

Contribución al estudio de los procesos de desertificación de la estepa argelina: el caso de la región de Nâama (SO de Argelia)

A. Labani¹, T. Bouchtata², K. Benabdeli³, N.N. Adda-Hanifi, M. Terras⁴

- (1) Institut de Biologie Ain-El-Hadjar 20100 Saida Algérie
(2) Centre universitaire de Mascara
(3) Université U.D.L. Sidi Bel Abbes 22000 Algérie
(4) Institut de Biologie Ain-El-Hadjar 20100 Saida Algérie

La estepa experimenta, bajo el efecto combinado del pastoreo y de la utilización anárquica, un proceso de degradación rápido y alarmante. Esta situación es inquietante para el futuro ecológico y socio-económico de esta entidad geográfica particular que acoge a más de 12 millones de cabezas de ovinos y más de una decena de millones de habitantes.

A lo largo de 120 km de un transecto norte-sur, en la zona esteparia del oeste argelino, se han establecido veinte parcelas de observación y medida. Los resultados de las medidas hechas in situ y de numerosos análisis de laboratorio han permitido inventariar 38 variables ecológicas que constituyen bioindicadores interesantes.

El análisis estadístico multidimensional resulta apropiado para establecer relaciones entre los diversos parámetros ecológicos y comprender sus interacciones. El diagnóstico así establecido pone de manifiesto, en términos generales, la pobreza química del suelo, la degradación accentuada del medio edáfico y biótico, y la baja tasa de recubrimiento de la fitomasa.

Palabras clave: Argelia, estepa, *Lygeum spartum*, *Stipa tenacissima*, fertilidad del suelo, desertificación, sobrepastoreo.

Steppes are quickly degrading due to overgrazing and mismanagement. Degradation compromises the ecologic and socio-economic future of this particular area inhabited by more than 10 million people, and roamed by more than 12 million sheep. We established 20 experimental plots throughout a 120 km N-S transect in West Algeria steppes, and carried out field and lab work to evaluate 38 variables that can be used as bioindicators. Multidimensional analysis is a suitable way to describe the relationships between ecological variables, and to understand their interactions. Our study shows high degradation rates in this area, low fertility levels, and low plant cover.

Keywords: Algeria, steppe, *Lygeum spartum*, *Stipa tenacissima*, soil fertility, desertification, overgrazing.

La steppe connaît sous l'effet conjugué du parcours et d'une utilisation anarchique, un processus de dégradation rapide et alarmant. Cette situation est inquiétante pour l'avenir écologique et socio-économique de l'entité géographique particulière qui abrite plus de 12 millions de têtes d'ovins et plus d'une dizaine de millions d'habitants. Le long des 120 km d'un transect nord-sud dans une zone steppique de l'ouest algérien, des placettes d'observations et de mesure au nombre de 20 ont été retenues. Les résultats de mesures effectuées et ceux de multiples analyses faites au laboratoire ont permis d'inventorier 38 variables écologiques constituant des bio-indicateurs intéressants. L'analyse statistique multidimensionnelle s'est révélée un outil approprié pour établir les corrélations entre les différents paramètres écologiques et comprendre les interactions. Le diagnostic ainsi établi révèle globalement une pauvreté chimique du sol, une dégradation accentuée du milieu édaphique et biotique et une faiblesse du taux de recouvrement et de la phytomasse.

Mots-clés : Désertification- Naama- Oranie- Algérie- Steppe - *Stipa tenacissima*- Phytoécologie- Pression anthropozoogène.

Introducción

La zona de estepas, que ocupa una parte considerable de las Altas Mesetas argelinas, juega un papel importante en la defensa de este espacio frente a la desertificación. Existe una interacción estrecha entre los principales factores ecológicos que condicionan el frágil equilibrio entre este espacio, vital aunque amenazado, y la acción antropozógena.

Diversos trabajos han estudiado el proceso de degradación de la estepa, sin llegar a abordar un estudio de las correlaciones entre los factores del medio y su impacto sobre la vegetación que pudiera contribuir a identificar las principales causas de esta regresión florística. Pese a que pocos estudios se han centrado en este tema, el problema de identificar y clasificar los principales problemas ecológicos que intervienen en la degradación de la estepa resulta determinante para la comprensión de este fenómeno. Comprender los procesos de degradación de la estepa a partir de la evaluación de parámetros ecológicos y florísticos permite identificar aquellos que se encuentran en el origen de su degradación. Un diagnóstico florístico y ecológico, seguido de una evaluación de la relación flora-medio y de un estudio de la dinámica de las principales especies vegetales constituye una base determinante para comprender los mecanismos de regresión de la vegetación bajo el efecto conjugado del clima y de la acción antropozógena.

El estudio de la respuesta de algunas especies clave proporcionará información sobre el impacto de la presión humana sobre este sistema. La acción humana y animal es predominante en estos procesos, tal como lo destacan diversos autores (Le Houérou, 1969; Claudin, 1975; Benabdelli, 1983 y 1996).

Todos los estudios llevados a cabo en este espacio muestran los efectos negativos del pastoreo, de la agricultura y de la cerealicultura sobre el equilibrio de este espacio y sobre la degradación de la vegetación esteparia. Superficies enormes de estepa han sido cultivadas (las superficies de cereal han pasado de 1.100.000 Ha en 1968 a más de 3.000.000 Ha en 1996 según Kacimi, 1997), provocando la destrucción de especies espontáneas y la degradación del suelo. Todos los estudios centrados en las estepas confirman que este ecosistema, y de sus componentes físicos y bióticos, se degrada a un ritmo alarmante.

El mecanismo de 'estepización' y de desertificación en zonas áridas se puede resumir en la ecuación siguiente:

Ecosistema frágil + sequía periódica pero de duración bastante larga + fuerte presión antropozógena + mala gestión de los recursos naturales = desertificación

1. Estudio de los factores ecológicos de la estepa

La región esteparia se sitúa entre la región sub-esteparias en el norte y la región subsahariana en el sur, y cubre más de 36 millones de hectáreas (**Fig. 1**). Hemos escogido una zona bastante representativa de la estepa, la wilaya (Departamento) de Nâama, para este estudio. La selección de la zona de estudio engloba dos conjuntos naturales como son el medio estepario, que se extiende en la zona septentrional y el conjunto pre-sahariano que ocupa la meridional. Un transecto norte-sur de 120 km ha permitido el establecimiento de 20 parcelas de observación y medida.

