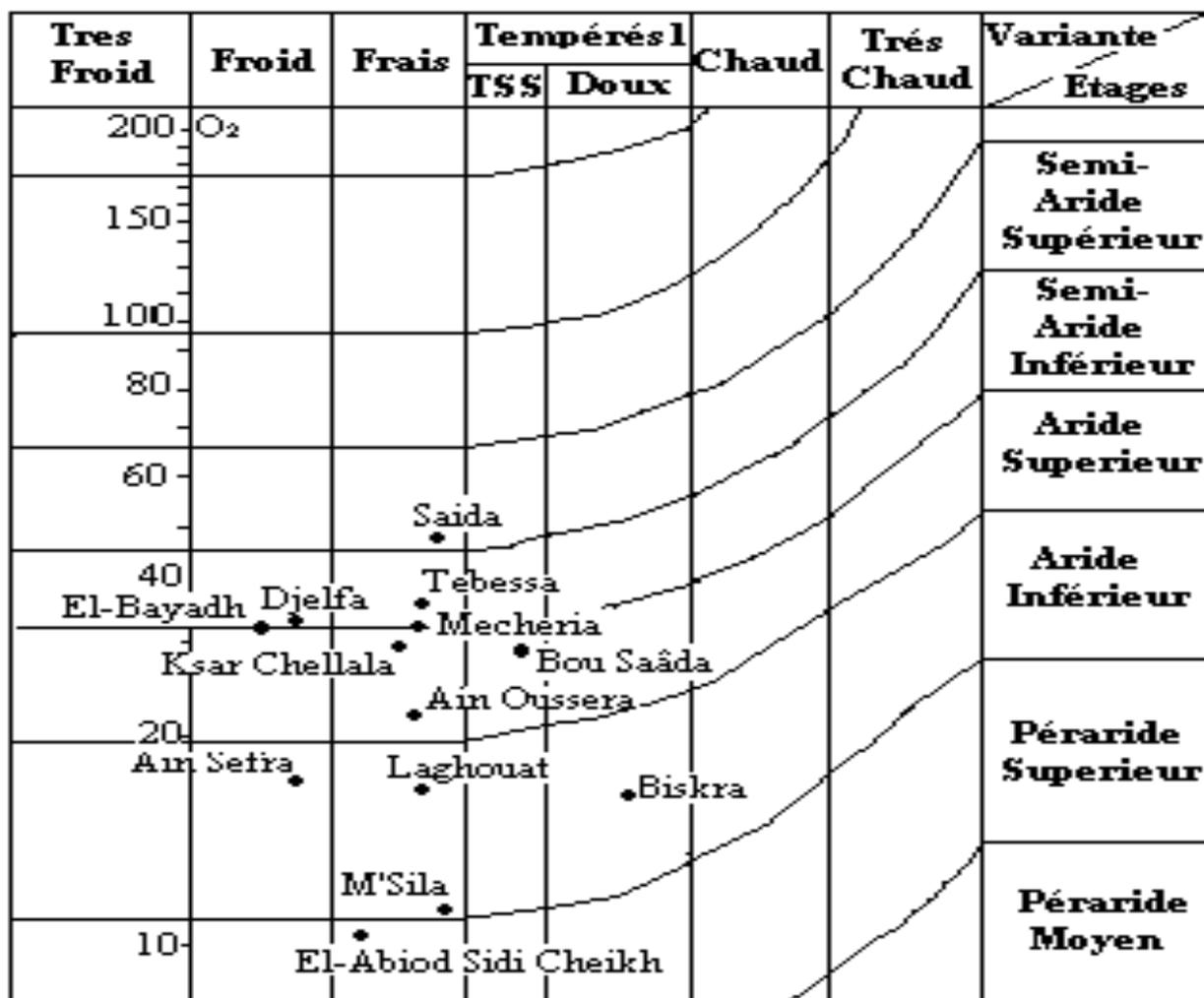


Figure 3 : Climagramme d'Emberger Sourc : (Le Houerou, 1995b).

2.5. Sols

Le sol est un milieu cohérent dont les propriétés s'expliquent par son histoire, les conditions de son environnement et souvent aussi par l'action humaine. Les sols steppiques sont squelettiques, c'est-à-dire pauvres et fragiles à cause de la rareté de l'humus et de leur très faible profondeur. Adaptés au régime climatique aride, ils sont généralement peu évolués, moins profonds et parfois inexistant. Plusieurs études ont été consacrées à la caractérisation des sols steppiques.

La répartition géographique des sols est, en général, suivant la situation géomorphologique, ainsi que le degré de pente. Les sols minéraux bruts d'érosion, par exemple, sont liés aux affleurements rocheux et sont situés sur de fortes pentes. En fonction du substrat rocheux, on distingue principalement les lithosols et les rigosols en altitude. Les zones des terrasses d'oueds et les dayas, situées sur des pentes nulles à faibles, correspondent,

généralement, aux glacis du quaternaire récent et au zone d'épandage et sont constituées, essentiellement, de dépôts alluviaux.

Ils sont caractérisés par une évolution beaucoup plus régressive que l'inverse (la morphogenèse qui l'emporte sur la pédogenèse). L'existence de bons sols est très limitée. Ces derniers sont destinés aux cultures et se localisent dans les dépressions, les lits d'Oued, les dayas et les piémonts de montagne du fait que leur situation permet une accumulation d'éléments fins et d'eau. La répartition des sols steppiques correspond à une mosaïque complexe du point de vue pédologie. Les sols sont généralement calcimagnésiques peu profonds, et sujets à un ruissellement très visible.

La répartition des sols steppiques correspond à une mosaïque compliquée où se mêlent sols anciens et sols récents, sols dégradés et sols évolués.

Huit (8) classes de sols sont retenues par la classification française :

- | | |
|----------------------------------|-------------------------|
| - Les sols minéraux bruts. | - Les sols peu évolués. |
| - Les sols alcimagnésimorphes. | - Les sols isohumiques. |
| - Les sols à sésquioxyle de fer. | - Les sols salsodiques. |
| - Les sols hydromorphes. | - Les vertisols. |

Les sols de la steppe sont sensibles aux défrichements, au surpâturage et aux techniques inadéquates qui peuvent perturber leur texture et structure.

