

5.1 Le compartiment sol

5.1.1 Caractéristiques des variables physicochimiques des sols étudiés

Le tableau 5.1, donne les statistiques élémentaires des variables physico-chimiques pour les stations I et II.

Ainsi, concernant le pH du sol, la moyenne est de $8,48 \pm 0,11$ avec un maximum et un minimum de 9,24 et 8,09 (Tab. 5.1). En outre la figure 5.1 a, montre que le pH au niveau des placettes de la station I, varient très significativement ($F_{\text{obs}} = 5,15$ et $p < 0,01$; Cf. Tableau 1 Annexe A).

Tableau 5.1 : Intervalles de confiance à 95% pour les moyennes des variables pH, %H, %P, $T^{\circ}\text{C}_{\text{sol}}$ et $T^{\circ}\text{C}_{\text{air}}$; Ce (mmhos/cm) et %CaCO₃ et leurs valeurs extrêmes entre parenthèses.

	pH	%H	%P	Ce (mmhos /cm)	%CaCO ₃	T°C sol	T°C air
SI	[8,48±0,11] (8,09-9,24)	[21,97±2,74] (15,14-36,38)	[35,06±1,72] (30,09-43,77)	[8,87±1,05] (3,84-13,3)	[25,77±2,34] (19-34)	[16,3±1,85] (13-20)	[18,4±1,81] (15-22,5)
SII	[8,46±0,9] (8,09-8,90)	[31,44±2,36] (23-44)	[56,36±1,87] (42,26-61,58)	[0,75±0,12] (0,36-1,6)	[59,47±4,42] (45,5-75,6)	[15,6±2,75] (12-20)	[13,65±3,91] (10-18,5)

Pour la station II, la moyenne du pH est de $8,46 \pm 0,9$ avec un maximum et un minimum respectivement de 8,90 et 8,09. Par ailleurs, le pH au niveau des différentes placettes de la station II (Fig. 5.1b) varie très significativement ($F_{\text{obs}} = 18,08$ et $p < 0,01$; Cf. Tableau 2 Annexe A).

La comparaison entre les moyennes du pH de la station I ($8,48 \pm 0,1$) et II ($8,46 \pm 0,9$) par le test de l'écart-réduit ($t=0,598$ pour $p < 0,05$; Cf. Tableau3 Annexe A) montre qu'il n'y a pas de différences significatives. Ainsi les pH de SI et SII sont similaires.

Pour ce qui est du taux d'humidité moyen du sol (%H) de la station I, il est de $21,97 \pm 2,7$ %H ; le minimum et le maximum sont respectivement de 15,14 et 36,38 %. La figure 5.2 a, indique des fluctuations d'humidité dans les placettes de SI, très significatives ($F_{\text{obs}} = 101,82$; $p < 0,01$; Cf. tableau1 Annexe A).

Le taux d'humidité (% H) de la station II, est en moyenne de $31,44 \pm 2,36$ %H (Tab. 5.1). Il est aussi à observer (Fig. 5.2.b) que l'humidité varie significativement dans SII ($F_{\text{obs}} = 3,92$; $p < 0,01$) (Cf. Tableau2 Annexe A).

Par ailleurs, la différence entre les moyennes du %H des stations étudiées est significative ($t = -10,47$ pour $p < 0,05$; Cf. Tableau 3 Annexe A), ce qui signifie que la station II ($31,44 \pm 2,36$) est plus humide que la station I (Tab.5.4).

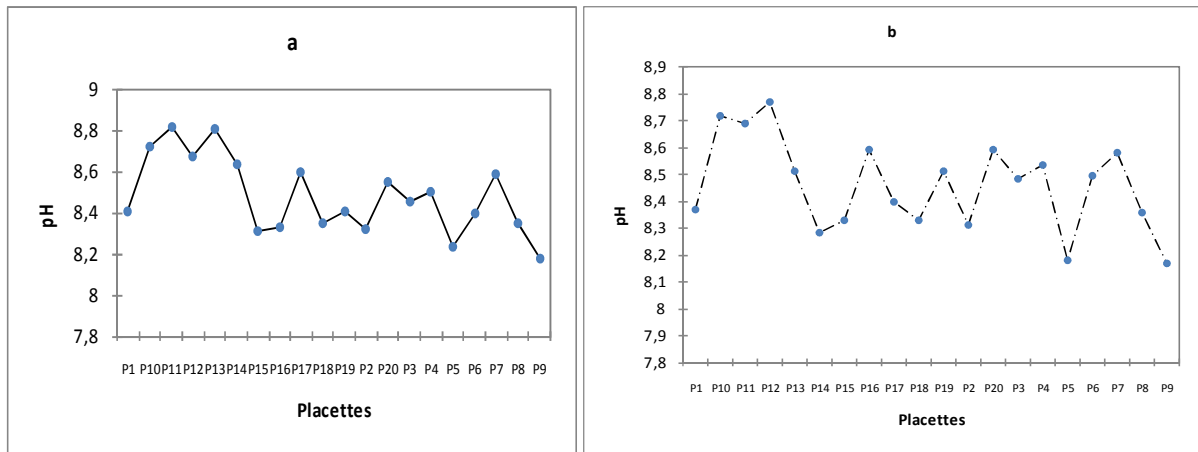


Figure 5.1 : Variation du pH dans les placettes de la station I (a) et Station II (b).

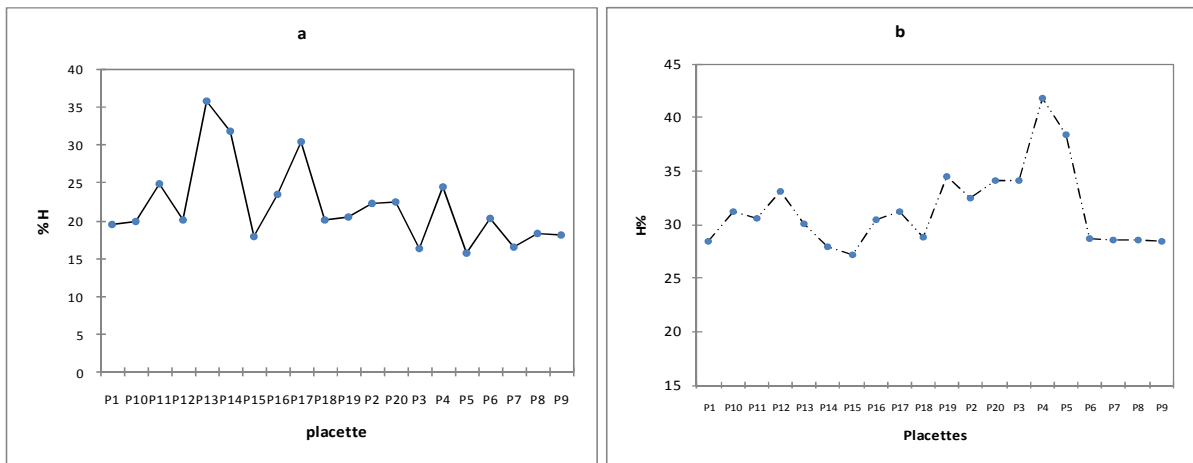


Figure 5.2 : Variation du taux d'humidité (%H) dans les placettes de la station I (a) et de la Station II (b).

En ce qui concerne la porosité du sol (%P), la moyenne est de $35,06 \pm 1,72$ %P (Tab.5.1), avec un minimum et un maximum respectivement de 30,09 et 43,77 pour la station I. La figure 5.3, indique aussi que la porosité totale au niveau des placettes de la SI étudiées varie très significativement ($F_{\text{obs}} = 9,80$; $p < 0,01$; Cf. tableau1 Annexe A). Pour la station II,

la moyenne de la porosité (%P) est de $56,36 \pm 1,87$ % le minimum et le maximum sont respectivement de 42,26 et de 61,58 %P. La différence entre les moyennes de la porosité (%) des stations I et II explorées est significative ($t = -33,537$, $p < 0,05$; Cf. Tableau3 Annexe A); ce qui indique que la porosité du sol (%) de la station II est supérieure que celle de la station I.