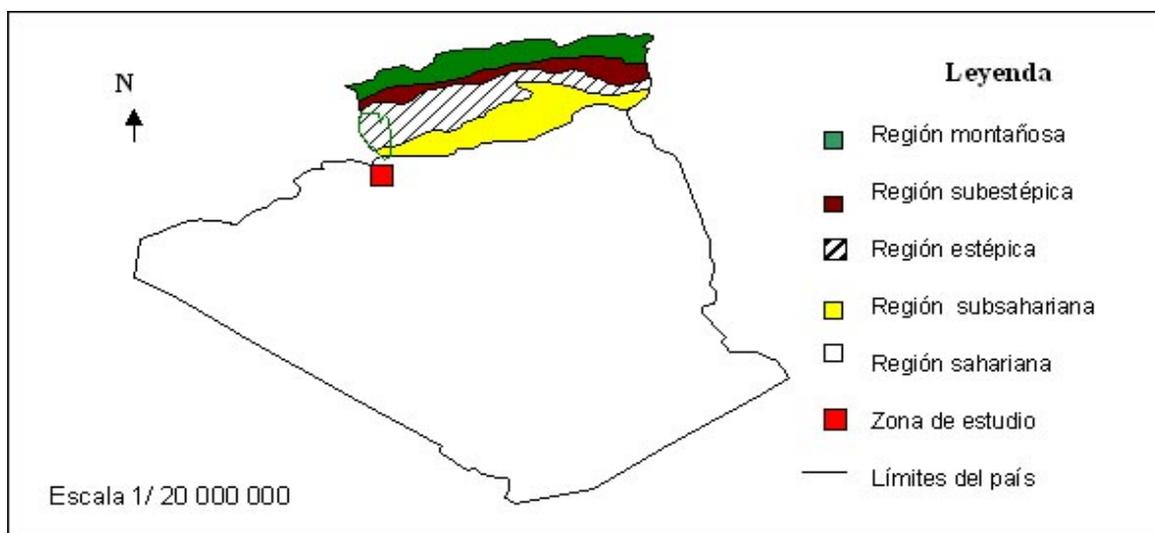


Figura 1. Localización de la zona de estudio en el N de Argelia.

El clima

El clima es de tipo mediterráneo, caracterizado por un largo período de sequía estival con lluvias concentradas en el semestre invernal. Las precipitaciones son poco frecuentes, con gran variabilidad anual y mensual. La zona recibe entre 100 y 300 mm en las altas llanuras del sur Oranés, alcanzando 200-400 mm en la parte central y oriental (Djellouli, 1981).

Las dos únicas estaciones meteorológicas en funcionamiento en la zona han sido utilizadas para caracterizar el clima en el presente estudio. Dada la homogeneidad ecológica de la zona, el uso de estas series de datos es aceptable, y preferible a la extrapolación de resultados de otras estaciones. La pluviometría media calculada a partir de estas estaciones, durante un período de 34 años (de 1966 a 1999) muestra una elevada variabilidad interanual de las precipitaciones y una notable disminución de las mismas en el período 1981-1990 y en los años 1997-1998 (**Fig. 2**).

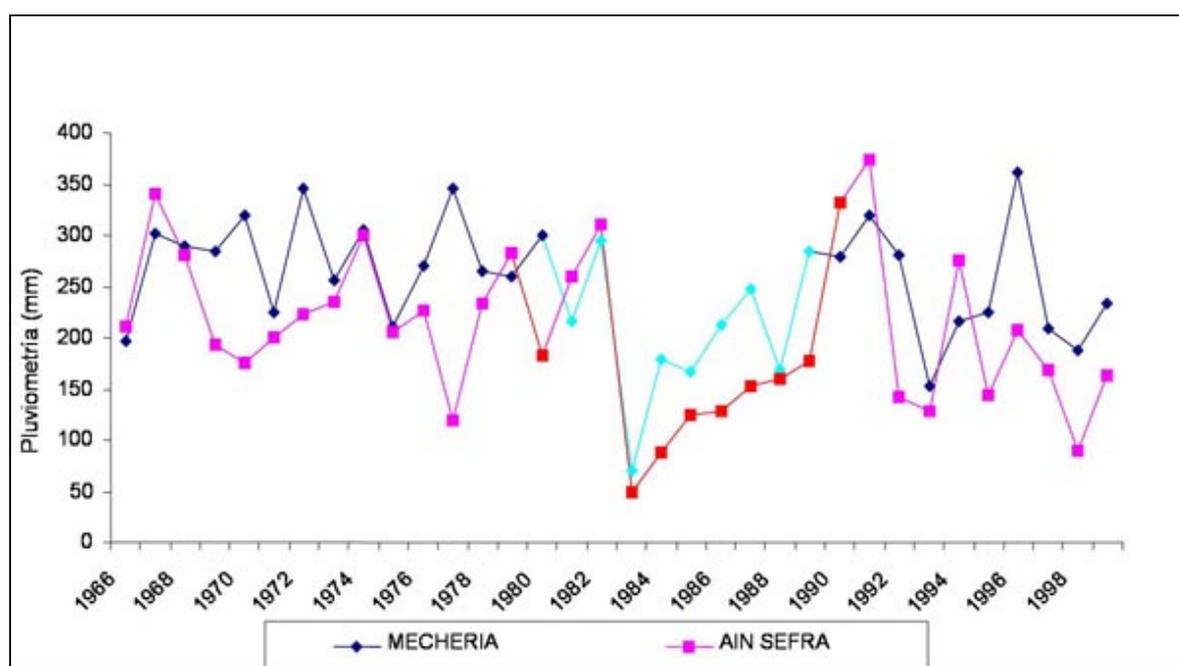


Figura 2. Fluctuaciones de las precipitaciones en Mécheria y Ain Sefra.

En Mécheria, la distribución mensual de las precipitaciones es irregular. Los meses más húmedos corresponden a septiembre, diciembre y abril. En Nâama, los meses más húmedos son septiembre, marzo y agosto. Los meses más fríos en Mécheria y Nâama son, respectivamente, enero y diciembre. En ambas estaciones julio es el mes más cálido (**Fig. 3**).

