THÈSE

Pour l'obtention du grade de
DOCTEUR DE L'UNIVERSITÉ DE POITIERS
UFR des sciences fondamentales et appliquées (SFA)
Ecologie et biologie des interactions - EBI (Poitiers)
(Diplôme National - Arrêté du 7 août 2006)

École doctorale : Sciences pour l'environnement - Gay Lussac
Secteur de recherche : Biologie (Agrobio-Environnement)

Cotutelle : Université de Tunis-El Manar (Tunisie)

Présentée par :
Mehdia Fraj-Lagha

Biodiversité des arthropodes dans les agroécosystèmes. Application à l'échelle de la basse vallée Majerda en Tunisie

Directeur(s) de Thèse :
Faouzia Charfi-Cheikhrouha, Catherine Souty-Grosset

Soutenue le 22 juin 2013 devant le jury

Jury :

Président	**Karima Nasri-Ammar**	Professeur, Université de Tunis El Manar
Rapporteur	**Mohamed Sghaier Achouri**	Maître de conférences, Université de Tunis El Manar
Rapporteur	**Francis Douay**	Directeur de recherche, Institut supérieur d'agriculture de Lille
Membre	**Faouzia Charfi-Cheikhrouha**	Professeur, Université de Tunis El Manar
Membre	**Catherine Souty-Grosset**	Chargée de recherche, CNRS, Université de Poitiers
Membre	**Karima Nasri-Ammar**	Professeur, Université de Tunis El Manar
Membre	**Didier Bouchon**	Professeur des Universités, Université de Poitiers

Pour citer cette thèse :
Mehdia Fraj-Lagha. *Biodiversité des arthropodes dans les agroécosystèmes. Application à l'échelle de la basse vallée Majerda en Tunisie* [En ligne]. Thèse Biologie (Agrobio-Environnement) . Poitiers : Université de Poitiers, 2013. Disponible sur Internet <http://theses.univ-poitiers.fr>

THESE

Pour l'obtention du Titre de
DOCTEUR DE L'UNIVERSITE DE TUNIS ELMANAR
DOCTEUR DE L'UNIVERSITE DE POITIERS

(Faculté des Sciences de Tunis)
(Faculté des Sciences Fondamentales et Appliquées)
(Diplôme National - Arrêté du 7 août 2006)

Ecoles Doctorales : Science et Technologie du Vivant et de la Terre
Sciences pour l'Environnement Gay Lussac

Secteur de Recherche : Biologie (Agrobio-Environnement)

Présentée par :

Mehdia FRAJ-LAGHA

****

Biodiversité des arthropodes dans les agroécosystèmes : Application à l'échelle de la basse vallée Majerda en Tunisie

****

Soutenue le 22 Juin 2013

devant le Jury composé de

****

Mohamed Sghaier **ACHOURI**	Maître de Conférences, HDR, Université de Tunis El Manar	Rapporteur
Francis **DOUAY**	Directeur de Recherche, Institut Supérieur d'Agriculture de Lille	Rapporteur
Karima **NASRI-AMMAR**	Professeur, Université de Tunis El Manar	Présidente
Didier **BOUCHON**	Professeur, Université de Poitiers	Examinateur
Faouzia **CHARFI-CHEIKHROUHA**	Professeur, Université de Tunis El Manar	Directrice
Catherine **SOUTY-GROSSET**	Chargée de Recherche, HDR, Université de Poitiers	Co-directrice

A la mémoire de mon père

A maman

Remerciements

A M^{me} Faouzia Charfi-Cheikhrouha, pour la confiance qu'elle m'a témoignée en m'accueillant dans son unité de recherche et encadrant cette thèse jusqu'au bout, ainsi que pour sa qualité humaine et ses conseils scientifiques.

A M^{me} Catherine Souty-Grosset, pour avoir co-encadré cette thèse et m'avoir guidée, encouragée et fait bénéficier de ses conseils dans ce travail.

A M^{r} Francis Douay, pour avoir accepté d'être rapporteur de ma thèse. Merci pour le temps consacré à évaluer mon travail.

A M^{r} Mohamed Sghaier Achouri, pour avoir accepté d'être rapporteur de ma thèse. Merci pour le temps consacré à évaluer mon travail, ainsi que pour ton encouragement durant ma thèse.

A M^{r} Didier Bouchon, pour son accueil dans son laboratoire à l'université de Poitiers durant ma thèse et pour avoir accepté d'examiner et d'évaluer mon travail.

A M^{me} Karima Nasri-Ammar, pour sa qualité humaine, pour ses conseils scientifiques et d'avoir accepté de juger mon travail et d'être présidente de jury.

A Gaiet El Mouna Hajji, pour son aide et ses conseils au début de ma thèse.

Aux membres de l'unité de recherche de Bio-écologie et Systématique Evolutive, pour leur fraternité, leur encouragement et leurs conseils scientifiques. Merci.

Aux membres de l'équipe Ecologie Evolution et Symbiose, pour leurs qualités humaines et leurs conseils techniques et scientifiques.

A Gael Freyssinel, Hajer Khemaissia et Raja Djelassi, pour leur fraternité, leur aide sur le terrain et dans l'analyse des données.

Aux agriculteurs, pour leur aide et d'avoir accepté que j'accède à leurs parcelles.

Aux membres de laboratoire de LACCO de Poitiers, pour leur aide à réaliser les analyses du sol.

A mes ami (e) s Achwek, Houda, Najah, Sana, Sihem, Salwa, Rawdha, Refka et **Tarak**.

Enfin j'adresse mes remerciements à mes proches, qui m'ont soutenue chacun à sa manière dans ce travail : ma chère **maman**, mes frères **Ezzeddine**, **Béchir**, **Alaa**, **Elyess, Assoumi, Chawki** et **Chaker**. A mes sœurs **Mongia** et **Fatma**. A mon mari **Mekki** et sa famille.

A ma petite **Mayss El Rym**.

Sommaire

Liste des figures……10
Liste des tableaux……..13
Introduction générale.....16
1. Biodiversité…….17
2. Agriculture et biodiversité……...18
3. Agriculture et faune du sol……..19
4. Agriculture et Isopodes terrestres…….....20
Matériels et méthodes.....22
1. Présentation générale de la zone d'étude……..23
1.1. Situation géographique……...23
1.2 Climatologie……....23
1.3 Ressources hydriques……..25
1.4 Production agricole……..25
2. Echantillonnage et détermination de la faune piégée……...25
2.1 Piégeage et collecte à la main……..25
2.2 Problèmes d'échantillonnage …….27
2.3 Identification……...…27
3. Mesure des variables environnementales…….28
3.1 Notation sur terrain……..28
3.2 Prélèvement et analyse du sol…….28
3.2.1 Prélèvement……..28
3.2.2 Analyses physico-chimiques……29
4. Calcul des paramètres et des indices de diversité écologique…….30
5. Analyses statistiques……..32
Résultats 33
Chapitre 1 : Biodiversité taxonomique de la macrofaune dans l'agroécosystème Majerda ……...34

1.1 Introduction…….34
1.2 Résultats pour les sessions de piégeage réalisées en 2008 et 2009……....37
1.2.1 Effectif total et moyen (N) ……..……37
1.2.1.1 Activité-densité AD……...37
1.2.1.2 Richesse taxonomique (S)……38
1.2.1.3 Diversité taxonomique (H) et équitabilité de Piélou (J)…….....38
1.2.1.4 Fréquence des taxons (IP)…….39
1.2.2 Résultats pour les sessions de piégeages réalisées en 2009 et 2010……...44
1.2..1 Effectif total et moyen (N) .....……..44
1.2.2 Activité-densité (AD)……...44
1.2.3 Richesse taxonomique (S)……45
1.2.4 Diversité taxonomique (H) et équitabilité (J)……..45
1.2.4 Indice de présence (IP)……46
Chapitre 2 : Variation interannuelle de la biodiversité de la macrofaune dans l'agroécosystème Majerda.....52
2.1 Résultats pour les sessions de piégeage réalisées au printemps 2009 et 2010……...52
2.1.1 Variation interannuelle et interparcellaire de la biodiversité taxonomique…….53
2.1.1.1 Activité-densité (AD)……....53
2.1.1.2 Richesse taxonomique (S)……53
2.1.1.3 Diversité taxonomique de Shannon (H) et équitabilité de Piélou (J)……...55
2.1.2 Etude de la composition taxonomique…….56
2.1.2.1 Dissimilarité entre les parcelles étudiées au printemps 2009……...56
2.1.2.2 Dissimilarité entre les parcelles étudiées au printemps 2010……...57
2.1.2.3 Comparaison de la composition taxonomique…….58
2.2 Résultats pour les sessions de piégeage réalisées au printemps 2010 et 2011……...58

2.2.1 Variation interannuelle et interparcellaire de la biodiversité taxonomique……..60
2.2.1.1 Activité-densité (AD)……60
2.2.1.2 Richesse taxonomique (S)……61
2.2.1.3 Diversité taxonomique de Shannon (H) et équitabilité de Piélou……....62
2.2.2 Etude de la composition taxonomique…….64
2.2.2.1 Dissimilarité entre les parcelles étudiées au printemps 2010……...64
2.2.2.2 Dissimilarité entre les parcelles étudiées au printemps 2011……...64
2.2.2.3 Comparaison de la composition taxonomique…….65
Chapitre 3 : Biodiversité des Oniscoïdes dans l'agroécosystème Majerda.....67
3.1 Introduction……....67
3.1 Résultats pour les sessions de piégeage réalisées en 2008 et 2009…….....68
3.1.1 Description globale de la communauté des Onsicoïdes en fonction des saisons……...68
3.1.1.1 Activité-densité (AD)……....68
3.1.1.2 Richesse spécifique (S)…….70
3.1.1.3 Diversité spécifique de Shannon (H) et de Simpson (1/D) et équitabilité de Piélou (J)……70
3.1.2 Variation saisonnière et interparcellaire de la communauté des Onsicoïdes……....71
3.1.2.1 Activité-densité (AD)……71
3.1.2.2 Richesse spécifique (S)…….71
3.1.2.3 Diversité spécifique de Shannon (H) et de Simpson (1/D)…….....71
3.1.2.4 Equitabilité de Piélou (J)……...75
3.1.3 Répartition des Onsicoïdes en fonction des secteurs et des types de culture……76

3.1.3.1 Variation en fonction du type de culture…….....76
3.1.3.2 Variation sectorielle…….....77
3.1.4 Variation spatio-temporelle de la présence et de l'activité-densité des espèces collectées…….....83
3.1.4.1 Indice de Présence (IP %)……..83
3.1.4.2 Activité-densité (ADT)……..84
3.1.4.3 Variation saisonnière et inter-parcellaire de l'activité-densité (AD) des espèces d'isopodes terrestres……..85
3.2 Résultats pour les sessions de piégeage réalisées en 2009 et 2010……...89
3.2.1 Description globale de la communauté des Onsicoïdes en fonction des saisons.....90
3.2.1.1 Activité-densité (AD)……90
3.2.1.2 Richesse spécifique moyenne (S)……..90
3.2.1.3 Diversité spécifique de Shannon (H) et de Simpson (1/D) et équitabilité de Piélou (J)…….....90
3.2.2 Variation saisonnière et interparcellaire de la communauté des Onsicoïdes…….92
3.2.2.1 Activité-densité moyenne (AD)……92
3.2.2.2 Richesse spécifique moyenne (S)…….....94
3.2.2.3 Diversité spécifique de Shannon (H) et de Simpson (1/D)…….....94
3.2.2.4 Equitabilité de Piélou (J)……...96
3.2.3 Répartition des Onsicoïdes en fonction du type de culture……97
3.2.4 Variation spatio-temporelle de la présence et de l'activité-densité des espèces collectées…….100
3.2.4.1 Indice de Présence (IP %)……100
3.2.4.2 Activité-densité totale (ADT)……..101
3.2.4.3 Variation saisonnière et interparcellaire de l'activité-densité (AD) des espèces d'isopodes terrestres……...102

Chapitre 4 : Variation interannuelle de la biodiversité des Oniscoïdes dans l'agroécosystème Majerda……108
4.1 Résultats pour les sessions de piégeage de 2009 et 2010……108
4.1.1 Variation en fonction des parcelles et de l'année d'étude……...110
4.1.2 Etude de la composition spécifique……...113
4.2 Résultats pour les sessions de piégeage de 2010 et 2011……115
4.2.1 Variation en fonction des parcelles et de l'année d'étude……....117
4.2.2 Etude de la composition spécifique……...121
Chapitre 5 : Impact de la qualité du sol sur la distribution des Isopodes terrestres dans les agroécosystèmes……..123
5.1 Résultats pour les parcelles étudiées en 2008 et 2009……123
5.1.1 Qualités physicochimiques des sols……..123
5.1.1.1 Analyse granulométrique ou texture du sol……124
5.1.1.2 Acidité des sols……..124
5.1.1.3 Pourcentage d'humidité……..124
5.1.1.4 Salinité……129
5.1.1.5 Rapport C/N……129
5.1.1.6 Teneur du sol en $Mg^{2+,}$ K^{+} et Ca^{2+}……..130
5.1.1.7 Analyse en composante principale (ACP) corrélant espèces et caractéristiques physico-chimiques du sol……...130
5.2 Résultats pour les parcelles étudiées en 2009 et 2010……132
5.2.1. Analyse granulométrique ou texture du sol……..132
5.2.2 Acidité des sols……...132
5.2.3 Pourcentage d'humidité……133
5.2.4 Salinité……...133
5.2.5Rapport C/N……134
5.2.6 Teneur du sol en Ca^{2+}……134
5.2.7 Analyse en composante principale (ACP) corrélant espèces et caractéristiques physico-chimiques du sol……...139
Discussion et conclusions générales……..142

Références bibliographiques……..150
Annexes ……..……...162
Liste des publications
Liste des communications par affiche et orale
Copie de la convention de la cotutelle
Copie des publications