2.6. Végétation steppique

Les recherches menées dans le domaine de la dynamique du milieu naturel ont montré qu'il y a eu des changements considérables dans les espaces pastoraux. Les caractéristiques phytosociologiques des forêts de pin d'Alep arides se retrouvent dans les steppes d'Alfa jusque sous l'isohyète 200 mm aussi bien en Tunisie qu'en Algérie ou en Libye et que la végétation primitive des steppes arides n'a donc pas été partout steppique contrairement à ce qu'on le pense.

Il est possible qu'avant les grandes transformations opérées par l'Homme, la végétation évoluant librement, ait réalisé en chaque lieu des ensembles harmonieux, stables, en équilibre avec les conditions du milieu, et en définitif avec le climat et les conditions édaphiques tant que le climat ne changeait pas, les groupements végétaux demeuraient identiques. Après les interventions successives de l'Homme et du cheptel dans le temps et dans l'espace, la végétation originelle a donné naissance à la végétation actuelle.

La steppe Algérienne s'est maintenue dans un état dynamique relativement satisfaisant jusqu'à 1975. Une réduction considérable du potentiel de production est survenue entre 1975-1985, évalué à 75% en moyenne.

Ainsi, les nombreuses études réalisées par les universitaires depuis les années 70, sur les steppes montrent toutes une importante régression du couvert végétal supérieure à 50% et une

diminution sérieuse de la production des écosystèmes steppique passant de 120 à 150 UF/an en 1978 à 30 UF/ha/an pour les parcours dégradés et 60 à 100UF/ha/an pour les parcours palatables réalisées sur le couvert steppique ont abouti à la conclusion que la végétation steppique se trouve dans un état alarmant dû à l'action combinée des facteurs climatiques et anthropiques.

La répartition de terres selon leur vocation présumée est reportée dans le tableau 2, montre que la superficie des parcours palatables pourrait avoir perdue entre 1,7 et 2,2 millions d'hectares au profit des terres cultivées (y compris jachères) et 0,4 Millions d'hectares au profit des zones improductives, en raison de l'extension de la culture qui représente 2,4 à 2,9 Millions d'hectares soit un taux de 4,8% à 5,8% de la surface totale de la steppe. Ces cultures se localisent sur les bons sols qui offrent des possibilités d'irrigation (Fayeds, Dayas, piémont des montagnes).

Tableau 2 : Occupation du sol des zones steppiques exprimé en million d'hectare

	Cultures	Forêts	Zones improductives (estimation)	Total partiel (estimation)	Palatable total estimation	Total
(1994)	2,4 à 2,9	1,4	2,9	6,7 à 7,2	12,8 à 13,3	20
(1974)	1,1	1,4	2,5	5	15	20
Ecart	- 1,3 à 1,8	0	+ 0,4	+1,7 à 2,2	- 2,2 à 1,7	00

La végétation steppique est formée en grande partie par des espèces vivaces ligneuses (Chamaephytes) ou graminéennes, arbustive ou buissonnante. Elle est discontinue formant des touffes couvrant 10 à 80 % de la surface du sol. C'est une végétation basse et traque une hauteur variable entre 10 cm et 1m et même plus. Les espèces vivaces sont particulièrement adaptées aux conditions climatiques et édaphiques arides. Un grand nombre d'entre elles gardent leur verdure en saison sèche.

A ces espèces vivaces s'ajoute une végétation herbacée annuelle dite printanière (Acheb), elle apparaît avec les premières pluies pour quelques semaines (environ 2 à 4 mois) et occupe en préférence les sols sablonneux ou limoneux et humide. Elles s'abritent souvent par les touffes des espèces annuelles vivaces (Alfa, Sparte, Chamaephytes ...). La végétation steppique est de très inégale valeur, tant pour sa composition floristique que par sa densité. Si on impute les zones de cultures, les forêts et les zones improductives, il nous reste 15 millions d'hectares de végétation steppique qu'occupent les parcours.

La steppe Algérienne est dominée par 4 grands types de formations végétales : les formations à Alfa (*Stipa tenacissima*), à armoise blanche (*Artemisia herba alba*), à sparte

(*Lygeum spartum*) et à remt (*Hamada scoparium*). Les formations azonales sont représentées par les espèces Psammophiles et les espèces Halophiles.

2.6.1 Parcours steppique

La végétation steppique peut revêtir diverses physionomies et structures. Ainsi, on peut distinguer plusieurs types de parcours steppiques.

2.6.1.1. Parcours à Alfa (*Stipa tenacissima*)

Les parcours ou steppes à Alfa (Figure 4) dont l'aire potentielle était de 4 millions d'hectares assurent la transition entre les groupements forestiers et les groupements steppiques à armoise blanche. Elles présentent une forte amplitude écologique. On les retrouve en effet dans les étages bioclimatiques semi-arides à hiver frais et froid et aride supérieur à hiver froid. Ces steppes colonisent tous les substrats géologiques de 400 à 1800 m d'altitude. Dans les cas les plus favorables la production de l'Alfa peut atteindre 10 tonnes MS/ha, mais la partie verte, qui est la partie exploitable, a une production de 1000 à 1500 kg MS/ha.



Figure 4 : Parcours d'alfa

Les nappes alfatières se dégradent rapidement depuis une trentaine d'années dans les hautes plaines steppiques. Dans de nombreux sites, l'Alfa tend à être remplacé par l'armoise.

La productivité pastorale moyenne de ce type de steppe varie de 60 à 150 UF/ha selon le recouvrement et le cortège floristique. La valeur pastorale des parcours à Alfa permet une charge de 4 à 6 hectares par mouton.

2.6.1.2. Parcours à armoise (*Artemisia herba alba*)

Les parcours à armoise recouvrent en moyenne une superficie de 3 millions d'hectares (en aire potentielle). Ils se situent dans les étages arides supérieures et moyens à hiver frais et froid semi-arides frais ; avec des précipitations comprises entre 100 et 300 mm, souvent sur des croûtes plus ou moins profondes, mais avec une pellicule de glaçage en superficie.



Figure 4 : Parcours à Armoise

La production primaire varie de 500 à 4500 kg MS/ha/an en fonction du degré de dégradation du milieu. La production annuelle totale est de 1000kg MS/ha dont une production annuelle consommable estimée à 500kg MS/ha ce qui représente une productivité pastorale moyenne de 150 à 200 UF/ha. L'armoïse ayant une valeur fourragère importante de 0,45 à 0,70 UF/kgMS, les steppes à armoïse blanche sont souvent considérées comme les meilleurs parcours avec une charge de 1 à 3 ha/mouton.