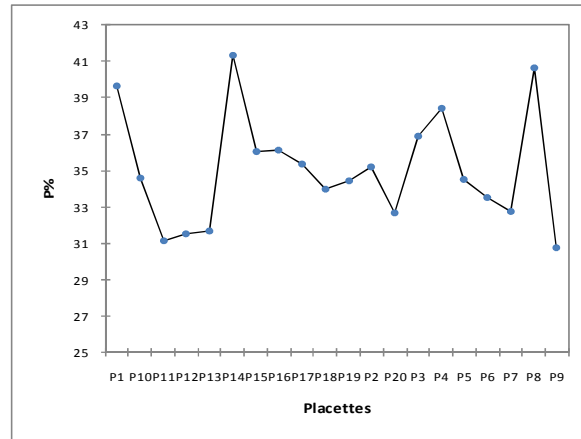


Figure 5.3 : Variation de la porosité totale (% P) dans les placettes de la station I.

Concernant la conductivité électrique (Ce), la valeur moyenne est de $8,87 \pm 1,05$ mmhos/cm (Tab.5.1), le minimum est de 3,84 mmhos/cm et le maximum de 13,3 mmhos/cm pour la station I. En revanche pour la station II la moyenne, le minimum et le maximum sont respectivement de 0,75; 0,36 et 1,6 mmhos (Tab. 5.1). La figure 5.4 a et b montrent que la conductivité électrique (Ce) varie significativement que cela soit pour les placettes de la station I ($F_{\text{obs}} = 38,83$; $p < 0,01$; Cf. Tableau1 Annexe A) ou pour celles de la station II ($F_{\text{obs}} = 8,88$; $p < 0,01$) Cf. Tableau2 Annexe A) (Fig. 5.4. a et b). En outre, la différence entre la moyenne de la salinité de SI ($8,87 \pm 1,05$) et SII ($0,75 \pm 0,12$) est très significative ($t = 30,69$; $p < 0,01$; Cf. Tableau3 Annexe A), ainsi, la station I est plus salée que la station II.

Le tableau 5.1, montre que le taux du % CaCO_3 moyen des sols étudiés est de $25,77 \pm 2,34$ % pour la station I, et de $59,47 \pm 4,42$ % pour la station II. Le test d'ANOVA effectué, montre que le taux de calcaire varie très significativement (Fig. 5.5 a et b) au niveau des placettes de la station I ($F_{\text{obs}} = 199,38$; $p < 0,01$) et de la SII ($F_{\text{obs}} = 27,08$; $p < 0,01$) Cf. Tableau 2 Annexe A).

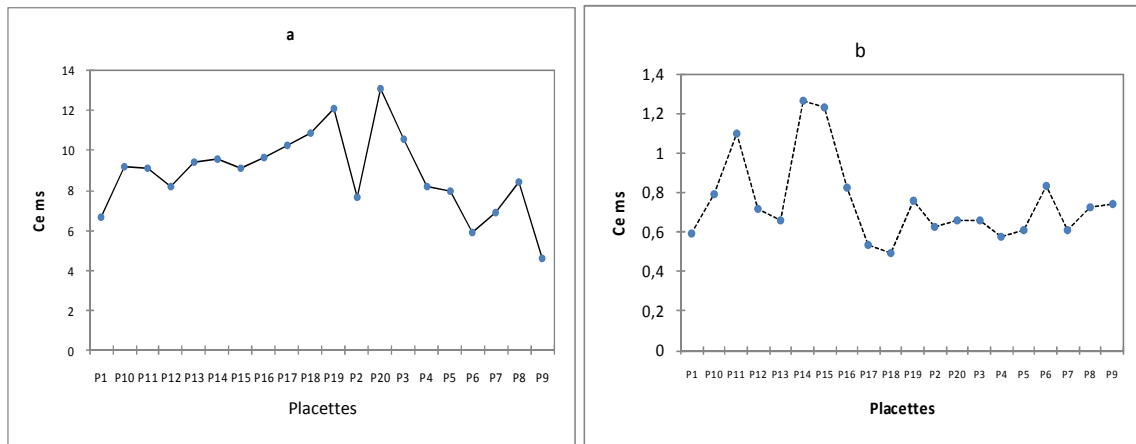


Figure 5.4 : Variation de la conductivité électrique Ce (mmhos/cm) dans les placettes de la station I (a) et Station II (b).

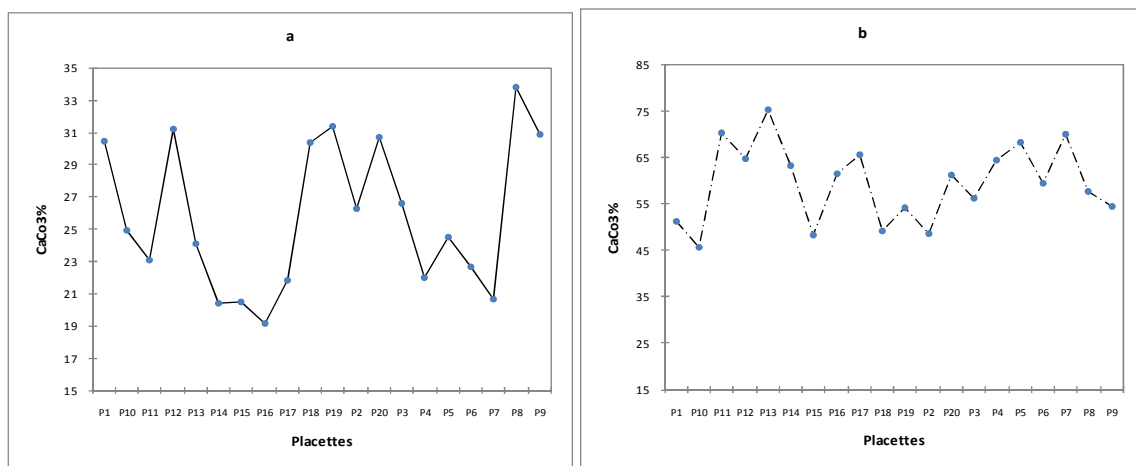


Figure 5.5 : Variation de du taux de calcaire totale (% CaCO₃) dans les placettes de la station I (a) et de la Station II (b).

Par ailleurs, Le test de l'écart-réduit montre que la différence entre les moyennes est significative ($t = -26,949$; $p < 0,05$) (Tab.5.1). La station II est plus riche en % CaCO₃ que la SI.

Concernant, les températures du sol (Tab. 5.1), pour la station I nous relevons une moyenne de $16,3 \pm 1,85^\circ\text{C}$, avec un minimum de 13°C et un maximum de 20°C . La station II montre que les températures du sol ont une moyenne de $15,6 \pm 2,75^\circ\text{C}$, avec respectivement un minimum et un maximum de 12 et 20°C .

Pour les températures de l'air ($T^\circ\text{C}$), la moyenne enregistrée pour la station I est de $18,4^\circ\text{C}$ avec un minimum et un maximum respectivement de 15°C et $22,5^\circ\text{C}$.

Pour la station II, la moyenne est de 13,65°C avec un minimum de 10°C et un maximum de 18,5°C. Le test de l'écart-réduit ($t=5,941$; $p<0,05$), montre que la différence entre les moyennes est significative.

Dans notre étude nous nous sommes aussi intéressés à d'autres paramètres pédologiques, soit la matière organique (%MO), les teneurs en azote totale (%N) et le rapport de fertilité (C/N).

Tableau 5.2 : Intervalles de confiance à 95% pour les moyennes des variables %C, %MO, %N et C/N et leurs valeurs extrêmes entre parenthèses.

	%C	%MO	%N	C/N
Station I	[0,63±0,74] (0,25-1,82)	[1,09±1,3] (0,43-3,14)	[0,33±0,22] (0,21-0,62)	[1,93±1,36] (0,98-2,96)
Station II	[2,58±0,91] (1,57-3,15)	[4,46±1,57] (2,7-5,44)	[1,17±0,24] (1-1,56)	[2,20±0,78] (1,4-2,76)

Concernant, le taux du Carbone (% C) dans le sol, nous relevons un minimum et un maximum respectivement de 0,25%C et 1,82 %C avec une moyenne de 0,63±0,74 %C pour la station I. En revanche pour la station II, la moyenne est de 2,58±0,91 % C avec un minimum et un maximum respectivement de 1,57 de 3,15%.C. La différence est significative entre les moyennes %C des stations étudiées ($t= -7,642$; $p<0,05$) (Cf. Tableau 3 Annexe A).

Par ailleurs, le tableau 5.2, montre que la moyenne du taux de la matière organique (%MO) est de 1,09±1,3 et 4,46±1,57 % MO respectivement pour SI et SII.

En ce qui concerne le taux d'azote (%N), dans le sol nous relevons (Tab. 5.2) une moyenne de 0,33±0,22 % pour la station I avec un minimum et un maximum respectivement de 0,21 et 0,62 % N. Par ailleurs la moyenne est de 1,17±0,24 % N avec un minimum de 1 % N et un maximum de 1,56%N pour la station II. Ainsi, le test de Student ($t=-11,86$; $p<0,05$) montre qu'il y'a une différence significative entre les moyennes des deux stations.