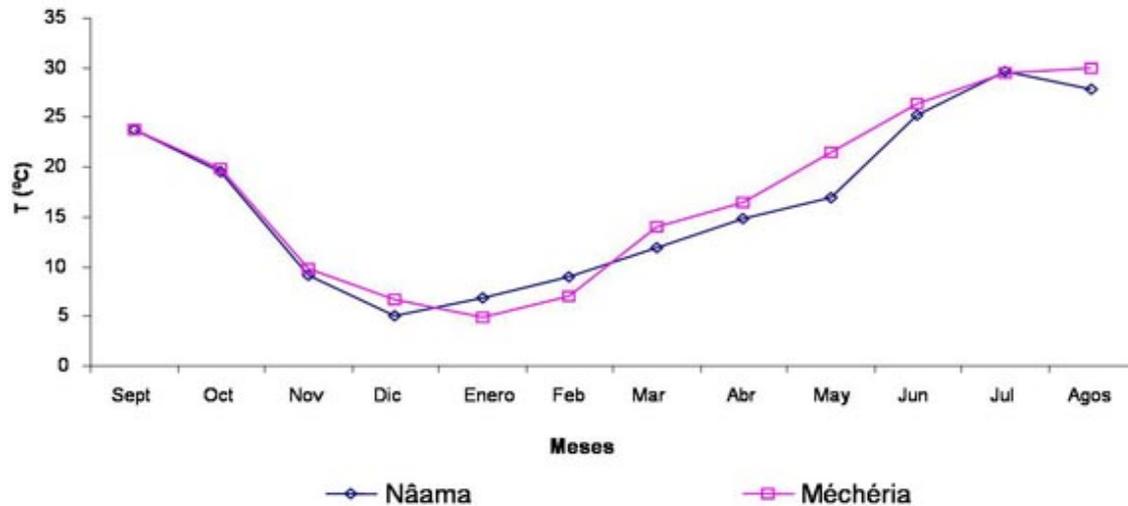


Figura 3. Temperaturas medias mensuales en las estaciones metereológicas de Nâama y Méchéria en la década 1990-200.

En conclusión, la pluviometría es relativamente baja y se caracteriza por su irregularidad interanual e ínter estacional. Las temperaturas y amplitudes térmicas son elevadas, lo que debe afectar a los balances hídricos y húmicos del suelo. Si añadimos los vientos fuertes que no encuentran obstáculo que los frene, cabe concluir que las condiciones climáticas son proclives a la desertificación.

2. Metodología utilizada para el diagnóstico ecológico.

La aproximación metodológica utilizada se basa en la elección de parámetros ecológicos determinantes seleccionados en la síntesis de trabajos sobre la estepa llevada a cabo por el profesor Djebaili (1984), con ligeras modificaciones. El seguimiento fitoecológico, elemento determinante, se ha llevado a cabo utilizando los parámetros siguientes: abundancia de especies, cálculo de la contribución específica, medidas de biomasa e inventario de especies.

Los criterios que ha guiado la elección de las estaciones de observación han sido la accesibilidad, la representatividad y la disponibilidad de documentación cartográfica (**Fig. 4**). Cada estación que caracteriza un medio homoeológico (lugar de toma de muestras y de medida) comprende 5 subparcelas de 17,84 m de radio. Una subparcela central y 4 más situadas a 50 m de ésta, en dirección a los cuatro puntos cardinales (Chessel *et al.*, 1975). Teniendo en cuenta los bajos recubrimientos vegetales y la heterogeneidad de la vegetación, escogimos parcelas circulares de 10 áreas de superficie, fáciles de establecer en el campo mediante un jalón y una cuerda de 17,84 m.



Figura 4. Localización de las parcelas de observación.

3.1 Parámetros edáficos

La textura es la propiedad física más importante del suelo, debido a su influencia en el comportamiento hídrico y en la relación suelo-vegetación, especialmente en clima árido. La fracción arena se muestra dominante respecto a fracciones más finas, especialmente en horizontes superiores. El análisis de suelos muestra tres tipos de texturas: arenosa, areno-limosa y arenarcillosa. La dominancia de la fracción arena en el horizonte superficial se produce en 18 de las 20 estaciones (90%), mientras que en el horizonte subsuperficial, la arena domina en 9 estaciones (45%). El contenido de materia orgánica y de nitrógeno constituyen variables determinantes en estos medios. El contenido de materia orgánica es muy bajo en los dos horizontes, y en 17 estaciones (85%) mayor en el horizonte subsuperficial que en el superficial. Los suelos son, en general, esqueléticos y pobres en materia orgánica, la capa de suelo enraizable es delgada y en numerosos casos aflora la roca madre.

3.2 La vegetación esteparia

El análisis de la vegetación pone de relieve la dominancia de 5 especies en el conjunto de las 20 estaciones (**Fig. 5**). Éstas representan 74% del total de contribuciones específicas. Se trata de *Lygeum spartum*, con 23,6%, *Atractylis serratuloides* con 19% y *Thymeleae microphylla* y *Noaea mucronata* con, respectivamente, 13,8% y 9,1%. Se observa una débil contribución de *Stipa tenacissima*, una especie en franco declive.

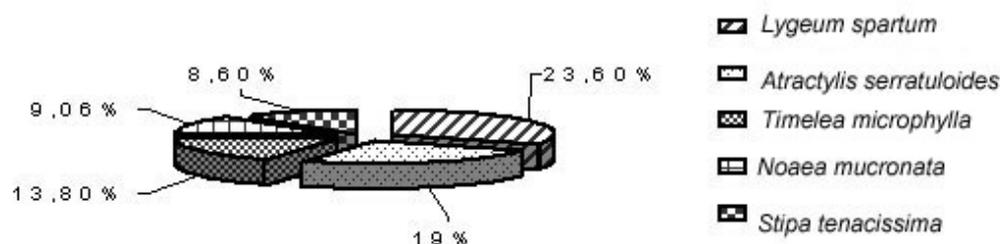


Figura 5. Frecuencia de las especies más abundantes en el conjunto de las 20 parcelas experimentales.

Tomando como base de comparación las unidades fisionómicas de los mapas pastorales de Argelia elaborados por el Centro de Investigación Biológica Terrestre de la Universidad Bab Zouar de Argel 1980, en 11 de las 20 estaciones la evolución de la composición florística puso de manifiesto un cambio de facies, indicador de una degradación del medio (**Tabla 1**).

Tabla 1. Comparación de las facies presentes en 1980-1981 y 1999-2000.

