

Las Poáceas perennes: una alternativa para la rehabilitación y la restauración de pastos degradados en el Túnez presahariano

L. Mnif, S. Derbel, M. Chaieb

U.R. Biologie & Ecophysiologie des Milieux Arides, Faculté des Sciences, 3000 Sfax, Tunisie

La magnitud de la presión humana sobre los pastos de la zona árida norteafricana se ha saldado con una rarefacción de las gramíneas perennes y la degradación de los suelos. Al ser la regeneración natural muy lenta es necesario plantearse el recurso de la reintroducción de especies locales rarificadas. El presente artículo examina la complementariedad de necesidades y comportamientos de dos gramíneas perennes de gran interés pastoral. *Cenchrus ciliaris* L., de origen tropical con fotosíntesis C4, de producción eminentemente en la estación cálida es interesante en años de pluviosidad favorable. *Stipa lagascae* Roem. & Shultes, especie C3 utiliza mejor el agua en periodos fríos. La mezcla de semillas de ambas especies complementarias en la utilización del agua, permite rehabilitar un pasto en el que el banco de semillas se haya agotado. La degradación de las propiedades físico-químicas del suelo, así como el acortamiento del periodo en que el agua del suelo está disponible para la vegetación, durante el verano, explican en parte la rarefacción de individuos de especies de origen tropical (caso de *C. ciliaris*) en beneficio de especies de origen mediterráneo (caso de *S. lagascae*) en la flora de los pastos de la zona árida al norte del Sahara.

Palabras clave: zona árida, régimen hídrico de los suelos, rehabilitación, gramíneas perennes, *Cenchrus ciliaris*, *Stipa lagascae*.

Human pressure on North African arid pastures is causing soil degradation and rarefaction of perennial grasses. Artificial reintroduction of rarefied species can be an alternative in these areas, where spontaneous regeneration may be too slow. We have evaluated the ecological needs and performance of two perennial grasses with high grazing interest. Tropical *Cenchrus ciliaris* L. is a C4 that concentrates production during the warmest periods, and may be of particular interest in relatively wet years. *Stipa lagascae* Roem. & Shultes, is a C3 grass that may thrive under relatively cold conditions. Seeding mixes of these complementary species may contribute to rehabilitate grazing areas where the seed bank has been depleted. Soil degradation, and the reduction in the period when water is available during the summer, partly explain rarefaction of tropical species (as *C. ciliaris*) and gradual dominance of Mediterranean species (as *S. lagascae*) in northern Sahara arid pastures.

Keywords: arid zones, soil water regime, rehabilitation, perennial grasses, *Cenchrus ciliaris*, *Stipa lagascae*.

L'ampleur de la pression humaine sur les parcours en zone aride Nord africaine s'est soldée par une rarefaction des graminées pérennes et une dégradation des sols. La régénération naturelle devenue très lente, il est nécessaire d'envisager le recours à la réintroduction d'espèces locales rarifiées. Le présent article examine la complémentarité des besoins et des comportements de deux graminées pérennes de grand intérêt pastoral. *Cenchrus ciliaris* L., d'origine tropicale, de type biochimique de photosynthèse en C4, et produisant surtout en saison chaude est intéressante en année à pluviosité favorable. *Stipa lagascae* Roem. & Shultes, espèce de type en C3 utilise mieux l'eau en période froide. Le semis en mélange de ces deux espèces complémentaires dans l'utilisation de l'eau, permet de réhabiliter un parcours, si les semenciers ont disparu. La dégradation des propriétés physico-chimiques du sol, ainsi que le raccourcissement de la durée des disponibilités en eau du sol pour la végétation, durant la période estivale, expliquent en partie la rarefaction des individus des espèces d'origine tropicale (cas de *C. ciliaris*) au profit des espèces d'origine méditerranéenne (cas de *S. lagascae*) dans la flore des parcours de la zone aride au Nord du Sahara.

Mots clés : zone aride, régime hydrique des sols, réhabilitation, graminées pérennes, *Cenchrus ciliaris*, *Stipa lagascae*

Introducción

Iniciado en la primera mitad del siglo XX, el deterioro de los ecosistemas pastorales del Túnez meridional se ha acelerado particularmente en las últimas tres décadas. La presión demográfica creciente, incluso en las zonas áridas ha supuesto un aumento constante de la demanda de productos agrícolas. Otros factores, como la necesidad de una apropiación de tierras a título privado y el deseo de invertir en la agricultura, han contribuido a incrementar el nivel de presión antrópica, incluso en los ecosistemas menos accesibles o considerados como marginales.

