

(11)

JH

2

RELATIONS ENTRE STOCK DE GRAINES, GERMINATION ET ETAT DE SURFACE DU SOL DANS LES FRICHES POST-CULTURALES EN REGION ARIDE (Médénine - Tunisie)

Ann. Herb. d'HERBES - 1980.

Rapport gén. de Réunion DGRST - ORSTOM - IRA, Médénine

Introduction

I. Matériel - Méthodes

- 1.1. La région de Bir Lahmar (gouvernorat de Médénine)
- 1.2. Choix des méthodes
 - 1.2.1. Niveau "secteur écologique"
 - 1.2.2. Niveau "station écologique"
 - 1.2.2.1. Suivi des germinations in situ
 - 1.2.2.2. Stock de graines dans le sol
 - 1.2.3. Herbar et collection de référence.

II. Résultats

- 2.1. Les types d'état de surface du sol
- 2.2. La végétation pérenne
- 2.3. Les germinations
 - 2.3.1. Printemps 1979
 - 2.3.2. Automne 1979
 - 2.3.3. Survie des plantules
- 2.4. Le stock de graines
- 2.5. Stock de graines et germinations

Conclusions générales

Avertissement : Le présent rapport constitue plus un compte-rendu d'activités qu'une étude scientifique complète, et ne veut que fournir quelques indications chiffrées aux personnes susceptibles de s'en servir.

Fonds Documentaire IRD



010024166

Fonds Documentaire IRD

Cote: B*24166

Ex: unique

INTRODUCTION

Le présent travail s'inscrit dans le programme de recherches de l'action 1 DGRST en Tunisie, qui se proposait d'établir un diagnostic phytoécologique des "vitesses de cicatrization" (GODRON et POISSONET, 1972) et des successions végétales dans la dynamique des stades post-cultureux dans le sud-tunisien, afin d'en déduire des propositions pour la gestion de l'espace rural (TELAHIGUE, en préparation).

Les premiers résultats d'une campagne de relevés conduite par TELAHIGUE conduisaient à formuler un certain nombre d'hypothèses concernant les éventuelles causes d'un "blocage" ou d'un ralentissement considérable dans la dynamique observée. Ces ralentissements se produiraient à des stades assez éloignés des états finaux prévisibles de quelques unes des séquences majeures (à *Artemisia herba alba* * et à *Rhantherium suaveolens* *). Les hypothèses énoncées par TELAHIGUE (en préparation) ont trait principalement à la présence éventuelle de semences dans le sol des communautés et à la possibilité de germination de ces semences : ces deux aspects conditionnent la productivité de ces milieux, mais surtout le renouvellement des individus et des espèces susceptibles d'amorcer une évolution vers des communautés plus matures.

Deux programmes ont alors été proposés pour tenter de préciser les conditions de la dynamique post-culturelle dans la région de Bir-Lahmar (gouvernorat de Medenine) :

- le premier devait conduire à l'établissement d'une typologie des états de surface du sol conditionnant l'établissement des plantules, mais aussi la répartition de l'eau, du voile éolien, de la matière organique et bien sûr des semences,

- le deuxième, abordé ici, se proposait d'analyser qualitativement et quantitativement le stock de semences dans le sol des différents stades d'évolution des deux séquences majeures évoquées, et de suivre les germinations effectives in situ, en relation avec les types d'états de surface du sol décrits.

Pour diverses raisons, les deux programmes prévus pour coïncider dans l'espace et dans le temps, ont été conduits séparément. Le présent travail ne concerne donc qu'un aspect de ce qui aurait pu être une image d'ensemble des facteurs intervenant dans la dynamique étudiée.

I. Matériel - Méthodes

1.1. La région de Bir-Lahmar

On se reportera aux travaux de TELAHIGUE (1976 et en préparation) et à ESCADAFAL (1979) pour la description précise des systèmes écologiques en présence.

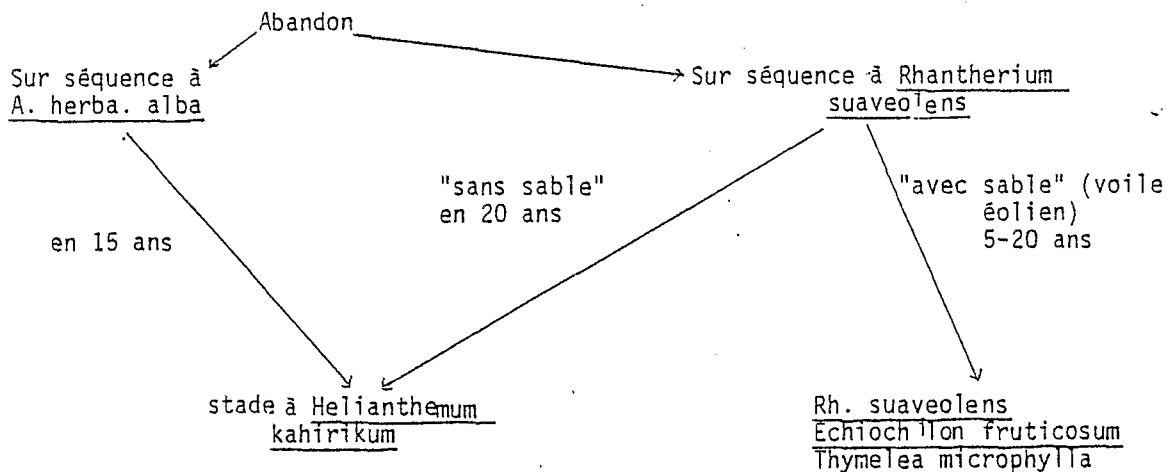
* Nomenclature suivant la flore de QUEZEL et SANTA. Les combinaisons scientifiques complètes des taxons cités dans le texte sont rapportées en Annexe 2.

Succinctement, trois grands systèmes se partagent l'espace, à savoir : la montagne ("Djebel"), le glacis du piedmont et la plaine sableuse ("Djeffara").

Chronologiquement, la pression humaine s'est d'abord fait sentir sur les pentes et dans les vallées du Djebel (autour du Ksar Abbabsa, vallée de Temzaïet par exemple) actuellement plus ou moins en voie d'abandon, puis sur le glacis, à la limite duquel se situe le village de Bir Lahmar (communauté villageoise très lâche, étendue, avec sur-exploitation des zones séparant les habitations) et de plus en plus sur la plaine de Djeffara (mise en culture mécanisée).

On constate actuellement une dynamique assez sensible dans le Djebel, du fait de la recolonisation des terrains par A. herba alba, une dégradation assez forte sur le glacis dominé par Rhantherium suaveolens; un défrichement croissant dans la Djeffara où la mise en culture se fait aux dépens de steppes à R. suaveolens et Aristida pungens.

Le projet s'intéressant d'abord à l'étude des friches post-culturelles, c'est essentiellement les deux premiers secteurs (Djebel et glacis) qui ont retenu l'attention. Le schéma suivant proposé par TELAHIGUE (comm. verb.) veut traduire l'évolution observée des stades de végétation à partir de l'abandon de la parcelle, sur ces deux milieux.



Le stade "blocage" à H. kahirikum est caractérisé par des stations à croûte superficielle dure, un peuplement quasi-monospécifique de l'espèce principale, et pratiquement aucune germination. Ce stade extrême caractéristique est typique des "impluviums" créés pour alimenter les citernes, aux surfaces raclées et nettoyées de toute végétation, puis abandonnées.

.../...

C'est précisément pour analyser les conditions de cette dynamique et fournir des éléments de base à d'éventuelles interventions sur ces milieux que le présent travail a été entrepris.

1.2. Choix des méthodes

Le thème général étant la dynamique de la végétation, deux possibilités d'études, non exclusives, s'offraient : l'étude en mode diachronique (c'est-à-dire le suivi de l'évolution d'une ou plusieurs parcelles) ou en mode synchrone (la comparaison d'un grand nombre de stations dont les âges d'abandon différent).

Pour diverses raisons et en particulier l'obligation d'effectuer des traitements de la surface du sol nécessitant une expérimentation sur un petit nombre de parcelles, la préférence avait d'abord été donnée à la sélection d'un petit nombre de stations sur lesquelles des études exhaustives auraient été conduites, durant une période d'ailleurs indéterminée.

Il a paru nécessaire, néanmoins, compte tenu de l'importante hétérogénéité rencontrée sur l'ensemble de la région, de favoriser une approche plus diversifiée, en même temps que des études stationnelles seraient entreprises.

Deux chronoséquences, c'est-à-dire deux séries de parcelles d'âges d'abandon échelonnés de 1 à 20 ans, ont été retenues sur des zones homogènes du point de vue géomorphologique, parmi les stations ayant fait l'objet d'un échantillonnage préalable par TELAHIGUE (1976), l'une dans le Djebel (séquence A. herba.alba) l'autre sur le piémont (séquence à Rh. suaveolens).

Il convient donc de distinguer deux niveaux de perception correspondant au secteur et à la station écologiques.

1.2.1. Niveau sectoriel

A ce niveau, il n'était possible de prendre en compte qu'un petit nombre de variables et non de faire des relevés phytoécologiques complets, par ailleurs réalisés par TELAHIGUE l'année précédente.

1.2.1.1. Végétation pérenne et germinations :

Sur les deux "chrono-séquences" choisies, deux séries d'observations ont été effectuées, l'une au printemps, l'autre à l'automne 1979, après que des pluies suffisantes aient pu créer des conditions de germination favorables, mais avant que les plantules aient pu disparaître (un délai de 10 à 20 jours après la pluie s'avère adéquat).

.../...

On s'est attaché à enregistrer la germination des différentes espèces, annuelles et vivaces, à décrire succinctement la végétation et les principaux types de surface du sol rencontrés sur la station.

1.2.1.2. Stock de semences.

Lors de la campagne d'automne, des prélèvements de sol destinés au comptage de graines présentes dans le sol de chacune des stations ont été effectués suivant le protocole décrit plus loin : 5 prélèvements par station ont semblé constituer un minimum, et en même temps le maximum possible exploitable dans le temps imparti (§ 1.2.2.2.).

1.2.2. Niveau stationnel

Une seule station, située dans la séquence à Rhantherium suaveolens a pu être installée à temps pour faire l'objet d'observations à ce niveau. La station retenue, d'une superficie d'environ 1 hectare, est de fait une ancienne plantation d'oliviers dont l'entretien était abandonné depuis environ 10 ans. La mise en défens a interrompu le pâturage assez intensif des moutons et des chèvres, ainsi que la cueillette des herbacées annuelles pratiquée avant le début de l'expérimentation.

Les mesures entreprises avaient deux objectifs principaux :

- mettre en évidence les conditions de germination in situ, par rapport au microenvironnement pédologique et la végétation pérenne en place,
- analyser en fonction des mêmes facteurs, la répartition du stock de semences dans l'espace horizontal et vertical du sol.

La confrontation de ces deux séries de résultats donne, à un instant, le rapport du nombre de graines présentes dans le sol au nombre de plantules ayant été produites à partir de ce stock. Il est également possible de suivre l'évolution du pourcentage de réussite des plantules en répétant à intervalles réguliers les mesures.

Il est bien évident qu'un bilan stationnel aurait exigé la prise en compte d'un plus grand nombre de facteurs, en particulier l'estimation des différents flux suivants : production de semences, dispersion, consommation, viabilité des graines, etc... Mais une étude plus exhaustive aurait dépassé nos possibilités et le but fixé initialement à l'étude : y a-t-il des semences dans le sol, où sont-elles, et dans quelles conditions y-a-t-il germination et survie des plantules ?

Dans le but de préciser l'action des différents facteurs sur les conditions de "stockage" et de germination des semences, quatre traitements étaient initialement prévus sur la station, divisée en 4 zones :

- labour nu
- labour avec semis (retour au stade pionnier initial)
- mise en défens
- pâturage

Du fait d'un grand nombre de contraintes, nous n'avons étudié que la partie "mise en défens". L'échantillonnage a cependant été fait en tenant compte de l'éventuelle application du programme prévu, de manière à apporter des renseignements sur l'état des "zones" avant traitement. La mise en défens a eu lieu au début du printemps 1979.

.../...

1.2.2.1. Suivi des germinations in situ : méthodes

Trois séries de facteurs devaient être prises en compte :

- la végétation pérenne (recouvrement, "encombrement")
- le type d'état de surface du sol
- les germinations présentes.

Cinq lignes positionnées à l'aide de repères permanents ont été installées au hasard, dans la partie "mise en défens" de la station.

Le long de ces lignes, mesurant chacune 20 m, matérialisées à chaque lecture par un double décimètre amovible, était déplacé un cadre métallique (en "cornières") de 50 x 50 cm, divisé (par du fil de nylon transparent) en 100 unités élémentaires de 5 x 5 cm. On note le nombre de ces unités occupées par chacun de types d'état de surface du sol (décrits plus loin), codé de 1 à 15, puis, pour chacun de ces types, le nombre d'unités dans lesquelles est présente une partie de chacune des espèces vivaces, enfin le nombre de germinations de chaque espèce, annuelle ou vivace.

L'opération fournit, après lecture des 5 lignes, 40 x 5 soit 200 échantillons de 50 x 50 cm, représentant 20 000 unités élémentaires sur 50 m² (l'aire minimale phytosociologique étant comprise entre 32 et 64 m², TELAHIGUE, 1976). Ce nombre très élevé a été diminué par deux au cours de la campagne d'automne, par lecture d'un carré 50 x 50 cm sur 2.

Cinq séries de lecture ont été effectuées, deux au printemps, trois à l'automne 1979.

1.2.2.2. Méthodes d'évaluation du stock de graines

a. prélèvements

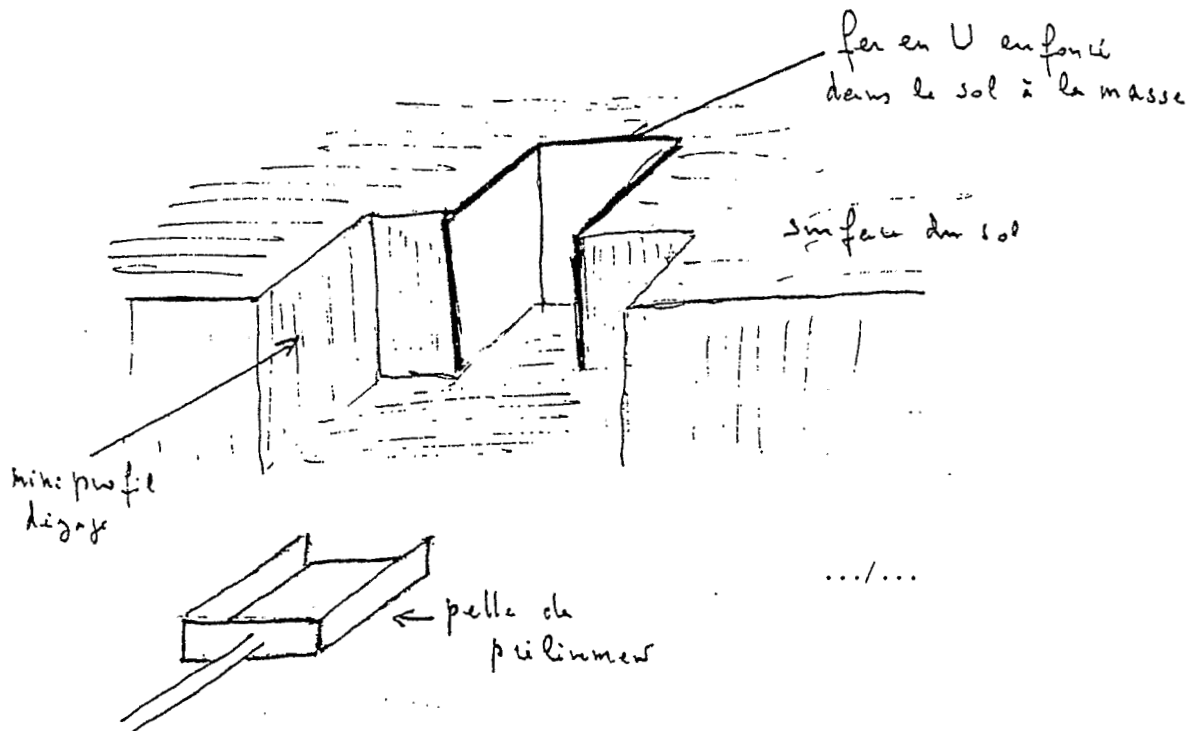
Sur la station même, 50 échantillons ont été prélevés, suivant un échantillonnage respectant d'une part les diverses zones de traitements (labours, L : Mise en défens, MD ; Pâturage, P) et d'autre part les différents types d'état de surface inventoriés (en première approximation : "pellicule de battance" PB, "voile éolien" VE, "micronebka" MB). 6 stations ont été inventoriées dans la vallée de Temzaiet (séquence à A. herba alba), 7 stations aux alentours de la station clôturée, dans la séquence à R. suaveolens, à raison de 5 prélèvements par station.