Estaciones	Facies 1999-2000	Facies 1980 / 1981
1	<i>Stipa tenacissima</i> y <i>Lygeum spartum</i>	<i>Stipa tenacissima</i> y <i>Lygeum spartum</i>
2	<i>Lygeum spartum</i> y <i>Atriplex nummularia</i>	<i>Lygeum spartum</i> y <i>Atractylis serratuloïdes</i>
3	<i>Noaea mucronata</i> y <i>Lygeum spartum</i>	<i>Lygeum spartum</i> y <i>Noaea mucronata</i>
4	<i>Lygeum spartum</i> y <i>Atriplex nummularia</i>	<i>Lygeum spartum</i> y <i>Atractylis serratuloïdes</i>
5	<i>Stipa tenacissima</i> y <i>Lygeum spartum</i>	<i>Stipa tenacissima</i> y <i>Lygeum spartum</i>
6	<i>Atractylis serratuloïdes</i> y <i>Noaea mucronata</i>	<i>Lygeum spartum</i> y <i>Atractylis serratuloïdes</i>
7	<i>Salsola vermiculata</i> y <i>Stipa tenacissima</i>	<i>Stipa tenacissima</i> y <i>Artemisia herba-alba</i>
8	<i>Lygeum spartum</i> y <i>Atractylis serratuloïdes</i>	<i>Lygeum spartum</i> y <i>Atractylis serratuloïdes</i>
9	<i>Lygeum spartum</i> y <i>Salsola Sieberi</i> var. <i>Zygophylla</i>	<i>Lygeum spartum</i> y <i>Salsola Sieberi</i> var. <i>Zygophylla</i>
10	<i>Salsola Sieberi</i> var. <i>Zygophylla</i> y <i>Lygeum spartum</i>	<i>Lygeum spartum</i> y <i>Salsola Sieberi</i> var. <i>Zygophylla</i>
11	<i>Thymelea microphylla</i> y <i>Salsola vermiculata</i>	<i>Lygeum spartum</i> y <i>Thymelea microphylla</i>
12	<i>Lygeum spartum</i> y <i>Noaea mucronata</i>	<i>Lygeum spartum</i> y <i>Noaea mucronata</i>
13	<i>Retama retam</i> y <i>Atractylis serratuloïdes</i>	<i>Lygeum spartum</i> y <i>Noaea mucronata</i>
14	<i>Atractylis serratuloïdes</i> y <i>Stipa tenacissima</i>	<i>Stipa tenacissima</i> y <i>Lygeum spartum</i>
15	<i>Thymelea microphylla</i> y <i>Atractylis serratuloïdes</i>	<i>Lygeum spartum</i> y <i>Thymelea microphylla</i>
16	<i>Salsola vermiculata</i> y <i>Lygeum spartum</i>	<i>Lygeum spartum</i> y <i>Salsola vermiculata</i>
17	<i>Noaea mucronata</i> y <i>Lygeum spartum</i>	<i>Lygeum spartum</i> y <i>Noaea mucronata</i>
18	<i>Lygeum spartum</i> y <i>Thymelea microphylla</i>	<i>Lygeum spartum</i> y <i>Thymelea microphylla</i>
19	<i>Thymelea microphylla</i> y <i>Lygeum spartum</i>	<i>Thymelea microphylla</i> y <i>Lygeum spartum</i>
20	<i>Thymelea microphylla</i> y <i>Lygeum spartum</i>	<i>Thymelea microphylla</i> y <i>Lygeum spartum</i>

El esparto ha sido dominado por *Noaea mucronata* (estaciones 3 y 17), *Salsola vermiculata* var. *brevifolia* (estación 16) y *Salsola sieberi* var. *zygophylla* (estación 10), y ha desaparecido en las estaciones 6, 11, 13 y 15. El análisis del recubrimiento de las especies dominantes permite constatar que *Lygeum spartum* es la especie con una mayor cobertura (12%) seguida por *Thymelea microphylla* (6%) (**Fig. 6**). Se trata de especies que se desarrollan sobre suelos arenosos y areno-limosos.

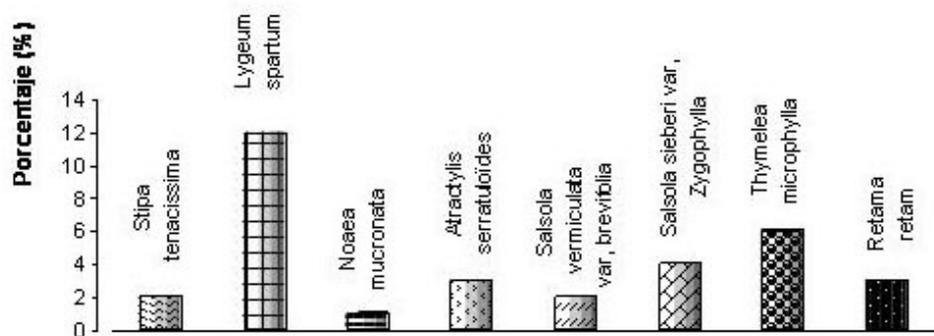


Figura 6. Recubrimiento de las principales especies dominantes en el conjunto de parcelas.

La biomasa más notable corresponde al albardín en las estaciones 2 (Aïdouane) y 12 (Es-senia), en la comuna de El-Biodh (**Fig. 7**). Esta elevada biomasa se explica por la protección contra el pastoreo implantada en la estación 2 y por una plantación forrajera abandonada un año atrás en la estación 12.

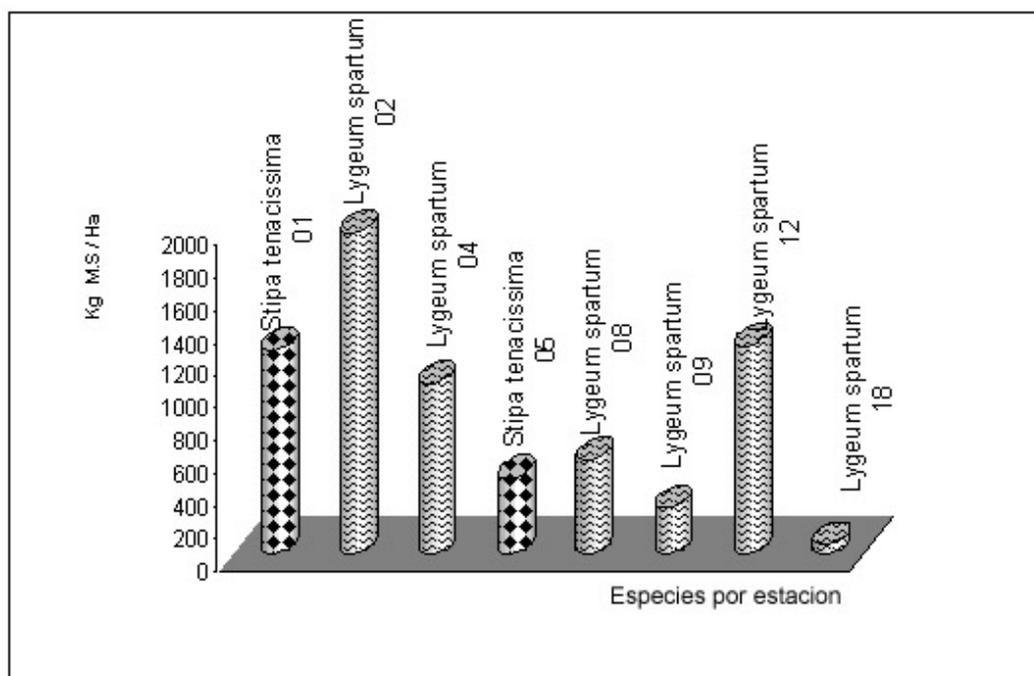


Figura 7. Fitomasa total de albardín (*Lygeum spartum*) y esparto (*Stipa tenacissima*).

