

1. Echantillonnage de la pédofaune

La méthode idéale d'inventaire ne sera valable que si le choix de la surface de la station est bien fait. Le prélèvement doit être fait sur des aires équivalentes ayant une surface minimale telle que le plus grand nombre d'espèces constatées se trouvent représentées aussi bien du point de vue botanique que faunique (KHELLIL,1984).

1.1. Méthode de piégeage

Par définition les pièges sont des appareils que l'on laisse en place pendant, un intervalle de temps déterminé et qui prennent les insectes à leur contact (BENKHELLIL,1992).

L'étude de MAELFAIT et BAERT (1975) a montré que la méthode de piégeage par le piège BARBER est efficace pour étudier les insectes du sol. Ce type de piège est un outil pour l'étude des arthropodes de moyenne et de grande taille, ce genre de piège permet surtout la capture de divers arthropodes marcheurs; les coléoptères, les larves de collemboles, les araignées, les diplopodes ainsi que les espèces emportées par le vent (KHELLIL,1992).

Les pièges ont été réalisés à l'aide de bouteilles d'eau en plastique coupées en deux. La partie inférieure est enfoncée dans le sol en ayant son ouverture à sa surface pour que les arthropodes tombent au hasard au cours de leur déplacement. Le principe du pot enterré est de placer un appât ou une substance toxique afin de tuer les invertébrés qui y tombent (KHELLIL, 1995). Nous avons utilisé le formol (le méthanal polymérisé dans l'eau) titré à 4% comme substance toxique

1.1.1. Avantage de la méthode

Toutes les méthodes de prélèvement sont plus ou moins sélectives, mais certaines le sont plus que d'autres, c'est le cas par exemple de la méthode du piégeage au sol qui est employée seule dans de très nombreuses études. C'est une méthode très facile à mettre en place, qui demande peu de temps de prélèvement.

La capture d'un grand nombre d'individus, présente un double intérêt: connaissance de la phénologie des espèces avec la période d'apparition et de présence des adultes, établissement d'un répertoire des espèces présentes dans le milieu.

1.1.2. Inconvénients de la méthode

Cette méthode est relativement sélective capturant préférentiellement les espèces actives au sol, comme constaté par CANARD (1984) particulièrement les familles d'Araignées, Fig.2.1 ,a,b,c).



a-Pots de Barber enterré.



b- Piège hors du sol.



c- Vidange du piège.

Fig. 2.1- Illustration du piège Barber.

1.2. Récolte

Dans notre étude l'échantillonnage est réalisé sur une période d'une année, de décembre 2009 jusqu'à novembre 2010.

Les contenus des pièges sont récupérés tous les quinze jours, vidés dans des sacs en plastique contenant des étiquettes indiquant les références; date de récolte, le numéro du piège, de la station et de la région, ces pièges sont remis à leurs places et remplis au tiers de formol dilué. Quelques problèmes d'accessibilité aux pièges, dus aux pluies, nous ont obligés à retarder quelques dates de récoltes.

1.3. Tri et conservation

Le tri se fait au laboratoire de la station de l'I.N.R.F. de Djelfa, le contenu de notre matériel est séparé en 5 groupes : les Coléoptères, les Arachnides, les Hyménoptères, les Diptères et les Divers ordres.

La conservation des arthropodes se fait dans l'alcool éthylique titré à 75% dans de petits tubes en verre ou en plastique bien fermés. Chaque tube contient une étiquette correspondante qui mentionne la date de récolte, le numéro du pot et le nom de la station .

1.4. La détermination

L'observation se fait à la loupe binoculaire. Les Araignées sont placées dans des verres à montre contenant des cristaux de silice ce qui facilite leur positionnement. Les organes génitaux mâles et femelles sont détachés, montés entre lame et lamelle dans un coton imbibé de glycérine.