Le prélèvement lui-même se fait au moyen d'une pelle carrée de 15 x 15 cm, surmontée d'une bordure de 8 cm de hauteur, qui permet d'éviter les pertes lors du prélèvement. Un fer en U, de même section, de 20 cm de long, dans lequel s'inscrit la pelle, sert de guide : il est enfoncé dans le sol verticalement, jusqu'à ce qu'il affleure tout juste la surface du sol. Après qu'un "mini-profil" ait dégagé le front de prélèvement (la partie ouverte du U), la pelle est enfoncée parallèlement à la surface du sol, et son contenu recueilli dans une boîte en carton (cf. figure).

.../...

La surface du sol est balayée de manière à recueillir les éléments mobiles. Ensuite, si des strates (horizons) naturelles peuvent être distinguées, l'échantillonnage se fait suivant ces strates. Sinon, les subdivisions 0-2 cm, 2-5 cm et 5-12 cm sont retenues. Rarement, le prélèvement a dépassé la profondeur de 12 cm. Dans les microns bakas, l'échantillonnage distinguait d'une part le sable mobile, d'autre part le sable fixé lorsque la séparation pouvait être faite aisément.

On obtient, en moyenne, 5 boîtes de carton d'environ 1 kg de sol par prélèvement soit 250 boîtes-échantillons de 1 kg pour la station seule, 600 échantillons au total, recueillis au cours des mois d'octobre et novembre 1979 et stockés avant traitement au "laboratoire", au village de Bir Lahmar.



b. traitement des échantillons

choix de la méthode

Deux types d'approche pouvaient être choisis : les méthodes de "comptage direct" et les méthodes de comptage de plantules émergentes d'échantillons de sol mis en conditions de germination ("seedling emergence" des anglo-saxons). Les deux approches présentent des inconvénients qu'il n'est guère possible d'éviter. Tous les auteurs ayant tenté l'approche par comptage direct, terminent leurs articles en déconseillant la méthode (KROPACK, 1965 ; MALONE, 1967, par exemple), principalement en raison des difficultés de séparer les graines de la mixture organique recueillie après traitement, particulièrement aigües pour des graines de taille inférieure à 0,5 mm, mais non négligeables pour celles de taille comprise entre 0,5 et 1 mm.

Les auteurs ayant pratiqué la méthode "émergence de plantules" mettent l'accent, généralement, sur la nécessité d'études à moyen et à long terme. Les prélèvements placés en "conditions de germination" nécessitent un suivi de 3 à 7 ans sans qu'il soit certain que le stock soit épuisé après ce délai (BARRALIS et CHADOEUF, 1969 ; BRENCHLEY et WARRINGTON, 1930 ; CHAMPNESS, 1949 ; HURLE, 1974 ; LE DOEUNFF, 1976 ; LHOSTE et al., 1969 ; TRABAUD, 1970 ; VANESSE, 1976 ; etc...). Certains auteurs combinent les deux méthodes : les échantillons sont lavés, pour enlever le plus gros de la partie minérale, les résidus sont placés en pots et les émergences de plantules observées durant 3 ans (BRENCHLEY et WARRINGTON, 1930). D'autres mettent l'accent sur les conditions de germination, pour tenter de réduire ce délai en pratiquant des traitements de levées de dormance (ROBERTS et DAWKINS 1967 ; VANESSE, 1976).

Du fait du délai assez court imparti à l'étude (15 mois), l'accent fut obligatoirement mis sur la méthode "comptage direct". Cependant, entretenant l'illusion d'une continuation possible de ce travail, des échantillons (la moitié de chaque "boîte") sont entreposés à l'IRA afin de permettre une approche complémentaire par la deuxième méthode.

En pratique, donc, 500 grammes faisaient l'objet de traitements destinés à séparer les semences et 500 grammes (environ) étaient conservés en boîte. Des premiers essais, encourageants, de mise en "écuelles" de ces échantillons, sous serre et humidifiés, ont été effectués sur une partie des prélèvements; Du fait du déplacement ultérieur du programme, il n'est pas possible de rapporter les résultats de ces essais, ni de dire si ces essais sont poursuivis.

traitements

Les principes de traitement des échantillons sont relativement simples : trois phases sont nécessaires :

1. Lavage des échantillons et séparation en trois catégories de taille
 - > 1 mm
 - [0,5 - 1 mm]
 - [0,2 - 0,5 mm]

Du fait de la texture de la plupart des sols et de leur structure, il s'avère que la plus grande partie de la matière minérale très fine est éliminée par simple tamisage à sec et brossage doux. En pratique, du fait de l'équipement plus que sommaire du "laboratoire", ce tamisage était pratiqué à la main.

.../...

Les trois fractions restantes contiennent cependant une quantité importante de sables qu'il est nécessaire d'éliminer par des techniques densimétriques.

2. Les premiers essais de séparation densimétrique ont été effectués au moyen d'une solution de Bromoforme, dilué dans l'alcool de manière à obtenir une densité comprise entre 1,55 et 1,60 (une partie de Bromoforme pour 1,6 à 1,8 partie d'alcool). Du fait des désagréments causés par la manipulation répétée du Bromoforme (vapeurs toxiques), les solutions ultérieures furent à base de carbonate de Potassium (K₂CO₃) : 1,175 kg de K₂CO₃ pour 1 l d'eau distillée, pour obtenir une solution de densité 1,58.

Après homogénéisation, les résidus de tamisage étaient placés en "vase de sédimentation" (en pratique des bechers), et la partie flottante récupérée, en plusieurs fois si nécessaire, lavée et séchée à l'étuve.

La mixture organique obtenue, stockée en "piluliers" ou boîtes plus importantes (suivant la quantité), est censée contenir les graines recherchées. Notons que des essais effectués en plaçant un nombre connu de graines dans un échantillon de sol, puis en appliquant le traitement et recherchant les graines placées, s'avèrent satisfaisants : 80 à 95 % des graines sont retrouvées suivant le soin apporté aux différentes phases de l'opération. Il est cependant à craindre, compte tenu de la très forte proportion de sables et diverses matières minérales subsistant dans les échantillons finaux, que le soin voulu n'ait pas toujours été apporté à ces opérations : la lecture ultérieure en est rendue deux à cinq fois plus difficile...).

3. La dernière opération consiste à placer l'échantillon final en boîte de Petri divisée en carrés de repérage, à déterminer et compter, à l'aide d'une loupe bino-culaire, les graines reconnues dans la mixture organique.

Suivant la quantité finalement recueillie (allant de quelques grammes à plus de 100 g) le tri des graines peut prendre de 5 mn à... 1 journée en traitant la totalité de l'échantillon. Du fait de la grande hétérogénéité rencontrée, et des relations incertaines entre le nombre de graines reconnues et la quantité de matière organique, on a estimé nécessaire d'analyser la totalité des échantillons, même de taille importante.

Les 120 prélèvements de sol, cinq boîtes-échantillons par prélèvements (trois strates), 3 tailles de tamisage, représentent 120 x 3 x 5 = 1800 piluliers à analyser. En estimant à 30 mn le temps moyen de lecture d'un pilulier, cela représente 150 jours de travail à raison de 6 h par jour. On comprendra que les auteurs ayant pratiqué cette méthode, tiraillés entre le besoin de précision sur des problèmes exprimant l'importante hétérogénéité de la répartition des semences dans le sol et le temps nécessaire pour obtenir une précision un peu moins qu'illusoire, terminent leurs articles en déconseillant la méthode aux chercheurs isolés...

Il faut préciser ici que toute la partie préalable de traitements des échantillons a nécessité le travail de deux techniciens de l'Institut des Régions Arides de Medenine pendant plus de deux mois.

.../...

1.2.3. Herbier de plantules et collection de graines

L'une des difficultés de ce genre de travaux réside dans la nécessité de pouvoir disposer de références, tant pour la détermination des plantules émergentes sur le terrain, que pour la reconnaissance de graines dans les échantillons.

Il est difficile, en une année, et spécialement en région aride, d'avoir le loisir de reconnaître les cotylédons et stades premières feuilles des espèces recensées. D'abord parce que, du fait de la faible pluviosité, certaines espèces n'ont aucune germination, ensuite parce que de nombreuses plantules ne dépassent jamais ce stade premières feuilles et meurent très rapidement après la germination (d'où l'importance écologique de germinations différées et étalées dans le temps dans cet environnement "haut-risque").

Il a semblé pratique de constituer l'herbier de plantules sur support de fiches "bristol" (cartonnées) recouvertes d'une pellicule de plastique adhésif : la plantule fraîchement récoltée est immédiatement insérée sous le plastique, et garde ses caractéristiques de fraîcheur (couleur, port) durant une longue période. Il faudrait néanmoins vérifier la pérennité de ce système sur l'herbier de 150 fiches (représentant 100 espèces) laissé en dépôt à l'Institut des Régions Arides à Medenine.

Une collection de graines, pas toujours récoltées au moment le plus favorable, comprenant une cinquantaine d'espèces, a servi de référence (insuffisante) à la détermination des graines rencontrées lors du tri. Malheureusement, de nombreuses graines fréquemment rencontrées dans les échantillons et décrites, n'ont pu être déterminées en temps voulu et sont à l'origine de l'importante catégorie "diverses" présentée dans les résultats (chapitre suivant).

II. Résultats

Pour diverses raisons, les résultats seront présentés "bruts" et se prêteront à une analyse plus fine si les circonstances l'exigeaient. Tels quels, ils font déjà apparaître les grandes lignes des facteurs intervenant dans la distribution spatiale des semences d'une part, de leurs possibilités de germination en fonction des types de milieu d'autre part. En l'état actuel des données, ce ne sont hélas que des "lieux communs" qui semblent apparaître : des recherches continues auraient sans doute permis d'éclairer un peu plus la question.

Ce qui frappe d'abord, c'est l'importante hétérogénéité des résultats. Si les extrêmes sont nets (formes d'accumulation importante éolienne ou hydrique, versus formes d'ablation), les types intermédiaires, du fait de l'insuffisance de l'échantillonnage et de l'imprécision de la description des types d'état de surface du sol et plus généralement du microrelief stationnel, sont mal définis et très hétérogènes, tant du point de vue germination que du point de vue stock de graines.

.../...

La présentation des résultats est la suivante, au niveau stationnel d'abord :

- les types d'état de surface du sol, décrits d'un point de vue "non-spécialiste",
- les germinations constatées, et leur réussite en fonction des types d'état de surface du sol décrits,
- le stock de graines du sol, en fonction du même facteur,
- l'influence de la végétation pérenne sur l'ensemble des phénomènes cités.

2.1. Les types d'état de surface du sol

Les critères suivants ont été retenus pour la description des types d'état de surface du sol, critères "hiérarchisés" suivant le niveau d'observation.

2.1.1. "famille" : à première vue (et donc a priori, avec les risques de pétitions de principe que la classification comporte) 4 grands types de surface ont été distingués.

2.1.1.1. "micronebka" : le terme traduit la formation de petites dunes sableuses, le sable étant fixé par la végétation et surmonté d'une partie mobile, formation définie surtout sur critères organiques :

. présence d'indicateurs biologiques (frottes organiques, litière plus ou moins fine, activité animale,...)

. présence d'un chaméphyte fixateur (dans presque tous les cas, il s'agit de Salsola vermiculata).

De fait, dans la station choisie, la majorité des formes qualifiées de micronebkas semble correspondre à des formes héritées de l'ancienne culture d'oliviers pratiquée : les "trous" et bourrelets entourant ces trous résultant de l'arrachage des arbres ont constitué des milieux particulièrement favorables au piégeage des éléments constituant l'actuelle forme : sable, matière organique, etc...

En définitive, il s'est avéré qu'un relevé de la microtopographie de la station eût certainement beaucoup aidé à définir le réseau de répartition des eaux (anciens billons hérités des pratiques culturelles, par exemple) et donc la genèse des formes observées. C'est ce qui a été réalisé par la suite par ESCADAFAL (ORSTOM-Gabès).

2.1.2.2. "Voile éolien" : aux alentours des touffes de chaméphytes qui forment l'essentiel de la végétation pérenne de la station (Helianthemum lipii sessiliflorum, Echiochilon fruticosum, Helianthemum kahiricum, Rhantherium suaveolens, etc...) s'accumule un voile éolien qui crée des conditions très différentes de celles des zones intermédiaires, formées principalement des formes décrites dans la suite du texte.

.../...

2.1.2.3. "pellicule de battance" : ce terme est un abus de langage dans la mesure où il préjuge des modalités de formation des croûtes superficielles glacées dénudées de végétation, plus ou moins dures et qui constituent par grandes taches la majorité des surfaces. En fait, il serait plus juste de parler de "forme d'ablation" éolienne ou hydrique.

2.1.2.4. autres "familles" : de nombreux types intermédiaires ou même totalement différents ne justifient pas une appartenance à l'une ou l'autre des formes précédentes. En particulier, les zones dépressives d'écoulement hydrique, surtout lorsqu'elles sont fermées, sont l'objet d'une accumulation stratifiée d'éléments fins et de matière organique incorporée qui en font des milieux originaux (formes dites "endoréiques").

2.1.2. microtopographie : A ce niveau de description, trois classes ont été distinguées :

- topographie convexe
- topographie concave
- topographie plane

Il est évident qu'il n'y a pas indépendance par rapport au critère précédent qui, rappelons-le, constitue plus une "synthèse a priori" des observations analytiques qu'un élément de l'analyse elle-même.

La "pellicule de battance", par exemple, est particulièrement liée aux reliefs convexes, mais, cependant, suivant les zones de circulation d'eau, il peut y avoir une induration importante et un relief concave.

De même, il faut distinguer dans les "micronebkas" les parties centrales, planes ou même concaves, des parties externes, convexes.