Les parcours à armoïse sont utilisés pendant toute l'année et en particulier en mauvaises saisons, en été ou en hiver, où ils constituent des réserves importantes. Ce type de parcours fournit des réserves fourragères pour l'alimentation sur pied pour le cheptel ovin. L'armoïse est une espèce bien adaptée à la sécheresse et à la pression animale, en particulier ovine. Le type de faciès dégradé correspond à celui de *Peganum harmala* dans les zones de campement et autour des points d'eau.

2.6.1.3. Parcours à sparte (*Lygeum spartum*)

Ces parcours occupent une superficie de 2 millions d'hectares environ. Ils sont localisés dans les étages semi-arides frais et surtout arides frais ou froids, souvent sur des croûtes calcaires plus ou moins profondes, mais avec une pellicule de glaçage en superficie. Elles sont rarement homogènes et occupent les glacis d'érosion encroûtés recouverts d'un voile éolien sur sols bruns calcaires, halomorphes dans la zone des chotts. La productivité du *Lygeum* est comprise entre 300 et 500 kg MS/ha/an. En termes d'UF, les parcours à sparte sont d'un niveau productif moindre, évalué à 150 UF/ha/an. Cependant, cette espèce ne constitue qu'un pâturage assez pauvre, sa valeur énergétique étant de 0,20 UFL/kg. Elle n'est broutée qu'au moment des bourgeonnements aériens des rhizomes (Mars-Avril). Leur intérêt vient de leur



diversité floristique. La productivité, relativement élevée (110 kg MS/ha/an), des espèces annuelles et petites vivaces, confère à ces types de parcours une production pastorale importante de 100 à 190 UF/ha/an permettant une charge de 2 à 5 ha/mouton.

Figure 5 : Parcours à Sparte

2.6.1.4. Parcours à Remt (*Arthrophytum scoparium*)

Les parcours à Remth forment des steppes buissonneuses chamaephytiques avec un recouvrement moyen inférieur à 12,5%. Les mauvaises conditions de milieu, xérophilie ($20 < P < 200$ mm/an), thermophilie, variantes chaude à fraîche, des sols pauvres, bruns calcaires à dalles ou sierozems encroûtés, font de ces steppes, des parcours qui présentent un intérêt assez faible sur le plan pastoral. La valeur énergétique de l'espèce (Remt) est de l'ordre de 0,2 UF/kgMS. La production moyenne annuelle varie de 40 et 80 kgMS/ha et la productivité pastorale est comprise entre 25 et 50 UF/ha/an avec une charge pastorale de 10 à 12 ha/mouton.



Figure 6 : Parcours à Remt

2.6.1.5. Parcours à psamophytes

Les parcours à psammophytes sont liés à la texture sableuse des horizons de surface et aux apports d'origine éolienne. Ces formations sont inégalement réparties et occupent une surface estimée à 200000ha. Elles suivent les couloirs



d'ensablement et se répartissent également dans les dépressions constituées par les chotts. Elles sont plus fréquentes en zones aride et présaharienne. Ces formations psamophytes sont généralement des steppes graminéennes à *Aristida pungens* et *Thymellaea microphyla* ou encore des steppes arbustives à *Retama retam*. Le recouvrement de la végétation psamophyte est souvent supérieur à 30% donnant une production pastorale comprise entre 150 et 200 UF/Ha/an. Cette production est due essentiellement à la prolifération des espèces annuelles dans ce type de parcours, ce qui permet une charge de 2 à 3 ha/mouton.

Figure 7 : Parcours à Remt

2.6.1.6. Parcours à halophytes

La nature des sels, leur concentration et leur variation dans l'espace vont créer une zonation particulière de la végétation halophile autour des dépressions salées. Ces formations se développent sur des sols profonds (supérieur à 1mètre) riches en chlorure de sodium et en gypse. Ces formations étant très éparées, leur surface n'a pas été déterminée de façon très précise, mais ils sont d'environ 1 million d'hectares. Cependant elles constituent d'excellents parcours notamment pour les ovins en raison des fortes teneurs en sel dans ce type de végétation et les valeurs énergétiques relativement élevées des espèces les plus répandues (0,89 UF/Kg MS pour *Suaeda fruticosa* ; 0,85 UF/KgMS pour *Atriplex halimus* ; 0,68 pour *Frankenia thymifolia* et 0,58 UF/Kg MS pour *Salsola vermiculata*).



Figure 8 : Parcours à Halophytes

Les espèces dominantes les plus courantes comprennent beaucoup de chénopodiacées dont les principales espèces sont : *Atriplex halimus* et *Salsola vermiculata*. Il faut noter que les *Atriplex* présentent un double intérêt à savoir :

- **Un intérêt fourrager :** Ils peuvent constituer une réserve fourragère sur pied non négligeable, pour l'alimentation du cheptel. En ce qui concerne la valeur nutritive de l'*Atriplex canescens* elle est variable d'une région à une autre mais en générale elle est comprise entre 0,30 à 0,55 UF/kg Ms.
- **Un intérêt écologique :** protection de terrains de parcours contre l'érosion (éolienne et hydrique) ainsi comme moyen de fixation biologique des dunes, ceci est démontré par les travaux de l'INRF Station de lutte contre la désertification Djelfa (figure 5) et la valorisation des étendues salées.

Les *Atriplex* permettent de réduire la salinité des sols d'environ 1100 de NaCl /ha/an. Par ailleurs, notons que *Salaola vermiculata*, offre également un intérêt fourrager puisqu'elle permet un apport énergétique. De plus, elle se caractérise par une longue période d'utilisation (printemps et été) et par une bonne appétibilité. Aussi, elle est consommée par les principales espèces de ruminants qu'on rencontre dans les zones steppiques (ovins, caprins et camelins).



Figure 9 : Parcours d'*Atriplex canescens*.

On peut retrouver sur des steppes peu dégradées des traces d'une autre formation végétale le matorral qui est composé d'arbustes hauts de 1 à 2m, tel que le *Ziziphus lotus* (jujubier), le *Retama retam* (retam) et le *Geniperus phoenica* (génévrier de phénicie). Enfin, on retrouve des associations d'annuels formants des pelouses sur les bas-fonds et en particulier sur les terrains défrichés, là où disparaît la végétation steppique vivace (tableau 4).