La détermination des espèces n'a pas été facile vu le manque de documentation et de matériel de comparaison. Nous avons les clés dichotomiques des familles et des genres de SIMON (1875, 1876, 1881, 1884, 1929 et 1937). La clé de PERRIER (a1961, b1961), nous a été d'un grand apport pour

la détermination de quelques genres de Coléoptères et la clé d'ANTOINE (1955, 1957, 1961), pour les espèces de Caraboïdae et la clé BARAUD (1977,1985) pour les Scarabaeidae.

Il ne faut pas oublier certaines difficultés pratiques, parmi lesquelles on peut citer la disparition de quelques pièges pendant la récolte due aux bergers et les érosions causées par les pluies intenses.

2 .Végétation (inventaire floristique des trois stations)

Plusieurs auteurs ont montré l'importance de la végétation; en effet, ROCHER (1982 in BOUKTIR, 2003), souligne que la composition de la faune d'une région donnée est influencée par la nature des espèces végétales présentes dans ces régions.

Il suffit de s'intéresser à une aire d'échantillon représentative qui le définit assez fidèlement, c'est-à-dire où on risque de retrouver la faune, la flore et le milieu physico-chimique (FAURIER et al, 1977). La méthode du transect consiste à délimiter sur le terrain une surface rectangulaire de 10 m sur 50 m soit 500 m² laquelle surface est divisée en dix couloirs de 1m de largeur et 50 m de longueur, dix relevés sont donc réalisés par station et toutes les espèces présentes sont recensées dans chaque saison. (Tab.2.1), (Tab.2.2), (Tab.2.3).

Tab.2.1 - Relevé floristique dans les trois stations, durant l'hiver

(+) espèce présente, (-) espèce absente .

La famille	Espèce	Moudj.1	Moudj.2	Moudj.3
Espèces forestière arborescente				
Pinacée	<i>Pinus halpensis</i> MILL.	+	+	+
Les espèces herbacées				
Astéracées	<i>Artemisia herba alba</i> L.	-	+	+
	<i>Clendula aegyptica</i> Desf.	-	+	+
	<i>Carduncellus pinnatus</i> Desf.	-	+	+
	<i>Onopordum arenarium</i> Desf.	+	-	-
	<i>Atractylis humilis</i> L.	-	-	+
	<i>Launea anygustifolia</i> Desf.	+	-	-
	<i>Leontodon hispanicus</i> Poient	+	+	-
Liliacées	<i>Ornithogalum tenuifolium</i> Guss.	+	-	+
Labiacées	<i>Teucrium poleum</i> L.	-	-	+
Labiées	<i>Sidertis montana</i> L.	-	-	+
Plantaginacées	<i>Plantago albicans</i> L.	+	+	+
Papilionacées	<i>Visia sativa</i> L.	+	+	+
	<i>Onins natrix</i> L.	-	+	-
	<i>Medicago arabica</i> L.	+	-	-
Poacées	<i>Bromus rubens</i> L.	-	+	+

Tab.2.2 - Relevé floristique dans les trois stations, durant le printemps
(+) espèce présente, (-) espèce absente .

La famille	Espèce	Moudj.1	Moudj.2	Moudj.3
Espèce forestière arborescente				
Pinacée	<i>Pinus halpensis</i> MILL.	+	+	+
Les espèces herbacées				
Astéracées	<i>Artemisia herba alba</i> L.	+	+	+
	<i>Atractylis prolifera</i> L.	+	+	+
	<i>Carduncellus pinnatus</i> Desf.	+	+	+
	<i>Leontodon hispanicus</i> Poient	+	+	+
	<i>Atractylis serratoloides</i> L.	+	+	+
	<i>Sonchus oleracens</i> L.	+	+	+
	<i>Cardunecellus plumasus</i> Pomel.	+	-	-
	<i>Mantsalca salmantica</i> L.	+	+	-
	<i>Xeranthemum hirtum</i> L.	+	-	-
	<i>Atractylis humilis</i> L.	+	+	+
Papilionacées	<i>Visia sativa</i> L.	+	+	+
	<i>Onins natrix</i> L.	+	+	+
	<i>Cornilla scorpoides</i> Koch.	+	+	-
	<i>Medicago arabica</i> L.	+	+	+
	<i>Astragalys hamosus</i> L.	+	+	+
Poacées	<i>Stipa parviflora</i> Desf.	+	+	+
	<i>Stipa tenacissima</i> L.	+	+	+
	<i>Bromus rubens</i> L.	+	+	+
	<i>Hoedeummurinum</i> L.	+	-	-
Caryophyllacées	<i>Telephium impérati</i> L.	+	-	-
	<i>Paranchia arabica</i> L.	+	+	+
	<i>Noaea mucronata</i> Forssk.	+	+	-
Labiacées	<i>Thymus ciliatus</i> Desf.	+	+	+
	<i>Sidertis montana</i> L.	+	+	+
	<i>Teuocrum poleum</i> L.	+	+	+
Ombellifères	<i>Tapsia garganica</i> L.	+	+	+
Résédacées	<i>Résida alba</i> L.	+	-	-