Aussi le taux d'azote dans la station II est plus élevé que dans la station I (Cf. Tableau 3 Annexe A).

Concernant, le rapport de fertilité C/N, nous relevons une moyenne de $1,93 \pm 1,36$ pour la station I, et $2,20 \pm 0,78$ pour la station II. Le test de Student ($t = -0,80$; $p < 0,05$) montre que la différence n'est pas significative entre les deux stations (Cf. Tableau 3 Annexe A). Toutefois, le rapport de fertilité reste pour la SI et SII faible.

5.1.2 Analyse granulométrique des sols étudiés

Les résultats de l'analyse granulométrique montrent que pour la station I, les moyennes ; argile (%A), limon fin (%Lf), limon grossier (%Lg), sable fin (%Sf) et sable grossier (%Sg) sont respectivement de 5%, 7.66%, 9.33%, 39.33% et 38.66% (Fig.5.6). En revanche pour la station II, ils sont de 8.33%, 33%, 31%, 17%, 10,66% respectivement pour % A, % LF, % LG, % SF et % SG. La projection de ces résultats sur le triangle textural Américain (Duchauffour, 1977), montre que la texture du sol de la station I est sableuse, par contre celle de la station II est limoneuse.

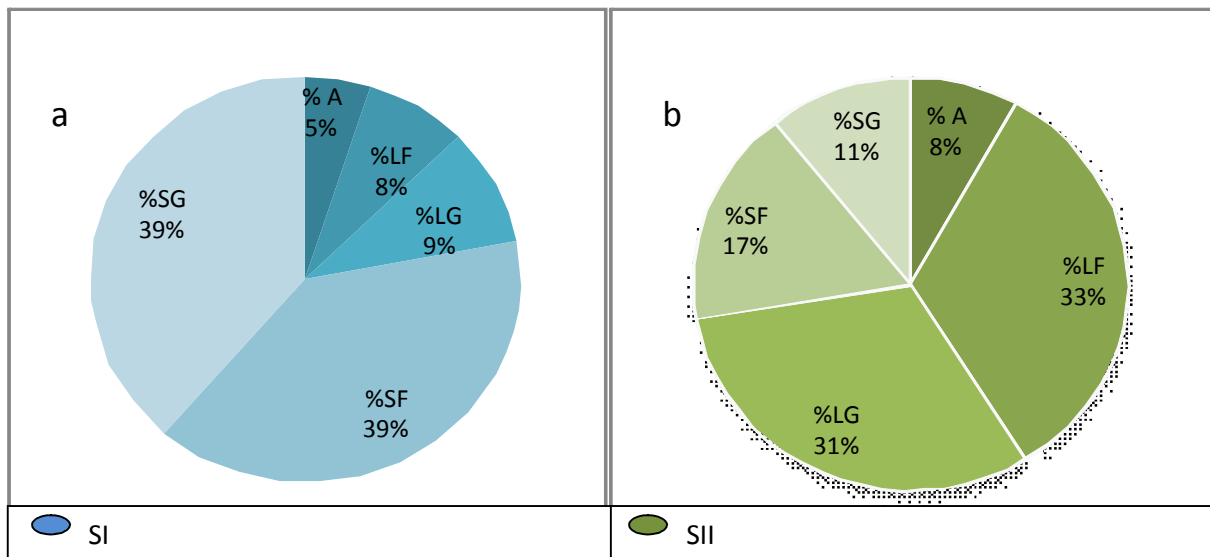


Figure 5.6 : Proportions (%) des fractions granulométriques pour la station I (a) et station II (b).

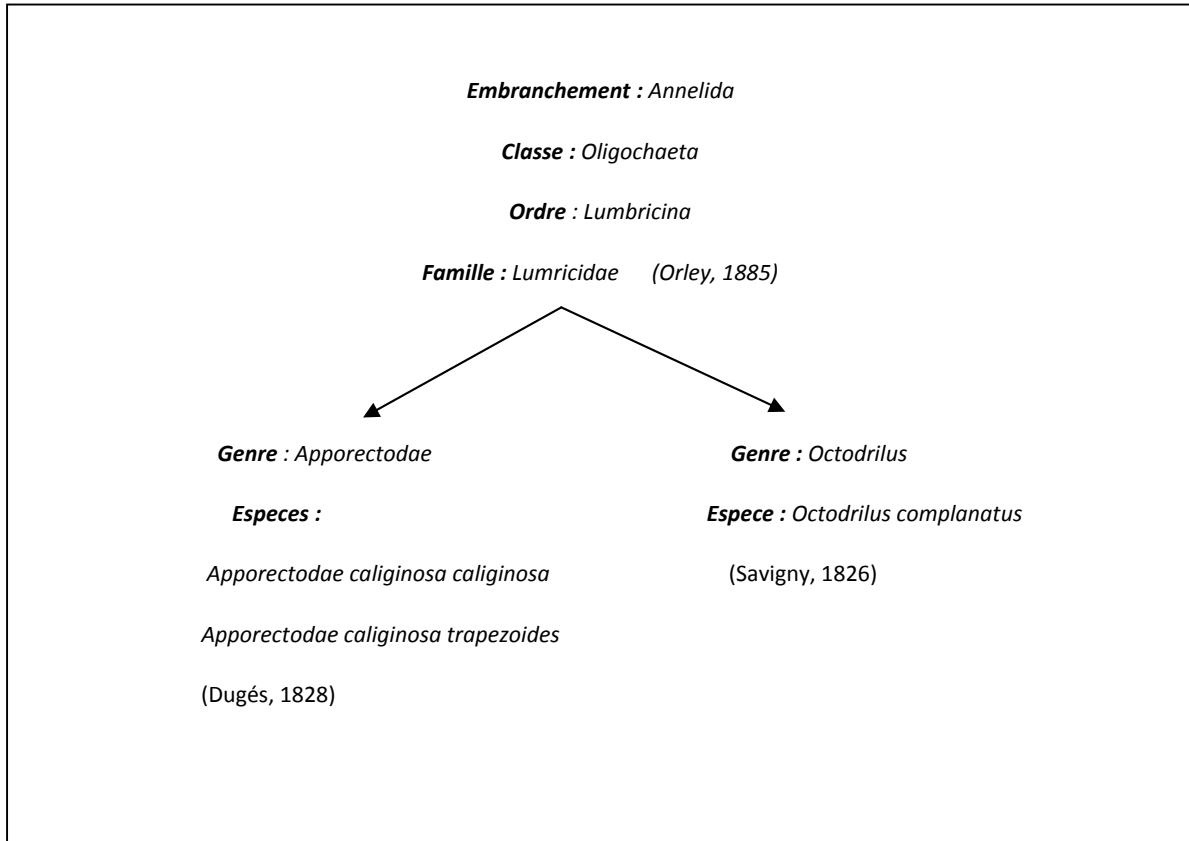


Figure 5.10 : Classification des espèces trouvées dans la région d'étude.



A. caliginosa trapezoides.

A. caliginosa caliginosa.

Octodrilus complanatus.

Figure 5.11 : Photos des espèces Lombriciens trouvés dans la région de Biskra.

Tableau 5.3 : Caractéristiques des espèces déterminées (Dugés, 1828 et Savigny, 1826).

caractéristiques	<i>Octodrilus Camplanatus</i>	<i>Apporectodea caliginosa caliginosa</i>	<i>Apporectodea caliginosa trapezoides</i>
Couleur	Pigmentation cutanée brune à grise foncée parfois brune rougeâtre	Gris prédominant de couleur parfois variable	Couleur variable de gris ardoise à rose
Longueur	70-198 mm	40-180 mm	80-137 mm
diamètre	4-10mm	2-4mm	3-7 mm
Nombre de segment	122-192	100-180	
Habitat	Se trouve près des cours d'eau, autour des racines des cultures céréalières, et jachères et sous agrumes, abricotiers et pommiers, dans des sols peu évolués, calcimagnésiques, hydromorphes.	Se rencontre dans les champs, les jardins, les pâturages, les forêts, le long des rives et des rivières et des lacs .Vit dans tous type de sol même les plus pauvres et les sols sablonneux	Origine paléarctique Trouvé dans les sols lourds ou sablonneux Un vers de terre commun dans les vergers des vallées centrales. Tolère l'immersion en eaux
Groupe écologique	Anécique, laboureur du sol	Epigé	Endogé, et principalement géophage

Le tableau 5.4, donne la répartition des espèces des vers de terre dans SI et SII. Dans la station se situant au sud (SI), nous avons répertorié 1 espèce *Apporectodea caliginosa trapézoïdes* (Tab.5.4). En revanche la station se trouvant au nord (SII), nous avons déterminé 2 espèces *Apporectodea caliginosa caliginosa* et *Octodrilus complanatus*.