2.6.2. Situation actuelle des parcours

L'état actuel des parcours est alarmant. Le processus de dégradation a pris de l'ampleur sans précédent durant les années quatre vingt-quatre vingt dix. Ainsi plus de 80 % de la surface totale ont atteint un niveau de production inférieur à 50 % de leur potentiel écologique productif.

A l'origine de cette situation porteuse de graves risques à l'écosystème steppique, il y a une conjonction de facteurs naturels ou provoqués imputables essentiellement à l'exploitation anarchique des parcours, pour la survie d'une activité pastorale devenue désormais aléatoire ainsi qu'aux aléas climatiques.

2.6.2.1. Action du climat

L'action du climat s'est accentuée de façon significative surtout par la sécheresse des deux dernières décennies dont les effets ne sont qu'une circonstance favorable à la dégradation et non la cause. Toute fois, selon le même auteur si une aridification du climat se précisait, la sécheresse conjointement au surpâturage deviendrait une cause essentielle de cette dégradation.

En effet, sous climat aride, ce sont les conditions hydriques qui déterminent le fonctionnement d'un écosystème au niveau de la phytocénose ; s'exprimant d'un point de vue qualificatif par la richesse floristique et la phénologie et d'un point de vu quantitatif par la production primaire nette.

Par ailleurs, les conditions climatiques, notamment la sécheresse et surtout une succession d'années sèches éliminent un grand nombre de plantes, en favorisant d'autres.

Tableau 3 : Classification de l'ensemble végétal steppique par ordre de progression.

Formation Végétale	Association – Faciès	Géomorphologie
Forêts claires	<ul style="list-style-type: none"> • <i>Pinus alepensis</i> • <i>Pistacia atlantica</i> 	Djebels, Piedmonts
Matorral	<ul style="list-style-type: none"> • <i>Ziziphus lotus</i> • <i>Retama retam</i> • <i>Geniperus phoenica</i> 	Plateaux, Glacis, Piedmonts
Steppe	Groupe gramineen:	Crêtes plateaux Sables fixes
	<ul style="list-style-type: none"> • <i>Stipa tenacissima</i> • <i>Lygeum spartum</i> • <i>Aristida pungens</i> 	
	Groupe chamaephyte:	
	<ul style="list-style-type: none"> • <i>Artemisia herba alba</i> • <i>Artemisia campestris</i> 	
Pelouses	Groupe crassulescent :	Terrains sableux
	Plantes halophiles <i>Atriplex halimus</i> , • Salsolacées,	
Steppes dégradées	Groupe nanophanaerophyte:	Piedmonts
	• Chamaephyte et arbustes	
	Annuelles et plantes post-culturales	
		Alluvions et colluvions humides
	<ul style="list-style-type: none"> • <i>Salsola zygomphyla</i> • <i>Peganum harmala</i> • <i>Thymelea microphylla</i> 	Sols plus halomorphes Terrains sableux

2.6.2.2. Action anthropique

L'action anthropique a fait subir à la physionomie de la steppe depuis quelques années d'importants changements qui semblent indiquer une tendance régressive de la végétation. Ce phénomène accentue la fragilité de l'écosystème, en raison de l'exploitation du milieu, selon des modes et moyens inadaptés. Cette action, trouve sa traduction dans :

a/ Mise en culture

La mise en culture sous entend au préalable, un défrichement, lui-même à l'origine de la diminution de la superficie de parcours palatables et de même la dégradation de certaines des terres mises en culture, car présentant des caractères physiques favorisant une déperdition au moindre aléa externe. En effet, l'absence d'une réglementation d'accès aux parcours a favorisé et encouragé les labours et les défrichements des meilleurs parcours pour la mise en place d'une céréaliculture épisodique.

Le défrichement pour la mise en culture a été très important au cours de ces trente dernières années. Ce qui a accentué la surcharge du reste des parcours, augmentant les risques de désertification. Par ailleurs, notons que la mise en culture favorise l'installation d'une végétation annuelle (végétation messicole) avec d'une façon générale la disparition plus ou moins rapide et complète des espèces vivaces et spontanées.

b/ Surpâturage

Le surpâturage se définit comme étant l'action qui consiste à prélever sur une végétation donnée, une quantité de fourrage supérieure à la capacité de production annuelle.

Le surpâturage peut être essentiellement dû :

- A la forte concentration du cheptel, en raison de l'augmentation du nombre de tête parallèlement à une diminution de la surface palatable ;
- Au cantonnement permanent sur les mêmes terrains de parcours, généralement autour des points d'eau et les lieux d'habitations.

L'effectif ovin a triplé entre 1960 et 1990 et a enregistré une croissance de 83 % entre 1970 et 1983. Cette nette augmentation conduit à une surcharge à l'hectare, ce qui provoque un surpâturage généralisé. L'impact du surpâturage sur la végétation se traduit par :

- Le développement des espèces « indésirable » refusées ou très peu consommées par le troupeau qui devient dominant ;
- Le développement d'une flore « post-pastorale » riche en thérophytes, favorisée par la concentration des animaux (plantes nitrophiles) ;
- La régression du couvert végétal en général, celui des pérennes en particulier.

Ainsi, en mauvaise année, l'animal manquant d'aliment est orienté vers les espèces pérennes se trouvant alors au minimum de leurs réserves. Ces espèces représentent en fait l'essentiel du potentiel productif des parcours.

c/ Eradication des plantes ligneuses

La destruction des espèces ligneuses pour les besoins domestiques comme source d'énergie et autres usages divers (artisanat, brise vent, clôture...), est spectaculaire surtout en Afrique du Nord et au proche -orient. Cette pratique demeure toujours en vigueur chez les nomades, mais tend de plus en plus à diminuer.

L'état actuel de la dégradation du couvert forestier montre que la végétation ligneuse a été surexploitée. Ceci s'explique par les besoins en combustible pour la cuisson, le chauffage et même l'utilisation des perches dans la construction, amenant les populations à déraciner les espèces ligneuses (*Artemisia herba alba*, *Noaea mucronata*, *Salsola vermiculata* et *Tetrandra*, *Hammada scoparia*, etc...) et/ où à couper les arbustes et les arbres qui subsistent (*Juniperus phoenicoide*, *Tamarix*, *Jujubier*, *Chêne vert*, *Pin d'Alep...* etc.).