En el Maghreb, pero particularmente en Túnez, la dinámica de las comunidades vegetales es bien conocida (Long, 1954; Le Houérou, 1959, 1969, 1977). Con frecuencia se ha observado (Le Houérou, 1959; Floret y Pontanier, 1982) que los estadios más próximos al clímax del Túnez estépico, situado entre las isoyetas 300 y 100 mm (**Fig. 1**), estarían dominados por especies de gramíneas perennes. La dominancia de algunas de estas especies aún se puede observar hoy en día. Es por ejemplo el caso de *Stipa tenacissima* L., *Stipa lagascae* Roem & Shultes, *Lygeum spartium* L., *Stipagrostis pungens* (Desf.) de Winter, *Hyparrhenia hirta* (L.) Stapf, etc. Otras gramíneas perennes actualmente rarificadas han sido sin duda dominantes en extensas áreas. Se trata por ejemplo de : *Cenchrus ciliaris* L., *Panicum turgidum*, *Aristida adscencionis* L., *Stipagrostis ciliata* (Desf.) de Winter, etc. Otras especies son también raras, pero probablemente no eran dominantes fisiognómicamente. En esta categoría, podemos citar *Digitaria nodosa* Parl., *Tricholaena teneriffe* (L.) Link, *Heteropogon contortus* (L.) Roem & Shultes, *Themeda triandra* Forskahl, *Cymbopogon schoenanthus* (L.) Spreng., etc. Es sorprendente constatar que estos taxones son a menudo considerados de origen tropical. De este hecho se puede concluir, incluso no pudiéndose cuantificar, una relativa regresión de la tropicalidad de la flora y crecimiento de su mediterraneidad (Le Houérou, 1959).

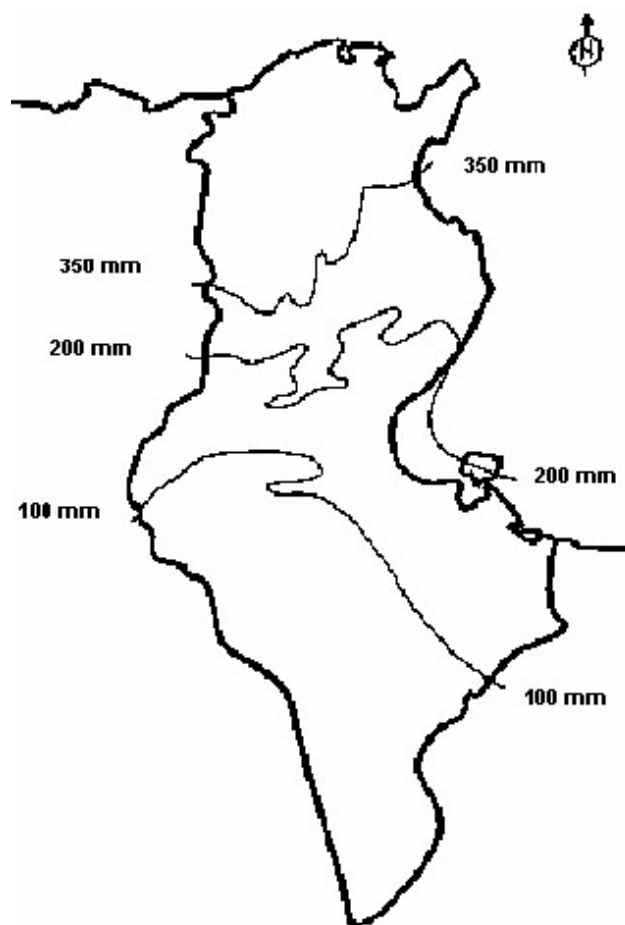


Figura 1. Localización de la zona árida y semiárida de Túnez por debajo de la isoyeta 350 mm.

Si la regeneración natural, de resultados por ejemplo de la protección contra el pastoreo, puede en algunos medios no demasiado degradados permitir el un aumento de la cubierta vegetal de las especies perennes presentes, no permite sin

embargo, al menos a medio plazo, el retorno de especies desaparecidas, pero que probablemente pertenecían al cortejo florístico del lugar. Así, por ejemplo, la protección de una estepa, incluso muy degradada, sobre suelo arenoso conducirá inevitablemente a la extensión de *Stipa lagascae*, pero no supondrá el retorno de *Cenchrus ciliaris* (Chaieb, 1989). En todas estas situaciones en las que la regeneración natural no puede conducir, incluso a medio plazo, a la restauración del paisaje vegetal anterior se ha planteado recurrir a técnicas de rehabilitación, para elevar el nivel de recursos pastorales, a través de la reintroducción de especies de interés (CCE, 1988). Entre las cuestiones que se plantean, la de la selección del material vegetal es primordial. Se puede proponer una larga lista de especies candidatas, sin que se sepa a priori, si su reintroducción tiene alguna posibilidad de éxito (Ferchichi et al., 1982). Es necesario por tanto razonar esta selección, teniendo en cuenta:

- La evolución de las propiedades físico-químicas de los suelos como consecuencia de la degradación, y las posibilidades de regeneración.
- Las exigencias de las especies vegetales.

La experimentación sobre las posibilidades de estas reintroducciones puede, así mismo, permitir la comprensión de las razones de la desaparición diferencial de especies 'tropicales' y 'mediterráneas'.

En este artículo, hemos examinado el caso de las estepas 'arenosas' del sur tunecino las cuales, bajo bioclima árido inferior se definen como pertenecientes a la Asociación con *Rhanterium suaveolens* y *Artemisia campestris* (Le Houérou, 1959). De estas estepas, que se han visto afectadas durante mucho tiempo por la degradación, discutiremos la presencia y/o la reintroducción para la rehabilitación de dos gramíneas perennes, *Cenchrus ciliaris* y *Stipa lagascae*.