Liste des figures

Figure 1 : Localisation des stations d'étude
Figure 2: Schéma d'un piège Barber en coupe transversale (d'après Diwo Allain., Bout., 2004, modifié)
Figure 3 : Photo d'un pot piège
Figure 4 : Variation saisonnière de l'effectif moyen (N) des individus piégés en 2008 et 2009
Figure 5: Variation saisonnière de la fréquence (IP) des taxons piégés en 2008 et 2009
Figure 6: Variation saisonnière de l'effectif moyen de la faune piégée durant l'année 2009-2010
Figure 7: Variation saisonnière de la fréquence (IP) des taxons piégés en 2009 et 2010
Figure 8: Variation interannuelle de l'activité-densité (AD), de la richesse taxonomique (S), de l'indice de diversité taxonomique de Shannon (H) et d'équitabilité de Piélou (J)
Figure 9: Variation interannuelle de l'activité-densité moyenne (AD ± SD) par parcelle
Figure 10: Variation interannuelle de la richesse spécifique moyenne (S ± SD) par parcelle
Figure 11: Variation interannuelle de la diversité moyenne (H ± SD) par parcelle
Figure 12: Variation interannuelle de l'équitabilité moyenne (J ± SD) par parcelle
Figure 13: Dendrogramme de dissimilarité entre les parcelles étudiées au printemps 2009
Figure 14: Dendrogramme de dissimilarité entre les parcelles étudiées en 2010
Figure 15: Variation interannuelle de l'activité-densité (AD), de la richesse taxonomique (S), de l'indice de diversité taxonomique de Shannon (H) et d'équitabilité de Piélou (J)
Figure 16: Variation interannuelle de l'activité-densité moyenne (AD ± SD) par parcelle
Figure 17: Variation interannuelle de la richesse taxonomique moyenne (S ± SD) par parcelle
Figure 18: Variation interannuelle de la diversité taxonomique moyenne (H ± SD) par parcelle
Figure 19: Variation interannuelle de la l'équitabilité moyenne (J ± SD) par parcelle
Figure 20: Dendrogramme de dissimilarité entre les parcelles étudiées en 2010
Figure 21: Dendrogramme de dissimilarité entre les parcelles de l'année 2011
Figure 22 : Variation saisonnière (A) de l'activité-densité moyenne (AD), (B) de la richesse spécifique moyenne (S), (C) de la diversité spécifique moyenne de Shannon (H), (D) de l'équitabilité moyenne (J) et (E) de la diversité moyenne de Simpson (1/D) des Oniscoïdes piégés en 2008 et 2009
Figure 23 : Variation saisonnière et interparcellaire de la richesse spécifique moyenne (S ± SD)
Figure 24 : Variation saisonnière de la diversité spécifique de Shannon (H ± SD)
Figure 25 : Variation saisonnière de la diversité spécifique de Simpson (1/D ± SD)

Figure 26 : Variation saisonnière de l'équitabilité de Piélou (J ± SD), (Pour les noms des parcelles
Figure 27: Distribution des parcelles par secteur (A) et par type de culture (B)
Figure 28: Distribution automnale de l'activité-densité (AD) et de la richesse spécifique (S) des Oniscoïdes (par piège) en fonction des cultures (A) et des secteurs (B)
Figure 29: Distribution automnale de l'activité-densité (AD) et de la richesse spécifique (S) des Oniscoïdes (par piège) en fonction des cultures (A) et des secteurs (B)
Figure 30: Distribution printanière de l'activité-densité (AD) et de la richesse spécifique (S) des Oniscoïdes (par piège) en fonction des cultures (A) et des secteurs (B)
Figure 31: Distribution estivale de l'activité-densité (AD) et de la richesse spécifique (S) des Oniscoïdes (par piège) en fonction des cultures (A) et des secteurs (B)
Figure 32 : Variation saisonnière et interparcellaire de l'activité-densité (AD) des espèces collectées
Figure 32: Variation saisonnière (A) de l'activité-densité moyenne (AD), (B) de la richesse spécifique moyenne (S), (C) de la diversité spécifique moyenne de Shannon (H), (D) de l'équitabilité moyenne (J) et (E) de la diversité moyenne de Simpson (1/D) des Oniscoïdes piégés de l'automne à l'été de l'année 2009-2010
Figure 33 : Variation saisonnière et interparcellaire de la richesse spécifique moyenne (S ± SD)
Figure 34 : Variation saisonnière et interparcellaire de la diversité de spécifique de Shannon (H± SD)
Figure 35 : Variation saisonnière et interparcellaire de la diversité de spécifique de Simpson (1/D ± SD)
Figure 36 : Variation saisonnière et interparcellaire de l'équitabilité de Piélou (J± SD)
Figure 37: Distribution des parcelles par type de culture
Figure 38: Distribution hivernale (A), printanière (B) et estivale (C) de l'activité-densité (AD) et de la richesse spécifique (S) des Oniscoïdes (par piège) en fonction des cultures
Figure 39 : Variation saisonnière et inter-parcellaire de l'activité-densité (AD) des différentes espèces collectées (de A à I)
Figure 40 : Variation interannuelle de l'activité-densité moyenne (AD), de la richesse spécifique moyenne (S), de la diversité spécifique moyenne de Shannon (H) et de Simpson (1/D) et de l'équitabilité moyenne de Piélou (J)
Figure 41: variation interannuelle et interparcellaire de l'activité-densité moyenne (AD± SD) par parcelle
Figure 42: variation interannuelle et interparcellaire de la richesse spécifique moyenne (S ± SD) par parcelle
Figure 43: variation interannuelle et interparcellaire de la diversité spécifique moyenne (H ± SD) par parcelle
Figure 44: variation interannuelle de la diversité spécifique moyenne de Simpson (1/D ± SD) par parcelle

Figure 45: variation interannuelle et interparcellaire de l'équitabilité moyenne (J ± SD) par parcelle
Figure 46: Dendrogramme de dissimilarité entre les parcelles de l'année 2009
Figure 47: Dendrogramme de dissimilarité entre les parcelles de l'année 2010
Figure 48: Variation interannuelle (A) de l'activité-densité moyenne (AD), (B) de la richesse spécifique moyenne (S), (C) de la diversité spécifique moyenne de Shannon (H), (D) de Simpson (1/D) et (E) de l'équitabilité moyenne de Piélou (J)
Figure 49: Variation interannuelle et interparcellaire de l'activité-densité moyenne (AD± SD) par parcelle
Figure 50: Variation interannuelle de la richesse spécifique moyenne (S ± SD) par parcelle
Figure 51: Variation interannuelle et interparcellaire de la diversité spécifique moyenne de Shannon (H ± SD) par parcelle
Figure 52: Variation interannuelle et interparcellaire de la diversité spécifique moyenne de Simpson (1/D ± SD) par parcelle
Figure 53: Variation interannuelle et interparcellaire de l'équitabilité moyenne (J ± SD) par parcelle
Figure 54: Dendrogramme de dissimilarité entre les parcelles de l'année 2010
Figure 55: Dendrogramme de dissimilarité entre les parcelles de l'année 2011
Figure 56 : Analyse en Composante Principale (ACP) : A : figure individus et B : figure variables
Figure 57 : Analyse en Composante Principale (ACP) : A : figure individus et B : figure variables

Liste des tableaux

Tableau 1 : Liste et caractéristiques des parcelles étudiées en 2008 et 2009
Tableau 2 : Liste et caractéristiques des parcelles étudiées en 2009 et 2010
Tableau 3 : Variation automnale de l'activité-densité moyenne (AD), la richesse (S) la diversité (H) taxonomique et l'équitabilité de Piélou (J) de la macrofaune piégée en 2008 et 2009
Tableau 4 : Variation hivernale de l'activité-densité moyenne (AD), la richesse (S) la diversité (H) taxonomique et l'équitabilité de Piélou (J) de la macrofaune piégée en 2008 et 2009
Tableau 5 : Variation printanière de l'activité-densité moyenne (AD), la richesse (S) la diversité (H) taxonomique et l'équitabilité de Piélou (J) de la macrofaune piégée en 2008 et 2009
Tableau 6 : Variation estivale de l'activité-densité moyenne (AD), la richesse (S) la diversité (H) taxonomique et l'équitabilité de Piélou (J) de la macrofaune piégée en 2008 et 2009
Tableau 7 : Variation automnale de l'activité-densité moyenne (AD), la richesse (S) la diversité (H) taxonomique et l'équitabilité de Piélou (J) de la macrofaune piégée en 2009 et 2010
Tableau 8 : Variation hivernale de l'activité-densité moyenne (AD), la richesse (S) la diversité (H) taxonomique et l'équitabilité de Piélou (J) de la macrofaune piégée en 2009 et 2010
Tableau 9 : Variation printanière de l'activité-densité moyenne (AD), la richesse (S) la diversité (H) taxonomique et l'équitabilité de Piélou (J) de la macrofaune piégée en 2009 et 2010
Tableau 10 : Variation estivale de l'activité-densité moyenne (AD), la richesse (S) la diversité (H) taxonomique et l'équitabilité de Piélou (J) de la macrofaune piégée en 2009 et 2010
Tableau 11: Résultats de l'ANOVA à un seul facteur appliquée aux paramètres (activité-densité AD et richesse taxonomique S) et indices écologiques (indice de Shannon H et équitabilité de Piélou J) pour tester les différences interannuelles
Tableau 12 : Résultats de l'ANOVA à deux facteurs appliquée aux paramètres (Activité-densité AD et richesse taxonomique S) et indices écologiques (Indice de Shannon H et équitabilité de Piélou J) pour tester les différences interannuelles et entre les parcelles
Tableau 13 : Activité-densité (AD) et % de dissimilarité des taxons les plus contributifs dans la dissimilarité interannuelle entre les parcelles (SIMPER)
Tableau 14 : Résultats de l'ANOVA à un seul facteur appliquée aux paramètres de structure des taxons pour tester les différences interannuelles
Tableau 15: Résultats de l'ANOVA à deux facteurs appliquée aux paramètres (Activité-densité AD et richesse taxonomique S) et indices écologiques (Indice de Shannon H et équitabilité de Piélou J) pour tester les différences interannuelles et entre les parcelles

.Tableau 16 : Activité-densité (AD) et % de dissimilarité des taxons les plus contributifs dans la dissimilarité interannuelle entre les parcelles (SIMPER)
Tableau 17 : Liste des familles, des genres et des espèces collectées
Tableau 18 : Résultats de l'ANOVA à un seul facteur appliquée aux paramètres (Activité-densité AD et richesse taxonomique S) et indices écologiques (Indice de diversité de Shannon H et de Simpson 1/D et équitabilité de Piélou J) pour tester les différences entre les saisons
Tableau 19 : Variation saisonnière de l'activité-densité moyenne par piège et par parcelle (± SD)
Tableau 20 : Résultats de l'ANOVA à deux facteurs appliquée aux paramètres (Activité-densité AD et richesse taxonomique S) et indices écologiques (Indice de diversité de Shannon H et de Simpson 1/D et équitabilité de Piélou J) pour tester les différences entre les saisons et les parcelles
Tableau 21 : Résultats de l'ANOVA à deux facteurs appliquée aux paramètres (Activité-densité AD et richesse spécifique S) et indices écologiques (Indice de diversité de Shannon H et de Simpson 1/D et équitabilité de Piélou J) pour tester les différences entre les saisons et les parcelles
Tableau 22 : Variation saisonnière de l'activité-densité totale (ADT ± SD) et de l'indice de présence (IP %) par piège dans toutes les parcelles
Tableau 23 : Résultats de l'ANOVA à deux facteurs (saison et parcelle) appliquée à l'activité-densité des espèces piégées
Tableau 24 : Liste des familles, des genres et des espèces collectées
Tableau 25 : Résultats de l'ANOVA à un seul facteur appliquée aux paramètres (Activité-densité AD et richesse spécifique S) et indices écologiques (Indice de diversité de Shannon H et de Simpson 1/D et équitabilité de Piélou J) pour tester les différences saisonnières
Tableau 26 : Variation saisonnière de l'activité-densité moyenne (AD ± SD) par parcelle
Tableau 27 : Résultats de l'ANOVA à deux facteurs appliquée aux paramètres (Activité-densité AD et richesse spécifique S) et indices écologiques (Indice de diversité de Shannon H et de Simpson 1/D et équitabilité de Piélou J) pour tester les différences saisonnières
Tableau 28 : Résultats de l'ANOVA à un facteur appliquée aux paramètres (Activité-densité AD et richesse spécifique S) pour tester les différences entre les cultures
Tableau 29 : Variation saisonnière de l'activité-densité moyenne (ADT ± SD) et de l'indice de présence (IP %) par piège dans toutes les parcelles
Tableau 30 : Résultats de l'ANOVA à un facteur (saison) appliquée à l'activité-densité des espèces piégées
Tableau 31 : Résultats de l'ANOVA à deux facteurs (saison et parcelle) appliquée à l'activité-densité (AD) des espèces piégées
Tableau 32 : Résultats de l'ANOVA à un seul facteur appliquée aux paramètres (Activité-densité AD et richesse spécifique S) et indices écologiques (Indice de diversité de Shannon H et de Simpson 1/D et équitabilité de Piélou J) pour tester les différences interannuelles

Tableau 33 : Résultats de l'ANOVA à deux facteurs appliquée aux paramètres (AD et S) et des indices écologiques (H, J et 1/D) pour tester les différences interannuelles et entre les parcelles
Tableau 34 : Activité-densité (AD) moyenne et % de dissimilarité des espèces les plus contributives dans la dissimilarité interannuelle entre les parcelles (SIMPER)
Tableau 35 : Résultats de l'ANOVA à un seul facteur appliquée aux paramètres (Activité-densité AD et richesse spécifique S) et indices écologiques (Indice de diversité de Shannon H et de Simpson 1/D et équitabilité de Piélou J) pour tester les différences interannuelles
Tableau 36 : Résultats de l'ANOVA à deux facteurs appliquée aux paramètres de structure de communautés pour tester les différences interannuelles et entre les parcelles
Tableau 37 : Activité-densité (AD) moyenne et % de dissimilarité des espèces les plus contributives dans la dissimilarité interannuelle entre les parcelles (SIMPER)
Tableau 38 : Résultats de l'analyse granulométrique (%) des sols étudiés
Tableau 39 : Variation automnale des caractéristiques physicochimiques des sols étudiés
Tableau 40 : Variation hivernale des caractéristiques physicochimiques des sols étudiés
Tableau 41 : Variation printanière des caractéristiques physicochimiques des sols étudiés
Tableau 42 : Variation estivale des caractéristiques physicochimiques des sols étudiés
Tableau 43 : Résultats de l'analyse granulométrique (%) des sols étudiés
Tableau 44 : Variation automnale des caractéristiques physicochimiques des sols étudiés
Tableau 45 : Variation hivernale des caractéristiques physicochimiques des sols étudiés
Tableau 46 : Variation printanière des caractéristiques physicochimiques des sols étudiés
Tableau 47 : Variation estivale des caractéristiques physicochimiques des sols étudiés

Introduction générale

Dans cette partie introductive nous nous proposons de donner un aperçu sur la biodiversité, sa relation avec l'agriculture, ainsi que le rôle joué par la faune du sol, particulièrement les Isopodes terrestres dans les agroécosystèmes.

1. Biodiversité

Le concept de « biological diversity » est apparu dans les années 80 dans les écrits du biologiste américain Thomas Lovejoy. Le terme « biodiversity » lui-même a été inventé par Walter G. Rosen lors de la préparation du National Forum on Biological Diversity organisé par le National Research Council en 1986 ; le mot « biodiversité » apparaît pour la première fois dans une publication scientifique en 1988 par Edward Wilson. Le mot « biodiversity » avait été jugé plus efficace en termes de communication que « biological diversity ».

La définition la plus courante de la biodiversité est celle donnée par la Convention Internationale de la Diversité Biologique de la Conférence des Nations Unies sur l'Environnement et le Développement de Rio (1992), c'est la variabilité des organismes vivants au sein des espèces (diversité génétique), entre les espèces (diversité spécifique), ainsi qu'entre écosystèmes (diversité écosystémique) (Johnson, 1993). Le niveau d'organisation qui tient compte les espèces est le plus envisagé dans les travaux scientifiques.