Tableau 5.4 : Présence des espèces rencontrées dans les deux stations.

	<i>A. caliginosa trapésoides</i>	<i>A. caliginosa caliginosa</i>	<i>Octodrilus complanatus</i>
SI	+	0	0
SII	0	+	+

5.2.2 Démoécologie et structure des populations

a) Densité et biomasse

Le tableau 5.5, montre que la moyenne totale de la densité dans la station I est de $26,40 \pm 16,66$ ind/m² avec un minimum de 0 individu et un maximum de 128 ind/m². Les résultats de l'analyse de la variance ($F_{obs} = 10,30$; $p < 0,01$; Cf. Tableau 1 Annexe B), indiquent qu'il y'a une différence très hautement significative entre les moyennes de la densité des vers de terre au niveau des différentes placettes dans la parcelle expérimentale de la station I (Fig. 5.10a). Il en est de même (Fig. 5.10b) pour les placettes de la station II ($F_{obs} = 2,48$; $p < 0,01$; Cf. Tableau 1 Annexe B), dont la moyenne est de $84,26 \pm 21,73$ ind/m², avec un minimum et un maximum respectivement de 0 et 160 ind/m². Par ailleurs, la moyenne de la densité de la station I ($26,40 \pm 16,66$ ind/m²) est significativement différente de celle de la station II ($84,26 \pm 21,73$ ind/m²). En effet le test de l'écart-réduit indique $t = -8,457$, $p < 0,05$ (Cf. Tableau 2 Annexe B).

Tableau 5.5 : Intervalles de confiance à 95% pour les moyennes des variables de la densité (ind/m²), la biomasse (g/m²) des lombriciens au niveau des différents stades de développement dans les deux stations.

		Adultes	Sub/adlt	Juveniles	Total
SI	Densité (ind/m ²)	9,28±8,36 [0-80]	6,12±5,07 [0-32]	10,92±8 [0-64]	26,40±16,66 [0-128]
	Biomasse (g/m ²)	24,48±11,52 [0-96]	9,32±6,68 [0-48]	10,4±6,94 [0-48]	16,73±13,44 [0-106,08]
	Densité (ind/m ²)	43,2±13,62 [0-96]	18,66±7,64 [0-48]	20,26±8,18 [0-64]	84,26±21,73 [0-160]
SII	Biomasse (g/m ²)	86±28,73 [0-219,5]	13,32±10,1 [0-93,6]	4,16±2,4 [0-16,73]	100,7±32,67 [0-234,56]

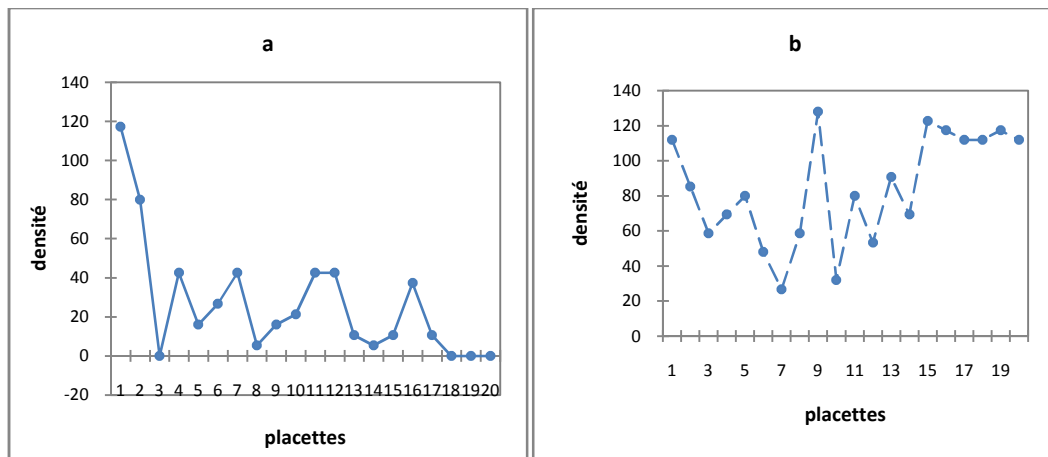


Figure 5.12 : Variation de la densité (ind/m²) dans les placettes de la station I (a) et Station II (b).

Concernant la biomasse, le tableau 5.6, montre que la moyenne totale de la biomasse dans la station I est de $16,73 \pm 13,44$ avec un minimum de 0 et un maximum de $106,08 \text{ g/m}^2$. Les résultats de l'analyse de la variance ($F_{\text{obs}}=5,23$; $p<0,01$; Cf. Tableau 1 Annexe B), indiquent qu'il y'a une différence très hautement significative entre les moyennes de la biomasse des vers de terre au niveau des différentes placettes dans la parcelle expérimentale de la station I (Fig.5.13). Toutefois, les placettes de la station II sont homogènes. Ainsi, la moyenne est de $100,7 \pm 32,67 \text{ g/m}^2$, avec un minimum et un maximum respectivement de 0 et $234,56 \text{ g/m}^2$ dans la station II (Tab. 5.5). Le test de l'écart-réduit pour les deux stations ($t=9,51$, $p<0,05$), montre que la différence entre les moyennes de la biomasse est significative (Cf. Tableau 2 Annexe B); (Fig. 5.11(a)).

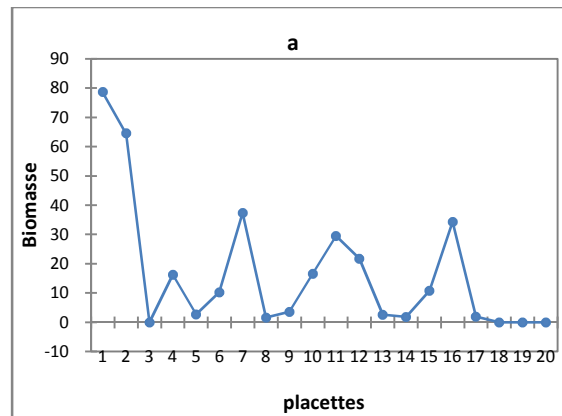


Figure 5.13 : Variation de la biomasse (g/m^2) dans les placettes de la station I.

b) Structure de l'âge du peuplement lombricien

La connaissance de l'âge des individus constituant une population représente un impératif indispensable à toute étude démoécologique (Ramade, 2003).

Nous observons dans le tableau 5.5, d'une part que les stades adultes, subadultes et juvéniles quelque soit la station prospectée sont présents; d'autre part leurs densités (Fig. 5.14) représentent respectivement 35, 23 et 42 % dans SI et de 52, 17 et 31 % dans SII.

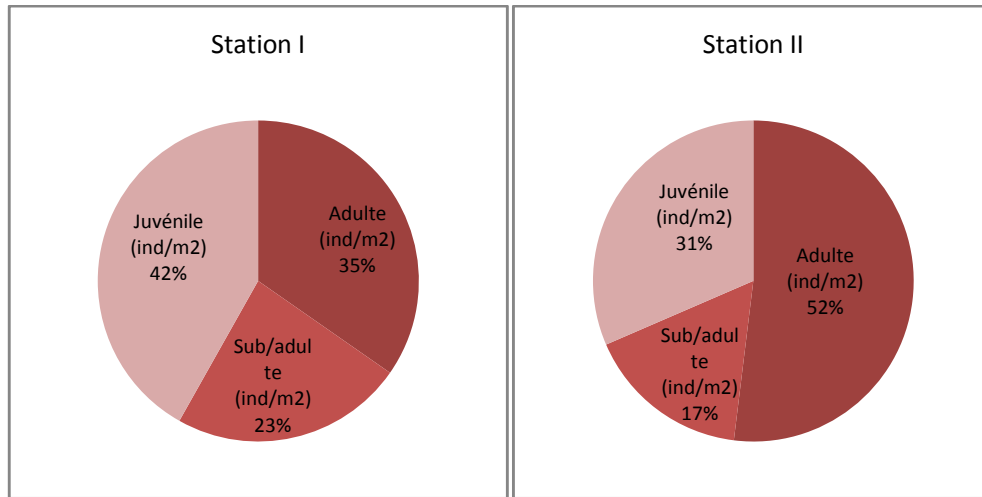


Figure 5.14 : Proportion (%) des différents stades de développement des lombriciens dans les deux stations étudiées.