Enfin, l'"endoréisme" est évidemment lié à un relief concave.

2.1.3. "nanorelief" : ce paramètre exprime l'aspect de la surface du sol, qui traduit l'impact des éléments naturels (vent, eau, température en particulier).

- Il peut être :
- strié
 - bosselé
 - craquelé
 - lisse

2.1.4. "les éléments grossiers" : cailloux et morceaux de croûte calcaire peuvent apparaître à la surface du sol. Leur présence est définie en fonction de leur recouvrement, de leur taille (graviers, cailloux) de leur état (libre ou lié à la surface).

2.1.5. "éléments organiques" : l'accumulation de "fatras organique" (tige, feuilles, etc...) de taille importante est notée suivant son abondance.

.../...

De même la litière (nature, structure) est prise en compte : composition, aspect, incorporation à la matière minérale, etc...

Cet ensemble d'observations a permis d'établir une classification "dichotomique" définissant un certain nombre d'états de surface (15 initialement, suivis de regroupements en 12 types, tab. 1). L'interprétation finale a porté sur 6 types d'état de surface, nombre qui semblait raisonnable eu égard à la finesse des observations du non spécialiste d'une part, de la répartition des phénomènes biologiques observés d'autre part (tab. 2).

			code
"Voile éolien" (accumulation sableuse)	convexe	pas de matière organique	6
		matière organique + fatras	4
	concave	lisse et nu	7
		nanorelief irrégulier; matière organique incorporée cailloutis libres	5
	plan	, pente faible, cailloutis liés	12
"Pellicule de battance" ± "tachée" de voile éolien	convexe,	cailloux libres + liés, ± de fatras	1
	concave	lisse, matière organique, fatras	9
		très bosselé, cailloux liés	2
"Pellicule de battance" (croûte résistante)	convexe,	gros cailloux liés, bosselé, nu	3
	plan	, petits cailloux, très bosselé	8
"Micronebka"	"centre"	: croûte sableuse peu solide, matière organique, fatras	10
	"périphérie"	: pente lisse, nue, croûte sableuse résistante	11

Tableau 1. Première "clef" de détermination des types de surface du sol.

.../...

Tableau 2. Regroupements de classes d'états de surface du sol effectués lors de l'interprétation des résultats.

<u>code classe</u>	<u>nouvelle classe</u>	<u>type de surface</u>
6+ 4 + 12	I "Voile éolien" sur croûte convexe (accumulation éolienne)
5 + 7	II "forme endoréique" (accumulation hydrique)
1	III "pellicule de battance" avec voile éolien - convexe
2 + 9	IV "pellicule de battance" avec voile éolien - concave (zone de circulation des eaux)
3 + 8	V "pellicule de battance : croûte très résistante, ablation éolienne et hydrique
10 + 11	VI "micronebka".

Le système de classification est évidemment très imparfait. Néanmoins, en l'absence d'autres données disponibles, il fut utilisé tel quel pour l'interprétation des données. Une mise au point plus précise peut être obtenue auprès de R. ESCADAFAL, travaillant actuellement sur cette question.

2.2. La végétation pérenne

Du fait que les mesures de fréquence sur des surfaces de 5 x 5 cm sont difficilement assimilables à des recouvrements spécifiques, une lecture préalable des lignes positionnées a été faite en utilisant la technique "point quadrat" (Annexe 1). La méthode "fréquence sur carrés" n'a été retenue que pour tenir compte des nécessités de description des états de surface du sol, et surtout pour recenser un maximum de germinations. Il faut cependant garder à l'esprit que les chiffres fournis par les analyses ultérieures des carrés ne sont pas des recouvrements, bien que le terme soit utilisé, par commodité, dans la suite du texte.

Retenons seulement de l'annexe 1 que le recouvrement réel de la végétation sur la station atteint à peine 25 %, et que presque la moitié de cette végétation est constituée par Helianthemum lipii sessiliflorum (48,39 %), suivi de Salsola vermiculata (12,26 %), Argyrolobium uniflorum (10,97 %), Echichilon fruticosum (8,39 %), Plantago albicans (7,10 %). Rhantherium suaveolens, l'espèce censée devenir dominante dans le cas d'une succession non interrompue sur ces milieux, ne représente encore que 2,58 % de la végétation. Son recouvrement atteint à peine 0,67 % sur la station après une dizaine d'années d'abandon de la culture. Cependant, Helianthemum kahiricum, espèce qui, par son abondance sur une station, indique un blocage de la dynamique de la végétation, ne représente ici que 0,33 % du recouvrement stationnel et à peine 1,29 % de la végétation. La station choisie se situe donc, du point de vue phytodynamique, sur une séquence d'évolution active, non ralentie, cependant encore assez éloignée du stade final prévisible à Rhantherium suaveolens dominant dans les conditions actuelles d'utilisation (pâturage et cueillette). La mise en défens devrait accélérer la dynamique d'une manière qu'il serait intéressant de suivre.

Les résultats bruts, donnés dans le tableau 3, montrent la répartition de la végétation par type d'état de surface du sol, et le recouvrement de chacun des 6 types d'état déterminés. Les reliefs convexes et plans dominant largement (I, III, V et VI) et, parmi ceux-ci, les formes d'accumulation éolienne (I et VI) l'emportent sur les formes d'ablation (III et V), ce qui indique un état assez satisfaisant de la dynamique stationnelle.

Les chiffres ont la signification suivante : pour une fréquence moyenne stationnelle de 26,08 % (différente, on le voit du recouvrement mesuré atteignant 12 % à peine, annexe 1), Helianthemum lipii sessiliflorum se trouve pour 18,05 % sur le type I, pour 0,38 % sur le type II, et pour 2,96 % sur le type VI.

Ces chiffres sont donnés pour permettre de comparer entre elles les espèces par rapport à une moyenne stationnelle.

Le "recouvrement" par type d'état de surface (tableau 4) permet de déterminer les "préférences" des espèces pour un type donné, d'une part, d'analyser la végétation supportée par chacun des types d'état d'autre part. Ainsi, le type I, pour un recouvrement cumulé de végétation de 108,92 (qui tient compte de la présence possible de plusieurs espèces en un même point de lecture) se voit occupé pour 48,92 % par Helianthemum lipii sessiliflorum, 22,22 % par Argyrolobium uniflorum, etc... Ces chiffres résultent simplement de la division des fréquences du tableau 3 par le recouvrement de l'état de surface considéré.

.../...

bleau 3. Rapport entre la végétation pérenne et les types d'états de surface du sol :
recouvrement stationnel (%) - Printemps 1979.

ats de surface	I	II	III	IV	V	VI	
couvremment	36.23	0.98	0.98	11.31	31.49	19.02	100
èces vivaces * :							Recouv. station. nel
couvremment/type							
lianthemum sessiliflorum	18.05	0.38	0.22	1.04	3.43	2.96	26.08
gyrolobium uniflorum	8.05	0.19	0.22	2.08	4.36	2.43	17.33
antago albicans	3.03	0.18	0.04	0.86	3.19	1.90	9.20
antherium suaveolens	1.93			0.06	0.29	1.81	4.09
lsola vermiculata	0.66	0.05	0.03		0.04	3.25	4.03
niochilon fruticosum	2.61	0.03		0.10	0.28	0.98	3.98
gonia glutinosa	0.83			0.01	0.21	0.53	1.58
turanthos tortuosus	1.47			0.05	0.19	1.24	2.95
ractylis serratuloïdes	0.89		0.03	0.04	0.10	0.29	1.34
lianthemum kahiricum	0.87				0.03	0.38	1.27
maria aegyptiaca	0.50			0.08	0.05	0.38	1.00
nvolvulus supinus	0.31	0.01		0.06	0.11	0.16	0.64
tragalus caprinus lanigerus					0.03	0.31	0.34
nium pycnanthum	0.11			0.13	0.09	0.11	0.45
ronychia arabica	0.06			0.01	0.01	0.08	0.14
unea resedifolia						0.10	0.10
rthamus lanatus	0.03				0.01	0.01	0.04
olophyllum tuberculatum	0.03						0.03
lvia verbenaca	0.01			0.01	0.01		0.03
istida sp.						0.03	0.03
ucrium polium	0.01						0.01
couvremment cumulé/type	39.46	0.84	0.53	4.51	12.43	16.92	74.68

Les combinaisons scientifiques complètes des taxons cités sont rapportées dans l'Annexe 2.

Tableau 4. Recouvrement de la végétation pérenne par types d'état de surface
(Printemps 1979)

Etats de surface	I	II	III	IV	V	VI	
recouvrement stationnel	36.23	0.98	0.98	11.31	31.49	19.02	100
Espèces vivaces :							Recouv.
(recouvrement %)							moyen
							station
<i>Helianthemum sessiliflorum</i>	49.82	38.78	22.45	9.20	10.89	15.56	26.08
<i>Argyrolobium uniflorum</i>	22.22	19.39	22.45	18.39	13.85	12.78	17.33
<i>Plantago albicans</i>	8.36	18.37	4.08	7.60	10.13	9.99	9.20
<i>Rhantherium suaveolens</i>	5.33			0.53	0.92	9.52	4.09
<i>Salsola vermiculata</i>	1.82	5.10	9.06		0.13	17.09	4.03
<i>Echiochilon fruticosum</i>	7.20	3.06		0.88	0.89	5.15	3.98
<i>Fagonia glutinosa</i>	2.29			0.09	0.67	2.79	1.58
<i>Pituranthos tortuosus</i>	4.06			0.44	0.60	6.52	2.95
<i>Atractylis serratuloides</i>	2.46		3.06	0.35	0.32	1.52	1.34
<i>Helianthemum kahiricum</i>	2.40				0.10	2.00	1.27
<i>Linaria aegyptiaca</i>	1.38			0.71	0.16	2.00	1.00
<i>Convolvulus supinus</i>	0.86	1.02		0.53	0.35	0.84	0.64
<i>Astragalus caprinus lanigerus</i>					0.10	1.63	0.34
<i>Echium pycnanthum</i>	0.30			1.15	0.29	0.58	0.45
<i>Paronychia arabica</i>	0.17			0.09	0.03	0.42	0.14
<i>Launea resedifolia</i>	0					0.53	0.10
<i>Carthamus lanatus</i>	0.08				0.03	0.05	0.04
<i>Haplophyllum tuberculatum</i>	0.08						0.03
<i>Salvia verbenaca</i>	0.03			0.09	0.03		0.03
<i>Aristida</i> sp.						0.016	0.03
<i>Teucrium polium</i>	0.03						0.01
Recouvrement cumulé/type	108.92*	85.71	54.08	39.88	39.47	88.96	74.68

Hormis le type II (accumulation hydrique) trop faiblement représenté, il apparaît nettement que ce sont les types I et VI qui ont les recouvrements les plus importants, ce qui est normal du fait de la dépendance entre le type d'accumulation éolienne et le chaméphyte présent. On retrouve bien sûr cette dépendance dans la dominance de Salsola vermiculata sur le type VI (micronebka). Mais on note aussi le recouvrement préférentiel de Rhanterium suaveolens sur ce type, ce qui témoigne de l'importance des stades "préparatoires" pour l'installation des espèces "para-climaticques". Remarquons enfin que des espèces comme Argyrolobium uniflorum et Plantago albicans ont des recouvrements assez peu différents quel que soit le type d'état, la dernière espèce ayant même un recouvrement supérieur sur le type V, jugé le plus défavorable à la végétation.

Les profils corrigés calculés (tableau 5) et visualisés (tableau 5 bis) ne concernent que les espèces les plus fréquentes. La hiérarchisation des types d'état selon un gradient de conditions (hydriques, biologiques) n'a pas tenu compte des états trop faiblement échantillonnés (II et III). Le calcul ne fait que pondérer les fréquences observées par la fréquence stationnelle de l'espèce et par le recouvrement de l'état de surface.

Il devient alors clair qu'aucune espèce n'a de "préférence" pour un type d'état de surface défavorable (encroûtement important, pas de rétention hydrique...) mais que certaines en sont exclues alors que d'autres s'en accommodent (et sont peut-être exclues des zones les plus favorables par la compétition). Parmi ces dernières espèces, on retrouve Plantago albicans et Argyrolobium uniflorum, mais aussi Echium pycnanthum ou Convolvulus supinus.

En définitive, les caractères suivants peuvent être retenus, en ce qui concerne l'analyse des conditions de milieu qui peuvent agir sur la dynamique de la communauté, en particulier les conditions de stockage et de germination des semences :

1. L'héritage de la culture d'oliviers précédant l'abandon de la parcelle est perceptible de par la présence des formes d'accumulation alignées, selon les lignes de plantation des arbres. Les trous et bourrelets créés par l'arrachage des souches sont à l'origine de micro-relief dont l'évolution vers la micronebka est encore favorisée par la présence d'un chaméphyte fixateur, Salsola vermiculata. D'autres espèces vivaces, en particulier Rhanterium suaveolens font également partie de ce micro-système piègeur. La forme de la micronebka ainsi créée paraît particulièrement favorable à la végétation : circulaire, concave ou plane en son centre, surmontée de chaméphytes, les bords extérieurs en général dénudés et lisses et surmontant le relief général alentour de 1 à 2 dm. Refuge pour les espèces végétales, la micronebka constitue également un système très fréquenté par les animaux, invertébrés et petits rongeurs surtout. On assiste à un transport actif de toutes sortes de débris organiques, et de graines par les fourmis (certaines vont jusqu'à les cueillir sur la plante) qui viennent stocker là leur récolte. Piégeage éolien, accumulation par les animaux, les quelques 19 % de la surface stationnelle constitués par ces formes réunissent les conditions optimales pour les espèces annuelles. Ajoutons enfin que l'épaisseur de sable est la garantie d'un encroûtement faible ou nul et d'un stockage de l'humidité beaucoup plus important que pour les autres types d'état de surface.
2. Entre ces buttes, le réseau de circulation des eaux (globalement est-ouest, du Djebel à la Djefara) a créé des formes de relief plus ou moins favorables à la végétation. Le type le moins favorable (type V, convexe) est délaissé par cette circulation. L'induration est généralisée, le

.../...

Tableau 5. Profils corrigés des espèces par type d'état de surface du sol (Printemps 1979). (espèces dont le recouvrement stationnel est supérieur à 0,20 %).

Type d'état de surface	I	II	III	IV	V	VI
Espèces						
Helianthemum sessiliflorum	1.91,0	1.49,9	85,5		41,7	59,7
Argyrolobium uniflorum	1.28,3	1.14,7	1.29,5	1.06,0	78,8	73,8
Plantago albicans	0.90,8	2.02,1	41,5	82,9	1.10,2	1.08,6
Rhantherium suaveolens	1.30,2			12,1	22,8	2.32,8
Salsola vermiculata	45,4	1.27,2	63,5		3,4	4.23,9
Echiochilon fruticosum	1.80,7	64,4		22,2	22,4	1.27,9
Fagonia glutinosa	1.45,7			35,0	42,8	1.75,3
Pituranthos tortuosus	1.37,4			15,0	20,2	2.21,7
Atractylis serratuloïdes	1.83,6		1.89,6	24,7	23,6	1.12,5
Helianthemum kahirikum	1.89,0				6,3	1.55,4
Linaria aegyptiaca	1.38,0			66,3	15,9	1.97,2
Convolvulus supinus	1.32,6	2.01,1		78,0	52,9	1.28,9
Astragalus caprinus lanigerus					28,9	4.78,0
Echium pycnanthum	69,0			2.58,0	66,1	1.31,4

Tableau 5. "Hiérarchisation" des profils corrigés/type d'état de surface (classes II bis et III supprimées).