Consecuencias de la degradación y de la recuperación del suelo sobre los recursos hídricos y florísticos en la estepa arenosa.

Consecuencias sobre el balance hídrico.

En zonas áridas, la degradación del suelo afecta en primer lugar a sus características físico-químicas (disminución del contenido de materia orgánica, de la capacidad de intercambio catiónico, degradación de la estructura, disminución de la porosidad, etc.), pero también a los flujos de agua en el continuo suelo-planta-atmósfera (Hillel, 1974). De manera simple, un suelo degradado se compacta, pierde agua por escorrentía y evaporación, y por lo tanto el frente de humectación llega a menor profundidad. La importancia del agua para la producción vegetal es evidente. Tanto es así que por las diferentes facies de degradación o de degradación de un suelo, resulta relativamente fácil estimar o medir los siguientes parámetros:

- El coeficiente de eficacia de la precipitación (K_e %) representa la capacidad de un suelo, o de cualquier superficie de permitir la infiltración de la lluvia (Floret y Pontanier, 1989). Este coeficiente expresa la proporción de la precipitación total que es realmente útil para la vegetación, después de restar la escorrentía y el drenaje en profundidad. Este coeficiente se puede evaluar a partir de lluvias naturales o de simulaciones de lluvia (Thebe y Pontanier, 1982; Seiny-Boukar, 1990). K_e está muy correlacionado con el estado de las superficies.
- La duración de la presencia de agua disponible en el suelo es uno de los parámetros más útiles para explicar la disfunción hídrica posterior a la degradación, y las consecuencias sobre los vegetales que se derivan de ésta. Estos estudios, a menudo prolongados en el tiempo (Floret y Pontanier, 1982, 1984; Floret et al., 1983), pueden proporcionar información útil para la modelización.
- La evolución de la capacidad de almacenaje de agua disponible para la vegetación, o reserva útil (RU), definida por Henin (1976). La RU es la resultante de un conjunto de parámetros elementales del suelo, como la profundidad, la textura, la porosidad, etc. Por ello, en ausencia de otros condicionamientos la RU se calcula en relación a un punto de marchitez que corresponde a un potencial del suelo de -1.6 MPa.
- La modificación del estado de la superficie del suelo. Actualmente existen diversos métodos de evaluación (Boiffin y Sebillotte, 1976; Floret et al. 1989; Escadafal, 1989; Casenave y Valentin, 1989). La superficie del suelo muestra el estado de degradación de un medio y permite seguir la evolución de las formas de compactación, de decapitación, de acumulación de depósitos de origen eólico o hídrico, de mantillo orgánico, etc.
- Otros parámetros, como el contenido de materia orgánica o la fertilidad del suelo deben ser tomados también en consideración.

Teniendo en cuenta el conjunto de estos parámetros, presentamos en una primera parte, las principales características físico-químicas e hídricas de los suelos arenosos de la estepa de *Rhanterium suaveolens*, ampliamente representadas en el sur de Túnez (**Tabla 1**). Según la clasificación francesa de suelos se trata de Sierozem arenoso.

Tabla 1. Variación de algunas características físico-químicas de un Sierozem arenoso del sur de Túnez en función de su estado de degradación o de recuperación (Floret y Pontanier, 1982).

	Ke% coeficiente de eficacia de la lluvia (1)	Duración de la disponibilidad de agua en el suelo enraizable (meses)	Reserva de agua útil por cada 10 cm de suelo (RU, mm)	
			Media de los 20 cm superficiales	Media para la capa de suelo enraizable
<i>Siérozem</i>				
-en buen estado	98	6/7	5,1	9,2
- degradado	85	5/6	9,5	9 ,3
- muy degradado y decapitado	66	3/4	9,0	9,0
<i>Regeneración</i>				
-reciente (<5 años) de un sierozem degradado	100	5/6	2,1	2,1
-antiguo (> 30 años) de un sierozem	98	6/7	5,1	8,6

(1) A partir de un ensayo en el que se realizaron diversas simulaciones (80 mm en 24 h, con un periodo de retorno de 10 años).

Consecuencias a nivel florístico.

Debemos recordar que la vegetación de los suelos arenosos está sujeta a fenómenos de desbroce y sobrepastoreo. Estos dos tipos de degradación tienen consecuencias diferentes sobre la vegetación natural de la estepa (Chaieb, 1991). En el caso de desbroce, la biomasa producida inicialmente por *Rhanterium suaveolens* y por gramíneas perennes, en particular *Stipa lagascae*, disminuye considerablemente. Estas especies son sustituidas gradualmente por terófitos, de ciclo biológico muy corto y, en general, taxones sin interés pastoral (**Fig. 2**). Se puede citar en este contexto a *Artemisia campestris*, *Cleome arabica* y *Colocynthis vulgaris*. Evidentemente esta transformación depende de la duración del periodo de desbroce. En caso de sobrepastoreo (**Fig. 3**), se puede observar el mismo fenómeno, es decir, la disminución de la fitomasa de gramíneas perennes y de *Rhanterium suaveolens*. Los terófitos se benefician de las condiciones hídricas del suelo para ganar dominancia, desarrollando una fitomasa que puede superar los 500 Kg de materia seca por Hectárea. Sin embargo, al cabo de varios años de sobrepastoreo, la erosión eólica y el transporte de arena, crean condiciones poco propicias para la germinación de terófitos, lo que supone una reducción de la producción. Se observa por el contrario la aparición de una especie propia de medios degradados, considerada también como colonizadora, *Astragalus armatus* ssp. *tragacanthoides*. Esta especie, de la familia de las Fabaceae, caracterizada por un porte muy espinoso e inaccesible, no tiene ningún interés pastoral para el ganado ovino y caprino. Esto explica la magnitud de su desarrollo, en particular después de largos periodos de sobrepastoreo.