Depuis la conférence des Nations-Unies sur l'Environnement et le Développement à Rio de 1992, la conservation est devenue un enjeu planétaire (Chauvet et Olivier, 1993). Le sommet mondial sur le développement durable de Johannesburg de 2002 et la conférence internationale sur la biodiversité de Paris en janvier 2005 ont rappelé l'érosion rapide de la diversité biologique et l'urgence d'enrayer cette menace. Plus récemment, en décembre 2006, l'Assemblée générale de l'Organisation de Nations Unies (ONU) a déclaré 2010 comme année internationale de la biodiversité. C'est la première fois que les Nations Unies dédient une année à la biodiversité pour mieux sensibiliser le public dans le but de la conservation de la diversité biologique sous la pression constante des activités humaines. Enfin à la même année le Programme Millennium Ecosystem Assessment (MEA) a montré le lien

entre la biodiversité et les écosystèmes par des services rendus (Ecosystem Services) pour l'homme : services de prélèvement, services de régulation, services culturels et services d'auto-entretien. Ces services assurent le bien-être de l'homme (human well being).

2. Agriculture et biodiversité

En Afrique, l'agriculture est devenue l'un des plus importants vecteurs de croissance conduisant à des solutions durables à la famine et à la pauvreté (Harsch, 2004) et engendrant en conséquence une augmentation de l'utilisation du terrain agricole. En Tunisie, le secteur agricole occupe une place de premier ordre dans l'activité économique et joue un grand rôle dans le développement régional et social du pays. En 2003, ce secteur a représenté 12,9% du PIB (Produit Intérieur Brut), occupant 23% de la population active (soit 1,2 million de journées de travail) et a compté 471 000 exploitations ayant une superficie moyenne de 11 hectares (FAO, 2005).

Les relations entre le développement de l'agriculture et la biodiversité sont complexes (Lefeuvre, 1992). Dans le monde, l'agriculture a connu des modifications très importantes liées principalement à la mécanisation et à l'utilisation intense des produits phytosanitaires (Robinson et Sutherland, 2002). En Tunisie, l'intensification de l'agriculture a engendré une augmentation de l'utilisation des intrants agricoles notamment des pesticides. Les importations des pesticides s'élèvent à 3600 tonnes/an utilisées principalement en agriculture (Pesticide Action Network (PAN) Africa, 2006). Au cours des dernières années, l'activité agricole intense dans les périmètres irrigués en Tunisie provoque une dégradation de la qualité de l'eau de l'irrigation (Chabchoub, 2011).

Ces activités agricoles ont des impacts négatifs sur la biodiversité, la composition et le fonctionnement des écosystèmes (Meyer et Turner II, 1994). Elles sont responsables de la fragmentation et la destruction des habitats (cas des forêts) qui ont entraîné une homogénéisation spatio-temporelle des paysages agricoles (Roschewitz et al., 2005). Ceci a entraîné une diminution des espèces rares, une augmentation des

espèces communes (Burel et Garnier 2008) et une perte de la biodiversité floristique et faunistique (Jacob et Halle, 2001). Dans ce contexte, on cite par exemple la disparition des plantes calcifuges causée par le chaulage du sol et la réduction de la diversité floristique aux bords des champs (De Snoo, 1997) suite à la destruction des haies et l'utilisation abusive des herbicides non sélectifs (Chiverton et Sotherton, 1991).

Des déclins des populations d'oiseaux spécialistes aux milieux agricoles ont été observés. C'est le cas des faisans (Chamberlain et al., 2000) et des poussins de perdrix (Green et al., 1986). Il a été estimé que les populations d'oiseaux à travers le monde ont diminué de 20 à 25% depuis les temps préagriculturaux. L'intensification de l'agriculture menace la moitié des zones importantes de conservation des oiseaux (ZICO) en Afrique et le tiers en Europe (PAN Europe, 2010). La destruction des habitats est la cause principale de la disparition de certains mammifères (bison et lynx) (Lefeuvre, 1992). Les insectes sont aussi affectés par l'agriculture. Ceci est dû principalement à la diminution des prairies et la perturbation des écosystèmes agricoles (Oates, 1995).

3. Agriculture et faune du sol

Malgré la prise de conscience de l'implication de la faune édaphique dans le fonctionnement du sol et le maintien de la productivité primaire, l'attention des agriculteurs pour ces organismes s'est focalisée jusqu'à récemment sur quelques espèces ou groupes d'espèces catalogués comme ravageurs ou phytoparasites (Decaëns et al., 2006).

Dans les sols agricoles, la composition faunistique varie dans de fortes proportions, notamment en fonction du degré d'intensification de l'agriculture. Le recours massif aux pesticides et au travail intensif du sol en agriculture aboutit à une forte réduction de la diversité et de l'abondance de la faune. C'est le cas par exemple des nématodes (Briar et al., 2007), des fourmis (Santos et al., 2007), des vers de terre (Paoletti et Bressan, 1996; Paoletti et al., 1991) et des coléoptères carabiques (Roume, 2011). Une réduction du travail du sol et de l'apport de pesticides, telle qu'on la pratique en

agriculture intégrée permet le maintien d'une biodiversité plus importante de la pédofaune.

4. Agriculture et Isopodes terrestres

L'étude de la relation entre l'agriculture et les Oniscoïdes a été abordée par Paoletti (1987, 1988), Hassall (1996) et Paoletti et Hassall (1999) où ils ont discuté les exigences écologiques des Isopodes terrestres en comparant l'abondance et la richesse spécifique selon le type d'habitat dans quelques régions du monde (Pays-bas, Grande Bretagne, Nord-Est de l'Italie,…). Ils ont montré que la diversité des Oniscoïdes diminue quand l'activité agricole est intense. Ceci peut agir, soit directement par l'utilisation des produits phytosanitaires et la simplification dans la structure de l'habitat et d'une disponibilité réduite en sites refuges suite aux labours conventionnels (Hassall, 1996), soit indirectement car les herbicides affectent la qualité de la nourriture (litière) issue de la décomposition de la végétation (Paoletti et al., 1995). Ils ont aussi montré que les différences en termes de biomasse et de richesse spécifique des Isopodes peuvent indiquer l'ampleur de l'impact anthropique en zone rurale. En 2002, Paoletti et Cantarino ont montré que la sex-ratio des Isopodes terrestres est altérée par les pratiques agricoles. Ils ont conclu qu'en agriculture biologique, les Isopodes gardent leurs traits de vie naturels. D'autres travaux ont été réalisés en France (Souty-Grosset et al., 2005a, b ; 2008) sur différents types de prairies (semi-naturelle, avec activité agricole et avec activité agricole intensive). Les résultats ont montré que le nombre des Oniscoïdes est beaucoup plus important dans les prairies avec une simple activité agricole que dans celles en agriculture intensive. En plus, la diversité en Isopodes terrestres varie d'une prairie temporaire à une prairie permanente. Plus récemment dans les agroécosystèmes argentins, Faberi et al. (2011) ont mentionné qu'*Armadillidium vulgare* est un ravageur important dans certaines cultures. Les services rendus pour la fertilisation et la tenue des sols, le recyclage des éléments nutritifs via la décomposition : à ce titre, en tant que détritivores, les Isopodes terrestres sont des espèces clés (David & Handa, 2010, Berg et al., 2010). Ils sont

particulièrement sensibles à la qualité du milieu (habitats, ressources alimentaires), ce qui leur vaut le statut de bio-indicateurs.

En Tunisie, la relation entre agriculture et Isopodes terrestres n'a jamais été étudiée, à l'exception d'une simple investigation pour lister les espèces présentes dans les oasis de la région de Kebili (Fraj, 2008). C'est la raison principale qui a mené à mon projet de thèse.

Ce présent travail se compose par :

- Une première partie dans laquelle on présente le site d'étude, le matériel et les méthodes utilisés sur terrain et au laboratoire durant le travail de la thèse.

- Une deuxième partie consacrée aux résultats obtenus. Elle se compose de 3 volets qui traitent successivement :

◆ Biodiversité taxonomique de la macrofaune dans l'agroécosystème Majerda,

◆ Variation interannuelle de la biodiversité de la macrofaune dans l'agroécosystème Majerda,

◆ Biodiversité des Oniscoïdes dans l'agroécosystème Majerda,

◆ Variation interannuelle de la biodiversité des Oniscoïdes dans l'agroécosystème Majerda.

- Une dernière partie est consacrée aux discussions des résultats obtenus et à la conclusion générale.

Matériels et méthodes

1 Présentation générale de la zone d'étude

1.1 Situation géographique

L'étude s'est déroulée dans le domaine agricole de la basse vallée de la Majerda qui couvre une superficie d'environ 250.000 ha. Situé au nord-est de la Tunisie, il est limité au nord et au sud par les lignes de crêtes dominant la basse vallée, à l'est par la Mer Méditerranée et à l'ouest par une limite conventionnelle qui coupe la Vallée. Administrativement, la basse vallée de la Majerda appartient à la Tunisie nord orientale et se trouve entre la ville de Bizerte au nord et de Tunis au sud (Figure 1). Ce périmètre dépend de ces trois gouvernorats avec respectivement trois, quatre et deux délégations : La Manouba (Tebourba, Jedaida, El Battane), Ariana (Sidi Thabet, Kalaat El Andalous, Raoued et Ariana ville) et Bizerte (Utique et Ghar El Melh).

1.2 Climatologie

La basse vallée de la Majerda (BVM) appartient au sous-étage bioclimatique semi-aride supérieur. Le climat est de type méditerranéen. Il se caractérise par une chaleur forte en été et une stabilité hors saison estivale avec des précipitations faibles et irrégulières.

Les précipitations moyennes annuelles sont de 433mm dont 31% en automne, 42% en hiver, 21% au printemps et 6% en été. Les variations inter saisonnières sont très importantes. Durant la période sèche (15 avril-15 septembre), l'irrigation est indispensable. L'évapotranspiration potentielle (ETP) quant à elle s'élève à 1366 mm/an, soit un déficit hydrique global de l'ordre de 969 mm environ. Pour la température moyenne le mois le plus froid est janvier (11°C) et le plus chaud est juillet (27°C). L'humidité relative oscille entre 65 et 80%. L'examen de l'évolution de la température montre des écarts entre les saisons avec des risques de gelée en hiver.
Quant à l'ensoleillement, il atteint son maximum (10,6 h/j) au mois de juillet et son minimum (3,2 h/j) au mois de décembre. Les vents dominants dans la basse vallée sont de direction nord-ouest ; ils sont fréquemment redoutables, notamment le vent du sud ou sirocco en été. La vitesse moyenne du vent varie entre 0,8 et 1,5 m/s.

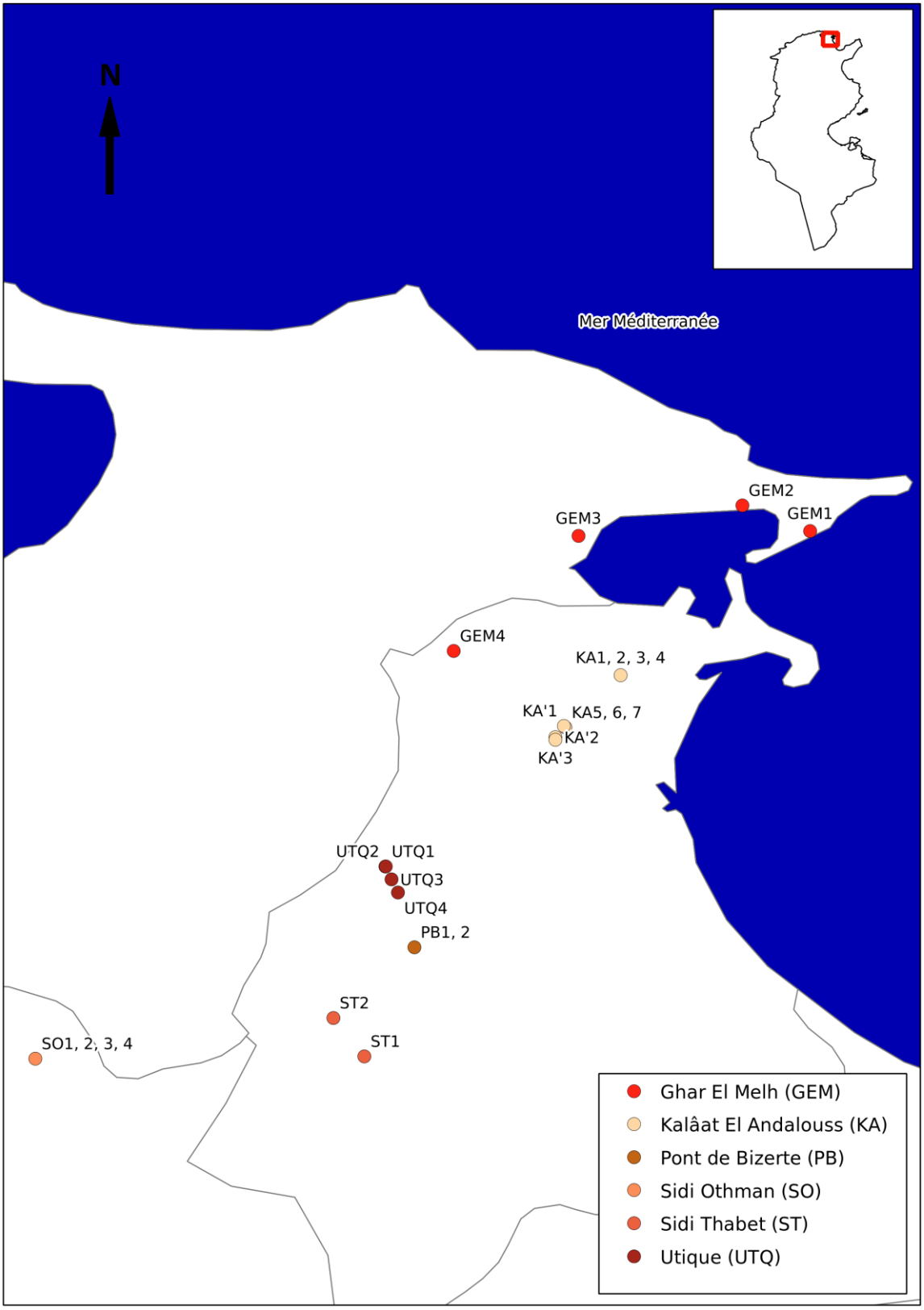


Figure 1 : Localisation des stations d'étude.

1.3 Ressources hydriques

Outre les apports de l'oued Majerda, la plaine de la Majerda reçoit les eaux du réseau d'oueds, parfois denses et très ramifiés, qui découpent les reliefs locaux. Les sources ne sont pas nombreuses mais les nappes phréatiques sont assez importantes ainsi que les nappes profondes. Actuellement, un ensemble de problèmes commencent à faire surface. Ils sont dûs à l'exploitation, à la croissance de la demande suite à la densification des aménagements et l'occupation du sol mais aussi à la dégradation de la qualité des eaux, notamment par leur salinisation et leur pollution.