Enfin, on peut conclure, qu'en voulant ces milieux à ces avantages ; l'homme est manifestement, en grande partie responsable de leur détérioration, mais il en est généralement la victime, contraint de vivre dans des écosystèmes fragiles, soumis à une grande variabilité des précipitations et un retour épisodique de la sécheresse.

d) Démographie

Dans la plupart des zones arides mondiales, la population s'accroît au rythme exponentiel de 2,5% à 3,5% par an, et parfois plus. Les zones, où la pression démographique est la plus intense sont aussi les zones où le risque de la désertification est plus aigu.

2.7 Tentatives d'amélioration

De nombreux travaux d'aménagement ont été entrepris au niveau de la steppe Algérienne par des organismes nationaux (DGF, HCDS, INRF et Universités). Néanmoins, l'impact reste faible en raison d'un manque de coordination entre les différents organismes impliqués, la négligence de l'aspect socio-économique, et d'autres aspects de l'adoption des nouvelles techniques.

2.7.1 Les différentes actions menées sont :

- Boisement et reboisement ;

- Les essais de mise en défens ;
- Les essais de régénération par fauchage, arrachage ;
- Les travaux de fixation des dunes.
- L'introduction des espèces fourragères telles que *Atriplex canescens*, *Atriplex numilaria* et *Medicago arboria*.

Les résultats obtenus par ces différents essais sont quelque peu prometteurs mais discutables. Ils révèlent que le mode de restauration varie selon l'état de dégradation et les conditions édaphiques des terres de parcours.

3. Proposition d'un modèle d'aménagement et d'amélioration pastoral

Au terme de cette analyse spatiotemporelle à l'aide géomatique, et en tenant compte d'autres données exogènes, quelques orientations d'aménagement peuvent être suggérées au niveau de notre zone d'étude. Elles s'appuient sur l'idée d'un modèle d'aménagement intégré, agro-sylvo-pastoral, qui se veut à la fois économiquement et écologiquement rentables.

3.1. Problèmes posés et grandes lignes d'action pour l'aménagement de la zone

3.1.1. Le problème posé de l'amélioration des parcours steppiques

Lorsqu'on apprécie l'accessibilité à un territoire et à ses possibilités d'occupation, on est inévitablement confronté à des éléments du milieu naturel qui font obstacle et qu'il faut traiter en que tel, c'est-à-dire en tant que contraintes à gérer. Avant d'aborder l'étude des améliorations possibles, il convient d'examiner l'état des parcours avant le développement des pratiques actuelles : Les sols étaient couverts à plus de 80%. Un équilibre était réalisé entre les différents constituants (arbres, arbustes, herbacées) de la phytocénose.

Les actuels parcours sont, comme on l'a précisé plus haut, très loin de cet état d'équilibre. L'homme est le principal artisan de cette situation. Si l'élevage nomade paraît en effet bien adapté, il mérite cependant deux très graves critiques : Il ne ménage ni la régénération du parcours, ni les réserves fourragères.

L'exploitation étant poussée au maximum tant que le troupeau trouve à brouter. Peu à peu, le capital est ainsi consommé. A cette action directe, s'ajoute l'altération des milieux par les labours occasionnels. Ceux-ci sont non seulement d'un rendement très peu appréciable (au plus deux fois la semence), mais encore et surtout, interdisent le développement des éphémères livrant ainsi le sol à une érosion éolienne intense.

Régénérer de tels parcours, restaurer et maintenir les conditions indispensables à leur bon équilibre est une entreprise très difficile, presque surhumaine. Jusqu'ici, aucune des tentatives lancées de par le monde sous une pluviométrie inférieure à 200mm par an, n'a produit de résultats appréciables. Aux difficultés techniques, presque insurmontables, se sont ajoutées l'incompréhension,

voire l'indiscipline des populations. Tenter et réussir une remontée biologique des pâturages sera une œuvre de longue haleine nécessitant de gros crédits, de la persévérance et de la coopération des autorités et des populations locales.

Les méthodes à utiliser ne pourront être partielles, seul un plan d'ensemble réalisant progressivement les objectifs aura quelque chance de réussite. Ce plan devra respecter certaines conditions dont fondamentalement : Toutes les mesures préconisées devront être réalisées simultanément. Agir de manière sporadique, circonstancielle et non intégrés, équivaldrait à un gaspillage inutile de budgets importants et autres énergies colossales.

Les propositions avancées ici ne sont évidemment pas les seules mais, eu égard aux conditions de milieux de notre zone d'étude, elles nous semblent les plus indiquées.

3.1.2 Grandes lignes d'action

L'intervention de l'homme sur la nature, parce que disproportionnée, fonctionne comme activité néfaste aux équilibres naturels. Il devient de plus en plus claire que ce qui se perd n'est pas évident à reconstruire. Il faut arriver à recentrer nos activités et se créer des modes de gestions par lesquels, ce qui reste des sols, pourra assurer une production régulière faisant face à nos besoins sans agression sur la nature.

Les parcours actuels, très appauvris en plantes herbacées vivaces, reviendront à un état plus naturel par multiplication de ces dernières.

On activera le dynamisme en introduisant d'autres espèces vivaces, susceptibles de remplacer les annuelles. Ces plantes couvriront plus longtemps le sol et, par la matière organique commenceront à améliorer ses propriétés physiques.

- L'introduction d'espèces utilisera surtout des souches locales (saharo-tropicales et méditerranéennes), très bien adaptées aux variations climatiques de la zone.
- Le sol étant fortement dégradé et soumis à l'action de l'eau et du vent, des travaux mécaniques seront nécessaires pour lui rendre son rôle d'éponge et protéger les barrages contre l'envasement afin de lui garantir une durée de vie importante;
- Faute de végétation naturelle le sol ne pouvant plus servir de réservoir d'eau, les reboisements seront effectués au niveau des zones favorables pour diminuer voire freiner l'érosion hydrique et par conséquent faire jouer à la couverture végétale son rôle de protection, de pompe à eau et de condensateur d'humidité. Peu à peu le climat local se modifiera, d'abord insensiblement bien sûr, mais le cycle sol- végétation-climat, actuellement rompu sera réamorcé;
- Le vent sera également utilisé positivement pour assurer la dissémination des plantes introduites et déposer sur les zones, où la roche mère affleure, une première couche de substrat meuble.

