

Les Sols de la Steppe à *Artemisia herba-ALBA* ASSO. au Sud de Sebdou (Oranie-Algérie)

Noury BENABADJI(*), Mohammed BOUAZZA (*), Gérard METGE (**)
et Roger LOISEL (**)

(*)-Université Abou Bekr Belkaid, Faculté des Sciences, Département de Biologie TLEMCEN ALGERIE

(**) Faculté des Sciences et Techniques de St Jérôme, Laboratoire de botanique,, MARSEILLE - FRANCE

Résumé

Les auteurs décrivent les sols des milieux steppiques au Sud-ouest de Sebdou (Oranie-Algérie) des groupements à *Artemisia herba-alba* Asso. dans l'étage bioclimatique semi-aride et aride.

Les résultats de l'ACP mettent en relief l'importance de la matière organique et celle de la granulométrie (texture fine) sur la diversité du tapis végétal. Le recouvrement de ce dernier peut nuancer leur importance. Les sols permettant l'installation d'*Artemisia herba-alba* sont pour la plupart des sols d'apports

MOTS CLES: Steppe, Sols, *Artemisia herba-alba* Asso., Analyse en composante principale (ACP), Sebdou, Algérie.

Abstract

Authors describe in steppic environments in south west of Sebdou, The soils of Artemisia herba-alba Asso. groups in bioclimatic, semi arid and arid situation.

ACP results enhance the imporrtance of organic matter and granulometry over the variety of vegetal cover. The vegetal cover of the later may modify their importance. Most of the soils where Artemisia herba-alba could develop were deposit soils.

KEYS WORD: Steppe, Soil, *Artemisia herba-alba* Asso., Principal composent analyses (ACP), Sebdou, Algeria.

INTRODUCTION

Plusieurs auteurs ont étudié et cartographié les sols, particulièrement en Afrique du Nord: GAUCHER (1947), DURAND (1958), DRESCH (1960), BOULAIN (1960), SIMONNEAU (1961), RUELLAN (1971), ALCARAZ (1982), POUGET (1980), HALITIM (1985), KADI-HANIFI et LOISEL (1997), BENABADJI Nedjouda (1998), GHEZLAOU (2001). Ils ont fourni des interprétations pédogénétiques, ce qui a amené certains d'entre eux à rattacher les sols d'Afrique du Nord:

- Soit aux sols rouges méditerranéens;
- Soit aux sols steppiques dont l'extension est importante dans la majorité des plaines et des

vallées semi-arides qui rappellent par leurs caractères, les sols châtaîns, les sols bruns et les siérozems des grandes plaines de Russie (AUBERT, 1965).

Duchaufour (1977) a bien précisé que tous les sols qualifiés de steppiques appartiennent à la classe des sols iso humiques (sols bruns de steppe).

Les steppes à *Artemisia herba-alba* bien que dégradées couvrent de grandes surfaces sur des substrats à texture relativement fine.

Physionomiquement elles apparaissent sous forme de ceintures dans les bassins endoréiques ou en bordure des Oueds sous forme de vastes étendues planes. L'unité morpho-pédologique doit être considérée comme une conséquence du déterminisme de l'environnement par l'examen en priorité des caractères spécifiques du sol (texture, stabilité ou instabilité). LE-HOUEROU (1969) évoque la fidélité

de la végétation à la morphologie, il précise qu'en zone aride, la végétation n'est fidèle qu'à certains aspects de la morphologie en relation directe avec la lithologie notamment la croûte calcaire ou gypseuse.

Certains facteurs tels que la structure et la texture influent sur l'aération et les réserves d'eau. La concentration et la composition chimique du sol sont étroitement liées à la vie des plantes.

Même si quelques travaux ont été entrepris en partie dans la région par : BOUABDELLAH (1991), LATREUCHE (1995), AINAD TABET (1996), KAID SLIMANE (1999), AMRANI (2002), ils restent cependant très fragmentaires ce qui nous a amené à réaliser un certain nombre d'analyses physico-chimiques quantitatives et qualitatives. Celles-ci vont nous permettre de bien connaître l'aspect écologique des différents sols existants dans la zone d'étude. Les résultats obtenus permettront de compléter l'état des connaissances sur la région d'une part, et de réaliser un premier temps diagnostic pouvant orienter différents types d'aménagement et de restauration d'autre part.

L'étude de ces sols iso humiques de la steppe située dans les hautes plaines quaternaires du Sud de Sebdoou représente l'essentiel du travail qui comprend successivement :

3. Cadre physiographique de l'étude comprenant :

4. Situation géographique,
5. Stations d'étude,
6. Aperçu végétal,
7. Géologie,
8. Géomorphologie
9. Sols répartis comme suit :
10. Choix des profils,
11. Méthodes d'analyses des sols,
12. Résultats, interprétations et l'analyse en composantes principale.