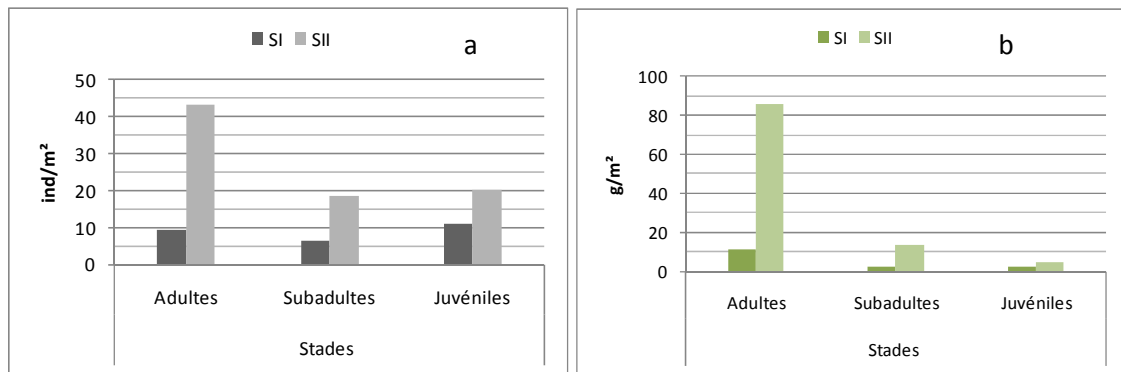


Figure 5.15 : Répartition de la Densité (a) et la biomasse (b) des différents stades de développement des lombriciens récoltés dans SI et SII.

Concernant la densité la figure 5.15a, montre que les adultes dans la station II sont plus élevés que dans la station I. En effet, la différence est significative entre les moyennes de la densité des adultes de SI ($9,28 \pm 8,36$) et SII ($43,2 \pm 13,62$), ainsi le test de l'écart-réduit indique $t = -8,46$, $p < 0,05$ (Cf. Tableau 2 Annexe B). Il en est de même pour la biomasse des adultes, celle-ci est plus élevée dans SII que SI (Fig. 5.15b) ; en outre la différence est significative ($t = -9,529$, $p < 0,05$).

Concernant la densité des subadultes la figure 5.15b, indique que les subadultes de SII sont plus importantes que SI (Tab. 4.5). En effet, le test de l'écart-réduit confirme cela, ainsi il indique $t = -5,743$, $p < 0,05$. Il affirme aussi ($t = -4,361$, $p < 0,05$), qu'il y'a une différence significative entre les moyennes de la biomasse des Subadultes dans les 2 stations étudiées (Tab.5.5, Fig.5.15b) (Cf. Tableau 2 Annexe B).

Concernant la densité des juvéniles nous observons figure 5.15a, que l'effectif est plus élevé dans la station II que la station I et le test t montre qu'il y'a une différence significative entre les moyennes de la densité des juvéniles entre les deux stations ($t = -3,269$, $p < 0,05$; Cf. Tableau 2 Annexe B). Toutefois il n'y'a pas une différence significative entre les moyennes de la biomasse des juvéniles de la station I ($10,4 \pm 6,94 \text{ g/m}^2$) et la station II ($4,16 \pm 2,4 \text{ g/m}^2$) en effet, le test de l'écart-réduit indique $t = -1,509$, $p < 0,05$ (Fig. 5.15b).

c) Répartition spatiale des espèces de lumbricidae

L'étude de la distribution spatiale des populations est une démarche essentielle pour la compréhension des processus démécologiques, et quelle que soit la communauté considérée. Ainsi, la comparaison de la moyenne de la densité avec sa variance (Tab. 5.6), selon la méthode de Andrewartha et Birch (1961), montre que la distribution spatiale des vers de terre quelque soit le stade de développement est en agrégat et quelque soit la station étudiée. En effet, la variance est supérieure à la moyenne.

Tableau 5.6 : Variance et moyenne du nombre d'individus dans les deux stations.

	SI		SII	
	moyenne	Variance	Moyenne	Variance
Adultes	9	258	43	685
Subadultes	6	95	19	215
Juvéniles	11	235	20	246

5.3 Compartiment Végétation

5.3.1 Détermination des espèces végétales trouvées

Les tableaux 5.7 et 5.8 donnent la composition floristique des deux stations étudiées. D'une part la richesse spécifique (nombre d'espèce) dans la SI est de 13 avec 8 familles et dans SII de 16 avec 14 familles. D'autre part, dans les deux stations le palmier dattier est l'espèce dominante. Toutefois, dans la station du nord (S II), nous notons la présence

d'arbres fruitiers (figuier, pommier et abricotier). Par ailleurs, dans la station I, nous notons la présence de 2 strates arborées et herbacées, par contre dans SII la stratification verticale est de 4 : arborée, arbustive herbacée et muscinale. En outre concernant le spectre biologique, le tableau 5.9 montre que pour la SI sont présents des phanérophtes et hémicryptophytes, en revanche la SII est caractérisée par la présence des Phanérophtes, hémicryptophytes et des chamaephytes.

Tableau 5.7 : Espèces végétales rencontrées dans la station I.

	Famille	espèce
Espèces dominantes	Palmées	<i>Phoenix dactylifera</i>
Autres espèces	Graminées/Poacées.	<i>Pholiurus incuvus</i>
		<i>Phragmites australis</i> (Roseau)
		<i>Polypogon aviculare</i>
	Chénopodiacées	<i>Chénopodium murale</i>
		<i>Suaeda aegyptiaca</i>
	Crucifères/Bassicacées	<i>Neselia paniculata</i>
	Ombellifères	<i>Daucus carota</i>
	Primulacées	<i>Anagallis arvensis</i>
	Zygophyllaceae	<i>zygophyllum album</i>
	Composées/Astéracées	<i>Carduus netans</i>
<i>Cichorium intybum</i>		
<i>Sonchus oléraceus</i>		

Tableau 5.8 : Espèces végétales rencontrées dans la station II.

	Famille	espèce
Espèces dominante	Palmées	<i>Phoenix dactylifera</i>
Arbres fruitiers	Moracées	<i>Ficus carica (figuier)</i>
	Rosacées	<i>Malus pumila (pommier)</i>
	Rosacées	<i>Prunus armeniaca (abricotier)</i>
Autres espèces	Lauracées	<i>Laurus nobilis</i>
	Lamiacées	<i>Mentha x piperita</i>
	Boraginacées	<i>Borago officinalis</i>
	Astéracées	<i>Taraxacum officinale weber (Pissenlit)</i>
	Malvacées	<i>malva sylvestris</i>
	Linacées	<i>Linum arboretum (homayda)</i>
	Papaveraceae	<i>Papaver hybridum</i>

	Crucifère	<i>Synapis arvensis</i>
		<i>Diploaxis hana</i>
	Astéracées	<i>Picris echioides</i>
	Renonculacées	<i>Adonis aestivalis</i>
		<i>Ranunculus arvensis</i>

Tableau 5.9: Présence /absence des différents types biologiques dans les deux stations

	Phanérophytes	chamaephytes	hémicryptophyte	géophyte	thérophytes
SI	+	0	+	0	0
S II	+	+	+	0	0

5.3.2 Phytomasse herbacée

Le tableau 5.10, présente les moyennes de la phytomasse dans les deux stations d'étude SI et SII. Ainsi, il montre que la moyenne de la phytomasse dans la station I est de $23,31 \pm 14$ g/m² avec un minimum de 8,76 et un maximum de 69,60 g/m², par contre elle est de $123,00 \pm 35,57$ g/m², avec un minimum et un maximum respectivement de 67,81 et 196,75 g/m². Le test de Student, indique que la différence entre les moyennes de la phytomasse dans SI et SII est significative ($t = -10,88$, $p < 0,05$; Cf. Tableau 3 Annexe B).

Nous pouvons conclure, que la biomasse végétale (g/m²) dans la station du Nord (SII) est plus importante que celle située au Sud (SI) (Fig.5.16).

Tableau 5.10 : Intervalles de confiance à 95% pour les moyennes de la phytomasse dans les deux stations.

