

# Chapitre 2

## Milieux et méthodes d'études



## Chapitre 2 : Milieu et méthodes d'études

### Partie1 : milieu d'études

#### 1. Présentation de la wilaya

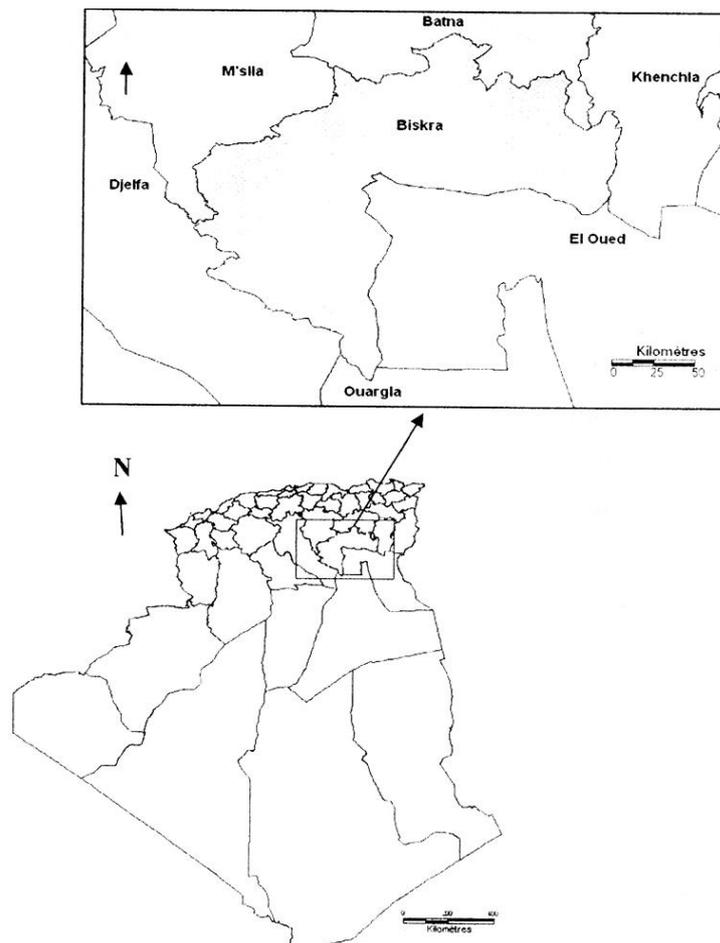
##### 1.1. Situation géographique

La wilaya de Biskra se trouve dans le Nord-est du Sahara algérien, elle s'étend au Sud-est jusqu'à la zone du Chott Melghir et au Sud-ouest jusqu'au commencement du grand Erg oriental, avec une altitude de 124m. Sa latitude est de 34.48 nord et sa longitude est de 05.44 est et elle s'étend sur une Superficie de 216712 km<sup>2</sup> (DPAT ,2009).

Elle est limitée par : la wilaya de Batna au Nord, la wilaya de Msila au Nord-ouest, la wilaya de Khenchela au Nord-Est, la wilaya de Djelfa au Sud-ouest, la wilaya d'Eloued au Sud-est et la wilaya de Ouargla au Sud (Figure 2).

Elle se compose de trente trois (33) communes et de douze (12) dairas. La population de la wilaya de Biskra est de 722.274 habitants en 2008(DPAT, 2009).

**Figure 2 : Limites et situation géographique de la wilaya de Biskra**



## 1.2. Le relief

La wilaya de Biskra constitue la transition entre les domaines atlasiques plissés du Nord et les étendues plates et désertiques du Sahara au Sud (DPAT, 009) :

au Nord se découpent plusieurs chaînes atlasiques dont l'altitude maximale peut aller jusqu'à 1500m et dont la moyenne est de l'ordre de 300m. Cette zone montagneuse qui représente 13% de la superficie totale de la wilaya est caractérisée par l'alternance de végétation forestière et arboricole. Ce qui lui confère un caractère agro-sylvo-pastorale ;

vers le Sud, la plaine saharienne, du point de vue morphologique se présente en général comme un piémont sans relief marqué, qui relie par une pente douce les chaînes atlasiques aux étendues sahariennes au sud. En surface, les dépôts grossiers que l'on trouve au pied des montagnes passent à des dépôts fins argilo-sableux vers le Sud. Cette plaine est à vocation agricole par excellence et occupe 28% de la superficie totale de la wilaya ;

à l'Est, le relief est caractérisé par le développement d'une vaste plaine découpée par des lits d'oueds qui s'écoulent des monts de l'Atlas Saharien et disparaissent dans la grande dépression fermée du chott Melghir. La principale vocation de cette zone dont la superficie ne dépasse pas 9 % de la superficie totale de la wilaya, est l'élevage camelin ;

à l'ouest, ce sont les plateaux qui représentent 50% de la superficie totale de la wilaya. Cette zone est à vocation pastorale.

## 1.3. Le sol

La wilaya de Biskra est constituée d'une plaine d'accumulation d'alluvions sableuses à limono-sableux. Ses potentialités ne sont pas négligeables, sur le plan pratique une grande partie de ces potentialités n'est pas encore exploitée.

Des études pédologiques ont été réalisées par l'A.N.A.T. (2003) dans la wilaya de Biskra et ont décelé les caractéristiques générales suivantes du sol :

- Une faible profondeur ;
- Une très forte salinité ;
- Une charge caillouteuse ;
- Une faible teneur en matières organiques ;
- Une présence de cailloux en surface ;
- Les apports évolués ;
- Les remontées capillaires ;
- Les apports alluvionnaires et colluvionnaires.

KHACHAI (2001) a défini plusieurs groupes de sols répartis comme suit :

- Les régions Sud, sont surtout caractérisés par les accumulations salées, gypseuses et calcaires ;
- Les régions Est, sont définies par les sols alluvionnaire et les sols argileux fertiles ;
- Les zones de Nord (ou zone de montagne) sont le siège de la formation des sols peu évolués et peu fertiles.
- Enfin, la plaine située au nord-ouest de Biskra, où les sols argileux-sodiques irriguées par les eaux fortement minéralisées constitue le caractère de la pédogenèse de cette région.

Toutefois la contrainte pédologique dans la région des Ziban d'une manière générale, est celle de la salinité et de l'alcalinité. Elle est plus nocive dans les sols argileux.

L'accumulation des sels dans les sols est le résultat de plusieurs facteurs, dont les principaux sont: les eaux d'irrigation, les roches mères plus ou moins salées, la très forte évaporation et la concentration des sels dans le temps et la remontée capillaire de la nappe phréatique salée avec un dépôt ascensionnel. La manifestation la plus apparente est celle des néoformations d'efflorescences blanchâtres et des fois des croûtes salines à la surface du sol.

La répartition générale des terres de la wilaya est présentée dans le tableau 4 selon la nomenclature de la F.A.O. pour le recensement mondial de l'agriculture :

**Tableau 4 : Occupation générale des terres de la wilaya de Biskra**

Occupation des terres	Surface (ha)	Pourcentage (%)
Surface agricole utile (SAU)	184 783	11.8
Dont irriguées	108 382	6.56
Pacages et parcours	1 396 161	84.47
Terres improductives affectées à l'agriculture	71 807	4.35
Surface agricole totale (SAT)	1 652 751	76.84
Forêt	97 780	4.55
Alfa	13 864	0.64
Terres incultes	386 585	17.97
<b>Surface totale de la wilaya</b>	<b>2 150 980</b>	<b>100</b>

Cette répartition des terres utilisées par l'agriculture et autres est établie selon les statistiques de 2007/2008 incluse dans la monographie de la wilaya de Biskra (DPAT, 2009).

#### 1.4. Hydrologie et hydrogéologie

Le territoire de la wilaya de Biskra est drainé par un réseau hydrographique assez dense. La majorité des oueds qui drainent ce territoire sont endoréiques et sont de type intermittent en grande partie.

Parmi les plus importants oueds qui coulent dans la wilaya, il ya (A.N.A.T., 2003):

- Oued Djeddi, qui prend source du coté de Laghouat et se jette dans le chott Melghir.
- Oued Biskra, qui prend source au versant Sud-ouest des Aurès, traverse la wilaya du Nord au Sud pour se déverser dans le chott Melghir.
- Oued El Arab prend source des monts qui constituent la partie orientale des Aurès et se jette dans la zone dépressionnaire du chott Melghir.

La wilaya de Biskra se distingue par des ressources en eaux souterraines, relativement importantes par rapport aux régions du Nord, de même que celles du Sud du pays.

En effet, par sa position géographique, elle fait la transition entre le Tell et l'Atlas saharien. La région de Biskra présente plusieurs aquifères, du renouvelables au fossile. La profondeur de ces formations varie de deux à trois dizaines de mètres pour la nappe phréatique et à quelques centaines de mètres pour la nappe du Sénonien (Sud de Tolga) et du Potien (Zribet El Oued) (A.N.A.T., 2003).

#### 1.5. Le climat

Le climat correspond à la distribution statistique des conditions atmosphériques dans une région donnée pendant une période de temps donnée. L'état de l'atmosphère peut être mesuré par de nombreuses variables. Les plus communes sont la température de l'air et la quantité de précipitations tombée pendant un période donnée, par le calcul des valeurs moyennes ou cumulées sur un mois des valeurs quotidiennes:

1-Moyennes des températures minimales et maximales de chaque jour du mois.