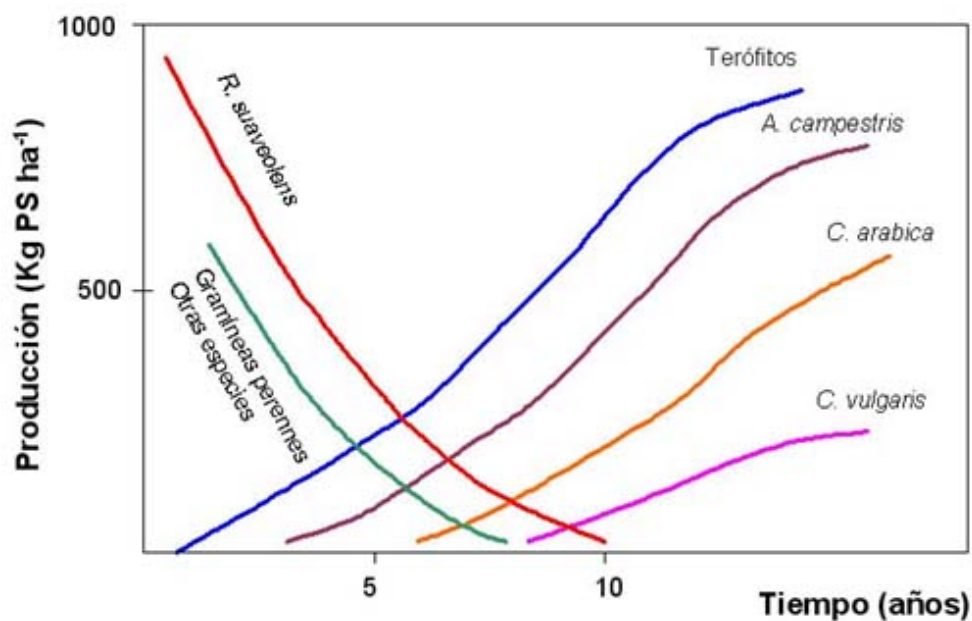


Figura 2. Producción y dinámica de la vegetación bajo la influencia de la deforestación en estepas de *Rhanterium suaveolens* (Chaieb, 1995).

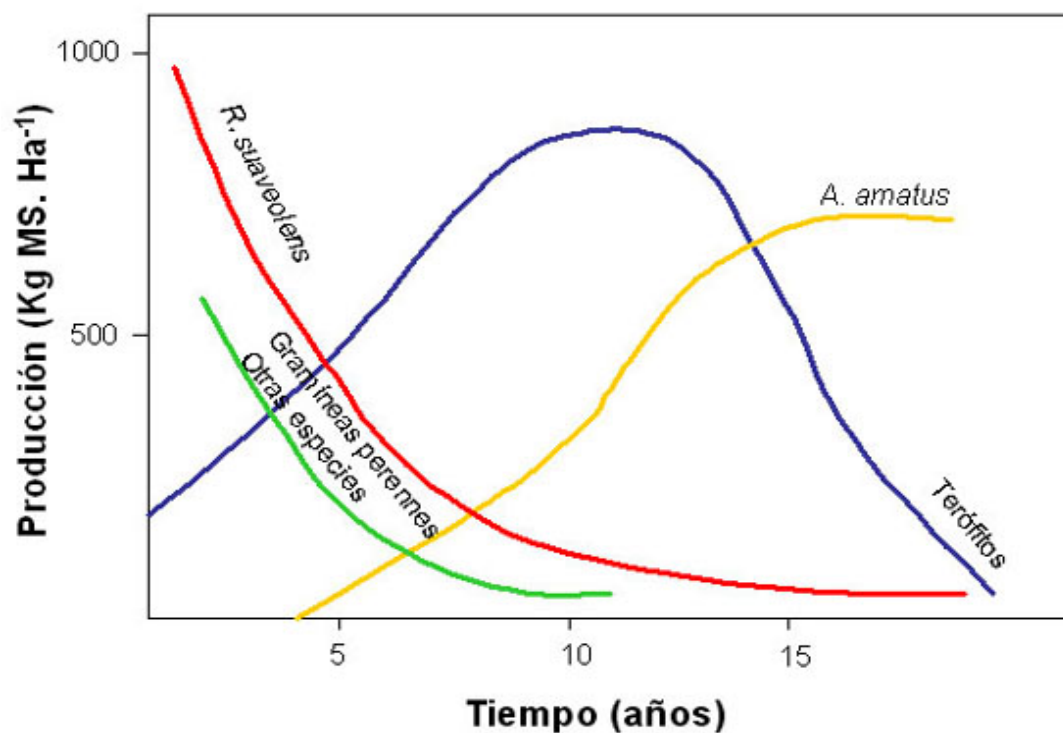


Figura 3. Producción y dinámica de la vegetación bajo la influencia del sobrepastoreo en estepas de *Rhanterium suaveolens* (Chaieb, 1995).