1. CADRE PHYSIOGRAPHIQUE DE L'ETUDE

12.3. Situation géographique

La zone d'étude se situe en Algérie occidentale (figure 1a). Elle s'insère dans un vaste écosystème situé au Sud de la Wilaya de Tlemcen, et se caractérise particulièrement par ses hautes plaines steppiques.

La végétation nord s'oppose de façon nette, par sa richesse et la variété de ses paysages qui s'étendent plus au Sud et qui sont plutôt monotones et arides.

La région est traversée par la route nationale N° 22, reliant le Nord au Sud. Elle se trouve limitée à partir des monts de Tlemcen au Nord-ouest, en contact avec les djebels de Sidi Djilali, et par les communes de Mekmen Benamar et de Ras El-Ma

(Bedeau) au Sud-Est. Enfin l'état du Maroc limite la région à l'Ouest.

1.2. Stations d'étude

Rappelons que

Artemisia herba-alba se développe dans les zones où les précipitations annuelles sont comprises entre 100 et 200 mm.

Les stations d'étude d'*Artemisia herba-alba* retenues se localisent pour la plupart sur l'axe Sidi-Djilali Magoura El-Aricha El-Aouedj (Algérie occidentale). Ces stations se localisent sur les marges arides des hautes plaines où la dégradation artificielle de la forêt est suivie par l'envahissement d'espèces steppiques vivaces telles que : *Stipa tenacissima* et *Artemisia herba-alba*. Cette dernière cède la place en bas de pente au sparte (*Lygeum spartum*). Avant d'aborder en détail leur description, essayons d'examiner la couverture végétale de la région.

1.3. Aperçu végétal

Artemisia herba-alba (Armoise blanche) est une plante très abondante sur les hauts plateaux, plus rare au Sahara septentrional OZENDA (1985). Son aire de répartition est très étendue, allant de la Péninsule Ibérique au Sud de l'ex. U.R.S.S. en passant par l'Afghanistan

Il s'agit d'une espèce méditerranéenne pour OZENDA (1977) et Irano-Touranienne pour ZOHARY (1962), et AIDOUUD (1984). La plante est polymorphe et à tiges nombreuses, de 30 à 50 cm de largeur (QUEZEL et SANTA, 1962) et qui se présentent sous forme de véritables petits troncs. En profondeur, les racines deviennent peu épaisses et très denses.

En Algérie du Sud, le passage de la forêt de *Pinus halepensis* et de matorral à la steppe d'Alfa est bien marqué (BOUAZZA, 1995). Les steppes à *Stipa tenacissima* (Alfa) occupent dans la région les bioclimats semi-arides supérieurs et inférieurs. Les steppes à *Artemisia herba-alba* apparaissent par contre en bioclimats arides.

La répartition des 2 espèces majeures des steppes à *Stipa tenacissima* et *Artemisia herba-alba* répond à ces critères bioclimatiques et au gradient d'aridité Nord-Sud.

Au Nord de la zone d'étude, *Stipa tenacissima* est dominante et *Artemisia herba-alba* n'apparaît que par pieds isolés. Au Sud, *Artemisia herba-alba* domine le paysage. Tandis que vers le centre, les deux espèces se partagent à peu près équitablement le tapis végétal. *Stipa tenacissima* occupe les plateaux alors que *Artemisia herba-alba* occupe les dépressions. Dans les parties les plus basses, là où les efflorescences de sels se produisent

(gypse, nitrates), apparaît le développement des Chenopodiacees (BENABADJI, 1995).

Les parcours à *Artemisia herba-alba* montrent encore un développement important de plantins (*Plantago albicans*, *Plantago ovata*). D'autres espèces pré-sahariennes, vivaces apparaissent en particulier *Launea resedifolia*, *Helianthemum kahiricum*, et d'autres comme *Paronychia argentea*, *Scorzonera undulata*.

Artemisia herba-alba devient plus rare au Sud d'El-Aricha, là où apparaissent des peuplements importants de *Noaea mucronata*, marquant la transition avec les peuplements de steppes pré-sahariennes. On signale également le développement important d'espèces annuelles, notamment de graminées qui se partagent différemment l'espace. Sur les sols limoneux, citons *Poa bulbosa*, *Aegilops trincialis*, *Hordeum murinum*, *Brachypodium distachyum*. Sur les sables on observe *Schismus barbatus*, *Koeleria phleoides* et *Ctenopsis pectinella* (BOUAZZA et BENABADJI, 1998).

1.4. Géologie

L'examen des travaux géologiques de DOUMERGUE (1910), de AUCLAIR et BIEHLER (1967) de BENEST et ELMI (1969) réalisés dans la région permet de distinguer deux ensembles structuraux bien distincts (figure 1b).