2-Somme des précipitations du mois.

Il est rajouté:

3-La moyenne des minimas du mois le plus froid qui est un indicateur de rusticité

Ces trois variables sont insuffisantes pour prendre en compte les relations entre le climat et la végétation. Par le calcul il est donc obtenu des valeurs de type agro-météorologique :

4- La somme de l'évapotranspiration potentielle annuelle.

5- La somme de l'évapotranspiration réelle annuelle.

6- le déficit hydrique.

7- le drainage total.

Selon LACOSTE et SALANON (1969) *in* FRAH (2009); le climat est la composante directe déterminante de la distribution des organismes vivants et le facteur influant l'activité des biocénoses. Comme elle joue un rôle essentiel dans la répartition et le développement des plantes et la nature du sol (BOULAINÉ, 1971 et TORRENT 1995 *in* MADANI, 2007) son analyse à l'échelle d'une région se base sur des données fournies par des stations météorologiques.

Afin de caractériser le climat dans la wilaya de Biskra, nous présentons ci – dessous les données de quelques paramètres climatiques pris pendant la période 1990-2004.

### 1.5.1. La température

La température est une grandeur physique liée à la notion immédiate de chaud et froid mesurée à l'aide d'un thermomètre.

L'échelle de température la plus répandue est le degré Celsius, L'unité du système international d'unités, d'utilisation scientifique est le kelvin.

Elle impacte tous les êtres vivants y compris les végétaux, dont la croissance augmente en général avec la température.

En climatologie, l'enjeu est toujours d'optimiser le nombre de mesure on utilise classiquement deux valeurs quotidiennes :

- la température maximale, en général elle est atteinte au début de l'après-midi.

- la température minimale observée le plus souvent au lever du jour.

On calcule la moyenne du jour en faisant la moyenne de ces deux valeurs.

On calcule ainsi de proche en proche la température moyenne mensuelle et la température moyenne annuelle.

Les températures extrêmes minimales et maximales ainsi que les moyennes enregistrées dans notre région d'étude au cours de la période (1994- 2004) sont rapportées dans le tableau 5.

**Tableau 5 : Moyennes mensuelles des températures (1990-2004)**

TC°/mois	J	F	M	A	M	J	Jt	A	S	O	N	D	Moy
M	16,9	19,6	20,2	26	31,5	37,7	40,4	37,4	34,7	29	22,6	17,3	27,8
m	7,2	8,5	11,4	14,4	19,6	24,9	27,4	25,7	23,5	18,2	12,2	7,8	16,7
(M+m)/2	12	14	15,8	20,2	25,5	31,3	33,9	31,55	29,1	23,6	17,1	12,5	22,2

Office nationale de la météorologique (1990-2004).

Avec :

**(J-D)** : janvier-décembre (les mois de l'année).

**M** : moyenne mensuelle des maxima en °C,

**m** : moyenne mensuelle des minima en °C,

**(M+m)/2** : Moyenne mensuelle en °C.

La wilaya se caractérise par de fortes températures qui atteignent 49°C au cours de mois de Juillet (le mois le plus chaud). Pendant l'hiver, les températures présentent une tendance baissière, la moyenne des températures minimales la plus basse est enregistrée dans le mois de Janvier avec 7,2°C. Selon les données de la station météorologique de Biskra, annuellement le nombre de jour de gèle est nul mais on peut observer des gelées dans certaines zones de la wilaya, toutefois l'occurrence de ce phénomène reste insignifiante.

La moyenne annuelle est de 22,2°C. Il est à noter l'existence d'une grande variation saisonnière (33,9°C en Juillet et 12°C en Janvier).

### 1.5.2. La pluviométrie et l'évapotranspiration potentielle

Selon DUBIEF (1953) *in* MADANI (2007), les précipitations ont pratiquement toujours lieu sous forme de pluies. La mesure de la hauteur des précipitations peut s'effectuer à l'aide d'un pluviomètre. Il s'agit d'un instrument permettant de comptabiliser la quantité de précipitations tombant sur une surface donnée (CIVIATE et MANDEL, 2008).

L'évapotranspiration correspond à la quantité d'eau totale transférée du sol vers l'atmosphère par l'évaporation au niveau du sol et par la transpiration des plantes. Elle joue un grand rôle dans les climats et microclimats, notamment en ville (VERGRIETE et LABRECQUE, 2007).

Pour une zone donnée, on distingue : l'évapotranspiration réelle (ETR) ; c'est l'eau réellement "perdue" sous forme de vapeur et l'évapotranspiration potentielle (ETP) ; qui est la consommation maximale d'eau d'un couvert végétal actif dense et étendu sur une grande surface et bien alimenté en eau. Comme pour la mesure des précipitations, l'unité est le mm de hauteur d'eau. 1 mm correspond à 1 litre par mètre carré ou à 10 mètres cube par hectare.

Elle correspond au maximum du pouvoir évaporant de l'air (GERBIER et BROCHET, 1975 *in* MADANI, 2007), plusieurs formules ont été élaborées pour l'évaluation de l'ETP par Thornthwaite (1944), Penman (1948), Turc (1961), etc.

L'ETP de Thornthwaite s'exprime par la formule suivante :  $ETP = 16 (10 t/I)^a c$

Avec :

-**ETP** : évapotranspiration potentielle en mm ;

- **t** : température moyenne de la période considérée en °C ;

-**a** : indice lié à la température, calculé par la relation proposée par SERRA (1954), cité par MENANI (1991) in MADANI (2007) pour la simplifier :

$$a = 0,0161 I + 0,5$$

-**C** : coefficient de correction en fonction de la latitude et du mois de l'année.

- **I** : indice thermique annuel obtenu en sommant les 12 valeurs de  $i = (t / 5)$ .

Des données sur les moyennes de la pluviométrie et de l'évapotranspiration potentielle pendant la période comprise entre 1990 et 2004 dans notre région d'étude sont présentées dans le tableau 6.

**Tableau 6 : Moyennes mensuelles des précipitations et des ETP (1990-2004)**

Mois	J	F	M	A	M	J	Jt	A	S	O	N	D	Total
P(mm)	25,41	8,92	17,41	17,26	9,67	3,32	0,82	5,76	12,07	12,14	16,96	12,28	139,4
ETP(mm)	79,05	94,54	152,52	187,8	254,2	294,3	310	280,55	198,3	138,57	86,1	71,3	2147,2

Office nationale de la météorologique (1990-2004).

Les moyennes annuelles de la pluviométrie et de l'ETP relevées pendant les 15 ans sont successivement : 139,41mm et 2147,23mm. L'ETP est maximale au cours du mois de Juillet (310mm), c'est en ce même mois que la pluviométrie est la plus faible (0,82mm).

Le mois de Janvier est le mois le plus pluvieux avec une moyenne de 25,41mm. L'ETP minimale est enregistrée pendant le mois de Décembre (71,3mm).

### 1.5.3. Synthèse climatique

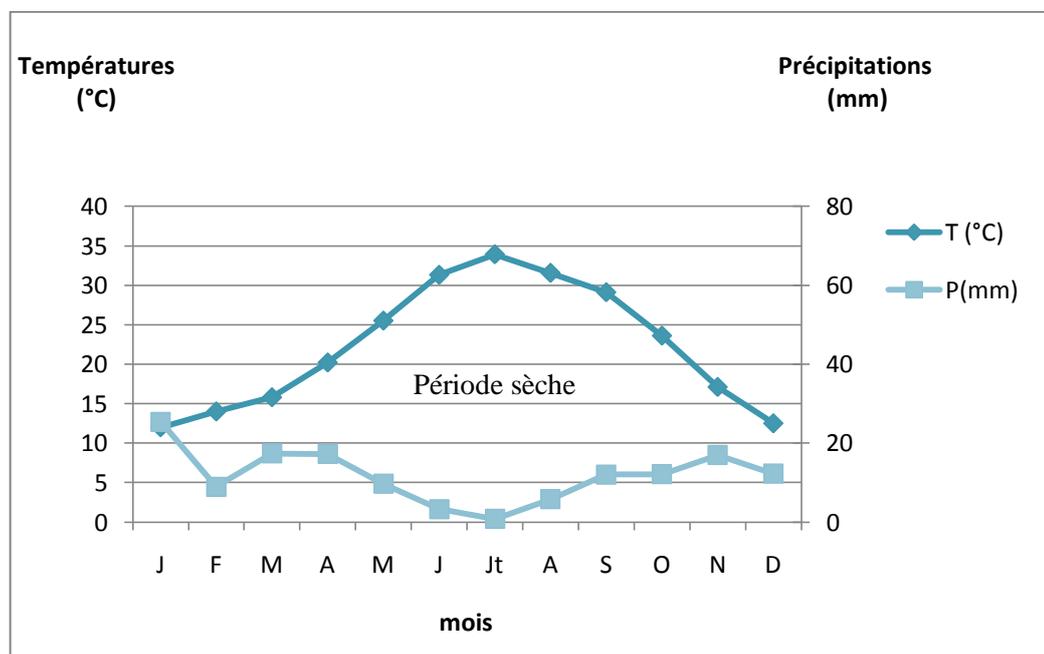
En se basant sur les données précédentes, nous dégagons quelques caractéristiques du climat à Biskra.