Concentración de nutrientes en tejidos vegetales

El contenido de nutrientes que se expresa como porcentaje de materia seca de la parte aérea de las especies dominantes de las 20 estaciones, permite evaluar su productividad e interés forrajero. El [Anexo 1](#) proporciona una imagen detallada de la composición de las principales especies de la estepa.

En las dos especies dominantes y características de la vegetación esteparia, *Lygeum spartum* y *Stipa tenacissima*, la cantidad de calcio es siempre superior a la de otros elementos, mientras que sodio presenta siempre los contenidos más bajos (**Fig. 8**). El contenido de elementos en albardín es siempre menor que en esparto.

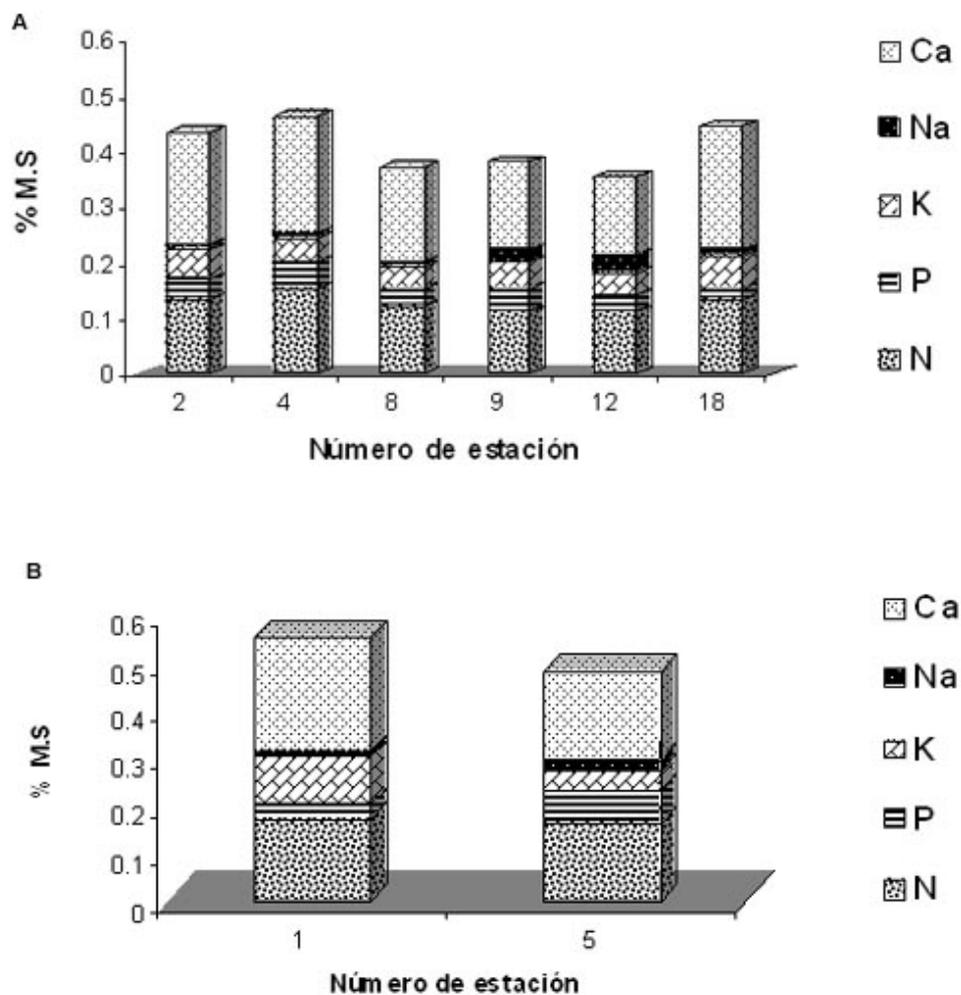


Figura 8. Concentración de nutrientes en hojas de albardín (A) y esparto (B).

La mineralomasa

La mineralomasa representa la masa de elementos minerales almacenada en la biomasa. Proviene de la acumulación de sustancias minerales provenientes del suelo.

Se ponen de manifiesto diferencias entre estaciones, tanto en albardín como en esparto (**Fig. 9**). La explotación del índice mineral (cociente mineralomasa/biomasa) de las principales especies en las diferentes estaciones pone de manifiesto el contenido medio en elementos minerales. Proporciona información sobre la nutrición y sobre su resistencia (ver [Anexo 2](#)). El esparto presenta los índices más elevados, mientras que albardín disminuye de 0,43 (correspondiente a la estación 2, protegida del pastoreo) a 0,35 (estación 12 en plantación forrajera abandonada).