Type d'état de surface	VI	I	IV	V	
Salsola vermiculata	++++	o		o	
Astragalus caprinus lanigerus	++++			o	+++ chiffre > 200
Fagonia glutinosa	+++	++	o	o	+++ chiffre ≤ (150-200)
Pituranthos tortuosus	++++	++	o	o	++ chiffre < (100-150)
Rhantherium suaveolens	++++	++	o	o	+ chiffre < (50-100)
Linaria aegyptiaca	+++	++	+		o chiffre < 50
Helianthemum kahirikum	++	+++		o	
Echiochilon fruticosum	++	+++	o	o	
Atractylis serratuloïdes	++	+++	o	o	
Convolvulus supinus	++	++	+	+	
Echium pycnanthum	++	+	++++	+	
Plantago albicans	++	+	+	++	
Helianthemum sessiliflorum	+	+++	o	o	
Argyrolobium uniflorum	+	+++	++	+	

le relief nu, seules quelques espèces ne jouant pas de rôle protecteur parviennent à s'installer (Plantago albicans, Echium pycnanthum). Forme d'ablation éolienne et hydrique, ce type offre peu de chances au stockage et à la germination de semences, et représente un peu plus de 30 % de la station. Là où un chaméphyte a pu s'installer (en général Argyrolobium uniflorum), une légère accumulation de sable peut se produire, éphémère et remaniable à tout moment (type III). Sous ce voile mince (1 à 2 mm), la croûte reste dure, et le milieu a priori peu favorable aux germinations.

3. Dès que l'accumulation sableuse a un caractère permanent, et une épaisseur suffisante, elle joue un rôle de mulch et évite la formation d'une croûte de battance (type I). Cet état est dans tous les cas lié à la présence d'un chaméphyte, fixateur éolien principalement. La disposition des chaméphytes les uns par rapport aux autres peut être à l'origine de formes de piégeage éolien et même hydrique très différentes : une touffe isolée n'aura d'impact, biologiquement, que dans le voisinage immédiat de son pied (sous forme d'un "buttage" sableux). Quelques touffes, judicieusement disposées par rapport au vent ou à la circulation des eaux dominantes, peuvent créer un piégeage beaucoup plus efficace des éléments minéraux et organiques transportés. On peut même assister à des formes évoluant vers une micronebka dans les cas les plus favorables.

L'accumulation peut se faire devant les chaméphytes qui jouent alors un rôle de "stoppeurs" ou derrière un système de plusieurs touffes créant une turbulente à l'origine du piégeage. Ce type I représente 36 % de la superficie de la station.

4. Les deux derniers types généraux (II et IV) sont des formes concaves, liées à la circulation des eaux. Le type IV (10 % de la station) regroupe un grand nombre de situations liées à la catégorie d'obstacles rencontrés par les eaux de ruissellement, cailloux, graviers ou plantes. Les détails n'ont pu être distingués dans cette étude mais jouent à coup sûr un rôle déterminant dans la répartition des semences et leurs germinations. Le type II, très peu représenté (moins de 1 %) est caractérisé par des petits bassins, semi-ouverts ou fermés, constituant un cul-de-sac pour les eaux : il y a alors stagnation temporaire et dépôts stratifiés des éléments fins, organiques et minéraux transportés. Peu de végétation pérenne occupe ces milieux qui constituent cependant, structurellement, une forme favorable aux germinations.

Notons, à ce propos, une des ambiguïtés relevées a posteriori dans la méthode choisie, qui privilégie les organes aériens et non pas la souche des plantes : du fait de la juxtaposition des différents types d'état de surface, souvent très étroitement imbriqués, une espèce peut être enracinée dans un type d'état, et émettre ses ramifications au-dessus d'un type voisin, ce qui constitue une source d'imprécision si l'on cherche à examiner l'installation des espèces par type d'état de surface. Le problème ne se pose cependant pas pour les germinations.

2.3. Germinations

2.3.1. Printemps 1979

Sur les 16000 unités élémentaires échantillonnées au printemps 1979 (tab. 6), 1373 germinations ont pu être recensées, ce qui représente une moyenne de 34 germinations par m² pour l'ensemble de la station. Cette moyenne traduit en fait des situations très contrastées, entre par exemple l'extrême inférieur (type V: 6,27 plantules/m²) et l'extrême supérieur (type

.../...

Tableau 6. Rapport entre germinations de printemps et états de surface du sol
(16000 unités échantillonnées).

Etats de surface	I	II	III	IV	V	VI	
recouvrement	36.22	.97	.98	11.31	31.49	19.02	100
Nombre de germinations							
<i>Daucus syrticus</i>	65	2	0	17	6	153	243
<i>Anacyclus cyrtolepdioides</i>							
<i>Echium pycnanthum</i>	70	7	1	29	20	29	156
Indéterm.	47	3	1	28	8	52	139
<i>Plantago albicans</i>	58	2	-	28	13	37	138
<i>Koelipinia linearis</i>	21	1	3	5	1	82	113
<i>Hippocrepis bicontorta</i>	35	-	-	11	7	41	94
<i>Malva aegyptiaca</i>	11	-	-	6	-	67	84
<i>Argyrolobium uniflorum</i>	29	2	1	14	3	10	59
<i>Launea nudicaulis</i>	9	-	-	5	-	24	38
<i>Atractylis serratuloides</i>	22	-	-	3	3	7	35
<i>Filago germanica</i>	4	-	-	4	3	24	35
<i>Launea resedifolia</i>	13	-	-	2	3	14	32
<i>Salvia verbenaca</i>	6	-	-	4	1	18	29
<i>Hedysarum spinosissimum</i>	17	-	-	-	1	10	28
<i>Asphodelus tenuifolius</i>	11	1	-	3	3	9	27
<i>Helianthemum sp.</i>	8	1	-	3	3	9	24
<i>Convolvulus supinus</i>	9	1	-	1	-	4	15
cf. <i>Bassia muricata</i>	3	-	-	1	1	5	10
<i>Carthamus lanatus</i>	4	-	-	2	1	2	9
<i>Ifloga spicata</i>	1	-	-	5	-	3	9
<i>Medicago minima</i>	2	1	-	-	-	6	9
<i>Echichilon fruticosum</i>	2	-	-	-	-	6	8
<i>Fagonia glutinosa</i>	2	-	-	5	-	1	8
<i>Astragalus cruciatus</i>	2	1	-	1	1	2	7
<i>Paronychia arabica</i>	1	-	-	2	1	2	6
<i>Schismus barbatus</i>	-	-	-	-	-	4	4
<i>Reseda sp.</i>	3	-	-	-	-	-	3
<i>Medicago laciniata</i>	1	-	-	-	-	1	2
<i>Mathiola longipetala</i>	2	-	-	-	-	-	2
<i>Astragalus caprinus lanigerus</i>	-	1	-	-	-	1	2
<i>Astragalus hamosus</i>	-	-	-	-	-	1	1
<i>Euphorbia sp.</i>	-	-	1	1	-	-	2
<i>Muricaria prostrata</i>	-	-	-	-	-	1	1
<i>Pituranthos tortuosus</i>	1	-	-	-	-	-	1
Total type surface	459	23	6	180	79	626	1373
%	33,43	1,67	0,44	13,11	5,75	45,60	100
% germinations/% surface	0,923	1,713	0,448	1,159	0,183	2,398	
Nbre germinations/m ²	31.68	58.97	15.29	39.80	6.27	82.29	34.32

VI : 82,29 plantules /m²). Les autres types sont plus proches de la moyenne stationnelle. Comme attendu, le type II (accumulation - stagnation hydrique) supporte un nombre assez élevé de germinations (près de 60/m²), les types I et IV (accumulation éolienne et écoulement hydrique respectivement) un nombre "moyen" (31.68 et 39.88 respectivement), le type III ressemblant tout à fait au type V à ce point de vue (seulement 15,29/m²). Il faut de même constater l'importante variation entre espèces, de Pituranthos tortuosus (1 germination rencontrée) au groupe Daucus syrticus + Anacyclus cyrtolépidoïdes (non distinguées au stade cotylédons lors de la première prise de contact au printemps 1979), 243 germinations.

Chronologiquement également, des différences importantes doivent être notées : les premières apparitions de plantules, très rapidement (3 jours) après les pluies, appartiennent à des espèces papilionacées (Hippocrepis, Medicago, Hedysarum). Les autres germinations ont lieu dans la décade suivante, irrégulièrement.

Regrettons enfin l'importante catégorie "indéterminée" regroupant des plantules n'ayant pu être identifiées, lors de la lecture (139 plantules).

Les profils corrigés, établis pour tenter d'analyser la répartition spécifique des germinations par type d'état de surface sont représentés dans les tableaux 7 et 8, pour les espèces ayant une fréquence supérieure à 8.

Le profil d'ensemble permet de confirmer la très nette prédominance du type VI, suivi du type II ("endoréisme") et du type IV (écoulement hydrique), moins remarquables. De même les types III et surtout V apparaissent-ils nettement défavorables.

Une hiérarchisation visualisée (tabl. 8) permet de distinguer les espèces inféodées à des formes d'accumulation importantes, de celles pouvant germer en conditions moins restrictives. Remarquons que ces dernières espèces (en gros, celle du bas du tableau 8) sont à de rares exceptions près, des vivaces, au contraire de celles du haut du tableau, principalement annuelles (exceptées Echiochilon fruticosum et Helianthemum lipii sessiliflorum, cette dernière faisant l'objet d'un transport de graines important par les fourmis).

Il serait possible d'opposer les types VI et I, formes d'accumulation éolienne, au type IV, forme d'écoulement hydrique, et d'analyser la taille des semences des espèces (et leurs modes de dissémination) présentant des germinations sur ces formes. Retenons enfin, pour cette analyse de printemps, que le tiers des espèces ayant eu des germinations (reconnues) sont des vivaces, et constituent le tiers des plantules émergées cette saison.

2.3.2. Automne 1979

L'échantillonnage a été modifié au cours de l'automne, pour prendre en compte les types d'état II et III, insuffisamment représentés au cours du printemps. Les pourcentages de surface sont modifiés en conséquence d'une manière qui essaie de donner approximativement la même importance à chacun des types (tab. 9). Peu de différences notables sont à signaler quant à la répartition de la végétation pérenne.

.../...

Tableau 7. Profils corrigés des espèces par type d'état de surface.
Germinations de printemps 1979
(enregistrement de plus de 8 germinations).

Etats de surface	I	II	III	IV	V	VI	
recouvrement	36.22	.97	.98	11.31	31.49	19.02	
Germinations							nombre d'ob.
Anacyclus cyrtolepidioïdes	73.80	84.40	-	61.90	22.20	331.1	243
Echium pycnanthum	123.80	460.20	65.3	164.40	59.0	97.7	156
Indéterm.	93.30	221.40	73.3	178.20	18.2	196.7	139
Plantago albicans	115.9	148.6	-	179.5	29.9	141.0	138
Koelpinia linearis	51.3	90.8	270.6	39.1	14.0	381.5	113
Hipocrepis bicontorta	102.8	-	-	103.5	37.2	229.3	94
Malva aegyptiaca	36.1	-	-	63.2	-	419.4	84
Argyrolobium uniflorum	135.7	347.7	172.7	209.9	16.1	89.1	59
Launea nudicaulis	65.4	-	-	116.4	-	332.1	38
Atractylis serratuloïdes	173.3	-	-	75.8	27.2	105.2	35
Filago germanica	31.5	-	-	101.1	36.3	360.5	35
Launea resedifolia	112.1	-	-	55.3	19.8	230.0	32
Salvia verbenaca	57.1	-	-	122.0	10.9	326.4	29
Hedysarum spinosissimum	167.6	-	-	-	11.3	187.8	28
Asphodelus tenuifolius	112.3	379.8	-	98.3	35.3	175.3	27
Helianthemum sp.	92.0	427.3	-	110.6	39.7	197.2	24
Convolvulus supinus	165.6	683.8	-	59.0	-	140.2	16
Bassia muricata	82.8	-	-	88.4	31.7	262.9	10
Carthamus lanatus	122.7	-	-	196.5	70.6	116.8	9
Ifloga spicata	30.7	-	-	491.4	-	175.3	9
Echiochilon fruticosum	69.0	-	-	-	-	394.3	9
Fagonia glutinosa	69.0	-	-	552.8	-	65.7	8
Medicago minima	61.3	1139.6	-	-	-	350.5	9
Profil d'ensemble	92.3	171.3	44.80	115.9	18.3	239.8	
Nombre de germinations/m2	31.68	58.97	15.29	39.80	6.27	82.29	34.3

Tableau 8. Ordination des espèces en fonction de leurs "préférences" pour chaque type d'état de surface de sol.
Printemps 1979.

Etats de surface	VI	I	IV	V	
recouvrement					
Germinations					
<i>Echiochilon fruticosum</i>	++++	+			++++ chiffre > 200
<i>Koelplinia linearis</i>	++++	o	o		+++ chiffre ≤
<i>Medicago minima</i>	++++	+			(150 - 200)
<i>Hedysarum spinosissimum</i>	+++	+++		o	++ chiffre ≤
<i>Asphodelus tenuifolius</i>	+++	++	+	o	(100 - 150)
"diverses" (indéterm.)	+++	+	++	o	+ chiffre ≤
<i>Helianthemum sp.</i>	+++	+	++	o	(50 - 100)
<i>Launea resedifolia</i>	++++	+	++		o chiffre ≤
"Bassia"	++++	+	+	o	(20 - 50)
<i>Anacyclus cyrtolepidioïdes</i>	++++	+	+	o	
<i>Hippocrepis bicontorta</i>	++++	++	++	o	
<i>Launea nudicaulis</i>	++++	+	++		
<i>Salvia verbenaca</i>	++++	+	++		
<i>Malva aegyptiaca</i>	++++	o	+		
<i>Filago germanica</i>	++++	o	++		
<i>Atractylis serratuloides</i>	++	+++	+	o	
<i>Convolvulus supinus</i>	++	+++	+		
<i>Plantago albicans</i>	++	++	+++	o	
<i>Carthamus lanatus</i>	++	++	+++	+	
<i>Echium pycnanthum</i>	+	++	+++	+	
<i>Ifloga spicata</i>	++	o	++++		
<i>Arcyrolobium uniflorum</i>	+	++	++++	o	
<i>Fagonia glutinosa</i>	+	+	++++		

VI "micronebka" (forme définie sur critères biologiques - accumulation éolienne)

I voile éolien épais sur croûte peu indurée, convexe (accumulation éolienne sous ligneux bas)

IV voile éolien mince sur croûte peu indurée, concave (accumulation ou écoulement hydrique)

V croûte dure, forme d'ablation éolienne et hydrique

Tableau 9. Végétation pérenne et germinations : automne 1979
 (Profils corrigés en fonction des types d'état de surface du sol)
 Echantillonnage modifié par rapport à celui de printemps, pour une meilleure répartition dans chaque type - 20 000 unités élémentaires 5 x 5 cm - 19.09.79