#### 1.5.3.1. Diagramme Ombrothermique de GAUSSEN

Un diagramme ombrothermique est un type particulier de diagramme climatique représentant les variations mensuelles sur une année des températures et des précipitations selon des gradations

standardisées : une gradation de l'échelle des précipitations correspond à deux gradations de l'échelle des températures ( $P = 2T$ ) (CHARRE, 1997). Il a été développé par H. GAUSSEN et F. BAGNOULS, botanistes célèbres, pour mettre en évidence les périodes de sécheresses définies par une courbe des précipitations se situant en dessous de la courbe des températures. Ces diagrammes permettent de comparer facilement les climats de différents endroits d'un coup d'œil du point de vue pluviosité. Les températures sont indiquées à gauche et les précipitations sont indiquées à droite.

GAUSSEN considère que la sécheresse s'établit lorsque la pluviosité mensuelle (P) exprimée en mm est inférieure au double de la température moyenne mensuelle (T) en degrés Celsius ( $P < 2T$ ) (DAJOZ, 1985). Partant de ce principe, nous avons établi le diagramme Ombrothermique pour la période (1998-2004) à fin de mettre en évidence la variation annuelle de la durée des périodes sèches et humides pour notre région d'étude.



**Figure 3 : Diagramme ombrothermique de GAUSSEN (1990 à 2004)**

L'analyse du diagramme montre que la période sèche s'étale sur la totalité de l'année (Fig. 3), nous ne notons pas d'oscillations. Celle-ci évolue rapidement en forme de cloche où les écarts les plus importants se situent vers les mois de juin à Aout. Durant cette phase nous enregistrons les faibles pluviométries et les fortes températures.

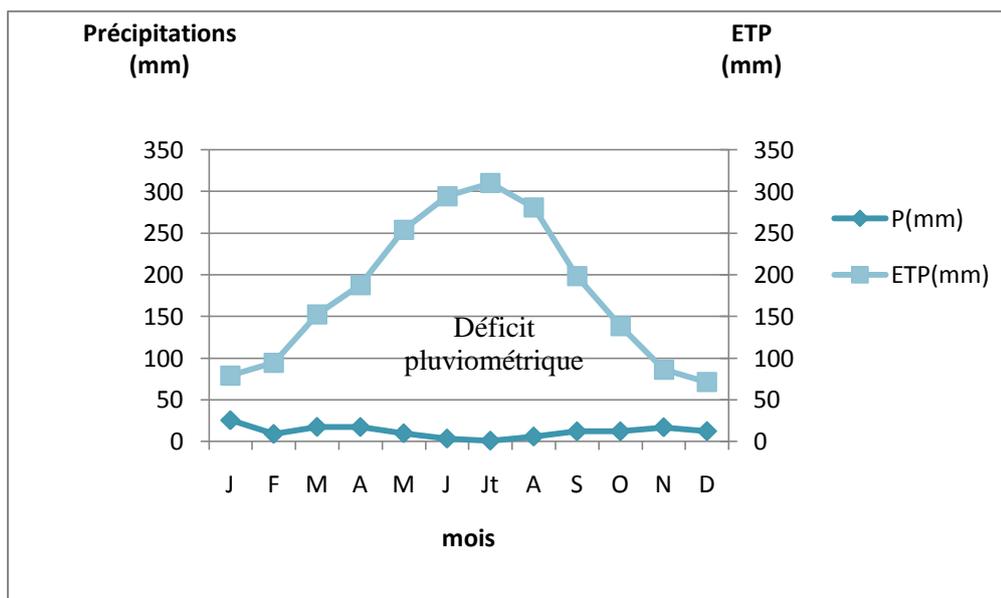


Figure 4 : Déficit pluviométrique (1990/2004)

Il fait apparaître d'une part la faiblesse des précipitations et d'autre part les fortes ETP enregistrées surtout en période estivale. Les courbes de ces deux paramètres climatiques ne se croisent pas. Le déficit pluviométrique (représenté par l'écart entre les deux courbes) se prolonge au cours de l'année et s'accroît durant les mois d'été.

### 1.5.3.2. Climagramme d'EMBERGER

Le quotient pluviométrique d'EMBERGER (Q) permet de déterminer l'étage bioclimatique d'une région méditerranéenne et de la situer dans le climagramme d'EMBERGER. C'est un quotient qui est fonction de la température moyenne maximale (M) du mois le plus chaud, de la moyenne minimale (m) du mois le plus froid, en degrés Celsius et de la pluviosité moyenne annuelle (P) en mm. Ce quotient est d'autant plus élevé que le climat de la région est humide. Il est calculé par la formule suivante : (EMBERGER, 1971 in Bacha, 2009)

$$Q = \frac{P}{2 \left[ \frac{M + m}{2} \right] \times (M - m)} \times 100$$

La formule du quotient pluviométrique d'EMBERGER a été modifiée par STEWART (1969):

$$Q_2 = 3,43 (P / M - m)$$

Avec :

**Q<sub>3</sub>** : quotient pluviométrique ;

**P** : pluviométrie annuelle en mm ;

**M** : moyenne des maxima du mois le plus chaud en °C ;

**m** : moyenne des minima du mois le plus froid

M-m = amplitude thermique en

- **Calcul du quotient pluviométrique d'EMBERGER**

$$Q = 3,43 \times [139,41 / (40,4 - 7,2)] = 14,4$$

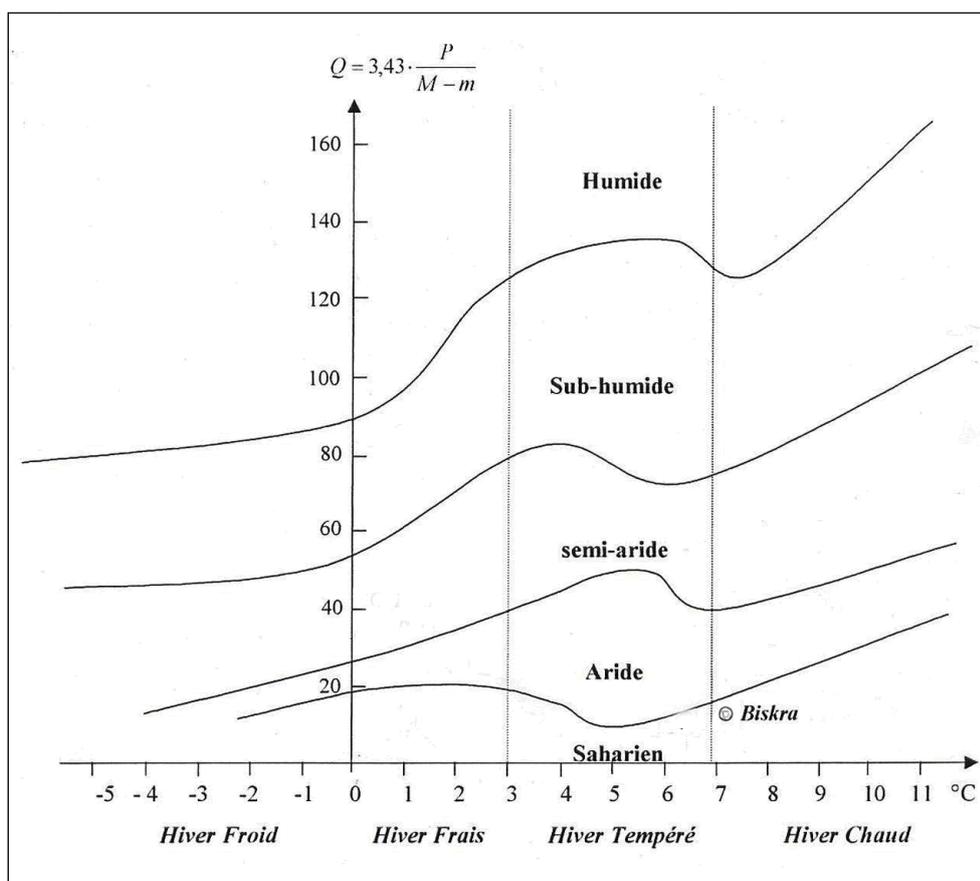


Figure 5: Climagramme d'EMBERGER (1990/2004)

Le climagramme d'EMBERGER, présenté dans la figure 5, situe la wilaya de Biskra dans l'étage bioclimatique saharien à hiver chaud.

A partir de l'étude des paramètres climatiques précédents, nous distinguons quelques caractéristiques du climat dans la wilaya de Biskra :

- Les étés chauds et secs ;
- La douceur hivernale ;
- L'étalement de la période sèche au cours de l'année ;
- Le déficit pluviométrique permanent.

Etant donné que l'étroite relation qui existe entre le climat et la végétation, il est évident que la flore de la région de Biskra reflète dans sa biodiversité les différents aspects du climat. La flore recensée dans la région regroupe environ 280 espèces réparties en plusieurs familles, selon la C.L.S.B.F. (comité local de la société botanique de France 1982 *in* TARAI, 1997).

Très nombreuses, cependant sont les plantes vivaces qu'elles continuent à vivre pendant plusieurs années. Certaines d'entre elles sont dotées de bulbes, tubercules ou des rhizomes afin d'emmagasiner les réserves nutritives.

La plupart des feuilles sont d'ailleurs adaptées en vue de ralentir le rythme de la transpiration, réduites à la taille d'aiguilles ou d'écailles.