1.4 Production agricole

La superficie de la Tunisie est de 162155 km^2. Les terres arables sont estimées à 4 071,4 millions d'hectares dont 360 000 hectares de périmètres irrigués. Sur la plaine de la Majerda, l'agriculture en irrigué est la principale activité agricole. Les terres labourables représentent entre 48% (Raoued) et 94% (Jdaida) du total des terres agricoles.

Dans la BVM, l'agriculture se base sur les cultures maraîchères et fourragères souvent associées à un élevage laitier. On trouve aussi l'arboriculture (oliviers et arbres fruitiers), la céréaliculture et autres cultures annuelles notamment des légumineuses. Dans cette région, le système d'exploitation est basé sur l'eau ; l'irrigation est cruciale. Les modes d'irrigation les plus utilisés sont l'aspersion pour les cultures fourragères, la goutte à goutte pour les cultures maraîchères et l'irrigation de surface pour les arboricultures.

2 Echantillonnage et détermination de la faune piégée

2.1 Piégeage et collecte à la main

Le piégeage **« Pittfall traps »** est une méthode simple, facile à utiliser et très efficace pour piéger tous les arthropodes se deplaçant au niveau du sol. Elle consiste à utiliser un pot-piège ou piège-barber enfoncé dans le sol dont l'orifice affleure au niveau de la surface du sol. Il contient la plupart du temps, comme cela a été le cas

dans nos travaux, une solution non attractive pour les insectes permettant leur conservation. C'est donc une méthode passive qui ne collecte que les animaux qui, au gré de leurs déplacements naturels, ont pu tomber dans le pot. L'abondance des animaux piégés en un temps donné dépend donc à la fois de leur densité réelle et de l'ampleur de leurs déplacements (ou activité) aux alentours du piège pendant cette période (Roume, 2011). Le paramètre mesuré est donc l'activité - densité des espèces aux abords du piège (Thomas et al., 1998). Ces pièges sont donc utiles lorsque l'on s'intéresse à l'étude de la biodiversité des Oniscoïdes dont l'activité varie d'une espèce à une autre et d'une saison à une autre. En revanche, si les pièges barber permettent de déceler les espèces présentes et de déterminer leur activité-densité dans différents milieux, ils ne permettent pas d'établir les densités relatives des différentes espèces au sein d'un même piège, puisque, à densités égales, les espèces sont d'autant plus facilement piégées et donc abondantes dans les pièges qu'elles sont mobiles au sol.

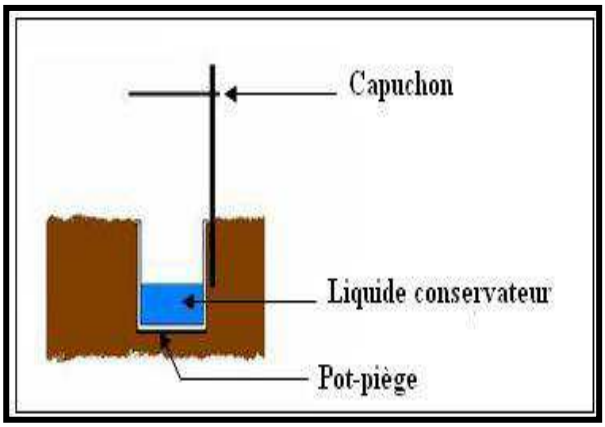


Figure 2 : Schéma d'un piège Barber en coupe transversale (d'après Diwo Allain., Bout., 2004, modifié).



Figure 3 : Photo d'un pot piège.

Dans ce travail, des pièges en plastique de 7 cm de diamètre, de 5.5 cm de hauteur et de 100 cm^3 de volume ont été utilisés. Le ¼ de chaque piège a été rempli par un produit de conservation, l'éthylène glycol 70%. Par ailleurs et afin de limiter l'entrée

des eaux de pluie et des débris végétaux dans les pots, une planchette ou capuchon a été placé à 3 cm au-dessus de chaque pot.

Au cours de cette étude, et pour chaque saion, 5 pièges par parcelle et par relevé ont été deposés. Les pièges sont vidés 3 fois par saison.

Le piège barber ne permet pas d'obtenir des informations sur les espèces peu actives. Nous avons donc eu recours à une méthode complémentaire pour déterminer une liste plus exhaustive des espèces d'isopodes terrestres dans le domaine agricole de la basse vallée Majerda. Cette méthode quantitative consiste en une simple recherche à la main **« hand search »** et collecte des isopodes terrestres dans une parcelle pendant une heure.

2.2 *Problèmes d'échantillonnage par piégeage*

L'échantillonnage réalisé dans des parcelles privées n'a pas été sans difficulté. En effet, au cours de nos campagnes du piégeage, nous avons été confrontées à un nombre de problèmes tels que l'interdiction d'accès à quelques parcelles durant une saison. D'autres agriculteurs nous ont conseillées de poser les pièges aux bordures des parcelles pendant la période du travail du sol et d'irrigation (mode surface) afin d'éviter la perte des pièges et leurs contenus. Un autre problème auquel nous nous sommes heurtées est la perte des pièges suite aux activités agricoles tel que le passage d'engins, ce qui nous a conduit à éliminer les parcelles dont le nombre des pièges est inférieur à 5 pièges par relevé. L'autre problème majeur que nous avons eu durant les deux années d'étude est le changement du type de culture et du mode d'irrigation en fonction des activités agricoles des agriculteurs. Ce n'est que rarement qu'on garde le même type de culture et le même mode d'irrigation dans la parcelle durant les 4 saisons d'échantillonnage.

2.3 Identification

Au laboratoire, les animaux piégés ont été étiquetés et conservés dans l'alcool 70° pour les identifier, ultérieurement, sous une loupe binoculaire jusqu'au niveau du groupe pour l'ensemble de la faune piégée et jusqu'à l'espèce pour les Oniscoïdes,

principalement à l'aide des clefs de détermination de Vandel (1962) et de la thèse de doctorat de Hamaïed-Melki (2008) pour l'identification des espèces du genre Armadillidium.

3 Mesure des variables environnementales

3.1 Notation sur terrain

Afin d'expliquer la distribution des Oniscoïdes présents dans chacune des parcelles lors des différentes campagnes de piégeage, des caractéristiques des parcelles ont été notés. On cite, le type de culture et le mode d'irrigation ont été notés pour chaque saison d'étude. Les cultures sont généralement des cultures maraîchères, des légumineuses, de l'arboriculture et de la céréaliculture. Le début et la fin de chaque type de culture sont aussi notés, puisque le mode de gestion principalement l'irrigation varie selon le stade de la culture.

3.2 Prélèvement et analyse du sol

3.2.1 Prélèvement

Les constituants du sol interagissent pour lui conférer ses propriétés. Leurs proportions, leur variabilité spatio-temporelle influencent le fonctionnement du système (Gobat et al., 2010) et ont un effet sur les organismes du sol, notamment les Oniscoïdes.

Pour cette étude, à chaque relevé des pièges, un échantillon du sol est pris à 3 différentes profondeurs (surface, 5 et 10 cm). A la fin de chaque campagne de terrain, les 3 échantillons du sol (3 relevés) ont été mélangés pour avoir un échantillon composite ; celui-ci sera étiqueté portant le nom de la parcelle et la saison d'étude pour faire l'objet d'une analyse ultérieure.

3.2.2 Analyses physico-chimiques

A l'arrivée au laboratoire, les échantillons ont été débarrassés des cailloux et de débris végétaux pour des analyses physico-chimiques (voir annexe 1). L'humidité de chaque échantillon a été mesurée. D'autres analyses ont été réalisées à partir de l'échantillon composite prélevé au niveau de chaque parcelle. Concernant la granulométrie qui reflète la part respective des constituants triés selon leur taille, seule la texture minérale du sol qui correspond à la proportion du sable, du limon et de l'argile a été déterminée par l'analyse granulométrique . Des mesures de pH_{eau}, pH_{KCl} et de conductivité ont été faites dans le but de mettre en évidence la présence ou non de sols acides au niveau du site de la basse vallée et de faire un diagramme qui retrace les préférences des espèces d'isopodes piégées. Le pH_{KCL} est le « vrai » pH du sol, puisqu'il intègre dans une certaine mesure les caractéristiques physico-chimiques des sols à long terme. Le pH_{eau} est plus envisagé à l'étude de la relation sol-plante (Gobat et al., 2010). Le rapport Carbone/Azote (C/N) a été aussi mesuré (voir annexe 1). Ce rapport nous renseigne sur l'état de santé du sol. Un sol qui a un C/N qui ne dépasse pas 12 peut être considéré comme un sol sain, avec une vie microbienne active et une bonne dégradation de la matière organique (MO). Enfin, les cations échangeables du sol (Mg^{2+}, Ca^{2+}, K^{+} et Na^{+}) (voir annexe 1) ont été analysés. La capacité d'échange cationique (CEC) du sol représente la taille du réservoir permettant de stocker de manière réversible certains éléments fertilisants cationiques (Mg^{2+}, Ca^{2+}, K^{+} et Na^{+}). La CEC est liée au complexe argilo humique. La valeur de la CEC d'un sol est donc fonction des quantités d'argile et de la MO qu'il contient, mais aussi de la nature de ces éléments et du pH du sol. La répartition des différents cations et le taux de saturation (somme des cations échangeables/CEC) donne de précieuses indications sur le fonctionnement du sol.

4 Calcul des paramètres et des indices de diversité écologiques

Les paramètres et indices écologiques utilisés pour évaluer l'état de la diversité des taxons de la macrofaune piégée ainsi que celle des Isopodes sur le site de la basse vallée Majerda sont :

* L'effectif total et moyen (N) : nombre total ou moyen d'individus (taxon ou Oniscoïdes) par piège.

* L'activité-densité (AD) : c'est le nombre moyen d'individus capturés par piège et par parcelle (taxon ou espèce d'Oniscoïdes).

* L'activité-densité totale (ADT) : c'est le nombre d'individus capturés par piège et par saison.

* La richesse taxonomique et spécifique moyenne par piège (S) : c'est le nombre de taxons ou d'espèces trouvées dans chaque piège.

* L'indice de présence (IP) : c'est le rapport du nombre des parcelles contenant le taxon ou l'espèce (i) avec le nombre total des parcelles.

IP = ai / A

Avec ai : nombre des parcelles où le taxon ou *l'espèce i a été collectée*

A : nombre total des parcelles

* La diversité taxonomique ou spécifique a été mesurée à l'aide de l'indice de Shannon-Weaver (H) et l'équitabilité de Piélou (J).

$$\mathbf{H = - \Sigma [ni / N \times \log_2 (ni / N)]}$$

$$\mathbf{J = H / Hmax = H' / \log_2 S}$$

Avec S *: nombre total d'espèces*

N *: Nombre total d'individus*

ni *: nombre d'individus de l'espèce* i

Hmax : diversité spécifique maximale

H : indice de diversité de Shannon-Weaver

La diversité spécifique H intègre le nombre total d'espèces présentes dans une communauté considérée avec la fréquence relative des espèces présentes dans cette même communauté (Ramade et Graw-Hill, 1990). Les indices de diversité varient entre 0 (une seule espèce) et 4,5 (diversité très forte). Un indice supérieur à 4,5 dans la nature mène généralement à une perte de la stabilité de l'écosystème (Gobat et al., 2010). L'équitabilité J (ou régularité) d'un échantillon représente le rapport de la diversité spécifique observée à la diversité maximale théorique pouvant être obtenue avec le même nombre d'espèces. Elle est maximale et égale à 1 si toutes les espèces présentent le même nombre d'individus ; la diversité étant également maximale.

* La diversité spécifique a été mesurée aussi à l'aide de l'indice de Simpson (1/D) qui ne tient pas compte des espèces rares.

L'indice de Simpson a été calculé via la formule suivante :

$$\mathbf{D = \sum ni\ (ni-1)/N\ (N-1)}$$

Avec D : Indice de Simpson

ni : nombre d'individus de l'espèce i

N : nombre total d'individus

Dans notre étude, on a utilisé le rapport 1/D pour faciliter l'interprétation des résultats. Les valeurs de 1/D varient entre 1 (diversité minimale) et S (diversité maximale).

La dispersion des Oniscoïdes dans les différents secteurs et cultures étudiés a été représentée par des boîtes à moustaches (boxplot). Dans ce type de représentation, on représente et on interprète les valeurs des médianes et non pas des moyennes.

D'après Le Gen (2001), la lecture d'une boîte à moustaches se fait comme suit :

- Moustache inférieure : valeur de la série immédiatement supérieure à la frontière basse, avec la frontière basse qui est égale à Q1 – 1,5 x (Q3 – Q1),
- Moustache supérieure : valeur de la série immédiatement inférieure à la frontière haute, avec la frontière haute égale à : Q3 + 1,5 x (Q3 – Q1),

- Les 2 « moustaches» inférieure et supérieure, représentées par les petits rectangles verticaux de part et d'autre de la boîte,
- Les valeurs dites extrêmes (outliers) situées au-delà des valeurs adjacentes sont individualisées. Elles sont représentées par des marqueurs (carré, étoile, cercle etc.).

5 Analyses statistiques

Après le calcul des indices écologiques, et pour vérifier si les résultats obtenus ont un vrai sens statistique, on a appliqué plusieurs tests tels que les tests des analyses de variance paramétriques (ANOVA) et non paramétriques (Kurskal-Wallis) et les analyses multivariées (Analyse en Composantes Principales ACP). Les différences en composition taxonomique ou spécifique ont été évaluées par des dendrogrammes de dissimilarité obtenus après le calcul de l'indice de dissimilarité de Bray-Curtis. Les différences de composition taxinomique entre les parcelles ont été testées par l'ANOSIM (Analyse of Similarity). L'analyse SIMPER a été appliquée pour l'identification des taxons et des espèces les plus contributifs dans la dissimilarité entre les parcelles d'un même groupe, d'une part, et ceux qui sont les plus contributifs dans la dissimilarité entre les parcelles de deux groupes différents, d'autre part.

Les analyses de diversité et statistiques ont été réalisées grâce au logiciel Primer version 5 (Clarke & Gorley 2003) et R (Husson et al., 2009).

Résultats

Chapitre 1. Biodiversité taxonomique de la macrofaune dans l'agroécosystème Majerda

1.1 Introduction

Ce chapitre rassemble des informations sur la diversité de la macrofaune piégée formée essentiellement par les arthropodes et les mollusques. Beaucoup d'invertébrés notamment plusieurs taxons d'arthropodes sont considérés comme des bioindicateurs des écosystèmes sains. Ces bioindicateurs sont déterminés par l'étude de leur répartition et leur tolérance à certaines conditions du milieu puisqu'ils sont fortement influencés par la nature et les caractéristiques de leur environnement (Diekoetter et al., 2010). Certains arthropodes répondent bien à ces critères étant leur bonne répartition dans une large gamme d'habitat (Hilty et Merenlender, 2000) et constituent par conséquent de bons évaluateurs de la biodiversité quantitative. En particulier, ils regroupent de nombreux ravageurs et également des auxiliaires de culture (Clergué et al., 2005) dont l'importance est reconnue en lutte biologique (Jonsson et al., 2008). Ces caractéristiques justifient clairement le choix de certains arthropodes comme indicateurs de la biodiversité.