Tab.2.3- Relevé floristique dans les trois stations, pendant l'été et l'automne.

la famille	Espèce	Moudj.1	Moudj.2	Moudj.3
Espèce forestière arborescente				
Pinacée	<i>Pinus halpensis</i> MILL.	+	+	+
Les Espèces herbacée				
Astéracées	<i>Artemisia herba alba</i> L.	-	+	+
Poacées	<i>Stipa parviflora</i> Desf.	+	+	-
	<i>Stipa tenacissima</i> L.	+	-	+
	<i>Bromus rubens</i> L.	+	+	+

3. Analyse du sol

Les sols constituent l'élément essentiel des biotopes propres aux écosystèmes continentaux (RAMADE, 2003). Dans la faune du sol, il y a des espèces qui passent le cycle complet de leur vie dans le sol, comme les vers, les acariens ou les collembolés et des espèces qui ne passent qu'une partie de leur cycle biologique, comme les larves de Diptères (BACHELIER, 1978).

Les animaux du sol ont un impact direct ou indirect sur leur habitat en favorisant l'activité biologique globale du sol et indirectement la structure, par l'activité fongicide (BACHELIER, 1978) et (GOBAT et al., 1998). Ainsi la formation des galeries souterraines par les arthropodes favorise l'aération du sol et son régime hydrique (GOBAT et al., 1998).

Pour notre étude, le principe réside dans l'exécution d'un certain nombre de prélèvements élémentaires dans une zone présumée homogène, puis constitution, par mélange et réduction d'un échantillon représentatif pour laboratoire.

Pour éviter toute forme de subjectivité, on a choisi un échantillonnage systématique par quadrillage, en utilisant la tarière à main, outil qui permet d'obtenir le prélèvement élémentaire le plus petit possible, compatible avec la nature du sol et la représentativité du prélèvement. Le nombre préalable de prélèvements élémentaires est de 35 à 45 prélèvements /Ha et 100g par prélèvement suffisent. Chaque zone homogène fera l'objet d'un échantillon final obtenu à partir de prélèvements élémentaires, réunis au préalable dans un seau constituant une masse bien supérieure à la quantité nécessaire pour le laboratoire.

Il va donc falloir procéder à la réduction de cette masse tout en préservant sa représentativité. Lors de cette homogénéisation, nous écartons les éléments grossiers (cailloux, feuilles, racines, coquilles d'escargots, etc.). Étaler la terre homogénéisée et effectuer une dizaine de prélèvements d'environ 100g d'une façon uniforme sur l'ensemble de la surface et sur toute la profondeur de la couche, de façon à constituer un échantillon pour laboratoire, d'environ 1 Kg (PIELTAIN & CLEMENT M., 2003). (Fig.2.2, Fig.2.3).



e- Utilisation des tarières à main.



d- La quantité du sol prélevé.

Fig.2.2- Le prélèvement de sol avec la tarière.