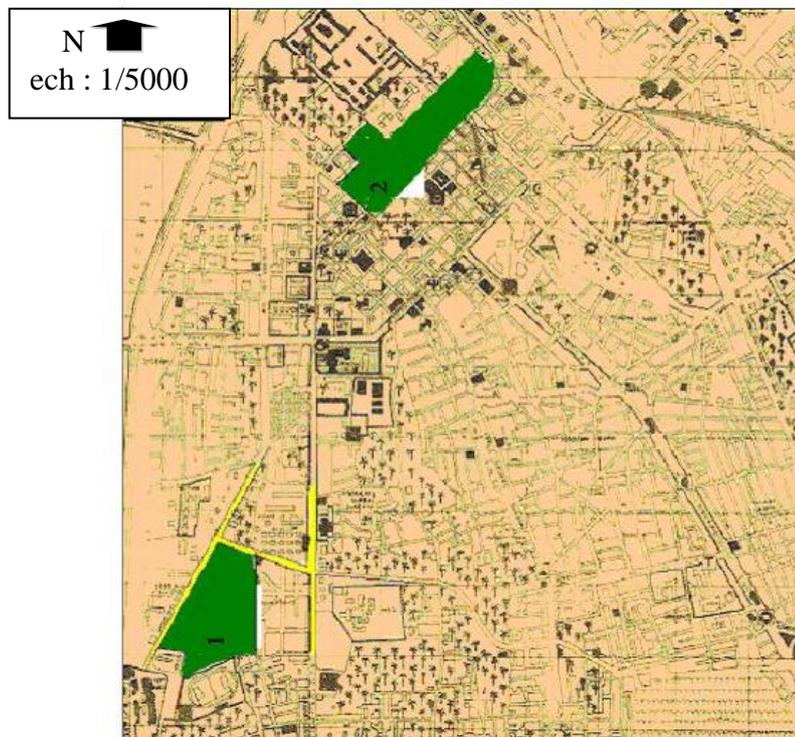
Une forme d'adaptation à sécheresse est le développement d'organes charnus, feuilles tiges ou bien modification de certains organes, souvent les feuilles en épines.

De fait, les plantes désertiques utilisent toutes les ressources possibles, en vue d'assurer leur reproduction au moyen des graines, et en particulier la dissémination de ces derniers à travers un vaste territoire.

Alliant nous trouver que des espèces inféodées à ce type de climat ou au contraire les jardins vont offrir des milieux favorables pour l'installation d'autres espèces différentes, où il y aura un microclimat créé sous les strates des plantes installées engendrant des facteurs climatiques (surtout : température et humidité de l'air) différentes et plus favorables. C'est ce que nous allons développer dans la partie suivante de notre travail.

## 2. Présentation des milieux d'études

Notre travail a été déroulé dans les deux jardins publics de la ville de Biskra, le jardin 5 juillet et le jardin Landon :



**Figure 6 : Situation des jardins dans la ville du Biskra**

1 : jardin Landon      2 : jardin 5 juillet

### 2.1. Jardin Landon

Issu d'une propriété dite Parc Landon, le jardin Landon a été créé en 1872 par le comte Landon de Longueville.

Propriété de l'Algérie en vertu de l'acquisition qui en a été faite par M<sup>me</sup> Jane Albertine veuve de Jacques André de Ganay suivant acte administratif du 14/05/1937 transcrit à la conservation des hypothèques de Batna du 10/07/1937 Volume : 480 N°34, le jardin a été cédé gratuitement à la commune de Biskra en date de 30/04/1955.

Ce jardin a été classé par Décision (réf : 037/BOG/ 92) en date du 13/01/1992 par l'agence nationale pour la conservation de la nature (A.N.N) - ministère de l'agriculture – comme site protégé désigné « Jardin Botanique ».

Le jardin London situé en bordure de l'oued Sidi Zarzour, avenue Châtenier (Biskra sud-est). Il s'étend sur une superficie de 4 ha, entièrement clôturé qu'on peut y retrouver une diversité des stations (Fig. 7).



**Figure 7 : Jardin London** (Source : cliché personnel)

## 2.2. Jardin 5 juillet

Il a été créé par les colons français après la bataille de Zaatcha en 1849 et la colonisation totale de l'oasis de Biskra.

Le jardin se situe en plein centre ville dans l'avenue du damier colonial, limité au nord par une caserne qui demeure fonctionnelle jusqu'à ce jour, il englobe l'ancienne église catholique, transformée aujourd'hui en centre culturel islamique.

Il s'étend sur une superficie de 5.2 ha, totalement clôturé (Fig.8).



**Figure 8 : Jardin 5 juillet** (Source : cliché personnel)

### 2.3. Caractéristiques du sol des milieux d'études

Une étude pédologique des jardins Landon et 5 juillet faite par le CRSTRA, ainsi les analyses nous renseignent sur leurs caractères peu communs dans la région. De ce fait leur spécificité de sols de jardins- un peu artificiels- se trouve confirmée.

#### 2.3.1. Le jardin Landon

##### -La granulométrie

Le sol présente une légère accumulation d'argile en profondeur, la proportion en limon et en sable fin lui procure une qualité de sol sablo-limoneux-argileux (SLA). La couleur du sol globalement reste inchangée de la surface à la profondeur (10YR 6/3 pale brun).

##### -Le calcaire total et actif

Le sol du jardin Landon est saturé en  $\text{CaCO}_3$ . Ce qui en présence de gypse confère au sol à pH de 10 environ.

##### -Le complexe absorbant

Le sol étant saturé en  $\text{CaCO}_3$ , l'échange de cations  $\text{Mg}^{2+}$  et  $\text{K}^+$  se fait au ralenti. Le  $\text{P}_2\text{O}_5$  dont la réserve dans le sol suffisante n'est pas assimilée, bloquée par la présence de  $\text{Ca}^{2+}$  qui est assimilée préférentiellement.

#### 2.3.2. Le jardin 5 juillet

##### -La granulométrie

Le sol est caractérisé par une accumulation importante d'argile en profondeur. Il est en surface SAL, alors qu'en profondeur SLA. La couleur un peu sombre (10YR 5/6 jaune brun) en surface, à cause probablement de matière organique, et plus pale (10YR 6/4 largement jaune brun) en profondeur ce qui est dû sûrement à la présence de  $\text{CaCO}_3$  en profondeur.

##### -Le calcaire total et actif

La saturation en  $\text{CaCO}_3$  est importante. La présence de gypse marque les horizons de profondeur si bien que le pH légèrement alcalin en surface est franchement alcalin en profondeur.

##### -Le complexe absorbant

Dominé par l'échange de  $\text{Ca}^{2+}$ , les cations  $\text{Mg}^{2+}$  et  $\text{K}^+$  ne sont guère assimilés comme il se doit. Le  $\text{P}_2\text{O}_5$  reste bloqué à cause de la concurrence de  $\text{Ca}^{2+}$ , alors que la réserve en  $\text{P}_2\text{O}_5$  est appréciable.

## Partie 2 : Matériels et méthodes d'études

### 1. Méthodologie de travail

Nous apprécions en premier lieu leur valeur écologique qui se traduit par leur richesse biologique en effectuant l'inventaire le plus exhaustif possible des végétaux, oiseaux et arthropodes qu'ils abritent, ensuite en mettant l'accent sur l'aspect socio-économique nous essayons d'estimer leur valeur récréative en utilisant la méthode de coût de transport après une enquête auprès des visiteurs du jardin, et également voir l'effet des facteurs jugés influents sur le comportement des visiteurs vis-à-vis de ces actifs naturel récréatifs.

#### 1.1. La valeur écologique

Pour mieux présenter la valeur écologique des jardins étudiés, nous avons opté de réaliser l'inventaire le plus exhaustif possible des espèces entomologiques et aviennes qu'ils les abritent, le choix de ces deux classes réside dans leur importance dans la règne animale, ainsi elles présentent les espèces animales auxquelles on attribue le plus fréquemment le qualificatif de bon indicateurs (RAMADE, 2003).

En effet, Les insectes forment une classe extrêmement diversifiée et d'une grande importance pour les écosystèmes (WIGGINS, 1983; FINNAMORE, 1996 *in* DANKS, 1996). Ils participent à toute la gamme des processus naturels essentiels au maintien des systèmes biologiques, et représentent aujourd'hui plus de 75 % des espèces animales connues (DANKS, 1996). L'attention que l'on porte à l'étude de la biodiversité a stimulé l'intérêt manifesté pour l'évaluation de la diversité des insectes et des arthropodes apparentés puisque ces groupes dominent les écosystèmes terrestres et dulcicoles et constituent des indicateurs utiles de la santé de ces écosystèmes (DANKS, 1996). De leur quantité et diversité découlent leur importance écologique et économique, en outre leur présence peut même contrôler l'abondance de populations végétales ou animales.

En ce qui concerne les espèces aviennes, BLONDEL (1975) leur attribue de bon indicateur, il affirme sa conviction que l'étude de ceux-ci peut apporter une importante contribution à la connaissance des écosystèmes tant sur le plan de la recherche fondamentale que sur celui de l'évaluation de l'environnement. Qualifier l'avifaune de bioindicateurs reviendrait donc à prétendre que la classe avienne comprend des espèces qui répondent positivement ou négativement à des modifications physiques de l'environnement dues à l'action de l'homme (RAMADE, 2003). Les

relevés d'avifaune sont donc largement utilisés comme descripteurs de l'état du milieu et de son évolution en fonction des activités d'origine anthropiques qui le modèlent (DEJAIVE, 2004).