L'étude a été réalisée sur 2 années et durant 4 saisons sur 15 parcelles de l'année 2008-2009 et sur 11 parcelles en 2009-2010 où 885 et 600 pièges ont été respectivement posés (Tableau 1 et 2). L'étude de la variation saisonnière a été effectuée en fonction des cultures les plus représentées dans la basse vallée Majerda telles que l'arboriculture (pommiers, poiriers, oliviers), les cultures maraîchères (artichaut, tomate, pomme de terre) et les cultures fourragères (luzerne, mil, maïs).

On se propose dans ce chapitre (i) de déterminer l'activité-densité moyenne d'individus, la richesse et la diversité taxonomique en fonction des saisons et des cultures, (ii) de voir comment se répartissent les Oniscoïdes par rapport aux autres taxons.

Tableau 1 : Liste et caractéristiques des parcelles étudiées en 2008 et 2009

Parcelle	Longitude/Latitude	Culture A	Culture H	Culture P	Culture E	Superficie	Irrigation
KA1	N37°06'4.26''/ E010°09'16.9''	Artichauts	Artichauts	Artichauts	Artichauts F/D	0,75ha	Goutte à goutte
KA2	N37°06'4.26''/ E010°09'16.9''	Artichauts	Artichauts	Artichauts	Inaccessible	1ha	Goutte à goutte
KA3	N37°06'4.26''/ E010°09'16.9''	Oliviers	Oliviers	Oliviers	Oliviers	0,75ha	Goutte à goutte/Gravitaire
KA4	N37°06'4.26''/ E010°09'16.9''	Pommiers	Pommiers	Pommiers	Pommiers	1,5ha	Goutte à goutte/Gravitaire
KA5	N37°04'42.4''/E 010°07'50.4''	Artichauts	Artichauts	Artichauts	Artichauts F/D	1ha	Goutte à goutte
KA6	N37°04'42.4''/E 010°07'50.4''	Poiriers	Poiriers	Poiriers	Poiriers	2,5ha	Gravitaire
KA7	N37°04'42.4''/E 010°07'50.4''	Pommiers	Pommiers	Pommiers	Pommiers	2,5ha	Gravitaire
ST1	N36°56'07.6''/E 010°02'35.1''	Luzerne	Luzerne	Luzerne	Luzerne	1 ha	Aspersion
ST2	N36°57'07.7''/E 010°01'46.6''	Artichauts	Artichauts	Artichauts	Artichauts F/D	1,5ha	Goutte à goutte
SO1	N36°56'04.0''/E 009°53'59.3''	Artichauts	Artichauts	Artichauts	Artichauts F/D	3ha	Goutte à goutte
SO2	N36°56'04.0''/E 009°53'59.3''	Olivier	Olivier	Olivier	Olivier	6ha	Goutte à goutte
SO3	N36°56'04.0''/E 009°53'59.3''	Poiriers	Poiriers	Poiriers	Poiriers	3ha	Gravitaire
SO4	N36°56'04.0''/E 009°53'59.3''	Pommiers	Pommiers	Pommiers	Pommiers	5ha	Gravitaire
PB1	N36°58'58.4''/E 10°03'53.6''	Mil	Bersim	Bersim	Bersim	3ha	Aspersion
PB2	N36°58'58.4''/E 10°03'53.6''	Maïs	Orge	Orge	Orge	1ha	Aspersion

KA : Kalaat El Andalouss, ST : Sidi Thabet, SO : Sidi Othman et PB : Pont de Bizerte.

A : Automne, H : Hiver, P : Printemps et E : Eté.

Artichauts D/F : Artichauts début / Fin de la culture.

Tableau 2 : Liste et caractéristiques des parcelles étudiées en 2009 et 2010

Parcelle	Longitude/Latitude	Culture A	Culture H	Culture P	Culture E	Superficie	Irrigation
GEM1	37°06'42.2" N/010° 04' 55.2" E	Pas de culture	Pomme de terre	Pomme de terre	Pomme terre (FC)	3ha	N/Goutte à goutte/N
GEM2	37°09'42.3" N/010° 08' 10.9" E	Pas de culture	Pomme de terre	Pomme de terre	Maïs (DC)	0,5ha	N/Goutte à goutte/N
GEM3	37°10'14.3" N/010° 12' 28.6" E	Tomate	Pomme de terre	Pomme de terre	Pomme terre (FC)	3ha	Goutte à goutte/N
GEM4	37°09'33.4" N/010° 14' 36.8" E	Tomate	Pomme de terre	Pomme de terre	Pomme terre (FC)	3ha	Goutte à goutte/N
UTQ1	37°01'04.8" N/010° 03' 08.2" E	Maïs	Blé	Blé	Blé (FC)	3ha	Aspersion/C Aspersion/N
UTQ2	37°01'04.9" N/010° 03' 08.7" E	Mil	Blé	Blé	Blé (FC)	3ha	Aspersion/C Aspersion/N
UTQ3	37°00'44.7" N/010° 03' 17.7" E	Melon	Blé	Blé	Blé (FC)	3ha	Goutte à goutte/C Aspersion/N
UTQ4	37°00'24.1" N/010° 03' 27.8" E	Courge	Pois chiche	Pois chiche	Pois chiche (FC)	1ha	Surface
KA'1	37°04'44.8" N/010° 07' 48" E	Courge	Orge	Orge	Orge (FC)	3ha	Surface
KA'2	37°04'27.2" N/010° 07' 34.6" E	Tomate	Blé	Blé	Blé (FC)	1ha	Goutte à goutte/C Aspersion
KA'3	37°04'23.2" N/010° 07' 34.6" E	Artichauts	Artichauts	Artichauts	Artichauts (FC)	1,25ha	Goutte à goutte

GEM : Ghar El Melh, UTQ : Utique et KA' : Kalaat El Andalouss.

A : Automne, H : Hiver, P : Printemps et E : Eté.

FC : Fin de culture, DC : Début de culture.

N : Pas d'irrigation, C : irrigation complémentaire.

1.2 Résultats pour les sessions de piégeage réalisées en 2008 et 2009

1.2.1 Effectif total et moyen (N)

Au total, 15337 spécimens de la macrofaune (et quelques Acariens) ont été piégés durant l'année 2008-2009 (Annexe 2). Les vertébrés (grenouilles et souris) et les annélides ont été retirés du comptage. En fonction des saisons (Fig. 4), le plus grand nombre d'individus (N) a été enregistré en été (N = 7899, N moyen = 3761 ± 40,81) et le plus faible en hiver (N = 2372, N moyen = 805 ± 10,36). Cette différence est significative (test de Kurskal-Wallis : $\chi^2 = 250{,}50$, DDL (Degré De Liberté) = 3, $p < 2{,}2e^{-16}$).

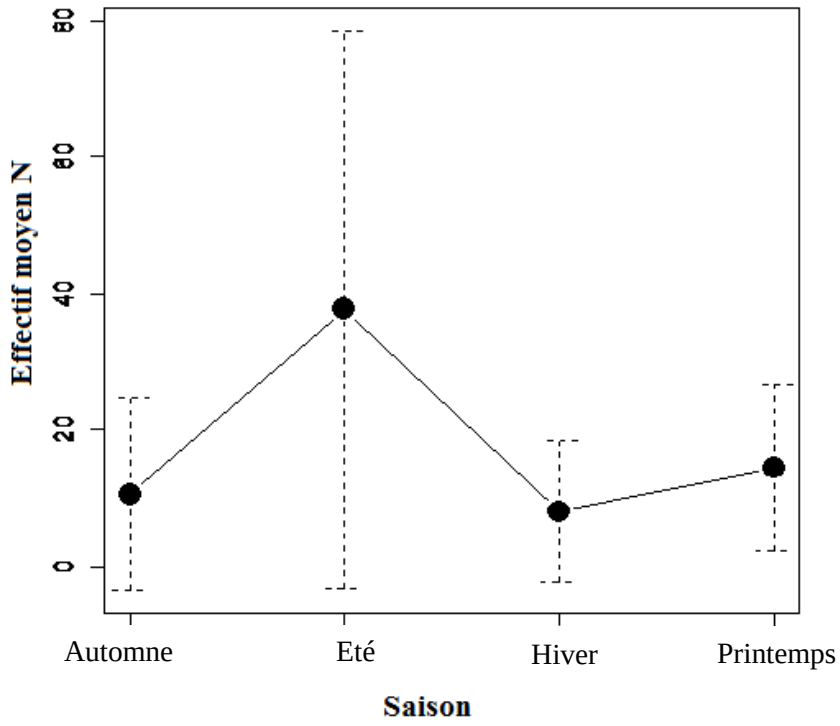


Figure 4 : Variation saisonnière de l'effectif moyen (N) des individus piégés en 2008 et 2009.

1.2.2 Activité-Densité (AD)

L'activité-densité (AD) maximale de la macrofaune piégée varie en fonction des saisons et des parcelles. En automne, au printemps et en été, l'AD maximale a été révélée dans la parcelle de luzerne ST1 (Tableaux 3, 4, 5 et 6). Elle est de 1,78 ± 3,33, 1,43 ± 1,97 au printemps et 4,7 ± 11,67 en été. En hiver, l'AD atteint son maximum

dans la parcelle d'artichauts SO1 (1,39 ± 2,50). Les différences observées entre les saisons sont significatives (ANOVA à un facteur : $F = 76,23$; $p < 2,2\ e^{-16}$).

Les Isopodes terrestres (le groupe le plus concerné dans cette étude), ont une AD moyenne variable en fonction des parcelles et des saisons. En effet, l'AD oscille entre 0,55 ± 0,72 (KA5 et KA6) et 13 ± 20,87 (ST1) en automne (Tableau 3), entre 0 (KA3, KA4, KA7 et ST2) et 2,77 ± 2,43 (SO1) en hiver (Tableau 4), entre 0 (KA3, KA5 et KA7) et 0,93 ± 3,61 (PB2) au printemps (Tableau 5) et entre 0,13 ± 0,35 (KA4) et 1,46 ± 2,72 (PB2) en été (Tableau 6). Excepté en hiver, l'AD moyenne la plus importante des Oniscoïdes existe toujours dans des parcelles en cultures fourragères (luzerne, maïs et orge). Ces cultures sont irriguées par le mode aspersion. Elles se caractérisent par une utilisation limitée des intrants chimiques. L'impact de ces deux facteurs sur les Isopodes terrestres seront traités, ultérieurement, dans le chapitre relatif à la diversité des Oniscoïdes en fonction des pratiques agricoles.

1.2.3 Richesse taxonomique (S)

La richesse taxonomique (S) la plus importante a été trouvée dans les parcelles de Sidi Othman. En automne, elle est égale à 13 dans le verger de poiriers SO3 (Tableau 3). Elle est de l'ordre de 14 au printemps (Tableau 5) et de 15 en hiver et en été dans l'oliveraie SO2 (Tableau 4 et 6). Les différences de la richesse taxonomique observées entre les saisons sont significatives (ANOVA à un facteur : $F = 93,31$; $p < 2,2\ e^{-16}$).

1.2.4 Diversité taxonomique (H) et équitabilité de Piélou (J)

L'étude de la diversité taxonomique montre qu'elle varie entre 1,77 ($J = 0,59$) dans la parcelle PB2 et 2,68 ($J = 0,85$) dans l'oliveraie (SO3) en automne (Tableau 3), entre 1,75 ($J = 0,55$) dans la parcelle d'artichauts KA5 et 3,14 ($J = 0,88$) dans la parcelle de pommiers SO4 en hiver (Tableau 4) et entre 2,18 ($J = 0,69$) à KA5 et 3,23 ($J = 0,85$) dans le verger de poiriers SO3 au printemps (Tableau 5). En été et sans tenir compte de la parcelle KA2 inaccessible, la diversité s'échelonne entre 1,48 ($J = 0,41$) à

ST2 (artichauts) et 2,99 (J = 0,81) dans la parcelle de luzerne ST1 (Tableau 6). Les résultats trouvés sont significatifs (ANOVA à un facteur : F = 82,49; $p < 2,2\ e^{-16}$).

1.2.5 Fréquence des taxons (IP)

Tenant en compte l'effectif total de la faune piégée, les Oniscoïdes occupent le 4ème rang après les Hyménoptères (N = 4160), les Coléoptères (N = 2181) et les Araignées (N = 2126). L'histogramme (Fig. n°5) montre que les Oniscoïdes, les Coléoptères, les Hyménoptères, les Diptères, les Orthoptères et les Araignées sont les taxons les plus constants avec un indice de présence qui dépasse 50%. Les autres groupes sont moins fréquents que les groupes précédents et leur fréquence varie d'une saison à une autre. Citons par exemple les Homoptères absents durant les 3 premières campagnes (automne, hiver et printemps) mais présents dans 11 parcelles en été.

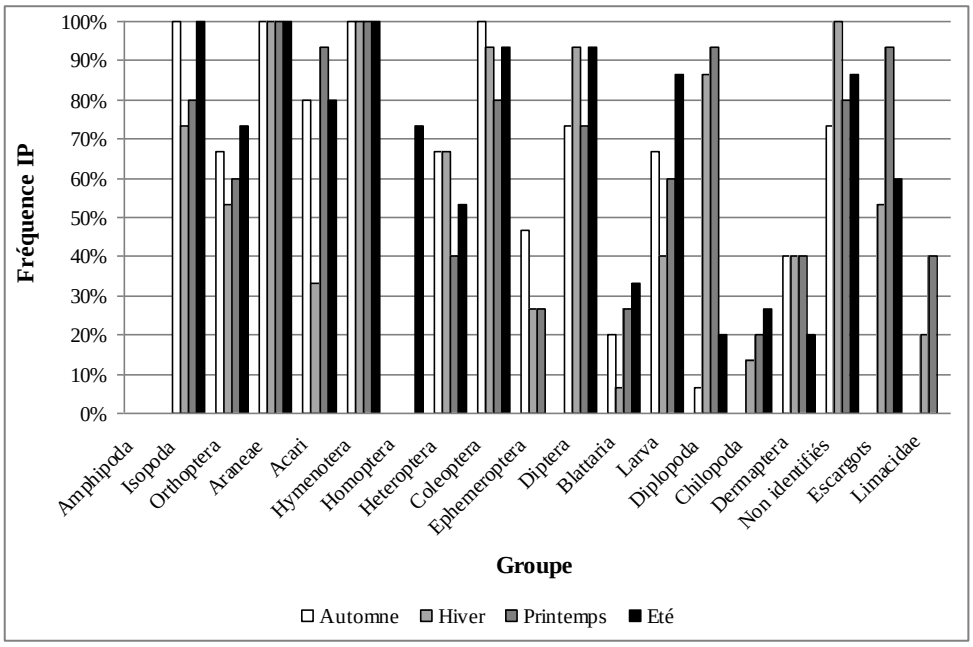


Figure 5 : Variation saisonnière de la fréquence (IP) des taxons piégés en 2008 et 2009.