3.2. Les contraintes à lever pour la réussite de l'aménagement de la Steppe

Toutefois, la mise en œuvre de ces principes ne sera efficace que si certaines contraintes sont levées :

- Contrôle rigoureux de la charge pastorale
- Interdiction des labours ;
- Respect des périodes de germination, de reproduction et de dissémination des diverses catégories de végétaux ;
- Il faut prendre conscience que les pâturages doivent être établis, comme les cultures, sur de bonnes terres ;

Toute amélioration ne pourra être durable que si la surexploitation actuelle des systèmes écologiques est arrêtée. Pour que ce coût d'arrêt puisse être en même temps le point de départ de la remontée biologique, il doit comprendre une importante phase de protection absolue.

Cette mise en défens sera échelonnée dans l'espace et dans le temps. Néanmoins, elle se traduira par une perte de productivité. Celle-ci sera compensée grâce à une meilleure conception des troupeaux et par l'attribution de fourrages d'appoint. Une partie de ces derniers pourra d'ailleurs être fournie au niveau de la zone d'étude. ;

- A l'intérieur des mises en défens, des parcelles doivent être aménagées en vue de la régénération, de la multiplication et de la dissémination placées sous le vent et sous traitement agropastoral particulier ;
- Hors des parties réservées au pâturage ou aux mises en défens, une série de parcelles sera réservée aux plantations d'arbustes fourragers et aux reboisements.

3.3. Travaux d'aménagement préliminaires

Avant d'aborder l'amélioration des parcours steppiques par la voie biologique, il est impératif d'exécuter certains travaux mécaniques tels que la confection des digues et le travail du sol.

3.3.1 Travaux d'aménagement pour la diversion et l'épandage des eaux

L'épandage des eaux est une technique qui consiste à faire dévier la crue du lit normal d'un Oued et à lui permettre de submerger une (ou plusieurs) superficie (s) de terrain adjacent. Les eaux ainsi retenues par épandage offrent une réserve appréciable à gérer comme débits de cours d'eau intermittents pour entretenir et valoriser la production végétale.

- Le système le plus simple se présente sous forme d'une série de barrages de terre

peu élevée qui retiennent une partie de l'écoulement provoqué par un orage. Les plantations seront installées directement dans les alluvions en amont des barrages;

- On peut utiliser également un système plus complexe qui consiste en un ouvrage de diversion pour acheminer l'eau hors de son chenal naturel jusqu'à la zone inondable, par une série de digues cascades en zigzag en travers de la pente, complété, pour éliminer les risques en cas de gros ruissellement, par un système de restitution de l'écoulement au lit normal de l'oued. Les sillons isohypses peuvent être utilisés pour assurer un épandage égal et prévenir la formation de rigoles.

De nombreux sites peuvent convenir à ce type d'aménagement, notamment au niveau des formations hydrologiques horizontales. En effet, à ce niveau, les sols d'apport alluvial sont profonds et perméables; ils absorbent rapidement l'eau et la libéreront sur une durée plus longue.

Ce type de système hydraulique d'épandage peut fonctionner indéfiniment sans perdre une part importante de sa capacité de stockage. Au fur et à mesure de l'accumulation des atterrissements, on pourra surélever les digues, de manière à faire retrouver à ces ouvrages leur capacité de retenue ou même l'augmenter.

3.3.2. Pitting/crochetage

Cette méthode a été développée pour régénérer les parcours en zone aride sur des terrains plus ou moins plats (0 à 3 %). Qu'il soit à disque ou à dent, le pitter crée des sillons ou des trous discontinus et altérés qui permettent de retenir l'écoulement de surface et éventuellement les graines emportées par le vent.

3.3.3. Fertilisation

L'application d'engrais organiques et minéraux, surtout engrais azotés influencé directement sur la valeur fourragère et la productivité, cet apport d'éléments essentiels au développement et à la croissance des végétaux.

3.3.4. Sillons de niveau

Les sillons de niveau s'avèrent très efficaces pour les terrains plus ou moins pourvus en végétation pérenne. La disposition du réseau des sillons doit être, à la fois plus ou moins parallèle aux courbes de niveau et perpendiculaire au sens de la pente afin de freiner le ruissellement et l'érosion en nappe. Par ailleurs, la technique de labour, actuellement appliquée, est très érosive ; elle consiste à recouvrir les semences jetées sur un sol non préparé par le passage d'une charrue à disque qui pulvérise l'horizon profond plus structuré.

Par conséquent, en raison de la nature dénudée du sol et de la puissante incidence des pluies, les opérations culturales doivent être exécutées par bandes selon les courbes de niveau.

3.4. Actions agro-sylvo-pastorales

Ces actions doivent être entreprises dans les parcours selon leurs natures et leur degré de dégradation.

3.4.1. Réduction de la pression pastorale ou mise en défens

Cette pratique est une très ancienne technique utilisée par les pasteurs du Maghreb. Le but de cette technique est de permettre une meilleure régénération des parcours naturels par un repos (sans pâturage) dont la durée est variable (Benrebiha, 1984).

Les actions à envisager vont avoir pour but la conservation de l'équilibre existant en certains endroits et la pérennité du couvert végétal. Pour réduire la pression écologique pastorale, (figure 34 et 35) il faut d'abord fixer le nombre de têtes à introduire dans les parcelles de parcours et régulariser la rotation pour parcourir le terrain.

Il faudrait aussi assurer la mise en repos par la mise en défense et régénérer artificiellement si c'est possible les milieux trop appauvris. L'établissement d'un règlement d'exploitation est souhaitable. La mise en repos de certaines parcelles s'impose pour pouvoir y trouver le complément pendant la période de disette.



Figure 10 : Parcours dégradé sous l'effet de la surexploitation



Figure 11 : Parcours à *Stipa tenacissima* dégradé

3.4.1.1. La mise en défens temporaire

La mise en défens temporaire, première mesure d'intervention, conduira à la restauration pastorale. Les parcours dégradés nécessitent une mise en défens de 6 à 16 mois. Cette durée de protection varie selon le site et la biologie des espèces, et le non pâturage se situera surtout entre mars et juillet. L'effet des mises en défens est unanimement reconnu par les techniciens et bien souvent les éleveurs eux-mêmes. Ce type de mise en défens pratiquait dans certaines structures pastorales traditionnelles depuis l'antiquité sous le nom de "Gdal". Ceci montre que le milieu peut réagir de façon très favorable et relativement rapide à la mise en défens, même en zone présaharienne.