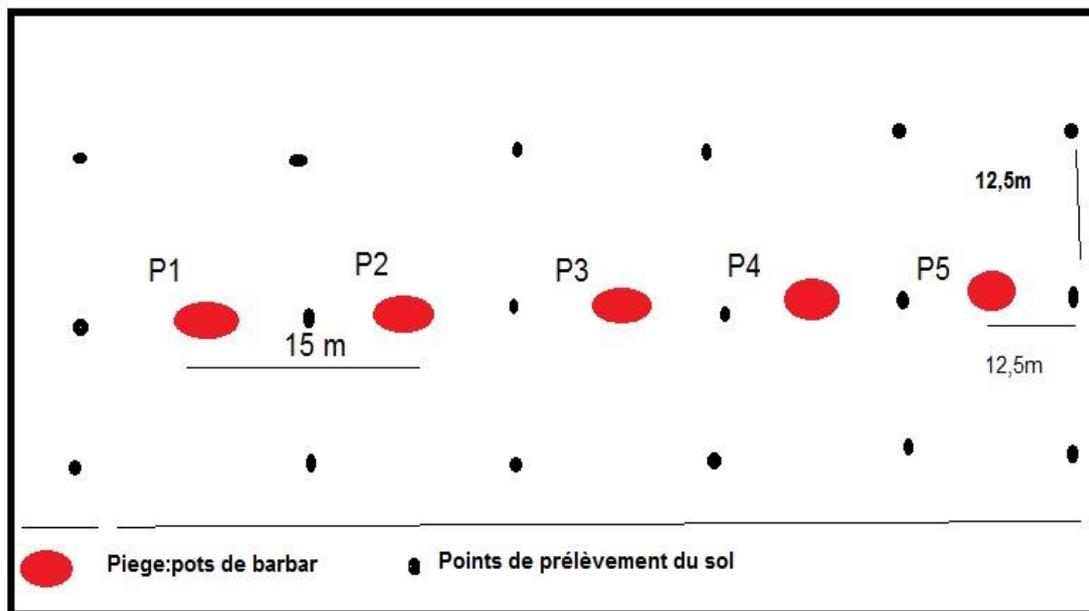


Fig.2.3- Schéma montrant les points des prélèvements élémentaires du sol par rapport à la disposition des pièges.

Pour notre étude l'examen des caractères d'un sol est une opération indispensable, elle nous renseigne sur certains paramètres physico-chimiques nécessaires pour déterminer la structure d'une biocénose afin de compléter l'étude écologique de notre zone, on a effectué des analyses de certains paramètres du sol au laboratoire du H.C.D.S. les méthodes utilisées sont réunies dans le tableau (2.4) ci-dessous :