Etats de surface	I	II	III	IV	V	VI	
recouvrement	22.95	19.80	7.20	16.65	18.40	15.00	
Vivaces							
Argyrobium uniflorum	99.5	99.0	107.2	123.6	141.5	21.4	
Atractylis serratuloides	375.6	69.7	-	-	-	-	
Echiochilon fruticosum	136.0	10.7	110.2	197.0	25.9	141.1	
Echium pycnanthum	-	303.0	-	-	108.7	133.3	
Fagonia glutinosa	-	-	-	-	-	666.7	
Helianthemum kahiricum	359.3	88.6	-	-	-	-	
Hernaria sp.	-	-	-	200.2	362.3	-	
Paronychia arabica	-	-	-	-	543.5	-	
Pituranthos tortuosus	277.5	-	-	-	5.1	235.8	
Plantago albicans	245.4	78.4	94.4	99.1	121.4	71.2	
Rantherium suaveolens	188.7	11.9	153.1	-	-	288.7	
Salsola vermiculata	-	-	408.5	141.3	-	313.7	
Helianthemum sessiliflorum	120.2	47.0	167.6	91.1	148.0	57.5	
Germinations							
Argyrobium uniflorum	121.4	159.5	25.8	191.5	5.0	39.2	nombre d'obs. 32.30
Anacyclus cyrtolepidioides	217.9	-	-	-	-	333.3	20
Astragalus sp.	68.1	284.1	-	93.8	17.0	62.5	320
Convolvulus supinus	217.9	-	-	300.3	-	-	20
Cutandia dichotoma	-	-	-	-	-	666.7	20
Echium pycnanthum	-	-	-	-	-	666.7	10
Euphorbia sp.	-	-	-	-	543.5	-	10
Hedysarum spinosissimum	-	-	-	600.6	-	-	20
Hippocrepis bicontorta	13.6	236.7	-	262.8	-	41.7	320
Launea glomerata	-	-	-	-	-	666.7	40
Launea resedifolia	-	-	1388.9	-	-	-	5
Malva aegyptiaca	-	53.2	36.5	126.4	-	438.6	380
Medicago truncatula	63.8	271.0	33.9	146.5	-	32.5	410
Muricaria prostrata	-	-	-	-	-	666.7	5
Salvia verbenaca	-	-	1388.9	-	-	-	5
Divers	72.6	130.9	38.6	255.8	10.1	67.9	1080
profil d'ensemble	89.95	161.51	30.55	192.07	6.44	80.1	5910
nombre de germinations/m ²	106.32	190.91	31.11	227.03	7.60	94.67	118.2

- I. "Voile éolien épais" (accumulation éolienne sur croute)
- II. "endoréisme"
- III. croute convexe avec fin voile éolien
- IV. croute concave avec voile éolien et dépôts
- V. P.B. ablation
- VI. "micronebka"

Par contre, des faits importants apparaissent durant cette saison en ce qui concerne les germinations.

En premier lieu, remarquons le nombre beaucoup plus élevé de germinations d'automne par rapport à celui noté au printemps : avec 118 plantules par m² (3 fois plus qu'au printemps), on approche des chiffres généralement cités en zone sahélienne en année "moyenne" (cf. par exemple BILLE, 1976).

Ensuite, notons "l'explosion" de germinations d'Argyrolobium uniflorum : 3230 sur les 5910 germinations sont le fait de cette espèce, soit plus de la moitié. Le profil d'ensemble, par types d'état de surface, pourrait s'en trouver faussé : cette espèce germant préférentiellement dans les points les plus bas, il en résulte un profil privilégiant nettement durant cette période, les types II et IV, aux dépens du type VI principalement. Les autres légumineuses (Hippocrepis : 320 germinations observées, Medicago truncatula : 410, Hedysarum : 20, Astragalus : 320) ont cependant le même comportement, germant surtout dans les zones d'écoulement. Ces 5 espèces représentent à elles seules 73 % du total des germinations recensées. Enfin, parmi les autres espèces, remarquons que la catégorie regroupant des germinations indéterminées lors de la première lecture d'automne, montre aussi une germination préférentielle dans les zones d'écoulement, ce qui permet d'attribuer un caractère d'ensemble saisonnier à ce phénomène.

Les seules espèces vivaces reconnues au stade cotylédons, ayant un nombre de germinations significatif sont Argyrolobium uniflorum et Echium pycnanthum (Convolvulus supinus ayant un comportement d'annuelle le plus souvent). Cependant, les nombreuses germinations indéterminées rendent cette observation difficilement utilisable : on voit en effet apparaître lors de lectures suivantes (cf. tableau 12) de nombreuses espèces vivaces (Plantago albicans compris).

Conclusions

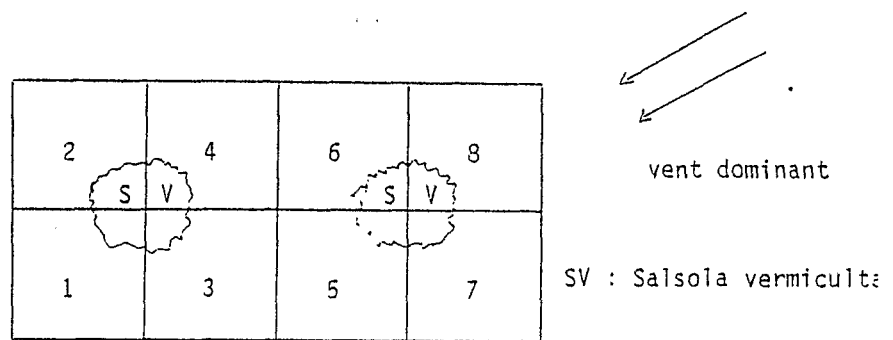
Si la méthode du suivi des germinations au niveau stationnel a pu rendre compte des conditions de milieu favorisant globalement l'émergence de plantules, les résultats présentés ne reflètent pas assez une des caractéristiques essentielles de ces milieux, qui tient à la microhétérogénéité à l'intérieur d'un même type d'état et à la spécificité des comportements et des exigences de germination des différentes espèces.

Il est en effet peu vraisemblable que le très grand nombre de germinations des semences d'Argyrolobium uniflorum soit un phénomène constant. Les conditions climatiques, cette année-là, ont particulièrement avantage cette espèce, mais il est difficile de généraliser à d'autres années climatiques, faute d'observations systématiques.

Le caractère souvent grégaire des germinations d'une espèce donnée est particulièrement fréquent : on a pu constater des concentrations remarquables de plantules de Malva aegyptia sur certains micronebkas, et une absence totale de ces mêmes plantules sur d'autres apparemment semblables. Ce n'est pas tant la concentration en elle-même qui est étonnante (on peut invoquer un comportement de dispersion et de stockage des semences, ou des exigences semblables de germination des graines d'une même espèce) que l'absence sur des zones similaires, et qui prouve à quel point les mécanismes en oeuvre sont mal élucidés. Dans certains cas, le phénomène de concentration peut clairement être attribué à l'activité animale : c'est vrai pour

.../...

Helianthus lipisessiliflorum. Les autres cas nécessiteraient une étude plus approfondie : dispersion des semences et exigences de germination. Le niveau d'observation retenu paraît, comme c'est souvent le cas en écologie, trop ou pas assez fin. Trop, car il manque une description des réseaux stationnels à plus petite échelle, qui pourrait mettre en évidence les zones globalement plus ou moins favorables aux germinations (écoulement hydrique général, en particulier). Pas assez, si l'on veut bien examiner l'exemple suivant, relevé au printemps 1979 (le 23 mars, 20 jours après une pluie très importante qui a déclenché les germinations de printemps) : un système piègeur (début de formation de "micronebka") constitué par 2 touffes de Salsola vermiculata "l'une derrière l'autre" par rapport à la circulation des eaux et surtout au vent dominant a fait l'objet d'un découpage en 8 zones de 50 x 50 cm suivant le schéma suivant :



soit un échantillon de 2m².

Globalement, ce système appartient au type VI. Le détail des résultats fait cependant apparaître des zones très différentes du point de vue germination (via probablement le stockage des semences).

carré 1	105	plantules	(490	par m ²)	, dont 80 % d' <u>Hippocrepis</u> sp.
carré 2	14	"	(55	")
carré 3	15	"	(50	")
carré 4	0	"			
carré 5	42	"	(168	")
carré 6	12	"	(48	")
carré 7	5	"	(20	")
carré 8	8	"	(32	")

Rappelons la moyenne stationnelle pour le printemps 1979 : 34,32 plantules / m², et la moyenne pour le type VI : 82,29 plantules / m², tab. 6). On remarque immédiatement l'abondance dans les zones protégées par les touffes de chaméphytes et l'absence quasi-totale de plantules en zone exposée. Notons également que, sur ce système en particulier, la très grande majorité des plantules observées (80 %) appartiennent à l'espèce Hippocrepis bicontorta ; la densité atteinte est ici de 80 plantules d'Hippocrepis sp. au m² pour l'ensemble du système alors que la moyenne atteinte sur le type VI par cette espèce est à peine 5,38/m². (la densité atteint même localement, carré 1, 336 / m²).

.../...

Notons enfin que les chiffres donnés ici correspondent à ceux trouvés par FRIEDMAN et al (1977) dans des types de végétation à Artemisia herba alba : de 40 à 100 germinations/m² pour les zones défavorisées jusqu'à 240 à 480/m² en zone favorable.

2.3.3. Germinations et survie des plantules

Dans la mesure où il n'a pas été possible de poursuivre les observations sur une période suffisamment longue pour que les résultats aient un sens, on ne présentera ici, à titre indicatif, que des exemples des mesures effectuées pour tenter de déterminer le pourcentage de survie des plantules en fonction du type d'état de surface et du nombre de germinations. Couplés avec les connaissances du nombre de graines présentes dans le sol, ces résultats, sur une plus longue période, auraient pu fournir une série de "filtres" successifs (stockage, germination, survie des plantules, succès de reproduction, etc...) indispensable à une bonne connaissance des phénomènes en cause. Le tableau de base, brut, à l'origine de ce type de données, est présenté en exemple (tabl. 10). Une analyse "carré par carré" est ici nécessaire pour déterminer le pourcentage de mortalité (ou de survie) des plantules émergées, d'autant plus qu'il y a des vagues successives de germination, en fonction des événements climatiques qui apportent un nouveau contingent, et entre lesquelles se produit une disparition de plantules. Pour le printemps 1979 (ligne numérotée 1 du tableau) la mortalité des plantules n'a pas été recensée.

Lors de la 3ème lecture de l'automne, on a distingué les plantules issues de la première vague, de celles de la deuxième vague (lignes 4, 5 et 6 du tableau 10). Ainsi, globalement sur les 910 plantules émergées en septembre, seules 376 subsistent en novembre, soit 41,32 %. La deuxième vague ne comporte que 274 plantules ; la mortalité totale pour la période est de 534 plantules, soit 45,10 % de l'ensemble des plantules émergées durant l'automne. Il est certain que le pourcentage de survie finale (plantule passant l'hiver et parvenant à maturité au printemps) est bien inférieur à 56 %, de l'ordre de 10 à 20 %.

Remarquons l'hétérogénéité stationnelle à ce propos : pour une mortalité moyenne de 45,10 %, les chiffres extrêmes vont de 6 % à près de 80 %, et dépendent à la fois de la densité de germination et du type d'état de surface, eux-mêmes interdépendants. Notons que pour 2 carrés situés (classés...) dans un même type d'état de surface (carré 17 et 19, type VI à 100 %), les résultats sont très différents : le premier voit le nombre de germinations (cumulé sur l'année d'observation) le plus élevé (316 sur 0,25 m², soit 1264 plantules au m²), et une mortalité relativement faible (35,9 %), le second, un nombre de germinations moyen (85 soit 340 m²) et la mortalité la plus élevée (76,9 %) ce qui souligne encore la difficulté de déterminer le niveau de précision requis dans les observations et le nombre de facteurs à prendre en compte.

Dans l'ensemble, cependant, ces chiffres sont en accord avec ceux donnés par FRIEDMAN et al (1977) pour la steppe à Artemisia herba alba en Israël : mortalité de l'ordre de 50 à 80 % pour les annuelles. Le tableau 11 donne une image d'ensemble des germinations et de la survie des plantules au niveau stationnel, durant l'automne 1979 (exprimé en nombre de plantules par m²). Il est intéressant de noter que le chiffre minimum des germinations observées (ligne 4) coïncide avec le pourcentage de mortalité le plus faible, bien que ce pourcentage ait une relative homogénéité sur l'ensemble de la station (mortalité totale d'automne comprise entre 36 et 53 %). La mortalité "octobre", c'est-à-dire celle observée entre la première lecture (sep-

.../...

Tableau 10. Exemple d'évolution dans le temps du nombre de plantules en fonction des types d'état de surface du sol (ligne 1, 1 échantillon sur 2) soit 0,25 m² x 20 = 5,0 m²).

numéro du carré sur la ligne	1	3	5	7	9	11	13	15	17	19	21	23	25	27	29	31	33	35	37	39		
type d'état dominant																						
I	35	95	14	60	13	40	59				28	10	40	83	5	52	13	38	39	12	31,8 %	
II				30																		1,5 %
III																						
IV						37	12	10			48	40						62		25	11,7 %	
V	65	5	86	10	87	23	29	42				50	60	17	55	48	87		61	63	41,4 %	
VI								48	100	100	24											13,6 %
Date																						
1.	20.4.79	9	8	1	8	-	6	5	3	74	7	20	11	2	6	1	6	3	21	5	3	199
2.	19.9.79	46	147	30	46	16	35	32	91	161	69	88	22	13	37	6	9	1	42	14	5	910
3.	22.10.79	18	61	9	45	8	13	13	45	77	12	88	9	2	9	5	5	1	17	5	3	445
4.	8.11.79	30	61	15	45	14	11	21	61	155	18	78	32	13	10	17	16	6	30	13	4	650
5.	dont (9.79	18	51	9	43	8	6	13	45	74	9	56	9	2	5	4	2	0	15	4	3	376
6.	(10.79	12	10	6	2	6	5	8	16	81	9	22	23	11	5	13	14	6	15	9	1	274
7.	(2+6)total ("automne émergées)	58	157	36	48	22	40	40	107	242	78	110	45	24	42	19	23	7	57	23	6	1184
8.	(2-5)total mortalité	28	96	21	3	8	29	19	46	87	60	32	13	11	32	2	7	1	27	10	2	534
	mortalité/% émerg.	48.3	61.1	58.3	6.25	36.4	72.5	47.5	43.0	35.9	76.9	29.1	28.9	45.8	76.2	10.5	30.4	14.3	47.4	43.5	33.3	45.10
9.	(1+7)total (print. + automne)	67	165	33	56	22	46	45	110	316	85	130	66	26	48	20	29	10	78	28	9	1383

Pluies : 12.9.79 15 mm
 28.9.79 9 mm
 25.10.79 25 mm
 5.11.79 1 mm

soit
 276,6/m²
 (printemps et
 automne cumu-
 lés).

Tableau 11. Evolution du nombre de germinations par m2 sur l'ensemble de la station (automne 1979).