Tableau 3 : Variation automnale de l'activité-densité moyenne (AD), la richesse (S) la diversité (H) taxonomique et l'équitabilité de Piélou (J) de la macrofaune piégée en 2008 et 2009

	KA1	KA2	KA3	KA4	KA5	KA6	KA7	ST1	ST2	SO1	SO2	SO3	SO4	PB1	PB2
Isopoda	5,88±5,46	3,12±4,29	0,66±1,65	0,71±1,49	0,55±0,72	0,55±0,72	1,88±3,05	13±20,87	2±2,13	2,77±2,43	5,55±8,38	8±9,27	1±1,58	3,33±3,93	10,75±9,02
Orthoptera	0,22±0,66	0,66±1,11	0,11±0,33	0,11±0,33	0,44±0,72	0	0	1,75±1,42	0,83±0,83	0,33±0,5	0	0,05±0,23	0	1,75±2,22	0
Araneae	1,88±1,9	3,88±3,58	1,44±2	2±1,5	3,88±3,33	1,33±1,22	2±2,91	5±2,89	4,25±1,86	4,5±1,77	1,44±1,23	0,5±1,04	1±2	3,08±4,67	1,33±1,72
Acari	0	0,11±0,33	0,22±0,66	0	2,55±4,03	0,11±0,33	0,33±1	1,08±1,78	1,75±2,30	1,44±1,58	1,33±2	0,27±0,66	0,44±0,88	0	0,33±1,15
Hymenotera	1,66±1,73	0,88±1,83	1,77±3,27	3,88±6,47	9,88±19,06	0,66±1,41	0,77±0,97	5,25±9,53	4,08±2,53	9,44±4,94	4,44±4,82	2±7,02	8,22±12,70	5,66±11,47	0,83±1,74
Homoptera	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Heteroptera	0	0,22±0,44	0	0,11±0,33	0	0,11±0,33	0,22±0,66	0,08±0,28	0	4,44±7,75	0,11±0,33	0,22±0,73	0,22±0,66	0	0,33±0,65
Coleoptera	1,33±2,34	6±5,04	1,11±0,78	0,55±0,88	0,55±0,72	0,88±0,92	0,55±1,13	4,41±5,23	0,25±0,62	0,11±0,33	0,33±0,70	2,72±2,78	2,11±1,36	0,66±0,98	1,33±1,55
Ephemeroptera	0	0	0	0	0,55±1,66	0	0,11±0,33	0,25±0,62	0,58±0,99	0,11±0,33	2±2,23	0,16±0,51	0	0	0
Diptera	0,11±0,33	0,11±0,33	0,11±0,33	0	0,22±0,44	0,22±0,44	0	0,08±0,28	0,16±0,57	0,22±0,44	0,11±0,33	0,22±0,64	0,33±0,70	0	0
Blattaria	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,11±0,33	0,05±0,23	0	0	0,16±0,38
Larva	0	0	0,22±0,44	0,11±0,33	0,11±0,33	0	0,11±0,33	0	0,16±0,38	0,11±0,33	0,33±0,5	0,16±0,38	0,11±0,33	0,25±0,45	0
Diplopoda	0	0	0	0	0	0	0	0,08±0,28	0	0	0	0	0	0	0
Chilopoda	0	0	0	0	0	0	0	0	**0**	0	0	0	0	0	0
Dermaptera	0	0	0	0	0	0	0	1,16±2,85	**0**	0,11±0,33	0,11±0,33	0,22±0,54	0,22±0,66	0,33±1,15	0
Non identifiés	1,33±3,31	0	1,11±1,96	2,11±3,88	0,55±1,01	3,33±4,33	0,22±0,66	0	0,75±	1,55±2,45	0	1±2,44	0	0,08±0,28	1,08±3,17
Escargots	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Limacidae	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
AD	**0,69±1,45**	**0,83±1,70**	**0,37±0,58**	**0,53±1,06**	**1,07±2,42**	**0,40±0,82**	**0,34±0,62**	**1,78±3,33**	**0,82±1,35**	**1,39±2,50**	**0,8±1,62**	**0,86±1,93**	**0,75±1,94**	**0,84±1,60**	**0,89±2,50**
S	**7**	**8**	**9**	**8**	**10**	**8**	**9**	**11**	**10**	**12**	**11**	**13**	**9**	**8**	**8**
H	**2,17**	**2,14**	**2,68**	**2,22**	**2,18**	**2,28**	**2,51**	**2,45**	**2,66**	**2,53**	**2,47**	**2,29**	**1,95**	**2,30**	**1,77**
J	**0,77**	**0,71**	**0,85**	**0,74**	**0,66**	**0,76**	**0,79**	**0,71**	**0,80**	**0,71**	**0,71**	**0,62**	**0,62**	**0,77**	**0,59**

Tableau 4 : Variation hivernale de l'activité-densité moyenne (AD), la richesse (S) la diversité (H) taxonomique et l'équitabilité de Piélou (J) de la macrofaune piégée en 2008 et 2009

	KA1	KA2	KA3	KA4	KA5	KA6	KA7	ST1	ST2	SO1	SO2	SO3	SO4	PB1	PB2
Isopoda	0,11±0,33	0,22±0,44	0	0	0,11±0,33	0,22±0,44	0	0,08±0,28	0	2,77±2,43	2,55±3,60	0,77±0,83	1±1	1,08±1,24	2,25±4,33
Orthoptera	0,22±0,66	0	0,11±0,33	0	0,22±0,44	0	0	0,16±0,57	0	0,33±0,5	0,11±0,33	0	0,14±0,37	0	0,25±0,45
Araneae	2,44±1,42	1,77±1,85	1,66±1,5	1,44±1,01	1,55±1,33	1,66±1,11	1,66±1,41	3,33±3,89	0,91±1,5	4,5±1,77	2,44±2,29	3,55±2,6	1,71±1,79	3,25±2,56	3±2,52
Acari	0,11±0,33	0	0	0	0	0	0	0	0	1,44±1,58	0,11±0,33	0,22±0,66	0	0	0,5±1,73
Hymenotera	1,11±1,53	1±1,58	0,55±0,72	0,55±1,13	4,22±3,99	1,77±1,98	3,22±5,49	4,41±6,72	1,25±1,91	9,44±4,97	3,44±2,35	1,55±3,24	1,14±1,57	4,66±10,32	2±3,43
Homoptera	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Heteroptera	0	0	0,11±0,33	0,11±0,33	0	0,22±0,66	0	0,08±0,28	0,08±0,28	4,44±7,71	0,88±1,61	0,11±0,33	0,14±0,37	0,08±0,28	0
Coleoptera	1,11±2,61	2,33±2,87	1,44±2,06	1,22±1,98	0,44±1,01	0	0,44±0,72	1,5±2,19	1±2,21	0,11±0,33	3,88±4,72	3,55±3,77	0,71±0,95	1,25±2,34	0,33±0,88
Ephemeroptera	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,11±0,33	0,11±0,33	0	0,14±0,37	0	0,16±0,38
Diptera	1±2,64	0,66±1,32	1,55±4,66	1,33±2,95	0,22±0,44	0,22±0,66	0	2,25±2,86	0,33±1,15	0,22±0,44	0,88±1,05	1,11±2,97	0,42±0,78	0,91±1,31	0,83±2,32
Blattaria	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,08±0,28
Larva	0	0	0	0	0,11±0,33	0	0	0	0,25±0,62	0,11±0,33	0,33±0,5	0	0	0,16±0,38	0,33±0,65
Diplopoda	0,11±0,33	1,11±1,9	0,11±0,33	0,11±0,33	0,11±0,33	0	7,44±8,69	0,5±1,24	0,75±1,21	0	0,55±1,33	0,66±0,7	0,42±0,78	0,33±1,15	0,5±1,16
Chilopoda	0	0	0	0	0	0	0	0	**0**	0	0,11±0,33	0,77±1,98	0	0	0
Dermaptera	0	0	0	0	0	0	0	5,91±6,03	**0**	0,11±0,33	0,11±0,33	0,11±0,33	0,14±0,37	0,41±1,16	0
Non identifiés	4,11±5,01	3,44±3,28	8,44±12,61	8,33±9,06	9,33±17,83	1,44±2,24	3±4,30	0,58±1,72	1,33±2,42	1,55±2,45	3,55±4,41	0,55±0,88	0,85±1,57	3,16±8,57	2,91±3,87
Escargots	0	0	0	0,22±0,44	0	0	7,44±12,19	0	0,16±0,57	0	0,33±0,7	0,22±0,66	0,28±0,48	0,41±0,99	0,91±1,62
Limacidae	0	0	0	0	0	0,11±0,33	0,11±0,33	0	0	0	0	0	0	0	0,08±0,28
AD	**0,57±1,09**	**0,58±1**	**0,77±2**	**0,74±1,96**	**0,90±2,33**	**0,31±0,61**	**1,29±2,46**	**1,04±1,78**	**0,33±0,47**	**1,39±2,50**	**1,08±1,39**	**0,73±1,11**	**0,39±0,49**	**0,87±1,38**	**0,78±1,02**
S	**9**	**7**	**8**	**8**	**9**	**7**	**7**	**10**	**9**	**12**	**15**	**12**	**12**	**11**	**14**
H	**2,37**	**2,47**	**1,85**	**1,82**	**1,75**	**2,21**	**2,24**	**2,54**	**2,81**	**2,53**	**3,08**	**2,89**	**3,14**	**2,75**	**3,12**
J	**0,75**	**0,88**	**0,62**	**0,61**	**0,55**	**0,79**	**0,80**	**0,76**	**0,89**	**0,71**	**0,79**	**0,81**	**0,88**	**0,80**	**0,82**

Tableau 5 : Variation printanière de l'activité-densité moyenne (AD), la richesse (S) la diversité (H) taxonomique et l'équitabilité de Piélou (J) de la macrofaune piégée en 2008 et 2009

	KA1	KA2	KA3	KA4	KA5	KA6	KA7	ST1	ST2	SO1	SO2	SO3	SO4	PB1	PB2
Isopoda	0,26±0,70	0,26±0,79	0	0,13±0,35	0	0,06±0,25	0	0,33±0,23	0,26±0,59	0,26±0,59	0,4±0,82	0,2±0,56	0,13±0,35	0,26±0,59	0,93±3,61
Orthoptera	0,06±0,25	0,06±0,25	0,46±0,74	0,26±0,59	0,2±0,41	0	0	0	0,26±0,70	0	0,06±0,25	0,06±0,25	0,06±0,25	0	0
Araneae	4,93±3,97	4,2±6,89	3,2±3,50	1,2±1,14	2,26±1,57	2,8±1,97	3,6±3,01	3,26±0,19	1,73±1,90	2,8±2,39	2±2,10	1,86±1,64	1,53±1,50	2,66±1,67	3,53±3,94
Acari	0,33±0,61	0,4±0,91	0,8±1,37	0,2±0,56	0,13±0,35	0,26±0,59	0,86±1,45	1,66±0,35	0	1±1,19	0,86±1,80	0,53±1,12	0,4±0,73	1±1,30	1,46±3,60
Hymenotera	0,66±1,83	1,33±1,83	1,86±1,68	1,06±1,57	0,93±0,96	1,13±1,80	0,6±1,59	5,8±0,5	1,4±2,55	2,06±2,28	1,2±1,20	0,66±1,11	1,06±1,48	0,4±0,82	5,2±7,94
Homoptera	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Heteroptera	0	0,06±0,25	0	0,06±0,25	0	0,06±0,25	0	0,13±0,62	0	0	0,2±0,41	0	0	0	0,13±0,51
Coleoptera	2,53±2,69	4,06±6,39	1,6±2,69	1,26±1,83	0	0	0	0,13±0,9	1,33±1,58	1,26±1,53	1,86±2,77	0,8±0,86	0,8±1,42	1,66±1,83	1,93±3,57
Ephemeroptera	0	0	0	0	0,6±1,29	2,8±6,25	1,6±3,77	4,73±0,71	0	0	0	0	0	0	0
Diptera	2,93±5,09	1,53±1,95	3±3,38	0,46±0,83	0	0	0	0	0,53±0,74	1,33±1,67	1,2±1,65	0,66±1,23	0,8±1,47	1,2±1,42	1,33±1,67
Blattaria	0	0	0	0	1±1,19	1,6±2,32	0,66±1,34	3,8±1,21	0	0	0	0	0	0	0
Larva	0	0,2±0,41	0,13±0,35	0,13±0,35	0	0	0	0	0	0,33±0,61	0,2±0,56	0,46±0,91	0,2±0,41	0,26±0,45	0,33±0,61
Diplopoda	0,53±0,74	0,46±0,83	0,2±0,77	0,33±0,81	0,06±0,25	0,06±0,25	0,06±0,25	0,06±0,28	1,93±2,18	0,06±0,25	0,2±0,56	0,33±1,29	0	0,2±0,41	0,06±0,25
Chilopoda	0,06±0,25	0	0	0	0	0,93±2,15	0,26±0,45	0	0	0	0	0	0	0	0
Dermaptera	0	0	0	0,06±0,25	0	0,86±1,35	0,2±0,56	0	0	0,06±0,25	0,06±0,25	0,06±0,25	0	0	0
Non identifiés	2,66±3,92	1,53±2,89	2,33±3,03	1,4±1,99	0	0	0	3,93±0,33	2,66±3,37	2±2,44	1,06±1,83	1,26±1,98	0,73±1,16	1,86±2,85	1,93±2,05
Escargots	4,13±10,27	4,53±6,63	0	1,2±3,85	5,46±12,89	1,26±1,90	1,2±1,56	2	0,06±0,25	2,33±4,68	0,86±0,91	1,33±2,09	4,26±7,92	9,66±12,71	9,46±17,17
Limacidae	0	0,13±0,35	0	0	0,26±0,79	0,66±1,39	0,26±0,59	0	0,53±0,99	0	0,06±0,25	0	0	0	0
AD	**1,06±1,61**	**1,04±1,57**	**0,75±1,12**	**0,43±0,52**	**0,60±1,34**	**0,69±0,92**	**0,51±0,90**	**1,43±1,97**	**0,59±0,83**	**0,75±0,96**	**0,57±0,66**	**0,45±0,55**	**0,55±1,03**	**1,06±2,28**	**1,46±2,46**
S	**11**	**13**	**9**	**13**	**9**	**12**	**10**	**11**	**10**	**11**	**14**	**12**	**10**	**10**	**11**
H	**2,74**	**2,83**	**2,73**	**3,15**	**2,18**	**3,00**	**2,65**	**2,85**	**2,87**	**2,97**	**3,23**	**3,15**	**2,57**	**2,36**	**2,70**
J	**0,79**	**0,77**	**0,86**	**0,85**	**0,69**	**0,84**	**0,80**	**0,82**	**0,86**	**0,86**	**0,85**	**0,88**	**0,77**	**0,71**	**0,78**

Tableau 6 : Variation estivale de l'activité-densité moyenne (AD), la richesse (S) la diversité (H) taxonomique et l'équitabilité de Piélou (J) de la macrofaune piégée en 2008 et 2009