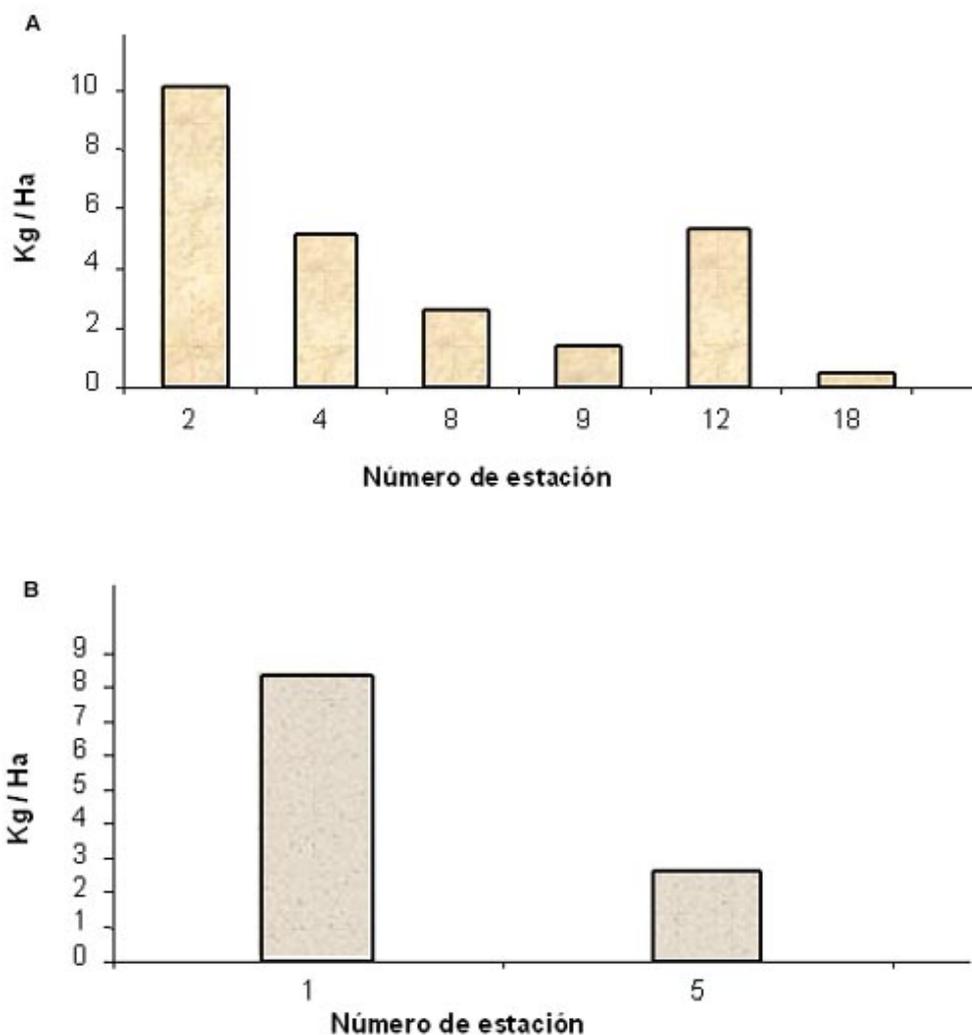


Figura 9. Mineralomasa de albardín (A) y esparto (B) en las diferentes estaciones estudiadas.

4. Análisis de la presión antropozoógena.

Una de las principales causas de la degradación de la estepa es el sobrepastoreo, como confirman los diferentes trabajos que tratan sobre este tema (ver [Anexo 3](#)). La evolución del número de criadores que utilizan la zona de estudio y de la carga pastoral real constituyen indicadores que permiten apreciar el impacto que la actividad humana tiene sobre la vegetación de la estepa. La carga pastoral normalmente se encuentra 4 ó 5 veces por encima de las posibilidades del sitio (Benabdeli, 1983 y 1996).

Mientras que el número global de criadores ha experimentado una sensible disminución, especialmente como resultado de la disminución en El Blodh (**Fig. 10**), el conjunto de cabezas de ovino sigue siendo muy elevado, como muestra la **Figura 11**.

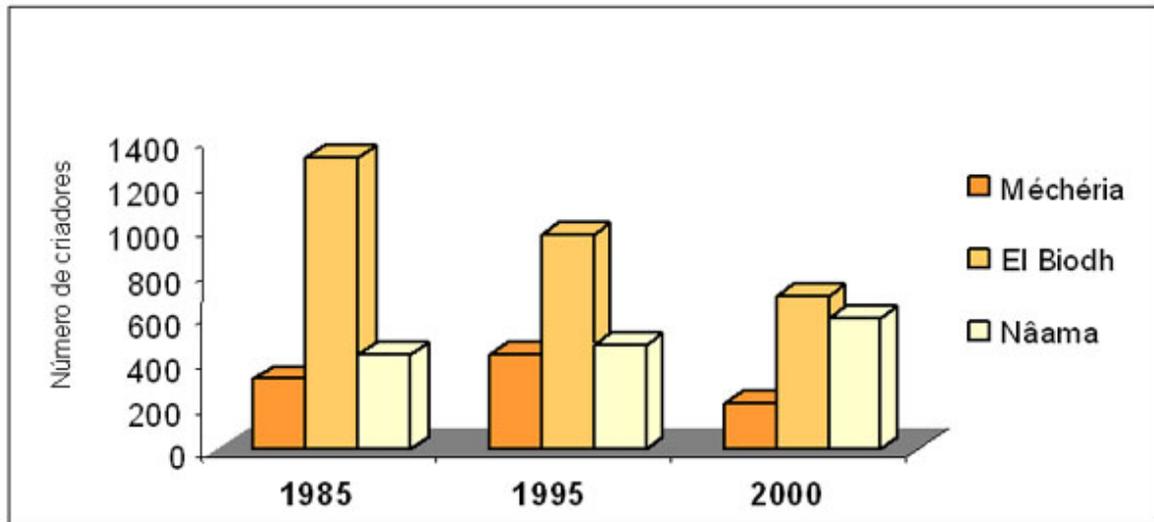


Figura 10. Evolución del número de criadores de ganado en la zona de estudio.

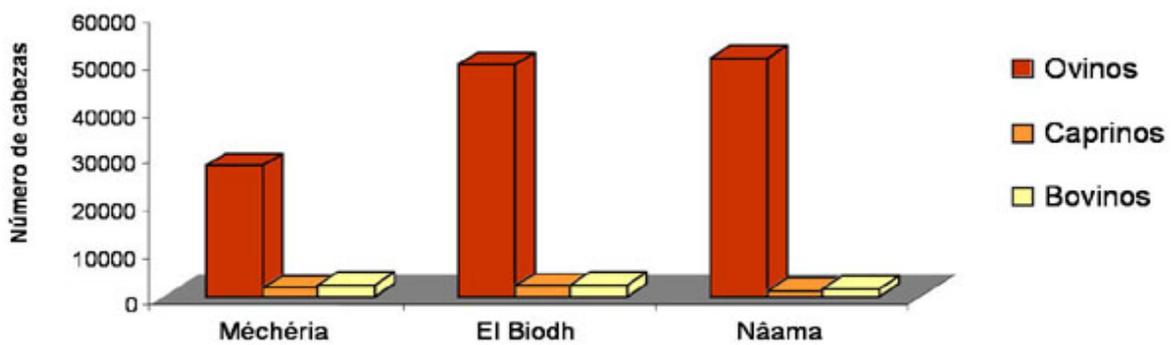


Figura 11. Situación de la cabaña ganadera en las tres comunas estudiadas (año 2000).

La carga pastoral real, expresada como el cociente entre el número de cabezas y la superficie de pastos permite estimar la presión del pastoreo sobre la estepa. La zona estudiada se caracteriza por un sobrepastoreo intenso, resultado de una carga excesiva (dos a tres veces superior a las posibilidades), que supone el primer factor de degradación de la vegetación (**Fig. 12**).