3.4.1.2. La mise en défens de longue durée

C'est une soustraction d'une partie du parcours pendant une à trois années successives avec réalisation de travaux d'aménagement et poursuit un but de restauration du tapis végétal. Elle s'impose lorsqu'on est en situation de forte dégradation.

Dans les parcours de notre zone d'étude les potentialités résident surtout dans le développement que peuvent prendre les espèces éphémères, à la fois en taille et en nombre. Dans l'état actuel de dégradation extrême où en sont actuellement ces parcours, il serait vain d'espérer une multiplication rapide des thérophytes et un accroissement important de leur couverture.

On a remarqué, en particulier dans les cites mises en défens, que l'alfa a prospéré et fleuri en plus l'apparition d'un cortège floristique très important dans ces parcours voir plus de 70 espèces (figure 8).



Figure 12 : Parcours à Alfa après mise en défens

Cette technique consiste d'abord à une mise en défens totale de 2 à 3 années consécutives

selon le degré de dégradation et le parcours lui-même, permettrait d'obtenir un premier pallier d'amélioration. Ensuite, celle-ci pourrait être suivie, en automne d'une ouverture au pacage rationnel de 30 jours. La fermeture au troupeau devrait alors se maintenir jusqu'au 15 avril pour permettre la croissance normale des annuelles, une ouverture printanière sera permise allant du 15 avril au 15 mai. L'épiaison des graminées et leur semis serait à nouveau protégés entre 15 mai et le 30 juin. L'ouverture serait permise du 30 juin au 10 août, la protection serait reprise jusqu'au 15 octobre pour favoriser la montée biologique des géophytes. Le même cycle serait ensuite repris les années suivantes.

Il est bien évident que ce schéma général admettra quelques modifications. Une analyse floristico-écologique plus fine de notre terrain d'étude pourra être menée pour découper notre espace pastoral en parcelles et arrêter un programme de rotation plus précis avec comme objectif principal, disposer en toute saison d'une productivité convenable.

3.4.1.3. Techniques de rotation

La technique de rotation est un mode d'exploitation des parcours impliquant le déplacement rotatif des troupeaux sur des parcelles délimitées et selon un rythme plus ou moins régulier liée à la végétation et aux conditions climatiques.

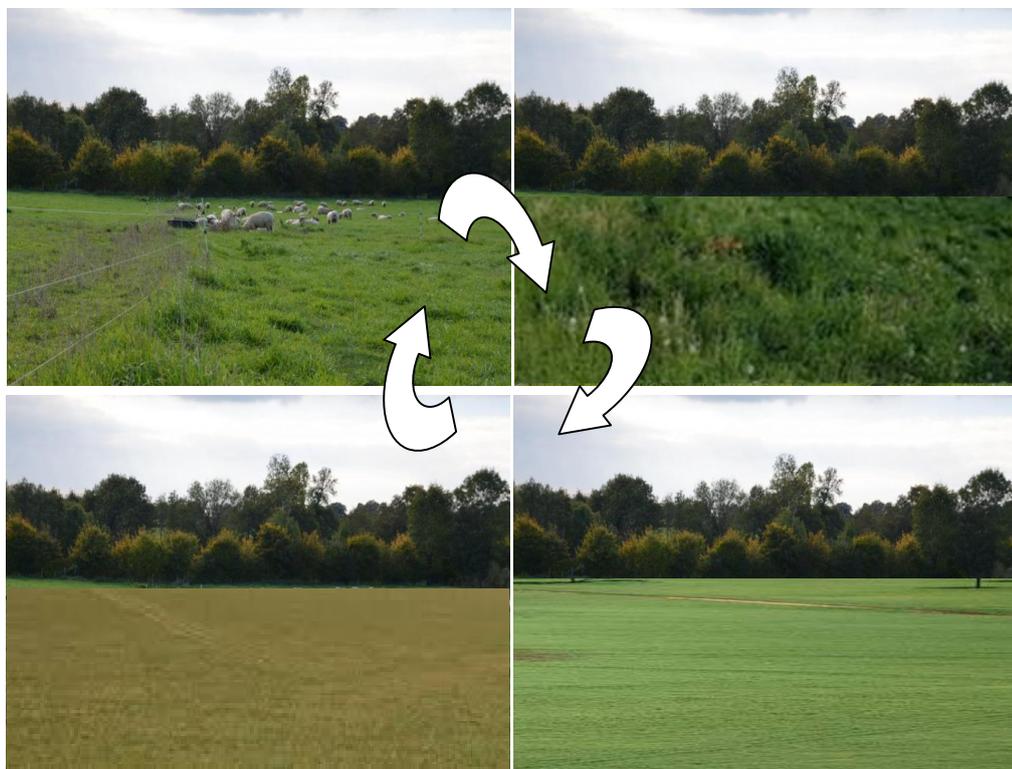


Figure 13 : Technique de rotation

3.4.1.4. Ensemencement des parcours

Elle est souvent choisie pour pallier les difficultés que pourraient éventuellement rencontrer la plantation pastorale. Les zones aptes à la culture fourragère doivent être réensemencées surtout les terrains de Daias, les bas fond tel que Sed Oueld Si Ahmed sont aptes à cette culture annuelle mais il faut choisir les espèces qui s'adaptent à ce milieu, tenir en compte les écarts de températures et la rareté de la pluviométrie.

Il convient donc de disposer d'espèces adaptées aux conditions climatiques et édaphiques de la région. Les espèces qui pourront répondre à ces critères ont déjà fait l'objet d'étude dans ces milieux et ont donné des résultats forts intéressants. Le *Medicago* par exemple qui est une sorte de Luzerne annuelle, ainsi que d'autres plantes d'intérêt fourrager ont prouvé leur résistance à la sécheresse. Afin de respecter un des principes fondamentaux d'amélioration définis plus haut, l'amélioration par ensemencement utilisera non des espèces isolées, dont l'emploi engendre souvent des déséquilibres, mais des mélanges d'espèces autant que possible autochtone équilibré vis-à-vis du rôle biologique (pédologie, concurrence intra-spécifique) et vis-à-vis de la productivité pastorale.

3.5. Action de reboisement

Cette action est souhaitable dans les sites favorables à la sylviculture. Le recours à des espèces forestières telle que *Pinus halpensis* et *cipri*, et d'arbustes fourragers ayant donné de bons résultats, sont recommandés.