	KA1	KA2	KA3	KA4	KA5	KA6	KA7	ST1	ST2	SO1	SO2	SO3	SO4	PB1	PB2
Isopoda	0,33±0,61	0	0,2±0,56	0,13±0,35	0,2±0,41	0,26±0,59	0,2±056	0,26±0,45	0,4±0,73	0,6±0,73	1,8±2,14	0,53±0,91	0,66±0,89	0,2±0,56	1,46±2,72
Orthoptera	0,2±0,56	0	0	0,46±1,12	0,4±0,63	0	0	1±1,30	1,33±1,11	0,2±0,56	0,26±0,59	0,06±0,25	0,2±0,56	0,46±0,83	0,73±1,57
Araneae	2,66±1,75	0	3,2±4,69	7,2±5,04	3,26±2,60	4,4±7,25	4,8±2,93	7,46±3,27	3±2	2,86±3,46	3,13±1,64	1,4±1,80	1,33±2,16	8,8±5,89	10,06±15,93
Acari	2,33±3,61	0	0	0	2,86±5,90	0,66±1,34	0,8±1,42	5,13±4,62	8,8±8,58	3,93±5,16	5,4±7,83	2,26±6,27	0,73±1,09	0,33±0,89	3,4±8,06
Hymenotera	3,26±3,17	0	6,26±7,15	2,26±2,54	24,73±40,33	8,53±16,34	8,13±12,66	48,86±50,20	56,53±81,68	26,46±33,36	23,26±18,75	4,73±6,81	9,93±24,27	12,73±18,91	17,46±34,59
Homoptera	0	0	0,06±0,25	0,4±0,73	0	0,06±0,25	0,4±0,91	0,13±0,35	0,2±0,56	1,06±2,05	0,8±1,14	1,46±3,37	0,13±0,35	0,46±0,91	0
Heteroptera	0	0	0	0	0	0	0	0,6±1,24	0,13±0,35	0,06±0,25	0,06±0,25	0,66±1,11	0,26±0,45	0,06±0,25	0,53±1,30
Coleoptera	7,06±3,76	0	5,8±4,1	4,6±4,28	4,46±3,37	11,4±8,09	14,6±12,39	15±15,32	3,73±2,60	2,26±2,57	4,46±4,50	6,13±7,09	3,8±3,14	15,26±16,57	6,4±9,04
Ephemeroptera	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Diptera	0,2±0,56	0	0,86±1,18	1,06±1,53	0,2±0,56	0,66±2,05	0,53±1,12	2,06±2,49	0,73±1,57	0,46±0,74	2,06±3,41	2,66±3,22	0,4±0,63	2,13±3,77	2,8±7,10
Blattaria	0	0	0	0,06±0,25	0,06±0,25	0,26±0,45	0	0	0	0	0,06±0,25	0	0	0	0,06±0,25
Larva	0,26±0,59	0	0,33±0,48	0,2±0,41	0,13±0,35	0,06±0,25	0,13±0,35	0,13±0,51	0,13±0,35	0	0,13±0,35	0,13±0,35	0,06±0,25	0,86±0,91	0,33±0,48
Diplopoda	0	0	0	0	0,06±0,25	0	0	0	0	0,13±0,35	0,13±0,35	0	0	0	0
Chilopoda	0	0	0,06±0,25	0	0	0	0,13±0,35	0	0	0	0,06±0,25	0	0	0	0,06±0,25
Dermaptera	0	0	0	0	0	0	0	4±6,79	0	0,13±0,35	0	0,46±0,83	0	0	0
Non identifiés	0,53±0,99	0	2,06±4,38	1,86±2,64	1,4±3,20	0,13±0,51	1,93±2,52	0	1±1,77	0,4±0,91	2±3,4	0,46±0,99	0,6±1,68	1,06±2,46	2,66±4,51
Escargots	0,33±0,72	0	0,06±0,25	0	0	0,06±0,25	0	0	0,73±1,27	1±1,96	1±2,03	0,86±1,40	1,93±4,30	0,2±0,56	0
Limacidae	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
AD	**0,95±1,83**	**0**	**1,05±2**	**1,01±1,95**	**2,1±5,80**	**1,47±3,23**	**1,75±3,84**	**4,7±11,67**	**4,26±13,22**	**2,2±6,16**	**2,48±5,43**	**1,21±1,74**	**1,11±2,39**	**2,36±4,72**	**2,55±4,59**
S	**10**	**0**	**10**	**10**	**11**	**11**	**10**	**11**	**12**	**13**	**15**	**13**	**12**	**12**	**12**
H	**2,41**	**0**	**2,29**	**2,39**	**1,74**	**1,98**	**2,10**	**1,97**	**1,48**	**1,85**	**2,42**	**2,99**	**2,37**	**2,27**	**2,57**
J	**0,73**	**0**	**0,69**	**0,72**	**0,50**	**0,57**	**0,63**	**0,57**	**0,41**	**0,50**	**0,62**	**0,81**	**0,66**	**0,63**	**0,72**

1.3 Résultats pour les sessions de piégeage réalisées en 2009 et 2010

1.3.1 Effectif total et moyen (N)

L'ensemble des piégeages effectués en 2009-2010 sur 11 parcelles du secteur Ghar El Melh, Kalaat El Andalouss et Utique nous ont permis de capturer 22035 individus appartenant à 18 groupes (Annexe 3). Le nombre d'individus (Fig. n°6) le plus élevé a été enregistré en été (N = 6734 ; N moyen = 34,22 ± 85,94) et le plus faible en automne (N = 4483 ; N moyen = 27,68 ± 23,47). L'application de l'ANOVA à un seul facteur a montré que la différence entre les saisons est non significative.

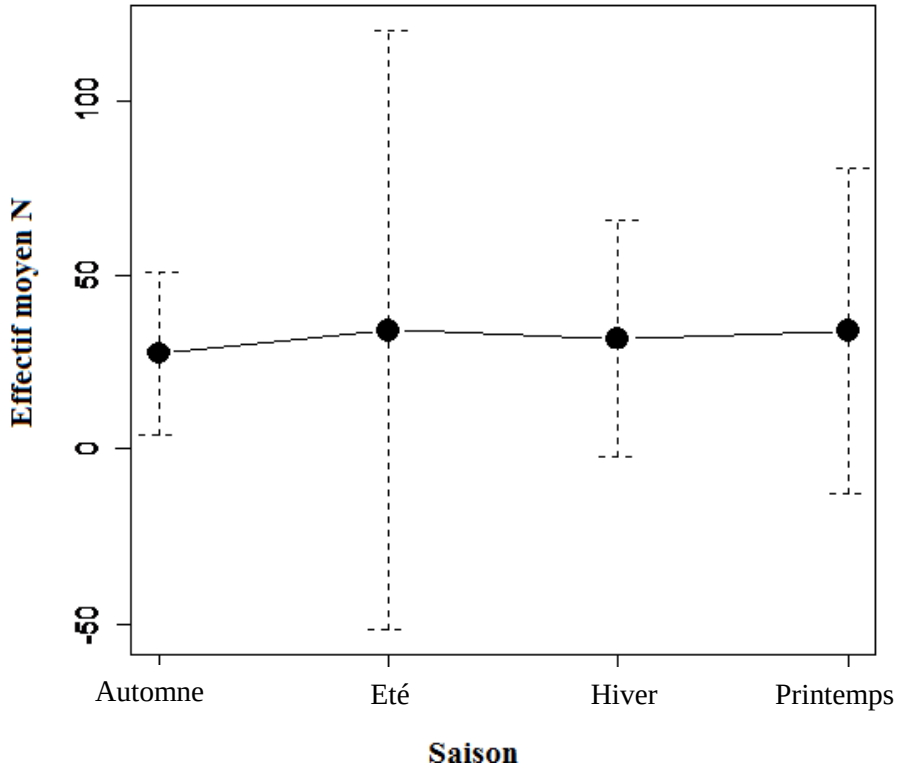


Figure 6 : Variation saisonnière de l'effectif moyen de la faune piégée durant l'année 2009-2010.

1.3.2 Activité-Densité (AD)

L'étude de la composition en taxons de la macrofaune piégée et des indices écologiques a montré que l'activité-densité (AD) moyenne, la richesse (S) et la

diversité taxonomique (H) et l'équitabilité (J) varient en fonction des saisons. En automne (Tableau 7), l'AD moyenne la plus importante (2,52 ± 9,88) a été observée dans la parcelle de Ghar El Melh GEM1 du côté de la mer. Il s'agit d'une parcelle non cultivée. La valeur la plus faible a été enregistrée à UTQ4, parcelle cultivée en melon. Les différences observées sont non significatives. En hiver (Tableau 8), l'AD moyenne fluctue entre 0,44 ± 0,95 à GEM3 (début de culture de la pomme de terre) et 3,58 ± 10 à UTQ2 (mil). Au printemps (Tableau 9), la valeur la plus faible de l'AD a été enregistrée dans la parcelle d'artichauts KA'2 (0,58 ± 1,18), alors que la valeur la plus élevée (3,82 ± 9,20) a été signalée dans la parcelle UTQ2 (blé). En été (Tableau 10), suite à l'augmentation du nombre des Hyménoptères dans les pièges, l'AD moyenne de la macrofaune augmente et atteint 13,59 ± 58,58 à GEM1, parcelle en fin de la culture de pomme de terre. Les différences de l'AD observées sont non significatives.

1.3.3 Richesse taxonomique (S)

La richesse taxonomique (S) varie en fonction des saisons et des parcelles. En automne (Tableau 7), S varie entre 8 (UTQ2) et 14 (GEM4 et KA'3). En hiver (Tableau 8), la parcelle GEM3 cultivée en tomate (maraîchage) est la moins riche en taxons (S = 8), tandis que la parcelle de blé (UTQ2) est la plus riche (S = 14). Au printemps (Tableau 9), la richesse taxonomique varie entre 6 à KA'2 et (13) à KA'1. En été (Tableau 10), la parcelle GEM1 est la moins riche en taxons (6). La richesse taxonomique la plus importante a été observée dans la parcelle KA'3 (S = 13). Le test non paramétrique du Kruskal-Wallis (χ^2 = 79,9786, DDL = 3, $p < 2,2e^{-16}$) a confirmé les différences des richesses taxonomiques observées entre les saisons.

1.3.4 Diversité taxonomique (H) et équitabilité de Piélou (J)

Comme pour l'activité-densité et la richesse taxonomique, la diversité taxonomique de Shannon Wiener (H) varie en fonction des saisons et des parcelles. En automne (Tableau 7), la diversité taxonomique atteint son maximum à KA'2 (H = 2,88 ; J = 0,76), parcelle cultivée en tomate. Le minimum de H a été enregistré en absence de culture à GEM1. En hiver (Tableau 8), la diversité taxonomique fluctue

entre 1,56 (J = 0,55) à UTQ3 cultivée en blé et 2,94 (J = 0,82) à GEM2 en pomme de terre. Au printemps (Tableau 9), l'indice de diversité de Shannon varie entre 0,44 (J = 0,41) à GEM1 en culture de pomme de terre et 0,92 (J = 0,86) à KA'3 en culture d'orge. En été (Tableau 10), comme en hiver et au printemps, la parcelle de pomme de terre GEM1 a la diversité taxonomique (H = 0,11 ; J = 0,04) la plus faible. Les différences observées entre les saisons sont significatives (test du Kruskal-Wallis : χ^2 = 43,5769, DDL = 3, p = 1, $2e^{-09}$).

1.3.5 Indice de présence (IP)

Quelle que soit la saison, les Isopodes terrestres, les Acariens, les Araignées et les Coléoptères sont toujours présents avec un indice de présence supérieur à 50% (Fig. 7).

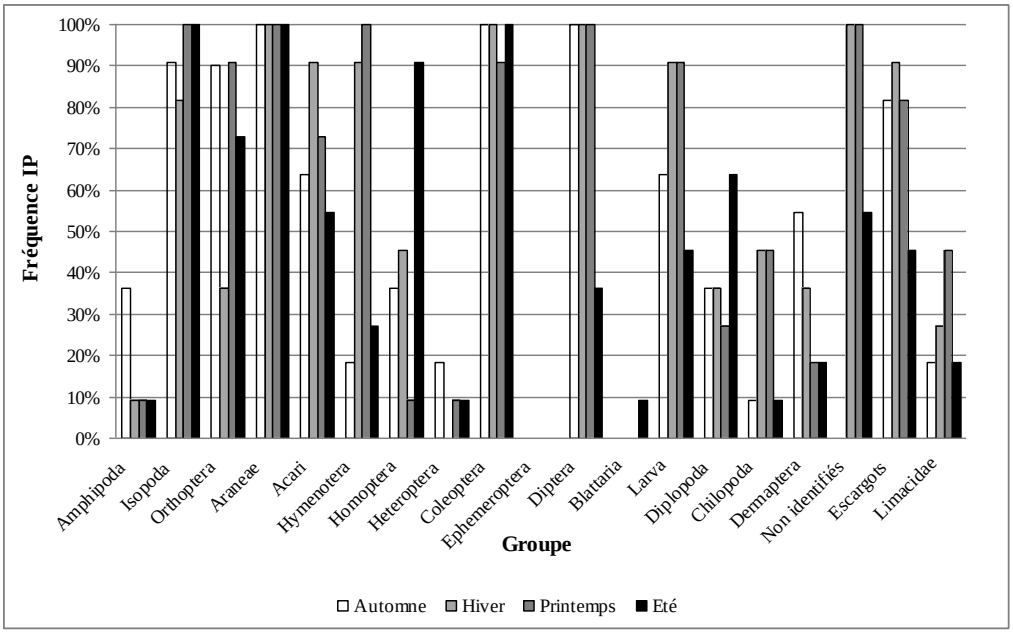


Figure 7 : Variation saisonnière de la fréquence (IP) des taxons piégés en 2009 et 2010.

Dans les parcelles de cette année d'étude (2009-2010), on a remarqué l'apparition des Amphipodes (un autre Crustacé Malacostracé) dans les pièges (Tableau 7, 8, 9 et 10). Leur fréquence ne dépasse pas 36% (automne) et leur présence

est accidentelle en automne et sporadique pour les autres saisons (IP = 9%). Les Ephéméroptères, présents dans les parcelles de la première année d'étude, sont totalement absents durant l'année 2009-2010. Les autres groupes ont des fréquences très variables en fonction des saisons.