	<i>Phytomasse (g/m²)</i>
Station I	[23,31±14,3] (8,76-69 ,60)
Station II	[123,00±35,57] (67,81-196,75)

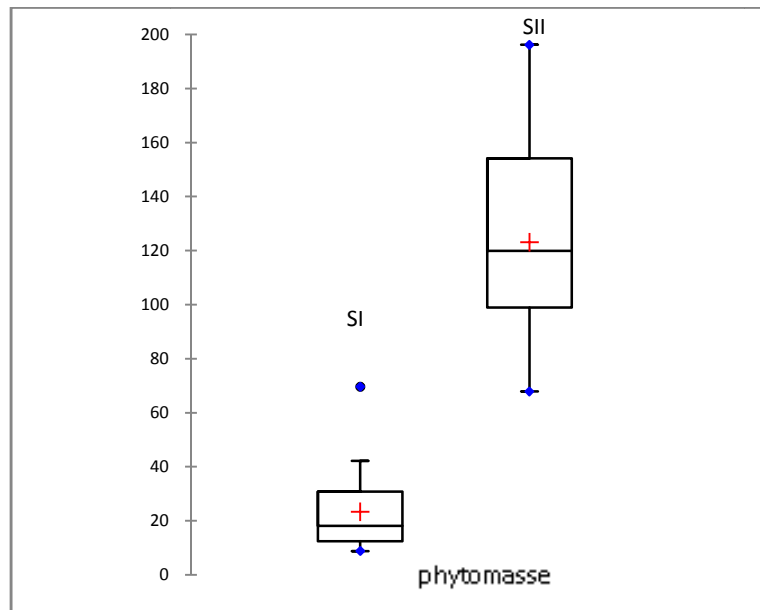


Figure 5.16 : Comparaison de la moyenne de la phytomasse herbacé dans les deux stations d'études avec leurs minimums et maximums.

5.4 Interaction du compartiment biotique et abiotique dans les stations étudiées

Une étude statistique préliminaire a démontré que la densité et la biomasse des vers de terre sont très fortement corrélées (0.901 pour la SI et 0.801 pour la SII) ; ces 2 paramètres indiquent donc la même information (présence des lombriciens), nous n'avons conservé que la densité dans le calcul de la matrice de corrélation.

Il en est de même pour la température du sol et celle de l'air, très fortement corrélées (0.943 pour la SI et 0.989 pour la SII), nous avons retenu que la $T^{\circ}C_{sol}$.

La matrice de coefficients de corrélation, renseigne utilement sur les liaisons linéaires existantes entre toutes les variables mesurées biotiques et abiotiques. Elle a donc été calculée pour chacune des deux stations I et II de l'étude (Fig. 5.17) et (Fig.5.18).

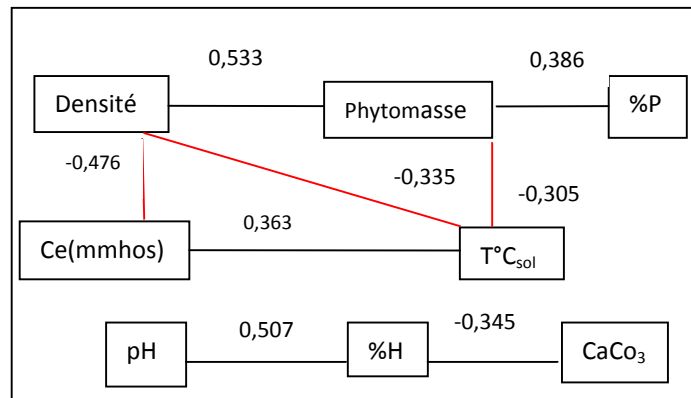


Figure 5.17 : Organigramme de la matrice des coefficients de corrélation pour la station I (n=60, $\alpha=0.05$).

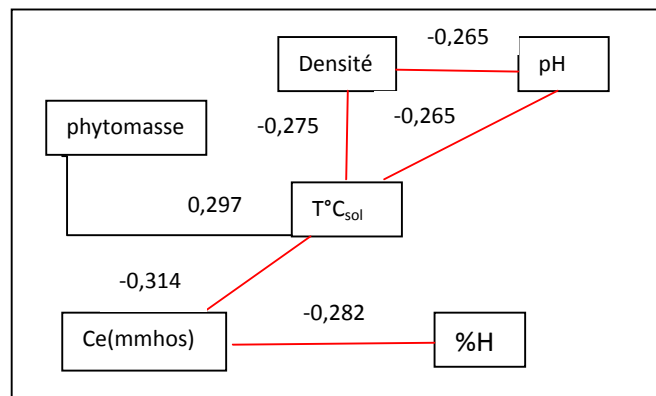


Figure 5.18 : Organigramme de la matrice des coefficients de corrélation pour la station II (n=60, $\alpha=0.05$).

Il ressort de la figure 5.17 que la densité des vers de terre dans SI (Ain Ben Noui) est liée positivement à la phytomasse avec un coefficient de 0,533, et l'ensemble est lié à la porosité du sol. Par contre, la présence des sels et l'augmentation de la température du sol semblent agir négativement sur la présence des vers de terre. Par ailleurs, la matrice indique que la $T^{\circ}C_{sol}$ et la phytomasse (-0,305) sont liées négativement d'une manière significative.

Elle révèle aussi que l'humidité est corrélée positivement avec le pH (0,507), et négativement avec le taux du $CaCO_3$ (-0,345).

La figure 5.19 montre que le pH et la $T^{\circ}C_{sol}$ agissent négativement sur la présence des vers de terre dans la SII (Djamourah). La phytomasse est corrélée positivement avec la $T^{\circ}C_{sol}$ avec un coefficient de 0,297, contrairement à la SI où elle n'est pas liée avec la densité des lombriciens.

La salinité est corrélée négativement avec la $T^{\circ}C_{sol}$, %H avec respectivement des coefficients de -0,314, -0,316 et -0,282 (Fig.5.18).

5.5 Discussion générale

5.5.1 Caractéristiques physico-chimiques regroupés

a) pH du sol

Les résultats obtenus (Tab.5.1), indiquent que les sols des 2 stations étudiées, ont un pH supérieur à 8 (Fig.5.8). Selon Baize, (2000), nos sols sont alcalins. Ainsi Belguedj, (1996), a montré que le sol de la station I est plutôt à structure non dégradée, et à encroûtement calcaire, et le sol de la station II est calcimagnésique de couleur brune gypseux, en effet les sols étudiés sont riches en calcaire actif, et d'après Bonneau et Souchier (1979), les sols riches en calcaire actif ont un pH supérieur à 7.



Figure 5.8 : Echelle de l'alcalinité des sols selon la classification de Baize (2000).

b) Salinité du sol

Concernant la conductivité électrique, ou la salinité globale du sol, elle est en relation avec la teneur en cations (Ca^{++} , Na^{+} ..). Les sels très solubles s'accumulent souvent dans les sols des climats arides et dans les bas fonds. Selon l'échelle de la salure des sols (Benabadji *et al.*, 1996), la station I est classée comme sol très salé ($C_e = 8,87 \pm 1,05$ mmhoS/cm) (Fig.5.4). L'origine de cette salure est due à la remontée permanente des eaux (Cote, 1987). En outre, les sources d'irrigation utilisées, présentent un degré de salinité de 3 à 5 g/l.

Par contre, le sol de la station II est un sol peu salé qui révèle une conductivité électrique moyenne (C_e) de $0,75 \pm 0,12$ mmhoS /cm (Tab.5.1). Cette variation remarquable entre la salure des sols des deux stations étudiées peut être expliquée d'une part, par la différence au niveau de la topographie : Ainsi pour la station I les sols sont localisés dans des plaines, par contre les sols de la station II, sont situés, aux pieds des pentes, et d'autre part, par le degré de salinité des eaux d'irrigation utilisée.

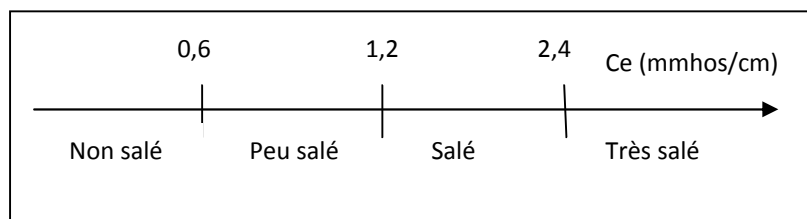


Figure 5.9 : Echelle de salure des sols (Benabadji *et al.*, 1996).

c) Porosité de sol

La porosité des sols est classée ainsi (Anonyme, 1974) :

- $P < 35\%$ très mauvaise.
- $35\% < P < 40\%$mauvaise.
- $40\% < P < 45\%$moyenne.
- $45\% < P < 50\%$bonne.
- $P > 50\%$très Bonne.