En el caso de la degradación de la estepa sobre suelos arenosos, sea por desbroce o sobrepastoreo, se produce una pérdida que afecta particularmente al cortejo de gramíneas, que son reemplazadas bien por anuales, bien por perennes sin interés pastoral. En estas situaciones, el recurso a la restauración artificial de estos medios resulta necesario. El éxito de estas operaciones impone el uso de especies autóctonas. Creemos que *Cenchrus ciliaris* y *Stipa lagascae*, son dos taxones potencialmente aptos para este fin.

Exigencias y comportamiento comparado de dos gramíneas perennes en la zona árida de Túnez.

Con frecuencia se ha sugerido que la degradación de las propiedades del suelo conduce a una aridificación progresiva del medio en un contexto climático inalterado (Floret y Pontanier, 1984). En paralelo, hemos investigado el comportamiento de especies susceptibles de ser utilizadas en acciones de rehabilitación y de restauración de ecosistemas degradados.

En este contexto, hemos optado por comparar dos especies herbáceas perennes de la familia de las Poaceae. Se trata de *Cenchrus ciliaris* y *Stipa lagascae*. La primera tiene un origen tropical, mientras que la segunda tiene un origen mediterráneo. Son, por lo tanto susceptibles de presentar grandes diferencias de comportamiento, ligadas de manera más o menos estrecha a fluctuaciones de la disponibilidad de agua en el suelo. Sus exigencias y comportamiento, en relación a diversos factores ecológicos (agua, temperatura, presión de pastoreo, etc.), en diversas fases de sus ciclos vitales (germinación, instalación, individuo adulto), han sido estudiados en Túnez (Neffati et al., 1986; Monoryo-Ata, 1989; Chaieb, 1989, 1993; Chaieb et al., 1996). La información relativa al comportamiento de ambas especies se sintetiza en la **Tabla 2**.

Tabla 2. Comportamiento comparado de *Cenchrus ciliaris* y de *Stipa lagascae*

	Tipo de año	Posición y duración de las fases del ciclo		Eficiencia en el uso del agua (gMS Kg ⁻¹ H ₂ O transpirada)		
		Crecimiento vegetativo	Reproducción	Suelo areno-yesoso	Suelo areno-limo-calizo n° 1	Suelo areno-limo-calizo n° 2
<i>Cenchrus ciliaris</i>	Seco(1)	15/XI ?15/IV (5 meses)	15/XII-31/VII	(-)	(-)	(-)
	Medio (2)	(-)	(-)	2,22	1,24	(-)
	Ideal (3)	15/IX-15/VI (9 meses)	15/X-15/I 15/XII-15/II 15/II-31/VII	(-)	(-)	(-)
<i>Stipa lagascae</i>	Seco (1)	15/IX-15/V	(-)	(-)	(-)	1,56
	Medio (2)	(-)	(-)	0,93	0,87	(-)
	Ideal (3)	15/IX-15/VI	(-)	(-)	(-)	1,81

(1) Precipitaciones totales de 95 mm, la primera más tardía (noviembre).

(2) Precipitaciones totales de 165 mm.

(3) Precipitación total e irrigación: 230 mm, bien repartidos; primeros aportes en septiembre.

(-) Dato no disponible.

Indicadores de las necesidades y de los comportamientos comparados de ambas especies.

Numerosos parámetros permiten definir las exigencias y el comportamiento de las especies consideradas como interesantes para la rehabilitación, y que por tanto presentan a priori un buen nivel de producción y palatabilidad para los animales domésticos. Algunos de estos parámetros son:

- La temperatura óptima de germinación o temperatura a la que las semillas de una especie presentan la tasa más alta de germinación. Con frecuencia se ha considerado como temperatura óptima aquella para la que la velocidad de germinación es más elevada (Went, 1955), y al menos en la zona árida, suele corresponder a la temperatura óptima del desarrollo de la especie.
- Las formas de completar el ciclo de vida (crecimiento vegetativo, reproducción) bajo condiciones de disponibilidad hídrica contrastada y conocida. Estos datos se obtienen siguiendo de manera muy irregular el desarrollo de individuos y órganos cuidadosamente recuperados.
- El potencial hídrico que corresponde a la fuerza de retención de agua por la planta. Medido mediante bomba de presión (Scholander et al., 1965), es función de aportes y pérdidas, e informa sobre la resistencia relativa de las diferentes especies al estrés hídrico (Ritchie y Hinckley, 1975). Destacamos aquí, como indicador el potencial hídrico foliar medido al alba, momento en que refleja las condiciones hídricas del suelo (Hillel, 1974). Las medidas de este parámetro se realizan mientras las plantas están en crecimiento y representan un indicador de su resistencia a la sequía.
- La cinética de crecimiento foliar permite evaluar durante periodos sucesivos y definidos la longitud acumulada de las hojas. Esta variable no permite, evidentemente, comparaciones entre especies basadas en longitudes totales. Es muy importante para determinar las variaciones del ritmo de crecimiento y para establecer eventuales correlaciones entre estos ritmos y factores como la temperatura, la disponibilidad hídrica, etc.
- La eficiencia del agua para la producción vegetal en condiciones contrastadas y conocidas de disponibilidad hídrica. Esta eficiencia (*Water Use Efficiency*, WUE), expresada en gramos de materia seca producida por mm de agua evapotranspirada, varía, para una misma especie, en función de las propiedades del suelo, las condiciones climáticas, etc.