• Dépression

Elle est formée en grande partie par du matériel quaternaire d'origine alluvionnaire. Les dépôts quaternaires des hautes plaines sont des roches mères pour la totalité des sols. Ils sont composés soit par des alluvions, soit le plus souvent par des colluvions. Ces formations quaternaires s'organisent en terrasses emboîtées le long des oueds, notamment les glacis terrasses, sauf pour les dépôts plus récents. Signalons également la présence de terrains salés piégés par des formations d'âge quaternaire à Hassi Mellah (Magoura).

• Versants des massifs montagneux

Les roches de ces massifs reposent sur des grès poreux, surmontant eux-mêmes des argiles et des marnes.

Les massifs du Nord-Ouest sont constitués par une puissante formation du Jurassique moyen et supérieur. Cette formation est essentiellement calcaire-dolomitique et se caractérise par une dominance de calcaires et de dolomies alternant avec des bancs de marnes et de grès.

Des terrains d'âge Crétacé inférieur et moyen existent en bordure sud des hauts plateaux et au Nord-Est du Djebel Mékaidou.

Précisant enfin que le mont de Sidi Djilali correspond à une avancée septentrionale des hautes plaines BENEST (1985), et qu'au Nord de Sidi Djilali, la chaîne Jurassique du Tell isole la plaine de la Moulouya des hauts plateaux de la région.

12.4. Géomorphologie

Les hautes plaines steppiques forment un ensemble élevé à une altitude d'environ 1100 à 1200 mètres. Cette zone tabulaire contrairement aux hautes plaines de Telagh et Saida n'est pas ouverte au grand Chott E-Chergui; elle se termine au Nord dans la cuvette de Daiet El-Ferd dont les pentes sont inférieures à 5%. On y distingue également plusieurs formes de glacis qui s'emboîtent les uns dans les autres:

- Les hauts glacis datant du Quaternaire ancien sont incisés par des dayas de taille variable.

- Les glacis de raccordement du Quaternaire moyen reliant les reliefs avec les hauts glacis. Ils présentent des accumulations calcaires sous forme d'encroûtements. Ces glacis sont souvent ensablés. Suivant le mode de transport, on distingue 2 groupes (BENEST, 1985).

- Les sols alluviaux, à nappe subissant de fortes fluctuations, se localisent dans les lits majeurs des rivières, c'est le cas de nos régions situées à Hassi Zerrouk (station 5).

- Les sols colluviaux sont plus grossiers, les matériaux ont été transportés mécaniquement par un processus d'érosion le long des pentes, c'est le cas des stations situées dans la zone du Djebel Mékaidou (station 6).

2. SOLS

12.5. Choix des profils

Tout d'abord les stations ont été retenues sur la base d'une méthode statistique, échantillonnage stratifié (FRONTIER, 1983). Les échantillons de sols ont été prélevés sur 21 profils répartis sur l'ensemble des huit stations d'études. Nous avons pris en considération 1 à 3 profils édaphiques par station, alignés sur un transect. L'augmentation du nombre de profil dépend de la variation micro topographique et de l'hétérogénéité du faciès sol.

Les fosses édaphiques ont été creusées au sein des peuplements végétaux homogènes (touffes de *Artemisia herba-alba*). Pour ce travail nous avons utilisé les échantillons perturbés. Quelques profils édaphiques sont présentés, à titre d'exemple, sur la figure 7.

2.2. Analyses des sols

• Méthodes d'analyse

-Granulométrie

La granulométrie est déterminée à l'aide de tamis. Les teneurs en argiles et en limons sont évaluées par la pipette de Robinson qui fait appel à la loi de Stokes exprimant la relation entre la vitesse de décantation d'une particule solide dans un liquide et le diamètre de cette particule.

- Analyses chimiques

* pH

Il est pris dans de l'eau distillée bouillie, puis dans une solution d'extraction aqueuse normale de KCl en utilisant la méthode électrométrique à électrodes de verre.

* Conductivité électrique.

Elle est mesurée en fonction de la concentration en électrolytes dans une solution d'extraction aqueuse au 1/5, celle-ci étant fonction de la concentration en électrolytes.

* Carbone organique

Il est dosé par la méthode de ANNE (1945).

* Matière organique

La formule ci-dessous nous permet d'obtenir cette fraction:

Le rapport de WASMAN = 1.724

% Matière organique = % Carbone x 1.724

* Azote total

Il est déterminé par la méthode Kjeldhal.

* Sulfates

En raison de la présence du gypse très faiblement soluble, il est nécessaire d'utiliser de l'eau acidulée pour l'extraction des sulfates. Le dosage ne peut se faire qu'après avoir éliminé les ions gênants sous forme de sulfates de baryum en présence de BaCl₂.

* Chlorures

On les extrait dans l'eau chaude. Les ions chlorures sont dosés ensuite suivant la méthode argentométrique de Mohr; ils précipitent sous forme de AgCl en présence du nitrate d'argent.