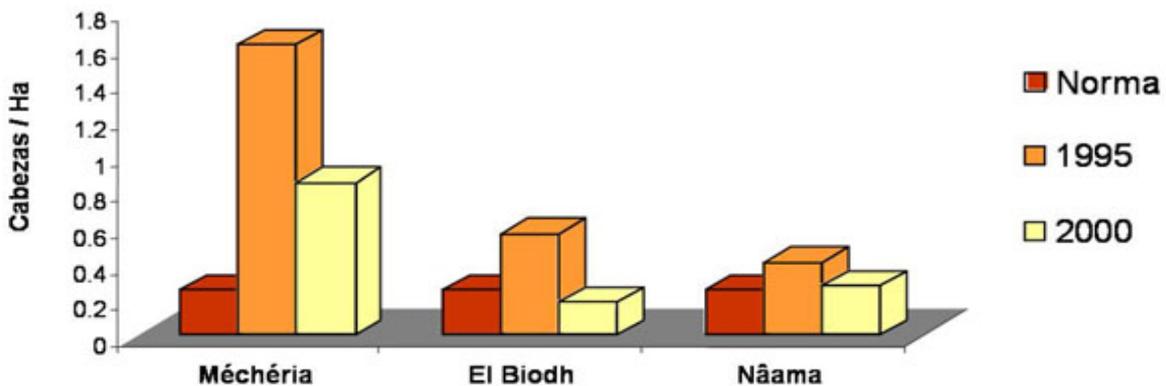


Figura 12. Índice de carga pastoral en las tres comunas estudiadas.

La explotación antrópica de estos medios, a menudo frágiles debido a las limitaciones edafo-climáticas, favorece la degradación local del ecosistema estepario, la desaparición de la cubierta vegetal, y en consecuencia, la desertificación. Bouazza (1995) confirma estos resultados en la zona limítrofe de Seb Dou, señalando: ¿sólo hace falta pasearse por estas zonas esteparias para darse cuenta de que nuestra región corre, en un futuro próximo, el riesgo de convertirse en un pre-desierto?.

5. Tratamiento de los datos ecológicos

El conjunto de datos recogidos, relativos al medio físico y a la vegetación se muestran en la **Tabla 2** agrupados según grupos fitoecológicos, y mostrando las variables determinantes en cada caso.

Tabla 2. Identificación de los grupos fitoecológicos y las variables ecológicas determinantes.

Grupos	Estaciones	Nº estaciones	Nº variables
1	13, 6, 15	3	5
2	12, 1, 4, 7, 17, 3	6	6
3	8, 14, 11, 9, 16, 10, 20, 19	8	7
4	18, 5, 2	3	2

En el primer grupo de estaciones (6, 13, 15) es la textura del suelo el factor más determinante, además de la presión de pastoreo. Las seis estaciones del segundo grupo, se reúnen en función de las variables químicas del suelo y de la acumulación de fitomasa. Las 8 estaciones del tercer grupo se caracterizan por las variables siguientes: pendiente, altitud, topografía y granulometría. Los factores físicos del medio, el inicio de la formación de dunas y el pastoreo constituyen, asimismo, factores determinantes. En cuanto al cuarto grupo, las variables determinantes son la intensidad de la erosión, la tasa de cobertura vegetal y los elementos químicos del suelo.

El análisis de los datos utilizados para identificar los principales agentes causantes de la degradación de la estepa permite clasificar estos agentes como sigue: intensidad del pastoreo, textura del suelo, factores orográficos y composición florística.

6. Propuestas preliminares de mejora

Una vez identificadas las diferentes variables ecológicas y antrópicas que inciden en la degradación de la estepa, es posible desarrollar cronológicamente las acciones que deben permitir la protección de este ecosistemas amenazado. Estas acciones se pueden resumir en:

- promover el desarrollo del estrato herbáceo clave para la mejora de las propiedades físico-químicas del suelo y para la nutrición mineral de la fitocenosis.
- mejora espontánea del pasto mediante la exclusión del ganado durante un período mínimo de 3 años que asegure una dinámica progresiva de las agrupaciones vegetales.
- establecimiento de islas semilleras, que deben actuar como viveros naturales al diseminar de manera natural las semillas maduras. Estas parcelas deben ser situadas en función de los vientos predominantes.
- lucha contra la deposición de arena mediante la instalación de bandas forestadas con especies autóctonas y especies forrajeras de porte arbustivo.
- establecer un plan de gestión del pastoreo, que contemple la limitación de la carga ganadera, la rotación, la exclusión, y los trabajos de mejora pastoral, tras el estudio de las posibilidades forrajeras y la cartografía de la potencialidad del sitio.
- utilizar especies que puedan jugar un papel clave en la mejora de la composición florística, e incluso frenar el progreso de la desertificación, teniendo en cuenta aspectos morfotopográficos y edáficos. Sobre glaciares y suelos limosos se recomienda utilizar *Stipa parviflora*, *Artemisia herba-alba* y *Aristida ciliata*. En zonas bajas o especialmente fértiles, *Periploca laevigata*, *Rhus tripartitum* y *Cenchrus ciliaris*. Sobre suelos arenosos, *Stipa lagascae*, *Plantago albicans*, *Lotus creticus* y *Rhanterium suaveolens*.
- desarrollo de reservas forrajeras en las depresiones a partir de la plantación de especies arbustivas forrajeras como *Acacia cyanophylla*, *Rhus tripartitum*, *Acacia raddiana*.

Conclusión

Las observaciones y medidas efectuadas en las 20 estaciones experimentales ponen de manifiesto la escasa fitomasa, recubrimiento y contribución específica. El inventario de especies vegetales y la evaluación de su abundancia ha servido para destacar las más dominantes e identificar la facies característica de cada parcela. Los análisis químicos del suelo y de las plantas dominantes (mineralomasa, nutrientes e índice mineral) han puesto de relieve la pobreza general del medio.

El diagnóstico ecológico realizado, confirma otras observaciones sobre la aceleración del proceso de desertificación por rarefacción de las especies dominantes y las especies clave en la conservación de este ecosistema. El cambio de facies, y particularmente las evidencias de evolución regresiva en un 55% de las estaciones, así como la extensión de la deposición de arena y la génesis de pequeñas dunas (85% de las estaciones), son otros indicadores ecológicos que confirman el umbral alarmante al que ha llegado este espacio.