Tab.2.4- Analyse Physico-chimique du sol

Stations	Moudj.1	Moudj.2	Moudj.3
N° d'échantillon	1	1	1
Analyse	Méthode utilisée		
Granulométrie	<p>Par le procédé de sédimentation, à l'aide des tamis et un densimètre, on a déterminé le pourcentage de différentes particules, ainsi que la texture de nos échantillons à l'aide du triangle de texture.</p> <p>Les particules sont classées selon les normes internationales de 5 fractions constituant la terre fine (particules) de diamètre < à 2mm. Argile: 0.002mm – limon fin : 0.002-0.02mm-limon grossier:0.02-0.05mm-sable fin: 0.05-0.2mm-sable grossier:0.2-2mm.</p>		
Taux d'humidité	<p>Nous avons utilisé la méthode de gravimétrie dont le principe consiste à sécher 10 g de chaque échantillon à l'étuve à 60 °C pendant 32h. La date de début de l'étuvage est le : 19/04/2008 et la date de fin de l'étuvage le 20/4/2008 le taux d'humidité actuel et déduit par la différence entre le poids du sol avant et après séchage.</p>		
Dosage de carbone organique	<p>Méthode d'ANNE (1945).</p> $\%C = (V' - V) \times 0.3$ <p>V': volume du sel de Mohr pour l'échantillon du sol. V: volume du sel de Mohr pour l'échantillon témoin.</p>		
Dosage de la matière organique	<p>Méthode d'ANNE (1945). Le taux de M.O est déduit en multipliant le taux de carbone par le coefficient 1.75.</p> $\%M.O = \%C \times 1.72$		
Conductivité électrique + pH	<p>50 g du sol +25ml d'eau distillée, mélanger et laisser pendant 1 h, passer la solution dans la centrifugeuse (2h) La mesure de pH se fait par le pH-mètre et la conductivité électrique par conductivité-mètre.</p>		
Dosage du calcaire total	<p>Le dosage se fait par le calcimètre électrique de BERNARD. On dégage le dioxyde de carbone (CO2) par l'acide chlorhydrique (HCL) et on mesure le volume de gaz avec une correction obtenue par un dosage de carbonate de calcium pur.</p> $\% \text{ Calcaire Total} = PV \times 100 / pv$ <p>P: Poids de l'échantillon. V: Volume de CO2 dégagé par l'échantillon. p: poids de CaCO3 pur. v: volume de CO2 dégagé par le CaCO3 pur.</p>		
Dosage du calcaire actif	<p>Ce dosage détermine la quantité d'ions de Ca++ qui réagit avec l'oxalate d'ammonium, on prépare deux échantillons: Témoin : 25 ml d'acide sulfurique (H2SO4) concentré, on ajoute 100 ml d'eau distillée, le titrage se fait avec le permanganate de potassium (KMNO4). Dès l'obtention d'une coloration rose persistante en note N ml (quantité de calcaire actif dans le témoin). Echantillon : après filtration on refait les étapes précédentes, on note n ml (quantité de calcaire actif dans le témoin).</p>		

4. Traitements des données numériques

Une biocénose est constituée par un grand nombre d'espèces qui présentent divers types de fluctuations de leurs populations respectives et de leurs modalités d'interactions.

La compréhension de la structure et du fonctionnement des écosystèmes implique comme démarche préliminaire, une bonne connaissance de l'organisation de leur biocénose respective (RAMADE, 1989). L'étude de l'organisation d'une biocénose nécessite différentes approches complémentaires.

4.1. Richesse spécifique, Abondance

La première approche consiste à évaluer la structure générale des peuplements à partir des trois variables que sont la richesse spécifique (S) moyenne ou totale et l'abondance (A). La richesse spécifique d'un peuplement est le nombre d'espèces qui le constituent (BARBAULT, 1993). L'abondance constitue un autre paramètre important pour la description de la structure d'un peuplement (RAMADE, 1989).

4.2. Indices de diversité

L'étude quantitative de la diversité spécifique peut être réalisée selon diverses approches qui sont fondées sur l'usage d'indices de diversité dont la formulation est plus au moins complexe. (RAMADE, 1989).

4.2.1. L'indice de diversité de Shannon-Wiever

$$H = -\sum (N_i/N) \cdot \log (N_i/N)$$

N_i: nombre d'individus d'une espèce donnée, i allant de 1 à S (nombre total d'espèce) .

N: nombre total d'individus .

L'indice de Shannon varie directement en fonction du nombre d'espèces. Il convient bien à l'étude comparative de peuplement parce qu'il est relativement indépendant de la taille de l'échantillon (RAMADE, 1989).

H est minimal (=0) si tous les individus du peuplement appartiennent à une seule et même espèce, H est également minimal si, dans un peuplement chaque espèce est représentée par un seul individu, excepté une espèce qui est représentée par tous les autres individus du peuplement. L'indice est maximal quand tous les individus sont répartis d'une façon égale pour toutes les espèces (FRONTIER, 1983 in BOURAGBA, 2007).