Ligne n°	1	2	3	4	5	Moyenne station
09.79	182.0	84.2	127.8	49.4	147.6	118.2 ± 23,4
10.79	89.0	35.6	54.4	27.6	46.8	50.7 ± 10,6
11.79	130.0	50.2	115.4	39.4	121.9	91.4 ± 19,2
dont 9.79	75.2	30.0	50.4	27.2	44.9	45.5 ± 8,6
10.79	54.8	20.2	65.0	12.2	45.7	39.6 ± 10,1
Total émergence	236.8	104.4	192.8	61.6	193.3	157.8 ± 32,3
* mortalité 09-11(%)	(58.68)	(64.4)	(60.6)	(44.9)	(69.58)	(59.6) ± 4,1
** mortalité d'ensemble %	106.8 (45.1)	54.2 (51.9)	77.4 (40.1)	22.2 (36.0)	102.7 (53.2)	72.7 ± 15,8 45.2 ± 3,3
Printemps 79	39.8	-	42.8	22.6	33.8	34.7 ± 4,5

* mortalité des plantules émergées en septembre : $\frac{N_{11}^9 - N_9^9}{N_9^9}$ avec N_9 nombre de plantules présentes au mois 9

et N_{11}^9 nombre de plantules émergées en 9, subsistant en 11.

** mortalité rapportée à l'ensemble des émergences des mois de septembre, octobre et novembre.

NT - N11

NT

N11 nombre de plantules
présentes au mois 11 et
NT nombre total de plantules
émergées

Tableau 12. Analyse des nombres et succès de germinations par espèce

Germinations : espèces	Colonnes	**		5		6		8		9	10
		1	2	3	4	Présence	dont	7	8		
		Emergence	Présence	Δ	Δ	Présence	dont	Δ	Δ	Emergence	Emergence
		septembre	octobre	9.10	%	novembre	septembre	11.9	%	10 + 11	totale
Anacyclus cyrtolepidioides		6	0	- 6	100	0	0	- 6	100	0	6
Argyrolobium uniflorum		1312	707	-605	46.1	774	687	-625	47.6	87	1399
Astragalus hamosus		129	7	-122	94.6	40	7	-122	94.6	33	162
Atractylis serratuloides		9	8	- 1	11.1	37	8	- 1	11.1	29	38
Convolvulus supinus		2	1	- 1	50.0	1	1	- 1	50.0	0	2
Carthamus lanatus		0	3	+ 3	(+)	0	0	0	100.0	0	3
Cutandia dichotoma		55	0	- 55	100	0	0	- 55	100	0	55
Euphorbia sp.		8	1	- 7	87.5	2	1	- 7	87.5	1	9
Fagonia glutinosa		15	13	- 2	13.3	26	12	- 3	20.0	14	29
Echium pycnanthum		12	10	- 2	16.7	9	9	- 3	25.0	0	12
Hedysarum spinosissimum		9	9	0	0	35	9	0	0	26	35
Hippocrepis bicontorta		256	109	-147	57.4	182	109	-147	57.4	73	329
Koelpinia linearis		30	3	- 27	90.0	0	0	- 30	100.0	0	30
Launea glomerata		70	18	- 52	74.3	33	18	- 52	74.3	1	71
Malva aegyptiaca		46	25	- 21	45.7	55	21	- 25	54.4	23	69
Medicago laciniata		0	0	0	-	11	0	0	-	11	11
Medicago truncatula		53	19	- 34	64.2	40	19	- 34	64.2	21	74
Muricaria prostrata		5	1	- 4	80.0	4	1	- 4	80.0	3	8
Plantago albicans		205	92	-113	55.1	135	80	-125	61.0	55	260
Salvia verbenaca		24	13	- 11	45.8	18	13	- 11	45.8	5	29
Daucus syrticus		? (*)	1	? ?	? ?	2	1	? ?	? ?	1	*** 2
Helianthemum sp.		? ?	55	? ?	? ?	86	50	? ?	? ?	36	91
Echiochilon fruticosum		? ?	13	? ?	? ?	24	13	? ?	? ?	11	24
Launea residifolia		? ?	? ?	? ?	? ?	40	37	? ?	? ?	3	40
Paronychia arabica		? ?	11	? ?	? ?	11	10	? ?	? ?	1	12
Pituranthos tortuosus		0	1	+ 1	(+)	0	0	0	0	0	1
Divers		709	49	? ?	? ?	552	49	? ?	? ?	503	1212
Asphodelus tenuifolius		? ?	31	? ?	? ?	40	23	? ?	? ?	17	48
Total		2955	1200	-1755	59.4	2157	1178	-1777	60.1	954	3907
soit par m ² (cf. tableau II)		118.2	50.7			91.4	45.5			39.6	157.8

Légende tableau 12 :

* Les points d'interrogation correspondent aux plantules n'ayant pu être déterminées au cours de la première lecture d'automne, et donc rangées dans la catégorie "divers". Leur détermination postérieure a permis de les prendre en compte précisément en octobre mais le taux de mortalité est alors inconnu. C'est pourquoi également, l'indétermination est conservée sur le taux de mortalité de la catégorie "divers".

** Explication des calculs (les chiffres représentent les numéros des colonnes ; les opérations portent sur les résultats donnés dans les colonnes) :

$$3 = 2 - 1$$

$$4 = 3 \div 1$$

$$7 = 6 - 1$$

$$8 = 7 \div 1$$

$$9 = 5 - 6$$

$$10 = 1 + 9$$

*** Estimation "minimale" = (9 + 2)

Le succès de germination est donné, pour l'ensemble de la saison et sans préjuger des événements ultérieurs par la division 5 : 10 (présences novembre : émergence totale.) (cf. tableau 13).

Tableau 13. (cf. tableau 12, p. 31). Succès de germination des différentes espèces sur l'ensemble de la station (* therophyte indiqué).

* Anacyclus cyrtolepidoides	0/6 = 0	* Malva aegyptiaca	55/69 = 79,7
Argyrolobium uniflorum	774/1399 = 55,3	* Medicago laciniata	11/11 = 100,0
* Astragalus hamosus	40/162 = 24,7	* Medicago truncatula	40/74 = 54,1
Atractylis serratuloides	37/38 = 97,4	* Muricaria prostrata	4/8 = 50,0
Convolvulus supinus	1/2 = 50,0	Plantago albicans	135/260 = 51,9
Carthamus lanatus	0/3 = 0	Salvia verbenaca	18/29 = 62,1
* Cutandia dichotoma	0/55 = 0	* Daucus syrticus	2/2 = 100,0
Euphorbia sp.	2/9 = 22,2	Helianthemum sp.	86/91 = 94,5
Fagonia glutinosa	26/29 = 89,7	Echiochilon fruticosum	24/24 = 100,0
Echium pycnanthum	9/12 = 75,0	* Launea resedifolia	40/40 = 100,0
Hedysarum spinosissimum	35/35 = 100,0	Paronychia arabica	11/12 = 91,7
* Hippocrepis bicontorta	182/329 = 55,3	Pituranthos tortuosus	0/0 = 0
* Koelpinia linearis	0/30 = 0	* Asphodelus tenuifolius	40/48 = 83,3
* Launea glomerata	33/71 = 46,5		

Ensemble des espèces : 55,21

tembre) et la troisième (novembre) est forte (60 %). Pourtant, des pluies faibles mais à intervalles réguliers, sont survenues durant cette période. Ces pluies, apparues tôt dans la saison (10.09), si elles ont permis la germination d'un grand nombre de semences, n'ont pas réussi à établir un grand nombre de plantules, du fait de la faible rétention générale des sols et de l'encore forte évapotranspiration de ce début d'automne. Plus de chances sont théoriquement accordées aux plantules émergeant plus tard en saison. Encore faut-il distinguer le comportement d'installation de chaque espèce. C'est ce qui a été tenté pour les observations disponibles (tab. 12).

Il apparaît aussitôt que certaines espèces (essentiellement des annuelles) supportent la majeure partie de la mortalité: parmi celles présentant un nombre de germinations relativement élevé, citons Astragalus hamosus (94,6% de mortalité), Cutandia dichotoma (100 %), ou Koelipinia linearis (100 %). Les espèces vivaces reconnues à ce stade ont des taux de mortalité de plantules moins catastrophiques (Argyrolobium uniflorum, 47,6 % par exemple) et même parfois très faibles (Fagonia glutinosa, 20 %, Atractylis serratuloides, 11,1 % à peine, pour seulement 9 émergences dès les premières pluies). Signalons le succès de l'établissement de certains papilionacées à grosses graines ; Hedysarum sp., pas de mortalité, Medicago laciniata, pas de mortalité. Le tableau 13 synthétise les observations disponibles à ce sujet.

2.4. Le stock de graines

Un exemple de résultats d'analyse du stock grainier est donné dans le tableau 14, pour le relevé L.

Les graines des espèces identifiées sont enregistrées, par strate, le type d'état de surface sur lequel a eu lieu le prélèvement est noté, ainsi que le nombre de plantules déjà émergées au moment du prélèvement.

36 relevés ont finalement été analysés pour la station, suivant la répartition donnée dans le tableau 15, respectant l'échantillonnage de 4 types d'état de surface et de 3 zones de traitements (éventuellement ultérieurs).

La totalité des résultats est donnée dans les tableaux 16.1 et 16.2, et on peut y ajouter les commentaires suivants :

1. Le total général (tab. 16.2) se monte à une moyenne stationnelle de 2919 graines par m². Le résultat est à comparer avec les chiffres donnés par différents auteurs, éventuellement pour d'autres régions. KROPAC (1966), englobant dans son comptage les graines abimées et les fragments de graines, arrive à des totaux de l'ordre de 20 000 à 70 000 graines par m² dans des friches dominées par des annuelles en Tchécoslovaquie. Dans la revue bibliographique qu'il fournit, des chiffres très variables sont cités, suivant les auteurs, les régions, les méthodes de comptage (directes ou indirectes), la profondeur du prélèvement, allant de 300 graines par m² (par un prélèvement du premier centimètre de sol seulement) à 300.000 en sol forestier. En zone sahélienne, BILLE (1976) cite des chiffres de l'ordre de 300 à 10000 suivant les groupements végétaux et les périodes d'étude : il a pu en effet observer des variations de l'ordre de 30 % entre deux périodes de comptage, sans qu'il y ait production ou germination de semence entretemps. Les comptages portent cependant sur les graines présentes à la surface du sol et la prédation exercée par les animaux est certainement primordiale.

Tableau 14. Relevés stationnels : exemple de résultats pour un prélèvement

Relevé

L₁ = Voile éolien sous H. lipii sessiliflorum = relief convexe dans une zone générale
type d'état (I) de circulation hydrique

germinations surface :	Hippocrepis bicontorta	2	
(surface 15 x 15 cm)	Argyrolobium uniflorum	4	
	Koeleria linearis	1	
	Hedysarum spinosissimum	1	
		8	8

Semences : VE de surface

	Helianthemum lipii	48	
	Schismus barbatus	2	
	Hedysarum spinosissimum	2	
	Argyrolobium uniflorum	4	
	Daucus syrticus	2	
	diverses	18/76	76 (56,7 %)

horizon 0-2 cm

	Helianthemum lipii	8	
	Silene sp.	2	
	Mathiola longipetala	2	
	Argyrolobium uniflorum	2	
	diverses	16/30	30 (22,4 %)

horizon 2-5 cm

	Helianthemum lipii	4	
	Artemisia campestris	2	
	Echium pycnanthum	2	
	Astragalus cruciatus	4	
	Lotus pusillus	2	
	diverses	6	
	Echium plantagineum	2/22	22 (16,42 %)

horizon 5-12 cm

	Echium plantagineum	2	
	divers	4/6	Total (germinations)

142/134

soit ~ 6311/m²

Tableau 15. Relevés stationnels : échantillonnage par type d'état de surface.

Zone d'échantillonnage				
Type d'état de surface	L	MD	P	Total
I	2	5	4	11
II, IV	3	2	3	8
III, V	2	2	4	8
VI	3	2	4	9
TOTAL	10	11	15	36

I "Voile éolien" épais (forme d'accumulation éolienne sous une touffe de végétation, généralement Helianthemum lipii sessiliflorum ou Echiochilon fruticosum)
Prélèvement effectué en général devant la touffe, par rapport à la direction générale du vent ou de l'écoulement.

II, IV zone d'écoulement ou/et d'accumulation hydrique, avec ou sans végétation (relief concave).

III, V zone d'ablation éolienne et hydrique, avec forte induration de surface (avec ou sans voile éolien par taches légères)

VI "micronebka", prélèvement effectué généralement au "centre" de la micronebka

L : zone de la station destinée à recevoir les traitements ultérieurs de labour et labour avec semis

MD: zone de la station mise en défens intégrale

P : zone de la station paturée par les moutons dans la suite de l'expérimentation.

Tableau 16.1. Nombre de graines par strates et par type d'état de surface du sol.

	Type d'état de surface du sol (et nombre de prélèvements)					total moy. station	m-2			
	I (11)	II + IV (8)		III + V (8)	VI (9)					
	m-2	m-2	m-2	m-2						
1 - Germinations présentes au moment du prélèvement										
Argyrolobium uni.	6	22			4	32	39.5			
Echium sp.		1				1	1.2			
Fagonia glutinosa		2				2	2.4			
Hedysarum spinos.	2	1			1	4	4.8			
Helianthemum sp	2	2				4	4.8			
Hippocrepis bicon.	4	9	1		3	17	21			
Koelpinia linearis	1					1	1.2			
Linaria aegyptiaca	1					1	1.2			
Malva aegyptiaca		1				1	1.2			
Medicago truncat.					1	1	1.2			
Muricaria prost.					1	1	1.2			
Paronychia arabi.		1				1	1.2			
Plantago albicans		6			2	8	10.0			
divers		13			2	15	18.5			
total (1)	16	64.6	58	322.2	1	5.6	14	69.10	89	110.0
Semences										
2 - Horizon 0-2 cm I.V.E.										
Anacyclus cyrtolep						36	36	44.44		
Argyrolobium uni.	38	16		4		115	173	213.58		
Artemisia sp.	11			4		18	22	27.16		
Asphodelus tenui.						7	7	8.64		
Astragalus cruci.				8		36	44	54.32		
Calendula sp.						3	3	3.70		
Cutandia dich.						4	4	4.94		
Daucus syrticus	5					22	27	33.33		
Echium pycnanthum						14	14	17.28		
Hedysarum spinos.	5	4				4	13	16.05		
Helianthemum sp.	187	44		16		176	423	522.22		
Hippocrepis bicon.	5	8				68	81	100.00		
Koelpinia linearis				4		47	51	62.96		
Linaria aegyptiaca	6						6	7.41		
Lotus pusillus	5	4					9	11.11		
Malva aegyptiaca		4				11	15	18.52		
Matthiola longip.	11			8		22	41	50.62		
Medicago troncat.		4		4			8	9.88		
Plantago albicans		16		4		25	45	55.56		
Salsola vermicul.						18	18	22.22		
Schismus barbatus	6	4		4			14	17.28		
Silene conica	5						5	6.17		
divers	121	56		36		140	353	435.80		
total (2)	405	1636.4	152	844.4	92	511.1	766	3782.7	1415	1746.91

Tableau 16.2 (Suite 16.1)