* Quotient Q 4/6 et le rapport AH/AF

Les analyses amènent en considération les caractéristiques spectrophotométriques de l'humus. La spectrophotométrie est régie par la loi de Lambert-Beer. Il existe une relation mutuelle entre l'intensité de la lumière monochromatique et la densité optique. Cette dernière dépend principalement du degré de polycondensation du nucléus des particules humiques, la qualité de l'humus croît avec l'augmentation du degré de polycondensation de ce nucléus.

Pour préparer l'échantillon on ajoute du pyrophosphate de sodium (0.05M) à la terre fine, on laisse reposer 15 à 20 minutes, puis on agite le mélange avant de le centrifuger. On effectue ensuite

les lectures à différentes longueurs d'ondes. En mesurant la densité optique d'une solution de composés humiques à différentes longueurs d'ondes, on caractérise la qualité de l'humus.

Le quotient Q 4 /6 représente le rapport de la densité optique mesurée à une longueur de 400 nm à celle mesurée à une longueur de 600 nm. Q 4/6 diminue lorsque la qualité des composés humiques augmente. En connaissant Q 4/6 on peut calculer le rapport des acides humiques / acides fulviques AH/ AF d'après l'équation $AH/ AF = 17.2x Q 4/6 (-2.19)$.

* Calcaire total

Il a été déterminé par la méthode de Calcimètre de Bernard.

* Phosphore total

Nous avons utilisé la méthode de Lorenz Scheffer.

* Complexe absorbant

L'extraction des bases échangeables est faite par la méthode Schlenberger et Drembelis pour les sols non salés. Pour les sols salés non calcaires ou calcaires on a utilisé la méthode Bower Toujan.

* Potassium et Sodium

Les dosages du potassium et du sodium ont été effectués par la méthode de spectrophotométrie d'émission. Les dosages du calcium et du magnésium sont effectués par la méthode spectrophotométrique d'absorption atomique.

* C.E.C

La capacité d'échange cationique a été mesurée par la méthode Metson.

3. RESULTATS ET INTERPRETATION ANALYTIQUES

3.1. Analyses physiques

* Texture

Quand on se déplace sur ces hautes plaines steppiques à *Stipa tenacissima* et *Artemisia herba-alba* l'hétérogénéité de la texture des sols apparaît comme assez courante notamment dans les piémonts des chaînes de montagnes (Sidi Djilali, Djebel Mékaidou, Djebel El-Abed). Sur chaque profil on distingue les horizons d'après la richesse en éléments fins mais surtout la densité des éléments grossiers en particulier d'après la présence de niveaux caillouteux, de ligne de cailloux. D'un autre côté on remarque que cette hétérogénéité n'est pas seulement verticale. Latéralement l'épaisseur et la présence d'un niveau caractérisé par certains aspects de texture grossière varient rapidement, ceci nous conduit à observer des roches mères alluviales et colluviales complexes.

Tous les sols étudiés, excepté ceux des stations 1 et 4 de notre zone d'étude renferment des éléments grossiers en quantité parfois élevés (20 à 25%). La teneur en argile augmente sensiblement dans les sols à *Artemisia herba-alba* pour atteindre parfois un

maximum de 20 à 25%. La fraction limoneuse varie entre 12 et 47 % d'une station à une autre (Tableau).

Le triangle de texture place l'ensemble de nos stations dans l'aire limono sableuse à texture équilibrée. Ce sont des sols légers et perméables. En effet, les analyses quantitatives mettent en lumière une proportion élevée de particules sableuses (50%) atteignant parfois 60% (figure 2).

* Structure

Cette manière avec laquelle sont agencés les éléments du sol (éléments minéraux et éléments organiques) présente un aspect variant d'un profil à l'autre et d'une station à l'autre (figure 7) :

13. Station 1 : la structure est lamellaire dans le premier horizon (0-3.5cm) puis devient particulaire dans le deuxième (3.5 -21cm) et polyédrique en profondeur.

14. Station 2 : Elle est particulaire sur l'horizon de surface (0- 3.5 cm), puis change en devenant polyédrique entre 3.5 et 41 cm.

15. Station 6 : Entre 0 et 2.5 cm nous observons une structure lamellaire, grossière entre 2.5 et 25 cm, et enfin polyédrique en profondeur

En somme dans la grande majorité des profils examinés la structure est lamellaire ou particulaire sur les horizons de surface (premier et deuxième) et polyédrique en profondeur. Celle-ci est moins développée. La sous structure grenue et la sous structure grumuleuse sont d'autant plus mal développées que l'horizon est plus clair et donc plus calcaire.

Sur les horizons de surface la structure est lamellaire, peu épaisse et se développe mieux que l'horizon est plus clair et plus calcaire.

En profondeur la structure devient anguleuse, polyédrique à moyennement fixe et bien développée dans tous les sols. Cet état structural permet de mieux tracer la limite des horizons. Quand on passe à l'horizon C, la structure varie entre le finement polyédrique et la structure massive. Dans le premier cas la structure précise les transitions entre les horizons. Dans le deuxième cas les variations structurales peuvent être difficiles à cerner.