Mais seuls "producteurs" de matière organique, les plantes sont le support de tous les écosystèmes, toute étude de milieu commence donc par l'étude de la végétation. Commode à réaliser, les plantes ne se déplaçant pas, cette étude fournit nombre d'informations sur les conditions physiques du milieu, les végétaux ne pouvant pas se soustraire aux intempéries. Parmi les approches fragmentaires des écosystèmes, l'étude de la végétation donne la meilleure approximation de l'état de ces derniers (SALVAUDON, 2009).

Nous citons dans ce qui suit les matériels et les différentes méthodes utilisées pour chaque élément de recherche, ceux-ci ont été choisis d'après les moyens disponibles et les conditions de travail ainsi que les objectifs visés. RAMADE (2003) affirme que la stratégie d'échantillonnage des organismes vivants est fondée sur la réalisation d'un dénombrement visuel, ou de prélèvements, effectués au hasard dans un espace uniforme, mais en tenant compte du mode de répartition des individus constituant la population dans l'espace considéré. LAMOTTE et BOURLIERE (1969) *in* REMINI (2007) indiquent que la méthode idéale pour l'échantillonnage au sein d'un peuplement d'un milieu serait celle qui donnerait à un moment donné une image fidèle du peuplement occupant une unité de surface définie. Mais, une représentation aussi parfaitement fidèle est évidemment impossible à atteindre, par suite de l'extrême hétérogénéité des éléments constitutifs des peuplements, des rythmes d'activité des individus, et de la diversité d'action des facteurs sur les populations.

### **1.1.1. L'inventaire des espèces végétales**

#### **1.1.1.1. Matériels utilisé**

Nous avons utilisé le matériel suivant :

- Plan du jardin
- Appareil photo
- Bloc-notes
- Scotch et des morceaux de papier avec des chiffres
- Sécateur
- Sachets plastique et papier journal.

### 1.1.1.2. Méthode utilisée

L'inventaire floristique des jardins a été effectué par l'observation visuelle.

Chaque espèce était photographiée et signée par un chiffre.

Toutes les espèces végétales présentes ont été dénombrées, ensuite nous avons compté les individus existants pour chaque espèce.

Ce travail de terrain est suivi par une confection de l'herbier et des photos des espèces existantes.

L'identification a été réalisée suite à la consultation des différentes guides botaniques avec l'aide des spécialistes.

## 1.1.2. L'inventaire entomologique

### 1.1.2.1. Matériel expérimental utilisé

#### 1.1.2.1.1. Sur le terrain

Sur le terrain nous avons utilisé le matériel suivant :

\* Filet fauchoir: Notre filet est constitué d'une monture circulaire de 40 cm de diamètre à une manche en métal léger de 80 cm. La poche qui est taillée dans un tissu à mailles serrées, a une profondeur de 45 cm.

\* Piège trappes (Barber) : Il s'agit de boîtes de conserve métalliques dont le 2/3 est rempli d'eau savonneuse

\* Piège jaunes: Il s'agit de bacs en plastiques, de couleur jaune dont les dimensions avoisinent les 15cm de large sur 20 cm de long et de 10cm d'hauteur, remplis d'eau savonneuse.

\* Une loupe de poche, des boîtes de pétri, des flacons en verre, des tubes à essai, des sachets en plastique et des pinces en acier.

#### 1.1.2.1.2. Au Laboratoire

Au laboratoire nous avons disposé d'un matériel qui consiste en:

- Loupe binoculaire pour le triage, comptage et détermination des insectes.
- Epingles entomologiques : Utilisées pour la fixation des insectes.
- Boîtes de collection : Utilisées pour la préservation des espèces d'insectes après leur détermination.
- Alcool 70% et eau distillé pour la conservation des spécimens.

### 1.1.2.2. Méthodes d'échantillonnage utilisées

#### 1.1.2.2.1. Sur champs

La mise au point de techniques d'échantillonnage et de piégeages adéquates, donnant une représentation significative des populations étudiées (BENKHELIL, 1991).

Il existe bien sur de très nombreux types de piégeage, chacun d'eux étant plus ou moins adapté à l'écosystème analysé. D'une façon plus générale retenons que le piégeage doit être : économique, rapide, facile d'emploi et quantitatif (RIBA et SILVY, 1989 *in* KELLIL, 2011). L'emploi simultané de plusieurs méthodes d'échantillonnage est le meilleur moyen d'évaluer la biodiversité. Toutes les méthodes ont leurs points forts et leurs points faibles et seule une combinaison de plusieurs d'entre elles permettra d'obtenir un échantillon représentatif utile à la réalisation de la plupart des objectifs de recherche (MARSHALL *et al.*, 1994 *in* DANKS, 1996).

D'après ROTH (1971), l'installation des pièges permet de suivre l'activité de vol des différentes espèces et de savoir précisément quelles sont les périodes de l'année pendant lesquelles cette activité aura lieu.

Les relevés devront être effectués tous les 10-15 jours, guères plus, même en saturant les pièges en sel qui assure la conservation. Cette périodicité risque d'être écourtée dans les régions très chaudes et sèches, ou en périodes de canicule, le liquide s'évaporant parfois très vite (BONNEAU, 2008).

Nos prospections bimensuelles à hebdomadaires au terrain, se sont déroulées à partir de décembre jusqu'à mai 2011.

##### 1.1.2.2.1.1. Méthodes et techniques de piégeage et de collecte

Nous avons utilisé différentes techniques d'échantillonnage : chasse à vue, pièges trappes, pièges colorés, pièges à hauteur d'homme et le filet fauchoir.

###### -Chasse à vue classique (COLAS, 1974 *in* FRAH, 2010)

La chasse à vue de jour est la technique de chasse la plus facile et nécessite très peu de matériel.

Cette méthode consiste à échantillonner à vue toutes les espèces rencontrées aléatoirement soit au niveau du sol, dans la strate herbacée ou arborescente dans chaque jardin d'étude. La récolte s'étale durant toute la période de travail allant du mois de janvier 2011 au mois de mai 2011.

Les échantillons récoltés sont mis dans des boîtes de pétri, sur lesquelles sont mentionnées la date et le lieu de capture ainsi que les renseignements nécessaires pour l'identification.

### **Avantages**

Cette méthode n'est pas coûteuse, elle est utilisable à n'importe quel moment et n'importe où, elle ne nécessite que peu de manipulation et de délicatesse.

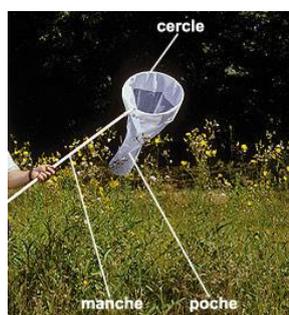
### **Inconvénients**

L'inconvénient de cette méthode de capture est dans la récupération des insectes à collection car il les endommage par faute de délicatesse. Le second provient de la pluie. Dans ce cas, les insectes sont difficiles à repérer.

### **-Le filet fauchoir**

Nous avons réalisé le fauchage à l'aide de filet fauchoir qui permet de récolter les insectes peu mobiles, cantonnés dans les herbes ou buissons. Cette méthode consiste à animer le filet par des mouvements de va-et-vient, proche de l'horizontale, tout en maintenant le plan perpendiculaire au sol. D'après LE BERRE (1969) *in* BENZAADA (2010), le filet fauchoir doit être employé sur toute la hauteur de la végétation, en raclant le sol pour obtenir l'ensemble des espèces formant le peuplement des invertébrés présents. Les manœuvres doivent être très rapides et violentes afin que les insectes surpris par le choc, tombent dans la poche (BENKHELIL, 1991).

Les insectes capturés sont immédiatement mis dans des tubes à essai portant chacun les renseignements nécessaires.



**Figure 9 : Filet fauchoir**

Source : [www.ville.montreal.qc.ca/insectarium/toile/nouveau/capture1.php](http://www.ville.montreal.qc.ca/insectarium/toile/nouveau/capture1.php)

### **Avantages**

La méthode du filet fauchoir est largement utilisée, elle est caractérisée par l'avantage d'être simple et non coûteuse. D'après LAMOTTE et BOURELIERE (1969) *in* HARKAT(2010), la méthode par sa rapidité des coups joue un rôle important dans la capture des espèces qui réagissent en tombant au sol et qui seront prélevés.

### **Inconvénients**

D'après LAMOTTE et BOURELIERE (1969) *in* HARKAT(2010), il ne peut pas être utilisés dans végétation mouillée car les insectes se collent sur la toile et sont irrécupérable. Son utilisation est à proscrire dans une végétation dense, car les plantes font écran devant l'ouverture du filet.

### **-Récipients jaunes**

Nous avons utilisé des bacs en plastiques, peints en jaune orangé, remplis d'eau avec quelques gouttes de liquide vaisselle, ce dernier permettant non seulement de diminuer la tension superficielle de l'eau mais aussi d'agir sur les téguments des insectes et de provoquer la noyade de ceux qui entrent en contact avec le liquide (BENKHELIL, 1991) , et du sel pour un plus long délai de conservation.