Strates-espèces	type d'état de surface du sol						station			
	I	II + IV	III + V	VI	total	m-2				
3. Horizon 2-5 cm										
Argyrolobium unif.	6	8	4	18	36	44.44				
Artemisia sp.	5		4	25	34	42.0				
Asphodelus tenuif.				11	11	13.58				
Astragalus cruci.	17	4	8	47	76	93.83				
Daucus sylvaticus				4	4	4.94				
Echium plantagi.	5				5	6.17				
Echium pycnanthum	6	12		25	43	53.09				
Euphorbia sp.			4		4	4.94				
Helianthemum lipii	22	4		86	112	138.27				
Hippocrepis bicon.				3	3	3.70				
Koelpinia linearis		4		7	11	13.58				
Launea resedifolia				7	7	8.64				
Lotus pusillus	5	8			13	16.05				
Matthiola longi			4		4	4.94				
Pituranthos tort.		8			8	9.88				
Plantago albicans				11	11	13.58				
Salsola vermicul.				4	4	4.94				
Schismus barbatus				3	3	3.70				
divers	22	8	38	119	187	230.86				
total (3)	88	355,56	56	311,11	62	344,4	370	1827,16	576	711.11
4. Horizon 5 cm										
Argyrolobium unif.				4	4	4.94				
Asphodelus tenuif.				11	11	13.58				
Astragalus cruci.	5			7	12	14.81				
Echium pycnanthum	6				6	7.41				
Helianthemum linii	61			22	83	102.47				
Hippocrepis bicor.				3	3	3.70				
Lotus pusillus	11			4	15	18.52				
Matthiola longi			2	18	20	24.69				
divers	49	4	16	61	130	160.49				
total (4)	132	533,35	4	22,22	18	100,0	130	641.98	284	350.62
total général semences (2) + (3) + (4) = (5)	625	2525	212	1177,78	172	955.5	1266	6251,8	2275	2808.64
total général, émergences compris (5) + (1) = (6)	641	2590	270	1499.98	173	961.1	1280	6320.9	2364	2918.64
Rapport (1)/(6) = (7)	0,025	=	0,215	=	0,006	=	0,011	=	0,038	
Rapport (1)/(2) = (8)	0,039	=	0,382		0,011		0,018		0,063	
Profil par horizon % (2)/(5)	64,8		71,7		53,5		60,5		62,2	
(3)/(5)	14,1		26,4		36,0		29,2		25,3	
(4)/(5)	21,1		1,9		10,5		10,3		12,5	

2. La répartition par type d'état de surface correspond aux observations déjà faites concernant l'émergence des plantules : de 960 graines par m² sur les types les moins favorables (III et V) à 6320 sur micronebka, les autres types étant intermédiaires (2000 et 2500 respectivement pour les types I et IV). Ceci confirme que le problème du stockage des semences précède celui de la germination : le très faible nombre de graines rencontrées sous "pellicule de battance" encore accentué par les difficultés de germination et d'implantation des plantules, accroît théoriquement le fossé séparant les zones favorables et défavorables.

3. La répartition verticale des semences démontre que le stock des strates inférieures est d'autant plus faible que l'état de surface est globalement défavorable : à peine 2 % des graines dans l'horizon 5-12 cm sur la totalité recensée sur les types III et V. La moyenne stationnelle est cependant faible, de l'ordre de 10 % pour ces strates profondes, sauf pour le type I, où ce pourcentage atteint 20 %, supérieur à celui atteint par la strate intermédiaire (2-5 cm).

Il reste que la grande majorité des semences est concentrée dans l'horizon superficiel (0-2 cm) et même, lorsqu'il existe, dans le voile éolien recouvrant le sol (cf. tabl. 14).

4. Du point de vue spécifique, notons le grand nombre de semences d'Helianthemum (767, soit plus du quart du total) et d'Argyrolobium (303, soit 10 % du total), espèces vivaces qui dominent la station. Remarquons qu'alors que les semences de la première espèce se trouvent en proportion non négligeable dans les strates inférieures (13 % dans l'horizon 5-12 cm), celles d'Argyrolobium y sont tout à fait négligeables (moins de 2 %). Parmi les autres espèces qui ont des graines assez nombreuses dans le sous-sol stationnel, citons Astragalus cruciatus, Hippocrepis, Koelpinia, Matthiola, Plantago albicans dans l'horizon superficiel, Artemisia, encore Astragalus cruciatus et Echium dans l'horizon intermédiaire. Enfin, notons l'absence de semences de beaucoup d'espèces vivaces de la station : Echiochilon, Rhantherium, Atractylis, Salsola vermiculata, dont les graines bien connues ont fait l'objet d'une recherche systématique cependant.

2.5. Stock de graines et germinations

Le tableau 17 veut synthétiser les observations concernant les rapports entre le nombre de semences présentes dans le sol, et les germinations apparues durant l'automne 1979. Le premier tableau donne le succès de germinations des différentes espèces (nombre d'émergences % nombre de semences dans le sol), le deuxième le succès d'établissement (nombre de plantules survivant en fin d'étude % nombre de semences). Les chiffres bruts de la dernière colonne (tableau du haut de page) expriment en fait des situations différentes.

1. Grand nombre de semences et grand nombre de germinations : c'est le cas d'Argyrolobium (17,55 % de germinations), d'Hippocrepis (11 %), ou de Plantago (13 %).
2. Grand nombre de semences, petit nombre de germinations : cas d'Helianthemum (0,5 % de germinations), d'Echium (0,57 %), de Koelpinia (1,54 %), d'Anacyclus (0,54 %) ou d'Astragalus (3,8 %).

.../...

3. Petit nombre de semences, grand nombre de germinations : cas de Launea (34 % de germinations), de Malva (13 %), Medicago (26 %), de Cuttandia (31 %).

Les autres espèces ont un petit nombre de semences, et un petit nombre d'émergences de plantules.

Ces différentes situations reflètent l'action de plusieurs séries de facteurs liées à la biologie de l'espèce, aux années climatiques précédentes et au régime pluviométrique de la saison. Il serait nécessaire d'avoir des données sur un plus grand nombre de stations, et surtout sur une plus longue période pour dégager les points principaux masqués dans cette étude.

Dans le deuxième tableau (tab. 17), donnant les pourcentages d'établissement, les chiffres sont évidemment plus faibles : de 0 à 16 %. Parmi les sept espèces ayant un succès d'établissement dépassant 5 % des semences présentes dans le sol, notons qu'il se trouve 4 légumineuses, Hedysarum, Medicago, Hippocrepis et Argyrolobium dont les graines assez grosses contiennent des réserves permettant l'implantation d'une plantule émettant soit un système racinaire important (cas d'Argyrolobium, vivace) soit des grandes feuilles cotyledonaires (cas des 3 autres, annuelles).

Les autres espèces ayant un succès d'établissement non nul cette saison là sont Plantago albicans, Malva aegyptiaca et Launea sp. Le succès d'ensemble est d'à peine 3 % et certainement destiné à diminuer encore durant les mois hivernaux.

Conclusions générales

Les questions posées à l'origine de ce travail avaient trait essentiellement à la phytodynamique des friches post-culturelles, précisément à la présence de graines dans le sol et aux possibilités de germinations de ces graines.

Les résultats concernant les études comparatives au niveau du secteur écologique n'ont pas été présentés ici, et seule une station, déjà "dégagée" des problèmes de blocage éventuel dynamique, a pu être étudiée d'une manière approfondie.

Si elle permet de préciser les conditions stationnelles favorisant stockage et germinations, l'étude d'un stade unique n'a d'intérêt que dans le cas d'un suivi moyen ou long terme de l'évolution de la communauté, avec éventuellement application de divers traitements permettant une approche décisionnelle des interventions à mener sur ce type de milieu. Mais il est alors vraisemblable que l'étude de stades plus jeunes serait plus riche d'informations.

Les quelques caractères suivants ont pu être dégagés à partir de l'étude menée :

1. En premier lieu, le rôle fondamental de la microhétérogénéité stationnelle doit être rappelé. Les caractéristiques de la surface du sol, héritées en partie de l'utilisation passée de la parcelle, permettent une gamme de milieux contrastés plus ou moins favorables à l'installation de plantes pérennes, au stockage et à la germination des graines.

.../...

Tableau 17. Rapport nombre de graines dans le sol - germination - établissement :
Moyenne stationnelle par espèce (dont les semences ont été identifiées)

	!(m ⁻²) total émergen! ! ce d'automne ++	(-2) total ! semences +++	! Emergences**! ! + semences(-2)	! Emergence ! Emerg. + Semen.
Anacyclus cyrtolepidioides	0.24 (0)*	44.44	44.68	0.0054
Argyrolobium uniflorum	55.96 (30.95)	262.96	318.92	0.1755
Astragalus sp.	6.48 (1.60)	162.96	169.44	0.0382
Cutandia dichotoma	2.20 (0)	4.94	7.14	0.3081
Euphorbia sp.	0.36 (0.08)	4.94	5.30	0.0679
Echium sp.	0.48 (0.36)	83.95	84.43	0.0057
Hedysarum spinosissimum	1.40 (1.40)	16.05	17.45	0.0802
Hippocrepis bicontorta	13.16 (7.28)	107.40	120.56	0.1092
Koelpinia linearis	1.20 (0)	76.54	77.74	0.0154
Launea sp.	4.44 (2.06)	8.64	13.08	0.3394
Malva aegyptiaca	2.76 (2.20)	18.52	21.28	0.1297
Medicago sp.	3.40 (2.04)	9.88	13.28	0.2560
Plantago albicans	10.40 (5.40)	69.14	79.54	0.1308
Daucus syrticus	0.08 (0.08)	38.27	38.35	0.0021
Helianthemum sp.	3.64 (3.44)	762.96	766.60	0.0047
Asphodelus tenuifolius	1.92 (1.60)	35.80	37.72	0.0509
Divers	54.32 (-)	827.15	881.47	0.0616
Ensemble espèces	157.80 (87.12)	2808.64	2966.44	0.0532

* succès d'établissement en novembre (cf. tableau 13) : germinations restantes.

** somme des 2 premières colonnes

++ cf. tableau 12, colonne 10

+++ cf. tableau 16.1 et 16.2

Succès d'établissement : Rapport nombre de plantules installées / nombre de semences total (avant germination).

Anacyclus cyrtolepidioides	! 0/ 44.68	! 0	!
Argyrolobium uniflorum	! 39.95/318.92	! 0.097	!
Astragalus sp.	! 1.6 /169.44	! 0.009	!
Cutandia dichotoma	! 0/ 7.14	! 0	!
Euphorbia sp.	! 0.08/ 5.30	! 0.015	!
Echium sp.	! 0.36/ 84.43	! 0.004	!
Hedysarum spinosissimum	! 1.40/ 17.45	! 0.080	!
Hippocrepis bicontorta	! 7.28/120.56	! 0.060	!
Koelpinia linearis	! 0/ 77.74	! 0	!
Launea sp.	! 2.06/ 13.08	! 0.157	!
Malva aegyptiaca	! 2.20/ 21.28	! 0.103	!
Medicago sp.	! 2.04/ 13.28	! 0.154	!
Plantago albicans	! 5.4 / 79.54	! 0.068	!
Daucus syrticus	! 0.08/ 38.35	! 0.002	!
Helianthemum sp.	! 3.44/766.60	! 0.004	!
Asphodelus tenuifolius	! 1.60/ 37.72	! 0.042	!
Ensemble espèces	! 87.12/2966.44	! 0.029	!

Cette microhétérogénéité initiale est accentuée progressivement, dans un premier temps, par la présence et la qualité de la végétation pérenne qui joue le rôle de fixateur éolien, ou d'obstacle à la circulation des eaux, et devient par là même élément et même source de la dynamique de la surface du sol.

L'étude menée, statique, ne permet cependant pas de dire dans quelle mesure des espèces comme Argyrolobium uniflorum ou Plantago albicans, qui, seules, peuvent prétendre occuper les zones "défavorables", ont un rôle actif, progressif de transformation du milieu, ou si ces espèces, médiocres fixateurs éoliens, n'ont aucun rôle dans la préparation du milieu pour d'autres espèces, plus intéressantes du point de vue de la dynamique stationnelle. En d'autres termes, les 30 % de la surface recouverts d'une croûte épaisse sont-ils destinés à évoluer au gré de l'installation de chaméphytes, ou n'offrent-ils aucune chance à l'installation d'espèces fixatrices.

Si l'on s'en tient aux résultats concernant le stock de graines, et les germinations observées durant l'année d'étude, il est vraisemblable que la deuxième proposition est la plus réaliste. Il faut cependant tempérer cette hypothèse par les faits suivants :

2. L'année d'étude fait suite à plusieurs années climatiques très défavorables du point de vue répartition et quantité de pluies. L'automne 1978, sec, n'a permis aucune germination, et les pluies tardives de mars 1979 n'ont autorisé qu'un faible nombre d'apparition de plantules, obligées de "boucler" leur cycle très rapidement aux dépens de la quantité et de la taille des graines produites. Ces mêmes conditions n'ont pas été favorables à la fructification des espèces pérennes ce qui peut être à l'origine de l'absence de graines de certaines espèces susceptibles d'accélérer la dynamique stationnelle, en particulier Rhantherium suaveolens.

Il est certain que plusieurs années défavorables conduisent à un épuisement du stock assez rapide : le cas le plus défavorable étant représenté par une saison à pluies précoces suivies de longues périodes de sécheresse. L'émergence des plantules est suivie d'une mortalité (déjà importante en conditions "favorables") catastrophique. Dans ces conditions, il est remarquable non pas qu'il y ait un grand nombre de semences, d'émergences et de survies dans les micro-systèmes piègeurs, mais bien qu'il y ait un nombre de germinations, même faible, sur les zones les plus défavorables. Les chances de survie de ces plantules émergées, sur une croûte reformée très rapidement après les pluies, sont nulles, et la conséquence en est l'épuisement du stock sans possibilité de reconstitution.

3. Il est aussi nécessaire de distinguer une hétérogénéité "dans le temps", certaines années favorisant particulièrement une ou plusieurs espèces (par exemple Argyrolobium uniflorum dans notre cas) par leur "schéma pluviométrique". Dans quelle mesure un schéma différent aurait-il favorisé des espèces pérennes plus actives du point de vue fixation éolienne, par exemple Helianthemum lipii sessiliflorum, dont les semences se trouvent majoritaires quel que soit le type d'état de surface ?

4. Il n'est pas possible, au vu des résultats d'une seule année d'étude, de dire si le nombre de semences présentes dans le sous-sol stationnel est faible ou élevé. Il se situe dans la gamme des chiffres relevés dans la littérature pour des régions climatiques comparables. C'est par la comparaison interstationnelle à l'intérieur du secteur écologique qu'il sera possible de situer la signification de ce chiffre du point de vue phytodynamique. On peut dire cependant que les zones "posant problème", qui ont suscité l'étude,

.../...

c'est-à-dire les stations à *Helianthemum kahirikum* à induration superficielle généralisée, ont un stock de graines très faibles, de l'ordre de celui relevé pour les zones les moins favorables de la station étudiée (tab. 16). Il est alors certain qu'une amorce d'évolution sur ces terrains dépend d'une intervention humaine dans le sens d'une création de microhétérogénéité stationnelle, sous peine de voir ces zones "bloquées" durant de longues périodes. La première opération serait alors de favoriser le stockage des semences, par scarification du sol. Cependant, des expérimentations seraient nécessaires pour vérifier que l'induration, en l'absence de chaméphytes piègeurs de sable, ne succède pas immédiatement à l'intervention, dès la première pluie. Il serait alors préférable de considérer ces zones, momentanément inutilisables, comme des sources d'approvisionnement en eau supplémentaires pour d'autres stations moins dégradées et susceptibles d'une dynamique plus intéressante pour les activités humaines.