3.6. Actions de fixation des dunes

Peu d'actions peuvent être entreprises pour contrer le déplacement généralisé du sable. Toutefois, les zones de prélèvement des sables par le vent devraient être mises à nouveau, en défens et fixées par les espèces végétales fixatrices des sables.

La protection mécanique des sables contre l'érosion éolienne, a pour objectif de limiter le phénomène de la saltation et de la reptation. « La lutte contre ces deux phénomènes de déplacement des particules fines, consiste à maintenir les grains de sable sur place en diminuant la vitesse du vent près de la surface du sol (rappelons que 90 % du sable se déplace à une hauteur inférieure 50 cm ».

3.6.1 Principes généraux de fixation de dunes

Avant l'élaboration, de tout plan d'aménagement ou dispositif de lutte contre la remise en mouvement généralisée des sables, il faut prendre en considération les paramètres suivants :

- Il faut tout d'abord identifier les zones sources de sable dunaire; car cette donnée est indispensable pour l'élaboration de tous schémas et dispositif de lutte contre l'ensablement ;

- La prise en charge des vastes surfaces, déstabilisées à des degrés divers, mais unies par la dynamique dunaire ;
- La détermination de la direction des vents dominants efficaces ;
- La détermination de la direction de progression des dunes et l'estimation de la capacité potentielle du vent dans le transport du sable ;
- La mise en défens totale et de longue durée des surfaces traitées et des surfaces voisines, en prévoyant les modes de traitement des problèmes socio-économiques

que soulève
 A ce B C genre
 de
 mesure ;

- Dans les zones semi-arides et arides, où le sable reste sec et meuble pendant une longue durée de l'année, il faut assurer une fixation temporaire de ce sable afin de permettre à la végétation autochtone et introduite de bien s'installer.

3.6.2 La fixation mécanique

Appelée également fixation primaire, c'est la première étape de la fixation des dunes mobiles. Elle est temporaire et dure en général de 1 à 3 ans. Le principe fondamental consiste à

inst
 alle
 r
 des
 obs
 tacl
 es
 (pal



issades), capables à la fois de stabiliser les sables et de réduire ou d'assouplir la vitesse des vents, en laissant un pourcentage du sable s'infiltrer à travers le maillage des palissades, la perméabilité doit être de 40 à 60 %.

Figure 13 : Fixation mécanique des dunes.**(A : Branches de palmiers ; B Branches d arbres et C Maille en plastique)****3.6.2.1 Schéma d'intervention**

L'analyse des données écologiques, climatiques, géomorphologiques et socio-économiques recueillies dans la zone d'étude, nous a permis de concevoir le schéma de protection de la zone d'étude (choix des techniques d'intervention, choix des espèces, orientation des dispositifs etc.).

Le programme d'intervention doit tenir compte de certaines spécificités régionales, en particulier :

- L'importance de l'aspect socio-économique ou écologique du cordon dunaire;
- L'importance écologique, historique ou touristique du site.
- L'écologie et le climat de la zone en vue de maîtriser et planifier au mieux les travaux;
- L'estimation de l'intensité de l'ensablement et la détermination de la direction du transport de sable ;
- L'estimation des coûts d'intervention ;

3.6.2.3 Fixation mécanique des dunes à l'aide des produits végétaux

En général, les végétaux présentent pratiquement les mêmes caractéristiques, dont la principale est la facilité d'édifier des palissades, à l'aide de tiges ou de branches. Leur perméabilité et efficacité, sont souvent satisfaisantes. L'édification de la palissade se réalise par le tressage, l'assemblage ou arrangement des tiges (ou des branches) de façon qu'elles puissent former des brise-vent (ayant une perméabilité optimale et homogène sur toute la surface de la palissade).

3.6.3 Fixation biologique

Le boisement des dunes, représente la deuxième étape dans l'opération de fixation des formations sableuses. Cette étape intervient juste après la fixation mécanique des dunes. Elle peut assurer un recouvrement végétal permanent des dunes.

La fixation biologique est l'opération qui vise à mettre en place un recouvrement végétal permanent, afin de fixer les dunes de manière définitive. Le couvert végétal se fait souvent par le boisement artificiel des dunes.



Figure 14 : Fixation biologique des dunes.

3.6.3.1 Principe

La fixation biologique des dunes consiste à planter des végétaux arbustifs et arborescents qui constituent la couverture vivante, protectrice et stabilisatrice des sables mobiles, par l'action mécanique en réduisant la vitesse du vent, puis la fixation des sables par le système racinaire, et la formation de litière avec l'enrichissement des horizons superficiels en matière organique.

3.6.3.2 Boisement des dunes continentales

L'objectif principal du boisement des dunes, sont de sélectionner des espèces, qui s'adaptent mieux aux conditions climatiques de la région. Les techniques de plantation pratiquées doivent permettre aux plants de profiter rapidement de l'humidité du sol.

Dès le début, il faudra poser la question suivante: Quoi planter ? La réponse à cette question dépendra de beaucoup de paramètres. Le principe du choix des espèces à planter dans une zone donnée sera guidé nécessairement par les objectifs fixés dans le projet et par la capacité d'adaptation des espèces choisies aux conditions bioclimatiques de la zone.

Evidemment les espèces autochtones, les plus adaptées aux conditions locales seront toujours choisies préférentiellement aux espèces allochtones.



Figure 15 : Boisement des dunes continentales

2.4.3.3 Choix des espèces

Les espèces qui peuvent être retenues dans la fixation biologique des dunes doivent répondre aux critères suivants

- Doivent résister aux aléas climatiques sévères, caractérisant le cordant dunaire ;
- Capacité d'adaptation à la sécheresse pendant une longue période ;
- Capacité de résister au déchaussement et à l'ensablement des racines ;
- Capacité de croissance rapide, pour remplacer l'effet protecteur des palissades ;
- un système racinaire large et pivotant et avec des chevelures ;
- une excellente capacité fixatrice pour protéger le sable contre le vent, par leur forme (branches denses étalées) et par leurs racines.

Les espèces arbustives qui peuvent être retenues et ont déjà montré leur adaptation dans le milieu dunaire sont :

Aristida pungens ; *Tamarix ssp* ; *Atriplex canescens* ; *Cactus ssp*, *Eleagnus angustifolia* ; *Lygeum spartum* ; *Prosopis juliflora* ; *Retama retam*.