Selon ces normes nous pouvons classer (Tab.5.1) le sol de la station I parmi les sols à porosité mauvaise ($35,06 \% \pm 1,72$) qui correspond à la mauvaise texture du sol (texture sableuse), et aussi aux tassements causés par le piétinement (essentiellement par du gros bétail). En revanche le sol de la station II est classé (Tab.5.1) parmi les sols à très bonne porosité ($56,36\% \pm 1,87$) ; ceci favorise la circulation de l'air, de l'eau et de la faune du sol (Bachelier, 1978).

d) Calcaire totale

D'après Anonyme (1987), un sol est considéré comme calcaire à partir de 2 % CaCO_3 , et franchement calcaire à plus de 6 % CaCO_3 . Selon ces normes nous pouvons ainsi, classer nos sols des stations étudiées (Tab.5.1) parmi les sols franchement calcaires ou très riche en calcaire (Anonyme, 1974). En effet, cette forte teneur se trouve liée à la nature de la roche mère qui est souvent calcaire. Ces résultats sont confirmés par Mattalah et *al.* (2008), qui ont montré que le sol de la station I est salin à encroutement calcaire, et le sol de la station II est calcimagnésique de couleur brune gypseux.

e) Humidité et température du sol et de l'air

Concernant, l'humidité et la température du sol, ces deux paramètres sont liés aux facteurs climatiques et topographiques du milieu. Nous avons enregistré une moyenne d'humidité de $21,97 \pm 2,74$ pour la station I et $31,44 \pm 2,36$ pour la station II. Quand à la température nous avons obtenu respectivement pour les deux stations I et II une moyenne de $16,3 \pm 1,85$ et $15,6 \pm 2,75$ (Tab. 5.1). Selon Duchaufour (1983), le climat exerce une influence primordiale, d'abord directe sur le « pédoclimat », donc les mouvements de l'eau dans les sols et indirecte, sur la végétation.

Ainsi, Dajoz (1971), a démontré que sous l'effet du rayonnement solaire les couches superficielles s'échauffent fortement, beaucoup plus que l'air. Cela peut expliquer les températures prélevées (Tab.5.1) dans la station II ($T^{\circ}\text{C}_{\text{air}} = 13,65 \pm 3,91^{\circ}\text{C}$ et $T^{\circ}\text{C}_{\text{sol}} = 15,6 \pm 2,75^{\circ}\text{C}$). En outre, Duchaufour (1965) a confirmé que les sols sableux absorbent moins d'énergie que les sols noirs (chernozems), et les sols humides s'échauffent beaucoup moins vite que les sols secs, ce qui explique que le sol I qui représente une humidité moyenne de $21,97 \pm 2,74 \% \text{H}$ et plus chaud que le sol de la station II qui représente une humidité du sol moyenne de $31,44 \pm 2,36 \% \text{H}$ (Tab.5.1).

f) Taux de Matière organique (MO%)

La classification des sols selon le taux de matière organique a été étudiée par plusieurs auteurs. Ainsi pour Henin *et al.* (1969), le taux normal de la matière organique est inférieur à 4 %, alors que Duthil (1970), considère que le taux normal de matière organique dans les sols cultivés est compris entre 1,5 et 2,5 %. En revanche Ouahrani (1980), propose qu'un bon sol agricole ait souvent 3% de matière organique. Selon ces normes, nous pouvons constater (Tab.5.2) que le sol de la station I présente un taux de matière organique inférieur à ces normes ($1,09 \pm 1,3\%$), en revanche ce taux est de ($4,46 \pm 1,57\%$) pour le sol de la station II, cette variation est due probablement à la différence au niveau de la couverture végétale dans les deux stations. Du point de vue nutritionnel, la station I est pauvre, en revanche la station II est riche, selon Bachelier (1978), la matière organique constitue la source essentielle de la nourriture de la faune du sol, ce qui pourrait influencer l'abondance des vers de terre.

g) Taux d'Azote totale (%N)

Concernant la teneur en azote totale, selon Lasnier-Lachaise (1973), les sols sont dits riches en azote lorsque le taux est supérieur à 0,15% et moyen lorsqu'il est situé entre 0,10 et 0,15%. Nous pouvons donc dire que les sols des deux stations sont riches en azote. En effet, ils présentent un taux d'azote supérieur à 0,15%. En revanche, il est satisfaisant selon les normes interprétées par Anonyme, (1974). Cela peut être dû probablement à l'apport des engrais azotés dans la Station I. Ainsi, d'après Toutain (1962), l'utilisation de grandes quantités d'eau d'irrigation très salées, apportent par hectare et par an 315 kg d'azote, ce qui peut expliquer cette teneur en azote dans nos sols étudiés.

h) Le rapport C/N

La qualité de la matière organique est souvent exprimée par sa vitesse de minéralisation, qui est conditionnée par le rapport carbone-élément fertilisant de la matière organique, le principal étant C/N. Ainsi, François Jean *et al.*, 2008, ont démontré qu'un sol à rapport C/N élevé présente une transformation plus rapide par les organismes du sol qu'un sol à faible rapport C/N. Ce rapport représente généralement la fraction de la matière organique liée à la fraction minérale, il est beaucoup plus constant, se situant aux environs de 8 et 10 (Henin *et al.*, 1969). Cette valeur indique un sol sain ou la vie microbienne est active. Quand il est supérieur à 11, le rapport C/N indique en général soit une mauvaise structure du sol, soit un sol asphyxiant et une activité microbienne ralentie. Toutes ces situations empêchent l'évolution

de la matière organique en humus ou freinent sa minéralisation. En revanche ce rapport est considéré comme satisfaisant lorsqu'il est compris entre 10 et 12 (Anonyme, 1974).

En se référant à ces normes, nos sols ont un trop faible rapport C/N (Tab.5.2) qui indique une mauvaise minéralisation.

5.5.2 Lombrien et démoécologie

Cette étude nous a permis de connaître les vers de terre dans 2 palmeraies dans la région de Biskra. Ainsi, nous avons pu déterminer 2 genres différents de lombriciens. Le genre *Apporectodea* représenté par *A. caliginosa trapézoïdes* et *A. caliginosa caliginosa* respectivement récolté dans SI et SII et le genre *Octodrilus* représenté par *O. complanatus* qui cohabite avec *A. caliginosa caliginosa* dans la palmeraie de Djamourah (Fig.5.10, Fig.5.11). Dans une région semi-aride « Constantine » il a été déterminé 12 espèces près de l'Oued Rhumel (Ouahrani, 2003). Dans la région aride Rajasthan (India), Tripathi et Bhardwaj (2004), ont pu dénombrer 9 espèces. Par contre dans la zone sableuse Thua Thian Hue en Vietnam, Zirbes *et al.*, (2004) ont noté la présence de 6 espèces. Par ailleurs à l'Ouest de l'Australie, McCredie *et al.*, (1991), ont trouvé 2 espèces *Aporrectodea trapezoides* et *Microscolex dubius* (Acanthodrilidae).

Selon Bouché (1972), les espèces épigées et anéciques s'alimentent de la litière, par contre les espèces endogées se nourrissent de la matière organique du sol, cela peut aussi expliquer la distribution des espèces trouvées dans la région. Ainsi, nous avons noté la présence de l'espèce *Ap. caliginosa trapézoïdes* (endogé) dans la SI caractérisé par l'absence de la litière, et les 2 espèces *Ap. caliginosa caliginosa* (épigée) et *Octodrilus complanatus* (anécique) dans la SII caractérisée par la présence de la litière (Tab.5.3).

Par ailleurs, dans la station II, parmi 308 individus récoltés 305 appartiennent à l'espèce *A. caliginosa caliginosa* et seulement 3 individus appartiennent à l'espèce *Octodrilus complanatus* (Tab.5.4). Ainsi, Mc Credie *et al.* (1991), ont trouvé des résultats similaires. En effet, ils ont noté que parmi 615 individus de vers de terre trouvés dans une ferme (sol podzolique : sable gras gris) à l'Ouest de l'Australie, 613 appartient à l'espèce *A. trapezoides* et 2 individus appartiennent à *Microscolex dubius*. La question reste poser concernant ce déséquilibre dans la distribution des espèces trouvées qui vivent dans le même biotope ? Cela peut être du à la compétition et les mieux adaptés restent les plus nombreux ?