3.2. Analyses chimiques

* Matière organique

Au Sud de Sebdou, cette végétation se caractérise par l'importance et le renouvellement fréquent de son enracinement, alors que la végétation est fournie à la surface du sol par l'appareil aérien des Chamaephytes. Les profils organiques des sols couverts par ces groupements à *Artemisia herba-alba*

sont à peu près les mêmes que ceux des sols préforestiers localisés sur les piémonts des versants du Djebel Mékaidou et Djebel Sidi Djilali. La répartition de la matière organique en profondeur où la décomposition des grosses racines est lente, le profil organique est nettement marqué par l'isohumisme.

Les résultats obtenus (Tableau) indiquent que la teneur de la matière organique augmente d'une façon significative avec la profondeur dans la majorité des profils. La qualité de la matière organique dans les horizons dépend de l'âge et du type du groupement, mais aussi de l'abondance des éléments grossiers, ces derniers ayant pour effet de concentrer le système racinaire et les substances organiques dans les interstices. Les teneurs en carbone organique sont faibles dans tous les prélèvements, sauf dans certains échantillons où on enregistre des valeurs se rapprochant de 20%. Le déficit devient très prononcé dans les stations localisées plus au Sud (7.41% pour la station 8). Concernant la teneur en azote total, celui-ci est caractérisé par un déficit dans toutes les stations 1 et 8 où les valeurs atteignent des minima de 0.34 à 0.96 pour mille.

• Rapport C/N

Il est fréquemment faible. Ce caractère dépend de la nature des débris organiques mais aussi de la maturation de l'humus. Dans tous les échantillons du sol, ce rapport varie de 8 à 20.

• Alcalinité

Tous les échantillons analysés sont alcalins. Le pH est généralement compris entre 8 et 9.

• CaCO₃

Les substrats sont généralement riches en carbonates de calcium; le pourcentage varie entre 7 et 19% mais la majorité des horizons renferment de 10 à 14% de CaCO₃. Cette forte teneur est liée à la nature de la roche mère qui est souvent calcaire. Ces résultats témoignent de l'adaptation des groupements d'*Artemisia herba-alba* à pousser sur des sols riches en calcaire.

• Phosphore total

Concernant le phosphore total, les proportions sont faibles dans l'ensemble. La pauvreté en phosphore s'accroît davantage dans les stations 2 et 3 où les valeurs descendent à 0.44 pour mille.

Les données édaphiques acquises amènent à considérer les dépendances entre la concentration du P₂O₅ et de Ca⁺⁺, et entre les valeurs du pH et les concentrations de calcium.

• **Capacité d'échange cationique**

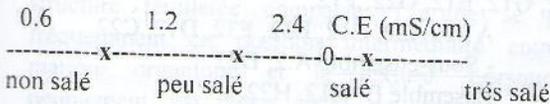
La capacité d'échange cationique montre des valeurs variant du simple au double pour l'ensemble des stations, en restant faibles. Ces faibles teneurs trouvent leur explication dans les basses proportions de l'humus et par voie de conséquences les basses quantités de matière organique (azote, carbone) et d'éléments fins (argiles).

* **Salinité**

La conductivité électrique dépend de la teneur en électrolytes (Cl-, SO4--, CO3--, Na+, Ca++, et Mg++); le terme salé semble indiquer la prédominance du chlorure de sodium assez souvent.

La conductivité électrique mesurée révèle des sols non salés pour la plupart de nos stations à l'exception de la station 1, où les mesures effectuées donnent lieu à des valeurs élevées (1.8 et 2.3 mS/cm). A ce propos nous avons remarqué que ces valeurs deviennent importantes avec la profondeur du profil. Au niveau des bas fonds, ces valeurs deviennent de plus en plus significatives.

Echelle de salure des sols



(0) 3ème profil (3ème horizon 21-39 cm)

Les sels très solubles s'accumulent souvent dans les sols à climats arides et dans les bas fonds; il s'agit des chlorures de sodium, de potassium, de magnésium et de calcium. Les chlorures comme les carbonates et les sulfates, imprègnent la masse du sol à partir même de la surface ou d'une faible profondeur. Ils apparaissent également sous forme d'efflorescence blanche à la surface du sol, lorsque la texture et la structure permettent la remontée des sels par capillarité.

3.3- Analyses en composantes principales (ACP-Sol) (Figures 3 à 6)

* **ACP - Sol (Horizon 1 seulement)**

. Taux d'inertie

Axe 1: 28.8

Axe 2: 19.2

Axe 3: 13.7

Axe 4: 9

Importance relative des facteurs pour les variables

Axe 1

N: 0.59

T: 0.65

S: 0.66

Ca2+: 0.72

Nous observons sur cet axe un gradient de richesse en azote croissant du pôle négatif au pôle positif, il en est de même pour la somme des cations; la capacité d'échange cationique et le calcium. **Axe 2**

EG: 0.46

ST: 0.53

SG: 0.65

L: 0.47

A: 0.46

Cet axe se caractérise par des gradients croissants des taux d'argile et limon du pôle positif au pôle négatif. On remarque également des gradients croissants des taux de sable totaux, sables grossiers et éléments grossiers du pôle négatif au pôle positif. Sur ce dernier axe, les échantillons de sol se répartissent en fonction de leurs caractéristiques granulométriques donc vraisemblablement de leur capacité à stocker l'eau.