Todos estos parámetros deben ser determinados en condiciones análogas para las diferentes especies. Por ello es necesario trabajar en condiciones experimentales controladas (densidad de individuos, recubrimiento de la vegetación, condiciones del suelo, etc.). En la **Tabla 2** se muestran algunos datos de manera sintética.

Cenchrus ciliaris y *Stipa lagascae*. Analogías y diferencias.

- El óptimo de germinación se sitúa entre 15°C y 20°C para *Stipa lagascae* y cerca de 30°C para *Cenchrus ciliaris* (Chaieb, 1989). Para esta última especie, el resultado obtenido en el laboratorio, confirma las observaciones efectuadas por Badly y Amat (1965) según las cuales las tasas de germinación de *Cenchrus ciliaris*, en vivero, en el sur de Túnez, son más elevadas durante el periodo estival, y especialmente durante septiembre.
- El ciclo biológico de *Cenchrus ciliaris* está marcado por un inicio del crecimiento vegetativo estrictamente ligado a la disponibilidad de agua en el suelo. El final del periodo de crecimiento también lo está, de manera que, en función del año pluviométrico, esta fase dura de 5 a 9 meses. La reproducción también muestra una dependencia directa de los recursos hídricos. En un año 'ideal' (disponibilidad hídrica correspondiente a una pluviometría de 250 mm, bien repartida en el tiempo, y precoz), *Cenchrus ciliaris* puede presentar hasta tres fases sucesivas de reproducción durante un periodo total de cerca de ocho meses. En *Stipa lagascae* el ciclo biológico se caracteriza por un inicio del crecimiento vegetativo cercano al 15 de septiembre, independientemente de la disponibilidad hídrica. La parada del crecimiento es más sensible a la presencia de reservas de agua disponible y por lo tanto más variable en el tiempo. La fase de crecimiento dura de 8 a 9 meses. La reproducción está fijada en el tiempo, pero el éxito es muy variable y correlacionado con la disponibilidad hídrica.
- Los valores mínimos de potencial hídrico al alba observados durante la fase de crecimiento oscilan entre -2,5 y -3,0 MPa en las dos especies estudiadas. Estos valores atestiguan una resistencia elevada a la sequía.
- La cinética foliar estacional es muy diferente en las dos especies. En *Cenchrus ciliaris*, los estudios de cinética foliar confirman el inicio a menudo tardío del crecimiento. Los valores, bajos en invierno a causa de la temperatura, se anulan cuando las reservas de agua desaparecen. En el caso de una buena disponibilidad hídrica la máxima elongación se observa en julio y agosto. *Stipa lagascae* presenta los valores de crecimiento foliar más elevados durante un periodo que va de marzo a mayo, cuando las reservas de agua, si nos atenemos a un punto de marchitez permanente de -1,6 MPa, han desaparecido de 2 a 3 meses atrás.
- Existen grandes diferencias en relación a la eficiencia en el uso del agua. Es siempre elevada y correlacionada positivamente con las reservas hídricas en *Cenchrus ciliaris*, y relativamente baja en *Stipa lagascae*.

Debemos añadir que *Cenchrus ciliaris* se seca tan pronto como las reservas de agua se agotan, y que normalmente pasa el verano completamente seco. Sin embargo, esta especie no agota las reservas hídricas muy rápidamente. Funcionando bien a temperaturas elevadas, pero secándose completamente cuando el suelo carece de agua, *Cenchrus ciliaris* se puede clasificar dentro de las especies C4 árido-pasivas. *Stipa lagascae* por el contrario agota rápidamente las reservas hídricas, pero presenta material verde todo el año. Funcionando adecuadamente a bajas temperaturas y siendo productivo incluso en el pico de la estación seca, *Stipa lagascae* se puede clasificar como una especie C3 árido-activa.

Discusión-Conclusión

En la zona árida de Túnez, la decapitación de los suelos arenosos conlleva una degradación intensa de las propiedades físico-químicas y, en consecuencia, de los recursos hídricos del suelo. La disminución de la reserva de agua útil para la vegetación supone, por otra parte, una reducción del período en que hay agua disponible en el suelo. A medio plazo (30 años) la regeneración no conseguiría recuperar más que una parte de las potencialidades perdidas durante la degradación. La reconstitución física del suelo permite la recuperación de apenas un 60-70% de las potencialidades iniciales de una estepa arenosa, incluso 30 años después del abandono de un cultivo. Resulta útil, en estas condiciones, intervenir? Sus actuaciones destinadas a rehabilitar tales ambientes, tienen alguna posibilidad de éxito? El margen de maniobra es estrecho, ya que, aparentemente, sólo un año de cada cinco resultaría apto para la recuperación biológica, que se produce de manera irregular y por etapas.