Anexo1. Concentración de nutrientes de las principales especies vegetales

Estaciones	Especies	N	P	K	Na	Ca
		%	%	%	%	%
1	<i>Stipa tenacissima</i>	1,7	0,3	1,0	0,1	2,4
2	<i>Lygeum spartum</i>	1,3	0,4	0,5	0,1	2,0
3	<i>Noea mucronata</i>	0,9	0,1	0,2	0,05	1,0
4	<i>Lygeum spartum</i>	1,5	0,5	0,4	0,1	2,1
5	<i>Stipa tenacissima</i>	1,6	0,7	0,4	0,2	1,9
6	<i>Atractylis serratuloides</i>	0,3	0,2	0,3	0,2	1,8
7	<i>Salsola vermiculata</i> <i>var.brevifolia</i>	0,2	0,1	0,2	0,1	1,5
8	<i>Lygeum spartum</i>	1,2	0,3	0,4	0,1	1,7
9	<i>Lygeum spartum</i>	1,1	0,4	0,5	0,2	1,6
10	<i>Lygeum spartum</i>	0,9	0,2	0,4	0,3	1,2
11	<i>Thymelea microphylla</i>	0,7	0,2	0,3	0,2	1,1
12	<i>Lygeum spartum</i>	1,1	0,3	0,4	0,3	1,4
13	<i>Retama retam</i>	0,8	0,3	0,4	0,3	1,2
14	<i>Atractylis serratuloides</i>	0,2	0,2	0,3	0,3	1,6
15	<i>Thymelea microphylla</i>	1,0	0,2	0,3	0,2	1,0
16	<i>Salsola vermiculata</i>	0,4	0,1	0,4	0,1	1,7
17	<i>Noea mucronata</i>	0,7	0,2	0,4	0,4	1,0
18	<i>Lygeum spartum</i>	1,3	0,2	0,6	0,1	2,2
19	<i>Thymelea microphylla</i>	1,4	0,3	0,2	0,2	1,3
20	<i>Thymelea microphylla</i>	1,4	0,2	0,0,3	0,3	1,2

Anexo 2. Índice mineral de las especies dominantes en las 20 estaciones.

Estaciones	Especies	Fitomasa (Kg M.S./ha)	Mineralomasa (Kg/ha)	Índice mineral
1	<i>Stipa tenacissima</i>	1254	6,90	0,55
2	<i>Lygeum spartum</i>	1972	8,48	0,43
3	<i>Noea mucronata</i>	96	0,23	0,24
4	<i>Lygeum spartum</i>	1048	4,29	0,41
5	<i>Stipa tenacissima</i>	471	2,11	0,45
6	<i>Atractylis serratuloïdes</i>	144	0,40	0,28
7	<i>Salsola vermiculata brevifolia</i>	109	0,22	0,20
8	<i>Lygeum spartum</i>	581	2,15	0,37
9	<i>Lygeum spartum</i>	288	1,10	0,38
10	<i>Thymelea microphylla</i>	280	0,71	0,25
12	<i>Lygeum spartum</i>	1283	4,48	0,35
14	<i>Atractylis serratuloïdes</i>	164	0,42	0,26
15	<i>Thymelea microphylla</i>	86	0,25	0,29
16	<i>Salsola vermiculata</i>	195	0,53	0,27
17	<i>Noea mucronata</i>	124	0,28	0,23
18	<i>Lygeum spartum</i>	69	0,30	0,43
19	<i>Thymelea microphylla</i>	91	0,29	0,32
20	<i>Thymelea microphylla</i>	222	0,76	0,34



Anexo 3. (A) *Vegetación protegida del pastoreo* (B) *Plantación forrajera protegida del pastoreo* (C) *Pasto degradado*

Referencias

- Aidoud, A. (1983) Contribution à l'étude des écosystèmes steppiques du Sud Oranais : phytomasse, productivité primaire et applications pastorales. Doct. 3^{ème} cycle, U.S.T.H.B. Alger . 250 p
- Bouazza, M. (1995) La végétation steppique au Sud de Sebdou (Oranie ? Algérie), revue scientifique *Ecologia mediterranea*, 17p.
- C.E.P.E., (1968) Code pour le relevé méthodique de la végétation et du milieu 292p.
- Chessel, D., Debouzie, D., Donadieu, P., Klein, D. (1975) Introduction à l'étude de la structure horizontale en milieu steppique - I. Echantillonnage systématique par distance et indice de régularité. *Oecologia Plantarum*, tome 10, n°1 , 1975, pp. 25-42.
- C. I. I . (1969) Méthodes de référence pour la détermination des éléments minéraux dans les végétaux oléagineux, 8, (9) , pp. 497 ? 504.
- Claudin, J., Lehouerou, N., Haywood. (1975) Etude phytoécologique du Hodna (Direction H.N. Lehouerou). Publ. FAO, Rome, 154 p .
- C.R.B.T . (1978) Rapport phytoécologique et pastoral sur les hautes plaines steppiques de la wilaya de Saïda . Alger, 256 p.
- C.R.B.T .(1980) Carte pastorale de l'Algérie EL KREDEIR au 1/ 200 000.
- C.R.B.T .1981) Carte pastorale de l'Algérie MECHERIA au 1/ 200 000.
- Djebaili, S. (1978) Rapport phytoécologique et pastoral (Wilaya de Djelfa) U.R.B.T, 159 p.
- Djebaili, S. (1984) Steppe algérienne phytosociologie et écologie. O.P.U. 177
- Djellouli, Y. (1981) Etude climatique et bioclimatique des hauts plateaux du Sud- oranais, Wilaya de Saïda. Comportement des espèces vis-à-vis du climat. Thèse Univ. Alger, 272 p. + Annexes.
- Floret, C., Le Floche, Pontanier, R., Romane, F. (1981) Dynamique des systèmes écologiques de la zone aride (application à l'aménagement sur des bases écologiques d'une zone de la Tunisie pré-saharienne)- Rapport, CEPE, Montpellier,120 p.
- Gounot. (1969) Méthodes d'études quantitatives de la végétation, Paris, Masson, 314 p.
- Halitim, A. (1988). Sols des régions arides d'Algérie. O.P.U. Alger, 384
- Kacimi (1997) Situation de la steppe algérienne. Séminaire national sur le développement et la gestion des parcours steppiques. M'sila mai 1997.
- Le Houerou, H.N. (1969) La végétation de la Tunisie steppique (avec références aux végétations analogues d'Algérie, de la Lybie et du Maroc).Annales Inst. Nat. Agro, 42,5, Tunis, 624p.
- Nedjraoui, D. (1981) Evolution des éléments biogènes et valeurs nutritives dans les principaux faciès de végétal (*Artemisia herba-alba*. *Asso*, *Lygeum Spartum L.* et *Stipa tenacissima L.*) des hautes plaines steppiques de la wilaya de Saïda, Thèse USTHB, Alger, 180p.
- Quezel, P., Santa S. (1962) Nouvelle flore de l'Algérie et des régions désertiques méridionales CNRS. 2 Tomes.
- Vedrenne, G. (1982) L'analyse multivariée et la mise en évidence d'indicateurs biologiques ? Doct. 3^{ème} cycle, Fac - Sc et Tech St Jérôme. 100 p + annexes.