Selon BENKHELIL (1991), ces pièges rendent compte d'une attractivité qui est double :

- par la présence d'eau élément vital recherché par les insectes;
- attractivité par l'humidité;
- attractivité par les plans d'eau, non pas à cause de l'humidité mais par le reflet de la lumière solaire à sa surface;

- par sa couleur, le jaune citron étant beaucoup plus efficace, ROTH (1971) démontre que la couleur jaune citron est de beaucoup la plus efficace. Ce système de piégeage se pratique également avec des bacs peint en blanc ou en bleu ciel dans le cadre des études sur les apoïdes. Chaque couleur de piège apportant un cortège d'espèces et des variations différentes d'abondance et de diversité (BONNEAU, 2008).

Par ailleurs, l'efficacité de ces pièges dépend non seulement du mode de vie et l'activité des insectes mais aussi de la taille et de la forme des pièges et de leur situation spatiale (BENKHELIL, 1991).



**Figure 10 : Piège jaune** (cliché personnel)

### **Avantages**

Les avantages de ce système de piégeage sont : le coût minime et l'installation facile sur le site en raison de leurs faibles dimensions et de leur légèreté (LHOIR et *al.*, 2003).

### **Inconvénients**

Beaucoup d'inconvénients caractérisent ce système de piégeage dont la capture d'une quantité énorme d'insectes qui forment une masse compacte difficile à trier et la difficulté de récolter le contenu des bacs sans en perdre une partie (LHOIR et *al.*, 2003). Les bacs sont parfois renversés ou même arrachés du sol. Dernier inconvénient, en fin de saison, la quantité de feuilles dans les bacs rend la récolte plus difficile encore.

### **-Pièges trappes ou Barber**

Ce sont des récipients en métal ou en matière plastique. Dans le cas présent les pots-pièges utilisés sont des boîtes de conserve récupérées. Celles-ci sont enterrées verticalement de façon à ce que leurs ouvertures se retrouvent au ras du sol. La terre est tassée tout autour, afin d'éviter l'effet barrière pour les petites espèces.

Tous les auteurs s'accordent pour conseiller le remplissage des pots aux 2/3 de leur contenu avec un liquide conservateur afin de fixer les invertébrés qui y tombent (BENKHELIL, 1991). Dans notre cas, les pièges trappes utilisés ont été remplis jusqu'à le 2/3 d'eau additionnée à un détergeant afin d'éviter le dessèchement et qui va jouer le rôle de mouillant pour empêcher les espèces capturées de sortir du piège.

Les captures effectuées dépendent de beaucoup de facteurs tels que la forme et la dimension des pièges, leur nombre, leur arrangement et leur espacement, ainsi que des conditions climatiques et de la structure des couches superficielles du sol (DAJOZ, 2002 *in* KELLIL, 2011).



**Figure 11 : Piège trappe** (cliché personnel)

### Avantages

Les pièges enterrés permettent de capturer les petits animaux Invertébrés et Vertébrés qui se déplacent activement à la surface du sol. BENKHELIL (1992) note que la technique des pots Barber est très utilisée par les écologistes, elle permet l'échantillonnage des Invertébrés de la surface du sol. C'est une méthode facile à mettre en œuvre car elle ne nécessite pas beaucoup de matériel. Elle permet la capture de toutes les espèces géophiles qui marchent plus qu'elles ne volent aussi bien diurnes que nocturnes. Elle permet d'obtenir des résultats qui peuvent être exploités par différents indices écologiques et des techniques statistiques.

### Inconvénients

Le plus grand inconvénient de cette technique provient des chutes de pluies ou les eaux d'irrigation lorsqu'elles sont trop fortes. Dans ce cas le surplus d'eau finit par inonder les boîtes dont le contenu déborde entraînant vers l'extérieur les arthropodes capturés, on a aussi l'évaporation de l'eau lorsqu'il fait trop chaud. Le deuxième inconvénient est dû à la faiblesse du rayon d'échantillonnage. Par ailleurs quelquefois, les boîtes sont déterrées par des promeneurs. Le troisième inconvénient est en rapport avec la façon de récupérer les insectes. En effet, lorsqu'on verse le contenu des pots Barber sur le grillage de filtration, les insectes trop petits passent entre les mailles du tamis.

### -Piège à hauteur "d'homme" (BONNEAU, 2008)

Il s'agit d'une bouteille en plastique avec deux ouvertures, plus ou moins circulaires, accrochée à un clou dans l'arbre, contenant un jeu de fruit, sel et eau, permettent l'entrée des insectes au vol. Plus le temps est chaud, plus ils sont disposés au soleil, plus ils seront actifs, la chaleur favorisant l'émission des odeurs fruitées et alcooliques.



Figure 12 : Piège à hauteur d'homme (cliché personnel)

### **1.1.2.2.1.2. Dispositif d'échantillonnage**

Le plan est conçu pour estimer avec le maximum de précision et le minimum d'effort un ou plusieurs paramètres de la population (FRONTIER, 1983). Selon BARBAULT (1981) de nombreuses méthodes, à partir d'observations effectuées dans des conditions précises le long d'un transect, permettent d'estimer la densité de populations d'animaux ou de plantes et les techniques varient selon le groupe et le milieu considérés.

Nous avons choisi cinq stations dans le jardin London, une au centre et quatre distribués dans les quatre directions du jardin, et six stations au jardin 5 juillet distribués le long du jardin. Chaque station contient 9 pots Barber alignés 3 à 3 sur 3 rangées distantes de 5 m l'une de l'autre, entre ces stations nous avons placé les bacs jaunes (10 au total) et les pièges à hauteur d'homme (8 au total) dans chaque jardin.

### **1.1.2.2.2. Au laboratoire**

Les insectes récoltés sont dénombrés, collectés ensuite identifiées par la contribution des spécialistes et la consultation des guides entomologiques.

### **1.1.2.3. Triage et dénombrement des spécimens collectés**

Après la collecte des insectes sur champs, pour chaque sortie et selon les différentes méthodes d'échantillonnage (chasse à vue, pièges trappes, pièges colorés, filet fauchoir), les échantillons sont analysés au laboratoire en commençant par le triage des spécimens récoltés. Chaque flacon contient au départ des spécimens mélangés est étiqueté avec les renseignements nécessaires.

Au laboratoire sous une loupe binoculaire et à l'aide de clés d'identification, nous avons trié les insectes récoltés en procédant par plusieurs étapes :

#### **Le 1er triage par ordre**

Consiste à trier les insectes par ordres.

#### **Le 2ème triage par famille**

Les insectes triés par ordre ont subi un deuxième tri pour chaque ordre afin de sélectionner les différentes familles qu'il contient.

#### **Le 3ème triage selon les critères les plus semblables (Genre / Espèce)**

Les individus appartenant à la même famille sont ensuite séparés selon des critères permettant d'indiquer leur appartenance au même genre /espèce.

#### 1.1.2.4. Collection des insectes

La cuticule des Arthropodes qui ne sont pas des insectes est généralement très mince. On ne peut donc pas conserver ces spécimens en le montant à sec sur une épingle (ils se déforment trop en séchant). On doit donc les conserver dans un liquide de préservation, le plus souvent de l'alcool (70 à 90%) (BORBONNAIS, 2011b). Chaque spécimen doit porter une étiquette où sont inscrits au moins le lieu et la date de sa capture. Le nom de la personne qui a capturé l'insecte en certains cas, des données sur l'habitat ou la nourriture de l'insecte sont parfois utiles (BORROR et WHITE, 1999 *in* KELLIL, 2011).

Dans notre cas, nous avons conservé dans l'alcool éthylique à 75 % les spécimens collectés à corps mou et certains spécimens ayant longuement séjournés 10 à 15 jours dans les pièges.

La préparation des collections de références a été réalisée selon le type d'insecte :

Les insectes de grande taille sont normalement montés sur épingle. On épingle généralement les insectes verticalement, dans le thorax, parfois de côté (BERUBE et *al.*, 2005). Dans le cas d'insectes sur épingles, leurs données sont inscrites sur 1 ou 2 petites étiquettes piquées sur l'épingle, sous l'insecte. Alors que les insectes très petits, sont montés sur des « pointes » (petits triangles de carton, d'environ 8 mm de longueur et de 3 ou 4 mm de largeur à la base); l'épingle est piquée à la base et l'insecte est collé sur la pointe (BORROR et WHITE, 1999 *in* KELLIL, 2011).

### 1.1.3. L'inventaire des espèces aviennes

#### 1.1.3.1. Techniques d'échantillonnage de l'avifaune

Beaucoup de méthodes de dénombrement de l'avifaune ont été développées pour les passereaux mais elles peuvent en principe s'appliquer à d'autres groupes d'oiseaux de manière plus générale.

On distingue schématiquement deux catégories de méthodes (FONDERFLICK, 2009) :

- Les méthodes de recensement, ou méthodes absolues, qui visent à obtenir des valeurs non biaisées du nombre d'individus se rapportant à une surface déterminée. Rentrent dans cette catégorie la méthode des plans quadrillés et les méthodes de recensement par comptage au sol ou aérien.