Axe 3

L'importance relative des facteurs pour les diverses variables est faible (< 0.40); on retiendra cependant que trois paramètres édaphiques semblent jouer un rôle très important; ce sont la matière organique (0.37), le carbone organique (0.37) et la conductivité électrique (0.34) qui présentent les plus fortes valeurs (gradient décroissant du pôle négatif au pôle positif).

- Localisation des horizons sur les plans factoriels

Ensembles d'horizons affines

En utilisant la classification ascendante hiérarchique, il est possible d'individualiser deux ensembles eux-mêmes scindés en deux sous-ensembles (figure 4).

- Ensemble A

Sous-ensemble B.1: C11, D21, D11.

Sous-ensemble B.2: C21, H11, H21.

L'examen des plans de projection 1/2 et 1/3 (figures 4 et 5) permet d'effectuer les remarques suivantes:

. Le sol A1 est le moins riche en azote, ceci est en relation avec la pauvreté du couvert végétal et la moindre fréquentation du bétail au niveau de cette station sur sol salé. Il s'oppose sur l'axe 1, aux sols de la station 3, riches en espèces annuelles dont la présence s'explique par la non fréquentation du troupeau dans cette zone 'militaire'.

. Les sols de la station 4 s'individualisent par leur situation topographique (dépression) et leur

richesse en limons et argiles qui les opposent aux sols des stations 5 et 8, plus riches en éléments grossiers et en sables.

Ce sont les horizons A3 (zone de pacage du troupeau en dépression plus ou moins salée) et B2 à proximité de la commune d'El-Aricha, donc fortement parcourue, qui sont les plus riches en matières organiques et carbone organique. Leur conductivité élevée est vraisemblablement liée à l'existence de niveaux de gypse. L'ensemble B et particulièrement le groupe B c'est à dire les sols des stations 3, 4, et 6 occupent le pôle positif de l'axe 1, alors que l'ensemble A se localise plutôt du côté négatif, ces trois stations montrent en commun des espèces annuelles enrichissant le sol de leurs débris azotés.

Les deux sous-ensembles B1 et B2 se différencient nettement le long de l'axe 2, par leur teneur en sables et éléments grossiers ou en argile, limon et terre fine (ces différences sont à lier à leur niveaux topographiques différents). La différenciation entre A1 et A2 est moins nette, elle ne l'est pas plus le long de l'axe 3.

• **ACP- Sol (Horizon 2 seulement)**

- Taux d'inertie
- Axe1: 22.10
- Axe 2: 19.60
- Axe 3: 16.16
- Axe 4: 9.9

- Importance relative des facteurs pour les variables

Axe 1

- N: 0.64
- T: 0.59
- S: 0.68
- Ca⁺⁺: 0.72

Le gradient de richesse en azote est croissant du pôle positif au pôle négatif. Les autres variables édaphiques (T, S, Ca²⁺⁺) avec leur gradient croissant du pôle positif au pôle négatif sont également des facteurs prépondérants. Cet axe conditionne la distribution des espèces végétales steppiques et donc la richesse en éléments nutritifs de l'horizon 2.

Axe 2

- CAT: 0.76
- pH: 0.66
- MO: 0.64
- SO₄⁻⁻: 0.58
- Cd: 0.51

Cet axe reflète la forte contribution des éléments du complexe absorbant en particulier la matière organique. Celle-ci développe un gradient croissant du pôle positif au pôle négatif. Les autres variables écologiques (CAT, pH, SO₄⁻⁻, Cd)

indiquent un gradient croissant du côté négatif au côté positif de l'axe.

Axe 3

- ST: 0.65
- L: 0.59

Les taux de sable totaux, montrent un gradient décroissant du pôle négatif vers le pôle positif, par contre le gradient des valeurs des limons montre l'inverse.

- Localisation des horizons sur les plans factoriels

Ensembles d'horizons affines

La classification hiérarchique permet d'individualiser deux ensembles A et B, dont A est subdivisé en deux sous-ensembles (figure 4).

Ensemble A

-Sous-ensemble A.1: A12, A32, B22, I12, C32, F22, B12, E22, G12, E12, G22, F12, A22, C12, B32, F32, D12, C22.

Cet ensemble est lui-même scindé en deux petits ensembles:

A1.1: A12, A32, B22, I12, C32, F22, B12, E22, G12, E12, G22, F12,

A1.2: A22, C12, B32, F32, D12, C22.

- Sous-ensemble A.2: D22

Ensemble B: H12, H22.