Ainsi, Decaëns *et al.*, (2008) montrent que les communautés de vers de terre sont fortement structurées par la compétition. Des vers de terre de la même espèce ou d'espèces différentes peuvent entrer en compétition pour l'accès à la ressource nutritive (Tondoh, 1998). Ou encore ceci est dû à la relation avec le type de végétation. En effet, les 3 individus d'*Octodrilus complanatus* ont été trouvés sous un tronc d'un abricotier. Cette espèce préfère les arbres fruitiers et ne tolère pas les sols pauvres, par contre *Apporectodea caliginosa caliginosa* est une espèce tolérante qui vit dans tout type de sol même les plus pauvres et les sols sablonneux.

La densité moyenne des vers de terre des 2 palmeraies étudiées de la région de Biskra varie entre $26,40 \pm 16,66$ ind/m² et une biomasse moyenne de $16,73 \pm 13,44$ g/m² (station I), et $84,26 \pm 21,73$ ind/m² (station II), avec une biomasse de $100,7 \pm 32,67$ g/m² (Tab.5.5). Nos résultats sont comparables avec ceux de Zirbes *et al.*, (2004), qui ont trouvé que la densité des vers de terre dans la zone sableuse Thua Thian Hue en Vietnam varie entre 228 ind/m² dans les parcelles d'arbre fruitiers, et de 16 à 60 ind/m² dans d'autres parcelles. Ainsi, Mainoo *et al.* (2008), ont quantifié des densités qui varient entre 35 à 2175 ind/m² à Accra, la capitale de Ghana. En revanche, dans la région semi aride de Constantine Ouahrani (2003), a estimé une densité égale à 256 ind/m² et une biomasse de 188g/m². Par ailleurs dans une région à climat tempéré, Bouché (1975) a estimé une biomasse de 200g/m² soit 2T/ha.

La structure de l'âge du peuplement lombricien dans la station I semble juvéniles par contre dans la station II elle semble plutôt adultes (Fig.5.14, Fig.5.15). Ainsi, Bouché (1972 ; 1977) a démontré que les lombriciens présentent une longévité et un temps de génération différents selon les catégories écologiques.

La comparaison de la moyenne de la densité avec sa variance montre que la distribution spatiale des espèces récoltées est en agrégats quelque soit la station (Tab.5.6). Ainsi, Ouahrani *et al.*, (1998), ont trouvé que la distribution spatiale des deux espèces *H. ghaniae* et *O. doderoi* est en agrégat quelque soit la saison. Ceci est en général comme l'explique Lamotte *et al.*, (1969), le cas chez la plupart des animaux qui ont rarement une distribution aléatoire ou de type régulier.

Concernant la végétation, au niveau de la station du Nord (SII), nous avons noté la présence d'un tapis végétal diversifié et caractérisé par la présence de palmiers et d'arbres fruitiers (abricotier, figuier, pommier), en revanche, la station du Sud (SI) est dominée par la culture du palmier dattier. Cela est dû forcément au type du sol, et aussi à l'exposition des deux stations I et II qui exerce un microclimat différent. En effet, la station exposée vers le

nord (SII), semble plus riche et plus diversifié que celle exposée vers le sud (SI) (Tab.5.7, Tab.5.8). Cela peut aussi expliquer le fait que la station I présente une phytomasse beaucoup moins élevée que celle de la station II (Tab.5.10, Fig.5.16). En effet, Abdul Rida (1996), a montré que la biomasse végétale augmente avec l'augmentation des lombriciens. Ce qui expliquerait que la SII qui présente une densité élevée des lombriciens est caractérisé par une phytomasse plus élevée que celle de la SI.

5.5.3 Compatibilité entre les lombricien et le type de végétation

Selon les résultats obtenus, nous pouvons dire qu'il ya une relation entre le type d'occupation des sols (végétation) et la densité moyenne des vers de terre. En effet, la station comportant des palmiers plus des arbres fruitiers (SII) a un nombre de vers de terre significativement plus élevé que celle comportant que de palmiers dattier (SI).

Nos résultats sont très similaires avec ceux trouvés au centre de Viêt Nam (Zibres *et al.*, 2009) qui ont démontré que la densité moyenne des lombriciens varie en fonction du type d'occupation du sol. Les terres comportant des arbres fruitiers ont un nombre de vers de terre significativement plus élevé que celles comportant deux cultures de riz ou une culture autre que le riz (monoculture).

Nos résultats sont également conformes à ceux de Decaens (2008), qui met en évidence que le type d'utilisation du sol a un impact significatif sur la richesse et l'abondance des espèces de vers de terre. Les cultures arboricoles jouent un rôle important dans la préservation des vers de terre. Selon, Huerta *et al.*, 2007, les cultures avec des arbres, malgré une faible teneur en matière organique, ont une biomasse de vers de terre significativement plus élevée. Ainsi, (Lamandé *et al.*, 2004) confirme cette relation entre les vers et le type d'occupation du sol.

5.5.4 Interaction Biotique/abiotique

Dans cette étude, nous avons noté une liaison entre la température du sol et celle de l'air (Fig.5.17, Fig.5.18) au niveau des deux stations. Ainsi, Duchauffour (1977), a démontré que la température du sol varie selon le facteur climatique, le facteur biologique et le taux d'humidité.

D'après les résultats obtenus dans la SI (Ain Ben Noui), plus la phytomasse est élevée plus la densité et/ou la biomasse augmente(ent) (Fig.5.17). Ces résultats sont similaires avec ceux d'Abdul Rida (1996), qui a pu montrer que la biomasse végétale augmente avec l'augmentation des lombriciens. Par contre aucune liaison

n'apparaît entre la phytomasse et la biomasse et/ou la densité dans la station II, cela peut être expliqué par le fait que la phytomasse est beaucoup plus élevée dans la SII que dans la SI, elle couvre toute la surface de la SII donc les vers de terre se trouvent un peu partout et ne sont pas liés à la présence de la strate herbacée dans un point donné, par contre la SI est caractérisée par une faible phytomasse ; la distribution des vers de terre semble être conditionnée avec la présence de la phytomasse.

Ainsi, une corrélation négative apparaît entre la densité et/ou la biomasse et la salinité, et d'après Buch (1991), les vers de terre ont une peau sensible et réagissent violemment aux concentrations très fortes en sel. Ce qui est confirmé dans cette étude, au niveau de la SI, plus la salinité augmente plus le nombre des vers diminue. Cela peut aussi expliquer le nombre faible d'espèces et d'individu de vers de terre dans notre région.

Les figures 5.17 et 5.18 montrent que la densité des lombriciens augmente avec la $T^{\circ}C_{sol}$, en effet, La température et la teneur en eau du sol sont les variables environnementales clés qui influencent la croissance, la survie, la fécondité et l'activité de lombriciens (Satchell, 1967 ; Hartensein et Amico, 1983 ; Sims et Gerard, 1999). En outre selon Buch (1991), toutes les fonctions des vers de terre sont fortement déterminées par la température ambiante et la production des cocons, que l'on considère comme un critère pour juger le bon environnement des vers de terre ; celui-ci est optimal lorsque le taux d'humidité de la terre se situe entre 28 et 42% ce qui explique que le sol de la station II qui est plus humide que le sol de la station I (Tab.5.1), représente une densité et une biomasse moyenne des vers de terre beaucoup plus élevées que le sol de la station I.

Dans notre travail, nous constatons que la station II (Djamourah) qui a un sol à très bonne porosité est caractérisée par une biomasse lombricienne élevée par rapport à celle de la station I qui présente un sol à faible porosité (Tab.5.1). La figure 5.18 montre une liaison entre la phytomasse et la porosité, (Cluzeau et *al.*, 1994) a démontré que la porosité du sol augmente avec l'augmentation de la biomasse lombricienne et les activités lombriciennes (creusement de galeries, dépôt de déjections dans le sol) modifient les propriétés physiques du sol à tous les niveaux (Binet et *al.*, 1997; Paoletti et *al.*,1998; Chan, 2001; Pérès, 2003). Des résultats similaires ont été observés en Bourgogne (Peres et *al.*, 1998); ceci nous amène à

dire que plus la porosité du sol est forte plus la densité est grande et donc l'activité plus intense, ce qui conduit à une biomasse végétale plus importante.

La figure 5.18, montre que la densité est corrélée négativement avec le pH au niveau de la SII, Ainsi, Edwards et Lofty (1977), propose que la plupart des espèces de vers de terre préfèrent les sols à pH neutre, très peu tolèrent les sols très acides ($\text{pH} < 4$) ou très alcalins. En effet, si une espèce est présente dans une parcelle, nous pouvons considérer qu'elle est adaptée au type de sol et au pH de celle-ci.