- Les méthodes de sondage, ou méthodes relatives, qui renseignent sur l'abondance relative des espèces d'oiseaux. Rentrent dans cette catégorie les méthodes faisant appel à des itinéraires échantillons (line-transect et Indice Kilométrique d'Abondance I.K.A.), et celles faisant appels à des

points d'écoutes (Indice Ponctuel d'Abondance I.P.A., Echantillonnage Fréquentiel Ponctuel E.F.P. et Echantillonnages Ponctuels Simples E.P.S.) pour les plus connues.

Les résultats qu'elles fournissent ne se rapportent pas non plus à une unité de surface mais à une constante qui pourra être une distance, une durée ou toute autre variable connue et contrôlée par observateur (Conservation des Forêts de Biskra, s.d.).

### 1.1.3.2. Matériel utilisé

Nous avons utilisé :

- Paire de jumelles
- Bloc-notes
- Guide d'identification

### 1.1.3.3. Mode opératoire de recensement des oiseaux

La méthode de relevé des données d'avifaune appliquée est celle des Indices Ponctuels d'Abondance (I.P.A.) mise au point par BLONDEL, FERRY et FROCHOT en 1970 (FONDERFLICK, 2009).

Nous avons suivi la méthode telle qu'elle est décrite par FONDERFLICK (2009). A l'intérieur des 18 points d'écoute fixes (rayon de 50 m), les oiseaux sont inventoriés pendant 20 minutes. L'observation ou la détection des oiseaux se fait par le chant, le cri ou à vue. Avant d'opérer, l'observateur reste immobile pendant 5 minutes au centre de ce cercle afin d'atténuer l'effet de sa présence sur les oiseaux. Tous les oiseaux vus posés (à terre ou dans les arbres) sont comptés. Les chants et les cris qui se retrouvent loin du cercle d'écoute ne sont pas pris en compte. Les relevés mentionnent à la fois les espèces (inventaire systématique) et leur fréquence.

La distance entre deux points d'écoute varie entre 1,5 km à 2 km afin d'éviter les doubles comptages (DELAHAYE, 2006 *in* TOUSSAINT et *al.*, 2007).

Les séances de prospection sont effectuées pendant le jour. Les observations débutent à 7 heures jusqu'à 10 heures de matin. Pour toute la période d'étude, 2 relevés ont été enregistrés au sein de chaque station, soient 36 I.P.A pour les deux jardins, 10 au jardin London et 8 au jardin 5 juillet.

Les cotations utilisées utilisés par BLONDEL et *al.* (1970) sont les suivantes :

- 1 : pour un mâle chanteur, un couple, un nid occupé ou un groupe familial.

0,5 : pour un oiseau observé en train de manger, de se reposer ou de faire sa toilette ou dont on entend les cris.

Pour les oiseaux grégaires, quand ils forment un groupe égal ou supérieur à quatre, la cotation est deux couples.

Les symboles utilisés par MULLER (1985 et 1987) *in* HAMADACHE (1991) sont les suivants :

δ : Oiseau chanteur.

O : Observation d'un couple d'oiseaux ou d'un nid.

T : Tambourinage chez les Picidés.

● : Cri.

X : Individu observé.

### **Avantages**

C'est une méthode pratique car il est plus facile de fixer un point d'écoute que de tracer un itinéraire à suivre en particulier dans des milieux fermés. Les I.P.A. permettent de comparer l'avifaune de milieux différents et aussi de connaître la composition de l'avifaune d'un même milieu à différentes saisons (ARAB, 2008).

BLONDEL et *al.* (1970) *in* REMINI (2007) indiquent que cette méthode présente des avantages :

- Elle permet de donner des résultats quantitatifs pendant une courte période.
- Elle est moins exigeante en caractéristiques de terrain.
- Elle informe l'observateur sur l'influence du milieu vis-à-vis de la composition, la structure et la densité de l'avifaune.

### **Inconvénients**

Ce type de dénombrement ne donne pas une idée sur la densité des oiseaux par unité de surface. De plus, l'utilisation de cette méthode risque de minimiser les différences d'abondance entre populations très denses. Il semble donc que cette méthode soit d'autant moins précise que la densité et la diversité de l'avifaune sont plus fortes et c'est pour cette raison que les durées d'écoute ont été limitées à 20mn (ARAB, 2008). Enfin Cette méthode ne permet pas une analyse fine du biotope des oiseaux.

Les inconvénients de cette méthode selon BLONDEL et *al.* (1970) in REMINI (2007) sont les suivantes :

- Les espèces à fortes densités ne sont pas prises en considération car l'observateur ne peut pas distinguer entre les chants des différents individus.
- Inversement dans un milieu pauvre, l'observateur doit marcher pour repérer le plus grand nombre.

#### 1.1.4. Exploitation des résultats par des indices écologiques

L'objectif d'exploiter nos résultats par l'utilisation des paramètres écologiques et statistiques est de mieux estimer la présence, la distribution des populations étudiées dans le temps et l'espace. Cette démarche permet également de comparer nos données avec plusieurs autres travaux concernant le même sujet, soit à échelle régionale ou mondiale.

##### 1.1.4.1. Qualité de l'échantillonnage

Selon BLONDEL (1979), la qualité de l'échantillonnage est le rapport du nombre d'espèces contactées une seule fois en un seul exemplaire au nombre total de relevés. La qualité de l'échantillonnage  $Q$  est grande quand le rapport  $a/N$  est petit et se rapproche de zéro.

$$Q = \frac{a}{N}$$

**a**: nombre d'espèces contactées une seule fois en un seul exemplaire

**N**: nombre total de relevés.

##### 1.1.4.2. Application des indices de structure et d'organisation

###### 1.1.4.2.1. Fréquence en nombre et abondance

La fréquence centésimale représente l'abondance relative d'une espèce et correspond au nombre d'individus d'une espèce ( $ni$ ) par rapport au nombre totale des individus recensés ( $N$ ) d'un peuplement. Elle peut être calculée pour un prélèvement ou pour l'ensemble des prélèvements d'une biocénose (DAJOZ, 1985).

$$Fc = \frac{ni}{N} \times 100$$

### 1.1.4.2.2. L'indice d'occurrence ou la constance

La fréquence d'occurrence de l'espèce  $i$  ( $C_i$ ), appelée aussi fréquence d'apparition ou indice de constance est le pourcentage du rapport du nombre de relevés contenant l'espèce  $i$  ( $p_i$ ) au total des relevés réalisés ( $P$ ) (DAJOZ, 1985).

La constance est calculée selon la formule suivante :

$$C \% = \frac{p_i}{P} \times 100$$

BIGOT et BODOT (1973), distinguent des groupes d'espèces en fonction de leur fréquence d'occurrence :

- Les espèces constantes sont présentes dans 50 % ou plus des relevés effectués;
- Les espèces accessoires sont présentes dans 25 à 49 % des prélèvements;
- Les espèces accidentelles sont celles dont la fréquence est inférieure à 25 % et supérieure ou égale à 10 %;
- Les espèces très accidentelles qualifiées de sporadiques ont une fréquence inférieure à 10 %.

Selon DAJOZ (1985) la constance est répartie en plusieurs classes :

Espèce omniprésentes	$F_o = 100 \%$
Espèce constantes	$75 < F_o < 100$
Espèce régulières	$50 < F_o < 75$
Espèce accessoires	$25 < F_o < 50$
Espèce accidentelles	$5 < F_o < 25$
Espèce rares	$F_o < 5$

### 1.1.4.2.3. Densité spécifique $d_i$ (pour les espèces aviennes)

La densité spécifique est le nombre de couple d'oiseaux d'une prise en considération par apport à l'unité de surface de milieu. Pour les passeriformes et les piciformes, elle est exprimée par 10 ha alors que pour les grands rapaces par 100 ha (MULLER, 1986 in SAIDANE, 2006).

### 1.1.4.2.4. Densité totale $D$ (pour les espèces aviennes)

La densité totale représente la somme des densités spécifiques  $d_i$  des espèces présente dans chacune des deux milieux d'étude :

$$D = d_1 + d_2 + d_3 + \dots + d_n$$

**D** : densité totale ; **d1, d2, d3....dn** : densité des espèces 1, 2, 3,...n

### 1.1.4.3. Application des indices de diversité des peuplements et équirépartition

#### 1.1.4.3.1. Richesse spécifique totale (S)

On distingue une richesse totale **S** qui est le nombre total d'espèces que comporte le peuplement considéré dans un écosystème donné. La richesse totale d'une biocénose correspond à la totalité des espèces qui la composent (RAMADE, 2003). L'adéquation de ce paramètre à la richesse réelle est bien entendu d'autant meilleure que le nombre de relevés est plus grand (BLONDEL, 1975).

#### 1.1.4.3.2. Richesse spécifique moyenne (Sm)

La richesse spécifique moyenne **Sm** correspond au nombre moyen d'espèces présentes dans un échantillon du biotope dont la surface a été fixée arbitrairement. La richesse moyenne permet de calculer l'homogénéité du peuplement. Plus la variance de la richesse moyenne sera élevée, plus l'hétérogénéité sera forte (RAMADE, 2003).

$$S_m = \frac{\text{nombre total d'espèces recensées lors de chaque relevés}}{\text{nombre de relevés réalisés}}$$

#### 1.1.4.3.3. Indice de diversité de Shannon (H')

L'indice de Shannon aussi appelé indice de Shannon-Weaver ou Shannon-Wiener, est dérivé de la théorie de l'information (MARCON et MORNEAU, 2006).