L'examen des plans de projection permet de formuler les remarques suivantes:

Le sol (profil 2 de la station 4) s'individualise nettement par ses valeurs relativement élevées de pH, sulfates, calcaire total et conductivité en relation avec sa situation en fond de dépression.

Les sols de la station 7 montrent un taux de saturation élevé et une richesse relative en calcium; la richesse en azote ici encore est à lier à la restitution au sol de l'ensemble des éléments organiques de la végétation (absence de pâturage en zone militaire). Le long de l'axe 3 semble se dégager une opposition entre les sous-ensembles A1 et A2; le premier est plus riche en sable, le second en limon.

CONCLUSION

Cette étude présente les résultats édaphiques effectués dans une région des hauts plateaux situés au Sud de Sebdoou à ambiance bioclimatique semi-aride et aride. L'analyse des sols de ces plateaux a permis de dégager les conclusions suivantes:

Une composition texturale homogène dans toute l'épaisseur du profil. Les éléments texturaux développent une certaine liaison entre eux à l'exception de l'argile qui décroche dans certains axes et se trouve individualisé avec la matière organique.

Une faible teneur en matière organique (humus) qui est due probablement à l'absence de restitution au sol des éléments organiques de la végétation (phytomasse faible). A cette association s'ajoutent les argiles et les limons couplés sur les axes.

La teneur en sulfates, chlorures de calcium, de magnésium et de sodium est faible dans toute l'épaisseur du profil; ces éléments développent une certaine liaison entre eux de l'ACP. On les retrouve fréquemment groupés en un seul noyau. Souvent l'horizon superficiel contient une proportion élevée de calcium et magnésium. Cela résulte essentiellement d'une accumulation de ces éléments par voie biologique. La surface du profil est recouverte d'une pellicule unie mais fragile (quelques millimètres d'épaisseur) traduisant un indice de salinité peu élevé. L'isolement sur les axes et l'opposition du noyau conductivité, chlorure et sodium est très significatif. Nous remarquons néanmoins que la conductivité électrique et le sodium sont très proches des éléments du complexe et de la texture.

En profondeur les sols sont bruns, plus sombres et à structure particulière dominante. L'horizon superficiel ou nourricier, dans tous les cas de figure, se compose de limons ou d'argiles à structure feuilletée compacte. L'argile se place fréquemment en position intermédiaire entre la matière organique et la texture. Lorsque le peuplement, est dense (60% de recouvrement) la couche compacte atteint l'horizon feuilleté par les racines nourricières. Dans le cas où le peuplement y serait diffus, seul l'horizon superficiel (1 à 3 cm) comprend des particules fines ou très fines. Dans les deux cas ces couches superficielles ou profondes maintiennent une humidité résiduelle beaucoup plus élevée que dans les horizons de texture grossière. Seule, cette texture grossière n'a pas une grande signification sur les axes. Dans le cas d'une battance superficielle, il semble que seule la germination soit favorisée. Le sol joue un rôle de facteur de compensation au niveau des précipitations (BENABADJI, 1988 et 1995). Le ruissellement provoque des dépôts selon un granulo-classement d'amont en aval. AUBERT GUY et CHALABI (1981) ont bien souligné que sous un climat à faibles précipitations, les horizons profonds du sol seront plus fréquemment imbibés d'eau et que celui-ci contient près de la surface davantage d'éléments grossiers. Les particules fines ou très fines déposées dans les zones cultivées en bas de pente, en aval des Oueds ou sur les berges (lit majeur) forment des dépôts lités caractéristiques. Ces dépôts fins semblent être favorables au développement d'*Artemisia herba-*

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- AIDOUD A., 1984. Contribution à l'étude des écosystèmes steppiques du Sud oranais: phytomasse, productivité primaire et applications pastorales. Thèse doct. 3ème cycle, U.S.T.H.B., Alger, p180.
- AINAD TABET M., 1996. Analyse éco-floristique des grandes structures de végétation dans les monts de Tlemcen (Approche phytocécologique). Thèse Mag. I. S.N. Univ. Tlemcen, 111 p.
- ALCARAZ C., 1982. La végétation de l'Ouest algérien. Thèse doct. Etat, Univ. Perpignan, 415p + annexes.
- AMRANI S. M., 2002. Contribution à l'étude agrochimique et pédogénétique des zones des hautes plaines steppiques de la wilaya de Tlemcen, Thèse doct. Etat. Univ. Tlemcen, 156 p.
- AUBERT G., 1965. Classification des sols. Tableaux des classes, sous classes, groupes et sous groupes de sols utilisés par la section de pédologie de l'ORSTOM, cah. Serv. Péd. III. 3: 269-288.
- AUBERT G. et CHALABI N., 1981. Contribution à l'étude édaphique des groupements à *Quercus cerris* subsp *Pseudocerris cedrus libani* et *Abies cilica* dans le Nord-Ouest de la Syrie. Rev. Ecol. Méd. Terr. et Limin. Tome VII, 23-35.
- AUCLAIR D. et BIEHLER J., 1967. Etude géologique des hautes plaines oranaises entre Tlemcen et Saida. Trav. Coll. Pub. Serv. Carte géo. Algérie, Alger. Bull. N°4, p 3-43 + 6 pl. figures.
- BENABADJI Nedjoua, 1998. Contribution à une étude phyto-écologique des *Thero-Brachypodietea* dans la région de Tlemcen. Mém. Ing. Ecol. Univ. Tlemcen. 109p.
- BENABADJI N. 1988. Réflexion sur l'importance du facteur édaphique dans la distribution des groupements à *Artemisia herba-alba* Asso. au Sud de Sebdo. Sém. Magh. Amén. Terr. Tlemcen.
- BENABADJI N., 1995. Etude de la steppe à *Artemisia herba-alba* Asso. et *Salsola vermiculata* L. au Sud de Sebdo (Oranie-Algérie). Thèse doct. Es. Sci. Univ. Tlemcen, 250p.
- BENEST et ELMIS S. 1969. Précisions stratigraphiques sur le Jurassique inférieur et moyen de la partie méridionale des monts de Tlemcen (Algérie). Ext. Som. Soc. Géol. France.