La regeneración del suelo que se produce tras la acumulación de depósitos arenosos permite tan sólo una recuperación parcial de estos recursos. En función de la evolución de los suelos durante las fases de degradación y recuperación, es necesario tener en cuenta las exigencias y comportamiento de las especies empleadas en su rehabilitación. Dos categorías de vegetales perennes, representadas por sendas especies, han sido considerados aquí. Se trata de *Cenchrus ciliaris*, especie C4 árido-pasiva y de *Stipa lagascae*, especie C3 árido-activa. *Cenchrus ciliaris* es resistente a la sequía y más eficaz en la utilización del agua que *Stipa lagascae*, la cual, además, agota rápidamente las reservas hídricas del suelo. A priori, por tanto, el recurso a la utilización de *Cenchrus ciliaris* en las operaciones de rehabilitación presenta diversas ventajas. Es necesario admitir, no obstante, que *Cenchrus ciliaris* cuya cinética de elongación foliar presenta máximos en julio-agosto cuando existe agua disponible, puede resultar menos exitoso en años secos o suelos muy degradados.

En Gabés, situado en la zona en la que se han llevado a cabo buena parte de los experimentos discutidos en este trabajo, el período de retorno de una pluviometría igual o inferior a 76 mm es de 10 años (Floret y Pontanier, 1982). Una disponibilidad de agua en el suelo restringida a los períodos invernales y primaverales reduciría de manera considerable la producción y el interés de *Cenchrus ciliaris*. También es necesario admitir que *Stipa lagascae*, que crece bien durante la estación fría, cuando las reservas hídricas están habitualmente en su máximo, si crece junto a *Cenchrus ciliaris* puede agotar el agua del suelo antes de que esta segunda especie pueda manifestar su potencialidad. Las gramíneas C4 son particularmente interesantes en años secos o suelos muy degradados. Compiten intensamente con especies C3. Un buen uso de las ventajas de cada categoría de plantas pasa por una gestión adecuada del pastoreo. La conducta de los rebaños puede contribuir a prolongar el tiempo de utilización de los recursos disponibles, en beneficio de las especies más productivas. En caso de interrupción del crecimiento, la biomasa aérea de *Cenchrus ciliaris* se seca completamente, presentando un interés pastoral muy escaso. *Stipa lagascae*, por el contrario, se mantiene verde todo el año, una característica que debe tenerse en cuenta. *Cenchrus ciliaris*, como otras especies C4 de ámbito tropical, se encuentra gravemente rarificada, y un comportamiento anárquico de los rebaños sobre pastos ya degradados ha supuesto una reducción de la biomasa hasta el punto de afectar negativamente a la producción de semillas. Éstas ya no encuentran unas condiciones de humedad aptas para germinar durante la estación estival, cuando las temperaturas son más favorables. Esta situación parece ser menos negativa en especies como *Stipa lagascae*. El papel de la herbivoría ha sido poco estudiado en este contexto, pese a que podría tener un papel crucial en el mantenimiento del equilibrio necesario para sostener la producción.

La presente discusión se refiere a suelos de textura ligera, ya que en suelos de textura limosa o arcillosa la sequía edáfica sería aún más acentuada (Floret y Pontanier, 1982). La intensa infiltración que se produce en medios arenosos, reduce las pérdidas hídricas y facilita la acumulación de reservas hídricas profundas. Actualmente, la situación de las reservas hídricas se ha visto progresivamente agravada en medios áridos, y la frecuencia de años pluviométricamente favorables no supone una garantía para el mantenimiento de la producción en ecosistemas degradados. La investigación destinada a aumentar nuestro conocimiento sobre las acciones necesarias para la rehabilitación de estos medios debe llevarnos a proponer nuevos equilibrios para una repartición exitosa de unos recursos hídricos limitados. En este contexto, el uso de las gramíneas perennes parece absolutamente justificado.