Cet indice est actuellement considéré comme le meilleur moyen pour traduire la diversité (BLONDEL et al. 1973 in SAIDANE, 2006). L'indice de diversité de Shannon **H'** apparaît comme étant le produit de deux termes représentant respectivement les deux composantes de la diversité : d'une part le nombre d'espèces, exprimé en logarithme; d'autre part la répartition de

leurs fréquences relatives résumée par le rapport de l'indice obtenu à la valeur qu'il aurait si toutes les espèces étaient également abondantes (FRONTIER, 1983). Il est calculé par la formule suivante :

$$H' = - \sum P_i \log_2 P_i$$

D'après (FRONTIER, 1983, RAMADE, 2003, BLONDEL, 1979)

**P<sub>i</sub>** : le nombre d'individus **n<sub>i</sub>** de l'espèce **i** par rapport au nombre total d'individus recensés **N**.

Les valeurs de diversité de Shannon Weaver varient entre **0** et **log<sub>2</sub> S** ou **H'max** (BARBAULT, 1992). L'indice de Shannon convient bien à l'étude comparative des peuplements parce qu'il est relativement indépendant de la taille de l'échantillon (RAMADE, 2003). Bien que l'indice de Shannon varie directement en fonction du nombre d'espèces, les espèces rares présentent un poids beaucoup plus faible que les plus communes (RAMADE, 2003).

#### 1.1.4.3.4. Indice d'équirépartition ou équitabilité (E)

L'estimation de l'équitabilité (diversité relative) se heurte évidemment à la difficulté d'évaluer le nombre total réel d'espèces d'une communauté; on mesurera dès lors ce descripteur en prenant comme référence le nombre d'espèces présentes dans l'échantillon et on obtient ainsi l'équitabilité de l'échantillon (FRONTIER, 1983).

L'indice d'équitabilité **E** est le rapport entre la diversité calculée **H'** et la diversité maximale **H'max** qui est représentée par le log<sub>2</sub> de la richesse spécifique **S** (RAMADE, 2003 et BLONDEL, 1979).

$$E = \frac{H'}{H'_{\max}}$$

**H'** : indice de Shannon    **H'max** : diversité maximale

D'après RAMADE (2003) les valeurs de l'équitabilité varient entre **0** et **1**. Elles tendent vers **0** quand la quasi-totalité des effectifs correspond à une seule espèce et il est égal à **1** lorsque toutes les espèces ont la même abondance.

## 1.2. La valeur récréative

Aujourd'hui, la comptabilité nationale des différents pays s'efforce de prendre en compte au mieux la contribution de l'environnement et des actifs naturels dans l'économie nationale dans un cadre général intégré (GARCIA et JACOB, 2008). La comptabilité publique « verte » a pour objectif d'intégrer la valeur du patrimoine écologique afin de mieux guider les choix politiques des décideurs publics.

L'objectif principal est de constituer une base d'information structurée et suffisamment élaborée, afin de disposer d'un outil d'analyse facilitant la prise de décision et l'évaluation des politiques publiques (GARCIA et JACOB, 2008).

### 1.2.1. Méthode de l'évaluation de la valeur récréative

Alors que les usages marchands sont évalués par leur valeur d'échange, c'est à dire par le prix auquel ils sont vendus ou achetés, les biens et services non marchands n'ont pas de prix. Dans le domaine plus général des biens et des services d'environnement et des actifs naturels les techniques d'évaluation de l'usage récréatif reposent sur le consentement maximal à payer pour profiter de ces biens et services. Il peut s'agir par exemple du prix d'entrée, dépenses d'accès au site ou du prix que les habitants seraient prêts à payer pour bénéficier de la fonction de récréation.

Différentes méthodes se sont considérablement développées au cours des années récentes, deux grands types d'évaluations sont envisageables :

-Une méthode directe, tendant à constituer un marché fictif et à faire exprimer leurs préférences aux individus ; c'est la méthode d'évaluation contingente (SCHERRER, 2003) ;

-Des méthodes indirectes fondées sur l'observation de marchés annexes ; elles sont multiples : Méthode des coûts de déplacement, méthode des prix implicites, méthodes des dépenses de protection, méthode de la fonction de dommage.

Dans le premier cas, les préférences des individus sont exprimées ; dans le second, elles sont révélées.

On a choisi pour notre travail la méthode des coûts de déplacement pour quantifier la valeur monétaire de la fonction récréative de jardin 5 juillet, étant donné que ce dernier accueille des visiteurs quotidiennement, contrairement au jardin Landon qui subit des travaux de réhabilitation et ne reçoit pas les visiteurs. C'est la méthode d'évaluation des actifs non-marchand la plus couramment utilisée pour estimer des fonctions de demande d'activités de loisir (SALANIE et *al.*,

2006). Celle-ci trouve son origine dans une lettre envoyée en 1947 par HOTELLING au directeur d'un parc national américain (TERRA, 2005). Le procédé empirique est dit de CLAWSON (CLAWSON et KNETSCH, 1966 in GARCIA et JACOB, 2008).

A fin d'appliquer cette méthode, Nous avons consulté principalement le guide de bonnes pratiques pour la mise en œuvre de la méthode des couts de transport (TERRA, 2005) et le travail de ABICHOU et ZAIBET (2008).

### 1.2.2. Principe de la méthode

Visiter un parc naturel, un plan d'eau ou un site exceptionnel en montagne demande la plupart du temps de se déplacer et de payer pour un mode de transport choisi. Les visiteurs d'un site doivent en effet acheter un billet de train ou de bus pour les transports publics, ou supporter les coûts (essence, entretien, assurance...) liés à l'utilisation de leur voiture. Ils doivent également passer du temps (voyage) pour atteindre le site. La méthode des coûts de transport consiste à évaluer les différents coûts que les ménages sont prêts à payer pour profiter d'un lieu à usage récréatif.

Cette méthode peut être utilisée pour estimer les bénéfices ou les coûts issus de :

- changements dans la qualité environnementale d'un lieu à usage récréatif ;
- la création d'un lieu à usage récréatif ;
- la suppression d'un lieu à usage récréatif ;
- changements dans les coûts d'accès d'un lieu à usage récréatif

### 1.2.3. Application pratique

Les différentes étapes et la complexité de la méthode dépendent en partie du niveau d'informations et de précision que l'évaluateur souhaite obtenir.

1-La première étape consiste à récolter les informations existantes sur la fréquentation du site, les activités pratiquées et sur l'origine des visiteurs de ce site.

2-Dans une deuxième étape, il s'agit de compléter ces informations par le biais d'enquêtes. Les enquêtes peuvent aussi servir à obtenir des informations qui n'auraient pas pu être obtenues lors de la première étape. Cette enquête permet de mieux comprendre :

- D'où viennent les visiteurs du site ?
- Quel moyen de transport ont-ils choisi pour visiter le site ?
- Quel est l'objectif principal de leur visite ?
- Quel est la fréquence de leurs visites sur le site (nombre de visite par an par exemple) ?
- Quelles sont leurs caractéristiques socio-économiques (âge, revenu, catégorie socioprofessionnelle) ?

-Nous avons choisi pour l'enquête un échantillon de 130 visiteurs renfermant toutes les catégories de la société, et toutes les classes d'âges, les visiteurs ont été interviewés d'une manière

aléatoire à la sortie du parc. Nous avons suivi l'approche dite zonale; HOTELLING (1947) a le premier suggéré cette méthode en dans un rapport au directeur du *National Park Service* des États-Unis (GARCIA et JACOB, 2008).

Nous avons utilisé la méthode des coûts de transport dans sa forme originale : sous la forme d'un modèle zonal. Cette approche consiste à construire des cercles concentriques autour du site donné, de sorte que l'aire entre deux cercles successifs corresponde à une même distance au site et donc à un même coût de transport. Les différences en matière de visites entre les différentes zones, en tenant compte des différences de population entre zones, sont ainsi causées par des différences de coûts de transport.

3-La troisième étape est le traitement statistique des données récoltées.

L'objectif de ce traitement est de relier le nombre de visiteurs du site aux coûts qu'ils supportent pour le visiter, une relation inversement proportionnelle entre fréquence de visite et coûts étant attendue. Cette relation permet de construire une « fonction de demande » pour le site et d'en déduire sa valeur : La valeur récréative collective d'un consommateur est égale au surplus qu'il reçoit. Ce surplus correspond en effet au prix d'entrée que le consommateur serait prêt à payer pour une visite. Nous pouvons ainsi montrer l'effet des facteurs explicatifs jugés influençant sur le comportement des gens vis-à-vis le jardin et donc le nombre de visites d'après la corrélation qui peut exister entre ces variables et le nombre de visites. Nous avons utilisé la méthode des Moindres Carrés Ordinaires (MCO) pour la formulation économétrique de la fonction de demande sur le jardin.

#### **1.2.4. Utilisation des résultats**

Les résultats permettent de donner une estimation de la valeur moyenne du site par visiteur. Multipliée par le nombre de personnes qui visitent le site, elle permet d'évaluer la valeur totale du site. En faisant des hypothèses de changements de fréquentation liés à des dégradations ou amélioration de la qualité du site, les coûts ou bénéfices induits par ces changements peuvent être estimés. Il est également possible d'estimer des baisses de fréquentation du site qui résulteraient d'une perception ou augmentation d'un droit d'entrée.