- BENEST M., 1985. Evolution de la plate forme de l'Ouest algérien et du Nord-Est marocain au cours du Jurassique supérieur et au début du Crétacé: Stratigraphie, milieux de dépôts et dynamique sédimentaire, N°95, Fasc. 1 et 2. Lyon.
- BOULAIN J., 1960. Sur quelques sols à caractères calcaires. Bull. Ass. Fr. Sol, 3, pp. 130-134.
- BOUAZZA M., 1995. Etude de la steppe à *Stipa tenacissima* et à *Lygeum spartum* au Sud de Sebdo (Oranie-Algérie). Thèse doct. Etat Es-Sci. Univ. Tlemcen, 220 p.
- BOUAZZA M. et BENABADJI N., 1998. Composition floristique et pression anthropozoiq au Sud de Tlemcen, Rev. Sci. Techn. Univ. Constantine N°10 pp 93-99
- DOUMERGUE F., 1910. Carte géologique au 1/500000, feuille N°300, Terni (Monts de Tlemcen).
- DRESCH J., 1960. Les changements du climat et les mouvements du sol en Afrique du Nord au Pliocène. Inf. Géol. pp. 107-113.
- DUCHAUFOR Ph., 1977. Pédologie, Tome I, pédogenèse et classification Ed. Mass. et Cie, Paris, 477p.
- DURAND J., 1958. Du nouveau au sujet de la formation des croûtes calcaires. Bull. Soc. Hist. Afri. Nat. Nord, 49, pp. 196-203.
- FRONTIER S., 1983. Stratégie d'échantillonnage en écologie. Ed. Mass. et Cie. Coll. Ecol. Press. Univ. Laval, Quebec.
- GAUCHER G., 1947. Premières observations sur la plaine des Triffa. Multi. 66p.
- HALITIM A., 1985. Contribution à l'étude des sols des zones arides (hautes plaines steppiques de l'Algérie). Morphologie distribution et rôle des sols dans la genèse et le comportement des sols. Thèse doct. Etat, Univ. Rennes, 183 p.
- KADI HANIFI ACHOUR H. et LOISEL R., 1997. Caractéristiques édaphiques des formations à *Stipa tenacissima* L. de l'Algérie en relation avec la dynamique de la végétation. Rev. Ecol. Méd. Tome 23, fasc. 3/4, pp. 33-45.
- KAID SLIMANE L., 1999. Etude de la relation sol-végétation dans la région nord des monts de Tlemcen. Mém. Mag. Univ. Tlemcen, 63 p.
- LATREUCHE A., 1995. Contribution à l'étude de la relation substrat édaphique-végétation dans la forêt de Touazizine-Telagh. Thèse de Mag. Univ. Tlemcen, 100 p.
- LE-HOUEROU H. N., 1969. La végétation de la Tunisie steppique avec référence à la Libye et l'Algérie. Thèse doct. Es-Sci. Strasbourg.
- OZENDA P., 1985. Flore du Sahara, France, 444 p.
- POUGET M., 1980. Les relations sol-végétation dans les steppes sud algéroises. Thèse doct. Etat, Univ. Aix-Marseille III, 555p.
- RUELLAN A., 1971. Les sols à profil calcaire différenciés des plaines de la basse Moulouya (Maroc oriental), mém. ORSTOM, contribution à la connaissance des sols des régions méditerranéennes. 283 p.
- SIMONNEAU P., 1961. Les centres d'études d'irrigation du Sahara occidental. Essais et études de la campagne 1957-58 à 1960. Trav. Sect. Pédologie et agronomie, N° 5 et 6. Publi. Serv. Et. Scientifiques.