Dans les stations qui ont déjà amorcé cette dynamique favorable, comme celle étudiée, la scarification risquerait au contraire d'homogénéiser les conditions de surface, qui, on l'a vu, sont surtout intéressantes par leur diversité. Là encore, des essais doivent être conduits pour décider de l'opportunité d'une intervention, dans une optique à plus petite échelle de gestion de l'espace écologique. Les études menées par ESCADAFAL sur la dynamique des états de surface au niveau stationnel, éventuellement couplées avec des bilans au moins à moyen terme de la production et du stockage de graines, devraient être d'une grande utilité dans les options d'aménagement de ces zones fragiles.

Annexe 1. Végétation pérenne : recouvrement mesuré par analyse point-quadrat (600 points et segments) (printemps 1979).

	Segment	Présence	Contact	"Encombrement" (Rapport "présence" "segment")	Contribution spécifique "présence"
Sable		267			
Croûte		245			
Cailloux		50			
Litière ou fatras		38			
<u>Espèces vivaces</u>					
Argyrolobium uniflorum	135	17	17	0,126	10,97
Astragalus caprinus - lanig.	3	3	3	1	1,93
Atractylis serratuloïdes	6	2	2	0,333	1,29
Convolvulus supinus	7	3	3	0,429	1,93
Echiochilon fruticosum	26	13	17	0,500	8,39
Echium pycnanthum	3	0	0	0 (E)	0
Fagonia glutinosa	1	0	0	0 (E)	0
Helianthemum kahirikum	6	2	4	0,333	1,29
Helianthemum lipii sessili	185	75	94	0,405	48,39
Launea resedifolia	3	0	0	0 (E)	0
Linaria aegyptiaca	9	6	8	0,666	3,87
Pituranthos tortuosus	2	0	0	0 (E)	0
Plantago albicans	89	11	13	0,124	7,10
Rhantherium suaveolens	6	4	8	0,666	2,58
Salsola vermiculata	45	19	27	0,422	12,26
<u>Germinations</u>					
Argyrolobium uniflorum	6			"Recouvrement" des germinations :	
Atractylis serratuloïdes	2			(sans objet) (3/600)	
Daucus syrticus	5				
Echium sp.	4				
Hippocrepis	5			Segments sans végétation :	
Launea sp.	8			216/600 ≈ 36 %	
Malva aegyptiaca	2				
Medicago sp.	2				
Muricaria prostrata	1			Points sans végétation :	
Plantago sp.	12			451/600 ≈ 73,2 %	
indéterm.	12			Recouvrement de la végétation :	
				<u>24,8 %</u>	

Annexe 2. Liste des taxons rencontrés (+ : plantule en herbier
région de Bir Lahmar * : graine en collection)

N.B. Pour les noms d'auteurs des taxons cités le lecteur est invité à se reporter à la Flore de QUEZEL et SANTA, 1962.

----- tous secteurs -----

Anacyclus cyrtolepidioides	+	Hedysarum spinosissimum	+*
Anagallis arvensis	+	Helianthemum hirtum	
Ajuga iva		Helianthemum kahirikum	+
Argyrolobium uniflorum	+*	Helianthemum lipii var. sessili-	
Aristida ciliata		florum	+*
Aristida pungens		Herniaria sp.	+
Artemisia campestris	+*	Hippocrepis unisiliquesa	+
Artemisia herba-alba	+*	Hippocrepis bicontorta	+*
Arthrophytum scoparium		Ifloga spicata	+
Asphodelus tenuifolius	+	Koeleria pubescens	+
Asphodelus refractus	+*	Koelpinia lincais	+*
Asteriscus pygmaeus	+	Launea glomerata	+
Astragalus armatus	+	Launea nudicaulis	+
Astragalus caprinus ssp. lanigerus		Launea resedifolia	+*
Astragalus cruciatus	+	Linaria aegyptiaca	+*
Astragalus hamosus	+*	Linaria bipartita	+
Atractylis cancellata	+	Lotus pusillus	+*
Atractylis serratuloides	+*	Lygeum spart	
Bassia muricata		Malva aegyptiaca	+*
Brachypodium dystachyum	+	Matthiola longipetala	+*
Brassica sp.	+	Medicago laciniata	+*
Bromus madritensis	+	Medicago minima	*
Bupleurum tenuissimum	+*	Medicago truncatula	+*
Calendula sp.	+*	Muricaria prostrata	+*
Calycotome spinosa		Nolletia chrysocomoides	+
Carthamus lanatus	+	Paronychia arabica	+
Chrysanthemum coronarium	+*	Paronychia argentea	
Chrysanthemum fuscatum	+	Peganum harmala	*
Cleome arabica	+	Pituranthos tortuosus	+†
Colocynthis vulgaris	+	Plantago albicans	+
Convolvulus supinus	+*	Plantago cvata	+
Coris monspeliensis		Polygonum equisetiforme	+†
Cutandia dichotoma	+*	Reichardia picrioides	+
Cynodon dactylon		Reseda sp.	
Daucus syrticus	+*	Retama ractam	+*
Delphinium pubescens	+	Rhantherium suaveolens	+*
Didesmus sp.		Rumex tingitanus	+
Diplotaxis harra	+*	Salvia aegyptiaca	+†
Diplotaxis simplex	+	Salvia verbanaca	+
Echiochilon fruticosum	+	Salsola vermiculata	+
Echium pycnanthum ssp. humile	+*	Savigna parviflora ssp. longis.	+
Echium plantagineum	+	Scabiosa maritima	+
Emex spinosa		Schismus barbatus ssp. calycin.	+†
Erodium glaucophyllum	*	Scorogonera sp.	+
Erodium hirtum		Senecio vulgaris	+
Eryngium ilicifolium	+	Silene gallica	+*
Euphorbia calyptrata	+*	Stipa lagascae	
Euphorbia exigua	+	Stipa retorta	
Evax sp.		Teucrium polium	
Fagonia glutinosa	+*	Thesium humile	+
Filago germanica	+	Trigonella sp.	+
Gagea pygmaea	+	Thymelea hirsuta	*
Gymnocarpos decander		Vella annua	+
Haplophyllum tuberculatum	+	Vicia monantha	+*
		Volutaria sp.	

Bibliographie

1. BAKER H.G., 1972 - Seed weight in relation to environmental conditions in California. Ecology, 53,6 : 997-1010.
2. BARRALIS C., 1965 - Aspects écologiques des mauvaises herbes dans les cultures annuelles. 3e Colloque sur l'Ecologie et la Biologie des mauvaises herbes. Columa, Dijon.
3. BARTON L.V., 1961 - Seed preservation and longevity. Leonard Hill, London.
4. BARTON L.V., 1967 - Bibliography of seeds. Columbia Univ. Press, New York.
5. BELL C.R., 1970 - Seed distribution and germination experiment in : A tropical rain forest. A study of irradiation and ecology at El Verde. Puerto Rico. H.T. ODUM, R.F. PIGEON (eds), D 177 to D 182, Oakridge, Tenn., USA.
6. BILLE J.C., 1976 - Etude de la production primaire nette d'un écosystème sahélien. Thèse doct. Etat, Univ. Paris Sud, Paris : 82 p.
7. BRECHLEY W.E. et WARRINGTON K., 1930 - The weed seed population of arable soil I. Numerical estimation of viable seeds and observation on their natural dormancy. J. Ecol., 18 : 235-272.
8. BRECHLEY W.E. et WARRINGTON K., 1936 - The weed seed population of arable soil. III. The re-establishment of weed species after reduction by following. J. Ecol. 24, 479-501.
9. CHAMPNESS, S.C. et MORRIS, K., 1948 - The population of buried viable seeds in relation to contrasting pasture and soil types. J. Ecol., 36.
10. COHEN D., 1966 - Optimizing reproduction in a randomly varying environment. J. théor. Biol., 12 : 119-129.
11. COURTNEY A.D., 1969 - Seed dormancy and field emergence in *Polygonum aviculare*. J. Appl. Ecol., 5 : 675-684.
12. ESCADAFAL R., 1979 - Contribution à l'étude des ressources en sols de la plaine de Abababsa (Medenine). Etude n° 542 - DRES, division des sols, Tunis, 49 p.
13. FLORET C. et LE FLOCH, E. 1975 - L'évaluation de la production des parcours et de la sensibilité de la végétation naturelle, climat de l'aménagement rationnel des zones présahariennes de la Tunisie. Options méditerranéennes, 26 : 51-59.
14. FLORET C., LE FLOCH E., PONTANIER R. et ROMANE F., 1978 - Elaboration d'un modèle écologique régional en vue de la planification et de l'aménagement des parcours des régions arides. Application de la région de Zougrata. Document technique n° 2, IRA-DRES, Tunis, PNUD-CNRS-ORSTOM Paris : 74 p.
15. FRIEDMAN J., 1971 - The effect of competition by adult of *Zygophyllum dumosum* Bois on seedlings of *Artemisia herba alba* Asso. in the Neguev Desert of Israël. J. Ecol. 59 : 775-82.

16. FRIEDMAN J. et ORSHAN G., 1975 - The distribution, emergence and survival of seedlings of *Artemisia herba alba* Asso. in the Neguev Desert of Israel, in relation to distance from the adult plants. *J. Ecol.*, 63 : 627-632.
17. FRIEDMAN J., ORSHAN G. et ZIGER-CFIR Y., 1977 - Suppression of annuals by *Artemisia herba-alba* in the Neguev Desert of Israel. *J. Ecol.*, 65 : 413-426.
18. GUYOT L., 1965 - De la présence de semences d'adventices dans les sols à végétation spontanée de la Sologne.
IIe colloque sur l'écologie et la biologie des mauvaises herbes.
19. HARPER J.L., WILLIAMS J.T. et SAGAR G.R., 1965 - The behaviour of seeds in soil I. The heterogeneity of soil surfaces and its role in determining the establishment of plants from seeds.
J. of Ecology, 53, 1 : 273-286.
20. HARRINGTON J.F., 1972 - Seed storage and longevity.
in : *Seed Biology*, H.T., Kozłowski (ed.), 3 : 145-245.
New York Academic Press, N.Y.
21. HOLT, P.R., 1972 - Effect of arrival time on recruitment, mortality and reproduction in successional plant population. *Ecology*, 53, 4 : 668-673.
22. HURLE K., 1974 - Effect of long term weed control measures on viable seeds in the soil. *Proc. 12th Brit. weed control conf.* : 1145-1152.
23. JAMES E., BASS L.N. et CLARK D.G., 1967 - Varietal differences in longevity of vegetable seeds and their responses to various storage conditions.
Proc. Am. Soc. Hort. Sci., 91, 521-528.
24. JANZEN D.H., 1971 - Seed predation by animals.
Ann. Rev. Ecol. Syst., 2 : 465-492.
25. KROPAC Z., 1966 - Estimation of weed seeds in arable soils.
Pedobiologia, 6 : 105-128.
26. LE DQUNFF, 1976 - Germination des semences de mauvaises herbes et multiplication végétative. *Ve Colloque sur l'Ecologie et la Biologie des mauvaises herbes*, Columa, Dijon.
27. LE HOUEROU, HN., 1969 - La végétation de la Tunisie steppique (avec références au Maroc, à l'Algérie et à la Lybie).
Ann. Inst. Nat. Rech. Agron. Tunisie - Vol. 42, 5-6 : 622 p.
28. LONG G., DEBUSSCHE G., LACAZE B., LE FLOCH E. et PONTANIER R., 1978 - Contribution à l'analyse écologique des zones arides de Tunisie avec l'aide des données de la télédétection spatiale. *Expérience Arzo. rapport final 1975-1978*. CEPE-CNRS Louis Emberger INRA (Tunisie), ORSTOM CNES, 220 p.
29. LONGMAN, K.A. et WAREING, P.F., 1959 - Early induction of flowering in birch seedlings. *Nature*, 184 : 2037-2045.
30. MAJOR, J. et PYOTT, W.T., 1966 - Buried viable seeds in two Californian bunchgrass and their bearing on the definition on a flora. *Vegetatio*, 13 : 253-282.
31. MALONE, C.R., 1967 - A rapid method for numeration of viable seeds in soil. *Weeds*, 15.
32. MARTIN A.C. et BARKLEY W.D., 1975 - Seed identification manual. Univ. California Press, Berkeley, Los Angeles and London : 221 p.

33. MILES J., 1973 - Early mortality and survival of self sown seedlings of Glenfeshie, Inverness-shire.
J. Ecology, 61, 1 : 93-98.
34. MONTEGUT J., 1965 - Ecophysiologie des semences d'adventices de cultures. Iie colloque sur la biologie des mauvaises herbes. Versailles.
35. MOTT J.T., 1975 - Flowering, seed formation and dispersal.
Plant processes.
36. OGDEN J., 1974 - The reproductive strategy of higher plants.
J. Ecol., 62 : 291-324.
37. PEMADASA M.A. 1973 - Ecology of some sand dune species with special references to annuals. Ph. D. Thesis, Uni. Wales.
38. QUEZEL P. et SANTA S., 1962 - Nouvelle flore de l'Algérie et des régions désertiques méridionales. ed. du CNRS, 1170 p.
39. RAMPTON M.H., CHING G., MAY R.M., 1966 - Longevity and dormancy in seed of several cool season grasses and legumes buried in soil.
Agrono. J., 58 : 220-222.
40. ROBERTS H.A., 1964 - Emergence and longevity in cultivated soils of seed of some annual weeds. Weed Res., 4 : 296-302.
41. ROBERTS H.A. et DAWKINS P.A., 1967 - Effect of cultivation on the numbers of viable weed seeds in soil. Weed Res., 7 - 290-301.
42. SHAFER D.E. et CHILLOTE, D.O., 1969 - Factors influencing persistence and depletion in buried soil populations. I : a model for analysis of parameters of buried seeds persistence and depletion. Crop. Sci. 9 : 417-419.
43. TELAHIGUE T., 1976 - Contribution à l'étude phytoécologique de la zone de Bir Lahmar, Medenine, Tunisie DEA, Univ. Montpellier, 84 p.
44. THOMPSON, 1978 - The occurrence of buried viable seeds in relation to environmental gradients. J. Biogeography, 5 : 425-430.
45. TRABAUD L., 1970 - Quelques valeurs et observations sur la phytodynamique des surfaces incendiées dans le bas Languedoc (Hérault). Nat. Monspe., sér. Botan. 21 : 231-242.
46. VAN DER VALK A.G. et DAVIS C.B., 1978 - The role of seed bank in the vegetation dynamics of prairie glacial marshes.
Ecology, 59,2 : 322-335.
47. VANESSE R., 1976 - Un exemple d'analyse de stock grainier dans un sol forestier. Ve colloque sur l'Ecologie et la Biologie des mauvaises herbes. Coloma, Dijon.
48. VILLIERS T.A., 1975 - Dormancy and the survival of plants.
The Inst. Biol. Stud. in Biol. : 57-68.
49. WENT F.N., 1948 - Ecology of desert plants. I. Observations on germinations in The Joshua tree national monument, California.
Ecology, 29 : 242-253.

50. WILCOTT J.C., 1973 - A seed demography model for finding optimal strategies for desert annuals.
Ph. D. Thesis, Utah. State Univ.

Voir aussi :

Systems analysis of Mediterranean Desert Ecosystems of Northern Egypt. (SAMDENE).
Report n° 1 (1975)
2 (1976)
3 (1977)