Referencias

- Baldy, C. & Amat J. 1965. Multiplication de dans la région de Gabès. Institut de Reboisement de Tunis, note technique n°, 21p.
- Boiffin , J. & Sebillotte M. 1976. Climat, stabilité structurale et battance. Essai d'analyse du comportement d'u sol au champ. *Annales Agron.*, 27 (3) : 295-325.
- Casenave, A. & Valentin, C. 1989. Les états de surface de la zone sahélienne. Influence sur l'infiltration. ORSTOM, Paris 229 p.
- C.C.E. 1988. Réhabilitation de la valeur des terres à pâturage et des zones affectées par l'érosion éolienne en Tunisie présaharienne. Rapport à la C. C. E. pour les contrats T.S.D A.238 F (TT) et T. S. D. 0414 TN ; 135p. et annexes.
- Chaieb, M., 1989. Influence des réserves hydriques du sol sur les comportements comparés de quelques espèces végétales de la zone aride tunisienne. Thèse doct. Univ. SC. Et Techn. Du Languedoc, Montpellier, 292 p.
- Chaieb, M. Floret, C. Le Floch, E & Pontanier, R. 1990. Les graminées pérennes, un recours pour la réhabilitation des terres de parcours dégradés en zone aride tunisienne ?. *Ecologia Mediterranea*, p 415-425.
- Chaieb, M., 1991. Steppes tunisiennes, état actuel et possibilités d'amélioration. Sécheresse n°2, vol.2 ,pp : 95-99.
- Chaieb, M., 1993. Réponse écophysiological de trois graminées pérennes soumises à des conditions écologiques contrastées en milieu aride de Tunisie. Thèse Sciences, Faculté des Sciences de Sfax, 238 p.
- Chaieb, M., 1995. Etat actuel et menaces de la biodiversité floristique en milieu steppique tunisien. Colloque Bio?Mes, 1995 , p : 133-138.
- Chaieb, M., B. Henchi, & M. Boukhris. 1996. Impact of clipping on root systems of 3 grass species in Tunisia. *Journal of Range Management* 49 : 336-339.
- Escafal, R. 1989. Caractérisation de la surface des sols arides par observation de terrain et par télédétection. Applications : exemple de la région de Tataouine (Tunisie). Etudes et Thèses ORSTOM, Paris 317 p.
- Ferchichi, A. Neffati, M. & Le Floch, E. 1992. Comportement comparé d'espèces pastorales de diverses provenances de la zone aride tunisienne, installées en pastoretum. *IV International Rangeland Congress, Montpellier, France* : 364-367.
- Floret, C. 1981. The effect of protection on steppic vegetation of the mediterranean arid zone. A dynamic study on fives types of vegetation in Southern Tunisia. *Vegetatio*, 46 : 117-129.
- Floret, C. & Pontanier, R. 1982. L'aridité en Tunisie présaharienne. Climat, sol, végétation et aménagement. Travaux et documents de l'ORSTOM, n° 150, 544 p.
- Floret C. Le Floch, E and Pontanier R. 1983. Phytomasse et production en Tunisie présaharienne. *Acta Oecologica/Oecol. Plant.* 4 (18), 2 : 133-152.
- Floret C., Pontanier R., 1984. Aridité climatique, aridité édaphique, Bull. Soc. BotvFrance, *Actual. Bot.* 131(2/3/4), 265-275.
- Floret, C. Mtimet A. & Pontanier, R. 1989. Régime hydrique et sensibilité à l'érosion de systèmes écologiques de la zone aride. Cah. ORSTOM, Sér. Péol., Vol. XXV, 1-2 : 53- 69.
- Floret, C. Mtimet A. & Pontanier, R. 1989. Régime hydrique et sensibilité à l'érosion de systèmes écologiques de la zone aride. Cah. ORSTOM, Sér. Péol., Vol. XXV, 1-2 : 53- 69.
- Henin S., 1976. Cours de physique du sol. Tome 1 et 2 ORSTOM-EDITEST.
- Hillel D., 1974. L'eau du sol, principes et processus physiques. Vder, 288 p.
- Long G., 1954. Contribution à l'étude de la végétation de la Tunisie Centrale. *Ann. Serv. Bot. Agron. Tunisie*, Vol. 27, 388p.

Le Houérou, H.N. 1959. Recherches écologiques et floristiques sur la végétation de la Tunisie méridionale. *Inst. De Rech . Sah. Alger*, 510 p.

Le Houérou, H.N. 1969. La végétation de la Tunisie steppique (Avec référence aux végétations analogues d'Algérie de Lybie et du Maroc). *ANN. INST . NAT. RECH. AGRON . TUNISIE*, 42(5), 1-624 et carte couleur 1/500.000.

Le Houérou, H.N., 1977. Biological recovery versus desertisation. *Economic Geography*, Vol. 53 (4) ?The human face of desertification? : 413-420. Clark University Publish.

Monroy-Ata, A., 1989. Installation de plantes pérennes de la zone aride soumises à des contraintes hydriques contrôlées et à des coupes. Thèse de Doctorat, présentée à l'Univ. Sc Tech. Languedoc, Montpellier .

Neffati, M., El Hamrouni, A & M?Charek A., 1986. Etude comparative de la germination des semences de quelques espèces de la zone aride et saharienne. Influence de la température et de la date de collecte. Séminaire Internat. De lutte contre la désertification. Jerba (Tunisie) 23 p.

Scholander, P. F. Hammel, H. T. Bradstreet, E. D. & Hemmingsen, E. A. 1965. Sap pressure in vascular plants. *Science*, 148, 339-346.

Seiny-Boukar L., 1990. Régime hydrique et dégradation des sols dans le Nord-Cameroun. Thèse Univ. Yaoundé, 214 p.

Thebe B. & Pontanier R., 1989. Régime hydrique et dégradation des sols dans le Nord Cameroun. Transfert de la parcelle au bassin versant. *Hydr. Continent*. Vol. 4, n°1 : 57-59.

Ritche, G. A. & Hinckley, T. M. 1975. The pressure chamber as an instrument for ecological research. *Advance in Ecological Research*, 9, 165-253.

Went F. W. 1955. The ecology of desert plants. *Scientific American* 192 : 68-75.