4.2.2. L'indice de diversité de Simpson

L'indice de Simpson mesure la probabilité que deux individus sélectionnés au hasard appartiennent à la même espèce:

$$D = \sum Ni (Ni-1) / N (N-1)$$

Ni: nombre d'individus d'une espèce donnée

N: nombre total d'individus

Cet indice aura une valeur de 0 pour indiquer le maximum de diversité, et une valeur 1 pour indiquer le minimum de diversité. Dans le but d'obtenir des valeurs "plus intuitives", on peut préférer l'indice de diversité de Simpson représenté par 1-D, le maximum de diversité étant représenté par la valeur 1, et le minimum de diversité par la valeur 0. Il faut noter que cet indice de diversité donne plus de poids aux espèces abondantes qu'aux espèces rares. Le fait d'ajouter des espèces rares à un échantillon, ne modifie pratiquement pas la valeur de l'indice de diversité (PIELOU, 1966b in BOURAGBA, 2007).

4.3. L'équitabilité

L'indice de Shannon est souvent accompagné de l'indice d'équitabilité E de PIELOU (1966a et 1966b), appelé également indice d'équirépartition (BLONDEL, 1979), qui représente le rapport de H à l'indice maximal théorique dans le peuplement (Hmax). Cet indice peut varier de 0 à 1, il est maximal quand les espèces ont des abondances identiques dans le peuplement et il est minimal quand une seule espèce domine tout le peuplement. Insensible à la richesse spécifique il est très utile pour comparer les dominances potentielles entre stations ou entre dates d'échantillonnage. Dans ce cas, on trouve $H' = \log S$. Enfin la connaissance de H et H' permet de déterminer l'équitabilité E.

$$E = H/H' = H/\log S$$

4.4. Distributions phénologiques et cycles biologiques

C'est l'étude de l'influence des variations climatiques saisonnières sur les animaux et les végétaux. Au cours d'une courte période (1 mois), l'abondance des captures d'adultes d'une espèce peut fluctuer simplement en fonction des conditions climatiques momentanées. Mais, lors d'une période plus longue (une année), les fluctuations de cette abondance correspondent aussi et surtout à des fluctuations des nombres d'individus adultes effectivement présents dans le milieu.

En effet, pour la plupart des espèces, on constate que les adultes sont présents à certains moments de l'année seulement; à d'autres moments, on trouve par contre ces mêmes espèces à

d'autres stades de développement. Les cycles d'activité des adultes nous renseignent donc sur les périodes de présence effective des adultes ou tout au moins sur les périodes où ces dernières se déplacent activement.

Comme les déplacements des adultes se feraient essentiellement pour la reproduction MAELFAIT & BAERT (1975), les pics d'activité observés nous indiquent en fait les périodes où il y a accouplement. Pour notre étude nous nous sommes basés sur les captures de chaque mois à part, pour les espèces les plus représentatives en nombre d'individus.

Le cycle vital ou biologique d'une espèce correspond à la succession de ses stades de développement depuis sa naissance jusqu'à sa mort et a donc une durée, la longévité, qui est fonction de l'espèce. Cette durée peut atteindre plusieurs années (espèce pérennes) ou être inférieure à un an (espèce saisonnière) (TOUFFET, 1982). Les cycles phénologiques sont souvent abordés d'après les cycles d'activité de déplacement qui ont pour but de visualiser l'organisation temporelle des espèces.

4.5. DECORANA ou DCA (Detrended Correspondence Analysis)

La «**Detrended Correspondence Analysis**» (DCA) MINCHIN (1987) est une technique qui a été assez populaire en écologie, basée sur l'ordination des données en moyenne réciproques (RA) (HILL & GAUCH 1980). Elle emploie les données des échantillons et des espèces simultanément selon un graphe d'axes factoriels indépendants, dans un plan où l'ensemble des relevés et des espèces est représenté par des points, les espèces sont alors placées dans le plan de telle manière qu'elles arrivent à caractériser chaque relevé (site) qui leur est associé. Les noms des espèces et des pièges sont représentés par des abréviations sur le graphe. Cette méthode tient compte des pièges et des effectifs de chaque espèce capturée dans chaque piège, et met en évidence les facteurs qui déterminent la distribution spatiale des espèces. Elle est exécutée avec le programme PC-ORD.