Tableau 7 : Variation automnale de l'activité-densité moyenne (AD), la richesse (S) la diversité (H) taxonomique et l'équitabilité de Piélou (J) de la macrofaune piégée en 2009 et 2010

	GEM1	GEM2	GEM3	GEM4	UTQ1	UTQ2	UTQ3	UTQ4	KA'1	KA'2	KA'3
Amphipoda	0,6±0,41	0,46±0,21	0	0	0	0	0	0,26±0,15	0	0	0,2±0,41
Isopoda	0	0,2±0,14	1,8±0,69	0,46±0,13	1,93±0,38	7,53±3,61	0,8±0,29	0,73±0,28	2,93±2,78	0,93±1,38	11,73±14,69
Orthoptera	0	0,2±0,10	0,4±0,19	2,73±0,77	1±0,36	0,2±0,14	0,53±0,32	0,2±0,14	1,4±2,09	1,13±1,12	1,46±1,76
Araneae	0,13±0,09	0,86±0,32	0,93±0,63	4,4±0,33	2,33±0,88	0,26±0,15	0,66±0,28	1,46±0,44	2,8±3,05	3±2,23	2,73±3,63
Acari	0	0	0	0,06±0,06	0,6±0,28	0,13±0,13	0,26±0,15	0,13±0,09	0	0,13±0,35	0,13±0,35
Hymenotera	0,13±0,09	17,33±5,56	4±2,33	6,33±2,12	0,53±0,23	0	1±0,41	1,13±0,47	12,6±6,94	13,33±8,12	5,8±14,61
Homoptera	0	0	0	0,26±0,18	0,06±0,06	0	0	0	0,06±0,25	0	0,13±0,35
Heteroptera	0,13±0,09	0	0	0	0	0	0	0	0	0,73±2,84	0
Coleoptera	2,66±0,31	0,73±0,18	1,33±0,44	2,33±0,65	0,86±0,30	1,73±0,62	2,06±0,39	0,86±0,33	6,53±5,42	2,8±2,42	4,06±3,88
Ephemeroptera	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Diptera	0,2 ±0,10	0,2±0,10	0,26±0,15	1,06±0,45	11,46±1,81	3,6±1,12	14,46±3,14	9,66±2,62	0,13±0,35	3,73±11,79	0,73±0,79
Blattaria	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Larva	0,53 ±0,13	0,53±0,19	0,86±0,36	0,4±0,19	0	0	0	0	0,73±0,45	1,06±1,98	0,33±0,48
Diplopoda	0	0,06±0,066	0,06±0,06	1±0,23	0	0	0	0	0	0,06±0,25	0,8±1,37
Chilopoda	0	0	0	0	0,13±0,09	0	0	0	0	0	0
Dermaptera	0	0,2±0,10	0,13±0,09	0,26±0,11	0	0	0	0	0,13±0,35	0,33±0,81	0,2±0,56
Non identifiés	0,26 ±0,15	0,13±0,13	0,33±0,33	3,4±2,29	1±0,29	2±0,89	1,53±1,32	1,66 1,66	1±2,61	7,92±15,15	4,8±11,02
Escargots	43,26±19,45	0,53±0,74	8,26±9,61	15,6±27,73	1,4±2,09	0,06±0,25	0,06±0,26	0	0,06±0,25	0	2,33±3,95
Limacidae	0	0	0,13±0,35	0,13±0,35	0	0	0	0	0	0	0
AD	**2,52±9,88**	**1,12±3,93**	**0,9±2,01**	**2,02±3,74**	**1,12±2,6**	**0,81±1,88**	**1,12±3,28**	**0,8±2,20**	**1,49±3,15**	**1,85±3,41**	**1,86±2,99**
S	**9**	**12**	**12**	**14**	**11**	**8**	**9**	**9**	**11**	**12**	**14**
H	**0,66**	**1,30**	**2,46**	**2,71**	**2,35**	**2,00**	**1,75**	**2,02**	**2,31**	**2,63**	**2,88**
J	**0,21**	**0,36**	**0,69**	**0,71**	**0,68**	**0,67**	**0,55**	**0,64**	**0,67**	**0,73**	**0,76**

Tableau 8 : Variation hivernale de l'activité-densité moyenne (AD), la richesse (S) la diversité (H) taxonomique et l'équitabilité de Piélou (J) de la macrofaune piégée en 2009 et 2010

	GEM1	GEM2	GEM3	GEM4	UTQ1	UTQ2	UTQ3	UTQ4	KA'1	KA'2	KA'3
Amphipoda	0	0,2±0,14	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Isopoda	0,73±0,43	0,8±0,34	2,6±0,79	0,73±0,37	0	0,13±0,09	0	0,13±0,09	0,66±1,39	0,66±1,04	0,73±1,38
Orthoptera	1,4±0,56	0	1,8±1,35	0,46±0,23	0	0	0	0	0,6±1,35	0	0
Araneae	0,93±0,26	0,93±0,33	0,53±0,33	2,86±0,83	2,33±0,88	0,26±0,13	0,66±0,28	1,46±0,44	2,2±2,56	1,86±1,84	2,86±2,06
Acari	0,53±0,35	0,06±0,06	0	0,4±0,16	0,6 ±0,28	0,13±0,13	0,26±0,15	0,13±0,09	0,53±1,24	0,6±0,73	0,66±0,97
Hymenotera	19,6±7,51	3,8±1,70	1,33±0,50	1,33±0,52	0,53±0,23	0	1±0,41	1,13±0,47	1,66±1,91	0,53±1,55	1,46±3,22
Homoptera	0,06±0,06	0,06±0,06	0,06±0,06	0	0,06±0,06	0	0	0	0,06±0,25	0	0
Heteroptera	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Coleoptera	7±2,39	0,73±0,33	1,26±0,49	2,2±0,63	0,86±0,30	1,73±0,62	2,06±0,39	0,86±0,33	2±1,77	1,06±2,54	6,6±5,31
Ephemeroptera	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Diptera	2,4±1,11	2,6±0,82	1,6±1,09	4,26±1,57	11,46±1,81	3,6±1,12	14,46±3,14	9,66±2,62	8,33±10,01	2,93±3,39	13,13±12,92
Blattaria	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Larva	0,06±0,06	0,33±0,15	1,2±0,32	0,6±0,21	1±0,36	0,2±0,14	0,53±0,32	0,2±0,14	0	0,46±1,06	0,6±1,45
Diplopoda	0	0	0,93±0,43	0,46±0,19	0	0	0	0	0,13±0,51	0,13±0,35	0
Chilopoda	0	0	0,33±0,18	0,13±0,09	0,13±0,09	0	0	0	0,06±0,25	0,13±0,35	0
Dermaptera	2,53±1,26	0,73±0,47	0,2±0,14	0,2±0,10	0	0	0	0	0	0	0
Non identifiés	2,6±1,51	1,4±1,09	47±11,77	25,53±8,73	1±0,29	2±0,15	1,53±1,32	1,66±1,66	3,93±10,47	8,06±11,71	19,86±21,02
Escargots	22,06±28,31	1,06±1,94	8,85±8,42	0,2±0,41	0,06±0,25	0,4±1,05	0	0,06±0,25	0,06±0,25	1,06±1,38	0,06±0,25
Limacidae	0	0	0,5±0,94	0,06±0,25	0	0	0	0	0	0,06±0,25	0
AD	**3,23±6,73**	**0,66±1,01**	**3,58±10,70**	**2,07±5,79**	**0,94±2,61**	**0,44±0,95**	**1,07±3,29**	**0,80±2,21**	**1,06±2,05**	**0,92±1,89**	**2,42±5,32**
S	**12**	**12**	**14**	**14**	**10**	**8**	**7**	**9**	**12**	**12**	**9**
H	**2,35**	**2,94**	**1,78**	**1,96**	**1,89**	**2,16**	**1,56**	**1,83**	**2,54**	**2,55**	**2,13**
J	**0,66**	**0,82**	**0,47**	**0,51**	**0,57**	**0,72**	**0,55**	**0,58**	**0,71**	**0,71**	**0,67**

Tableau 9 : Variation printanière de l'activité-densité moyenne (AD), la richesse (S) la diversité (H) taxonomique et l'équitabilité de Piélou (J) de la macrofaune piégée en 2009 et 2010

	GEM1	GEM2	GEM3	GEM4	UTQ1	UTQ2	UTQ3	UTQ4	KA'1	KA'2	KA'3
Amphipoda	0,06 ±0,06	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,66±1,23
Isopoda	1,2 ±0,45	0,46 ±0,27	2,13 ±0,56	0,46 ±0,16	0,53 ±0,19	0,93 ±0,44	0,26 ±0,11	0,13 ±0,13	1,06±1,48	2±2,47	0
Orthoptera	0,06 ±0,06	0,13 ±0,09	0,13 ±0,09	0,13 ±0,13	0,2 ±0,14	0,4 ±0,19	1,46 ±0,53	0,33 ±0,15	0,06±0,25	0,06±0,25	0
Araneae	0,66 ±0,21	10,73 ±5,38	2,33 ±0,70	3,73 ±0,88	9,53 ±2,46	6,93 ±2,73	11,13 ±2,70	2,33 ±0,59	4,26±2,81	0,33±0,89	1,66±3,22
Acari	0,06 ±0,06	0,66 ±0,30	0	0,4 ±0,23	0,13 ±0,09	0	0,53 ±0,29	0,33 ±0,12	0,93±1,48	0	0,4±0,91
Hymenotera	34 ±5,53	1 ±0,37	28,73 ±19,64	15,6 ±4,40	14,93 ±5,74	39,73 ±24,05	3,33 ±0,67	8,53 ±3,18	9,4±21,28	2,8±2,27	2,46±3,09
Homoptera	0	0	0	0	0	0	0	0,06 ±0,06	0	0	0
Heteroptera	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,06±0,25
Coleoptera	2,53 ±0,93	1,93 ±0,47	2,8 ±1,13	2,2 ±0,48	6,4 ±2,14	2,4 ±0,80	2,93 ±0,80	3,4 ±1,05	2,66±3,45	0	2±1,88
Ephemeroptera	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Diptera	4,33 ±1,15	0,46 ±0,35	1 ±0,30	5,06 ±2,18	5,2 ±1,99	6,6 ±2,58	4,26 ±1,68	1,26 ±0,44	1,8±3,38	4±1,54	2±2,87
Blattaria	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Larva	0,2 ±0,10	0,4 ±0,16	0,06 ±0,06	0,13 ±0,09	1,53 ±0,66	1,33 ±0,43	0,33 ±0,21	0,4 ±0,21	0,13±0,35	0	0,4±0,91
Diplopoda	0	0	0,13 ±0,09	0,2 ±0,14	0	0	0	0	0,06±0,25	0	0
Chilopoda	0	0	0,2 ±0,14	0	0,06 ±0,06	0,06 ±0,06	0,06 ±0,06	0	0,06±0,25	0	0
Dermaptera	0,53 ±0,25	0,6 ±0,25	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Non identifiés	0,93 ±0,48	0,93 ±0,46	12,33 ±6,27	5,13 ±2,29	3,06 ±0,82	3,86 ±1,13	3,66 ±2,01	6,53 ±3,19	2,26±4,25	1,93±1,7	2,8±1,82
Escargots	0,93±1,09	0	1,33±1,67	1,6±2,16	19,07±27,66	10,4±14,56	1,4±2,13	0,06±0,25	1,66±2,74	0	0,86±1,12
Limacidae	0	0,33±0,72	0,73±0,79	0,13±0,35	0	0	0	0	0,8±1,14	0	0,13±0,35
AD	**2,39±7,73**	**0,92±2,42**	**2,73±6,89**	**1,8±3,75**	**3,19±5,59**	**3,82±9,20**	**1,54±2,73**	**1,22±2,42**	**1,32±2,28**	**0,58±1,18**	**0,70±0,96**
S	**12**	**11**	**12**	**12**	**11**	**10**	**11**	**11**	**13**	**6**	**11**
H	**0,44**	**0,64**	**0,64**	**0,76**	**0,81**	**0,67**	**0,82**	**0,79**	**0,83**	**0,82**	**0,92**
J	**0,41**	**0,62**	**0,56**	**0,68**	**0,74**	**0,64**	**0,77**	**0,69**	**0,75**	**0,82**	**0,86**

Tableau 10 : Variation estivale de l'activité-densité moyenne (AD), la richesse (S) la diversité (H) taxonomique et l'équitabilité de Piélou (J) de la macrofaune piégée en 2009 et 2010

	GEM1	GEM2	GEM3	GEM4	UTQ1	UTQ2	UTQ3	UTQ4	KA'1	KA'2	KA'3
Amphipoda	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,06±0,25
Isopoda	1,2±0,45	0,46±0,27	2,13±0,56	0,46±0,16	0,53±0,19	0,93±0,44	0,26±0,11	0,13±0,13	0,13±0,35	0,12±0,5	2±5,59
Orthoptera	0	3,26±1,16	0,13±0,13	2,66±0,20	0,26±0,2	0	0,2±0,14	0,13±0,13	0,53±0,99	0	0,13±0,35
Araneae	0,33±0,18	2,4±0,50	0,53±0,21	5,4±1,4	1,26±0,43	4,66±1,29	1,66±0,38	1,93±0,48	2,46±2,16	1,12±1,08	1,93±1,79
Acari	0	0	0	0	0	0,06±0,06	0,13±0,09	0,13±0,13	0,33±0,61	0,06±0,25	0,2±0,41
Hymenotera	255,53±45,64	18,53±4,77	0,53±0,37	16,8±4,44	1,4±0,47	2,13±0,59	1,73±0,45	2,13±0,77	8,33±14,67	1,75±1,73	7,6±20,47
Homoptera	0	0,06±0,06	0	0	0,13±0,09	0	0	0	0,66±2,31	0	0,26±0,59
Heteroptera	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,06±0,25	0
Coleoptera	1,2±0,2	2,26±0,59	1,2±0,31	4,26±1,2	0,86±0,32	2,6±0,85	0,4±0,27	1,2±0,38	1,06±1,43	1±1,59	2,33±6,35
Ephemeroptera	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Diptera	0	0	0	0	0,06±0,06	0	0	0	0,6±1,18	0,37±1,02	0,73±1,22
Blattaria	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,06±0,25
Larva	0	0,13±0,09	0	0,06±0,06	0	0,86±0,33	0,13±0,09	0,06±0,06	0	0	0
Diplopoda	0,06±0,06	0	1,86±0,42	0,13±0,13	0,06±0,06	0,06±0,06	0,53±0,30	0,86±0,35	0	0	0
Chilopoda	0	0,06±0,06	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Dermaptera	0	0	0,13±0,13	0,06±0,06	0	0	0	0	0	0	0
Non identifiés	0	0,4±0,27	1,13±0,42	0,06±0,06	0	6,66±6,66	0	0,2±0,14	0	0,18±0,75	0,26±0,79
Escargots	0,06 ±0,25	1,06±1,94	0	0	0,86±1,55	0	0,07±0,26	0	0	0	0,13±0,51
Limacidae	0	0	0	0	0	0,26±0,59	0	0	0	0	0,13±0,51
AD	**13,59±58,58**	**1,50±4,23**	**0,40±0,67**	**1,57±4,01**	**0,28±0,46**	**0,95±1,84**	**0,26±0,52**	**0,36±0,67**	**0,74±1,93**	**0,24±0,49**	**0,79±1,81**
S	**6**	**10**	**8**	**9**	**9**	**9**	**9**	**9**	**8**	**8**	**12**
H	**0,11**	**1,78**	**2,57**	**1,81**	**2,65**	**2,37**	**2,44**	**2,40**	**1,94**	**2,28**	**2,22**
J	**0,04**	**0,54**	**0,86**	**0,57**	**0,84**	**0,75**	**0,77**	**0,76**	**0,65**	**0,76**	**0,62**

Chapitre 2. Variation interannuelle de la biodiversité de la macrofaune dans l'agroécosystème Majerda

La variation interannuelle de la macrofaune a été évaluée par le suivi de 12 parcelles au printemps 2009 et 2010 et de 8 parcelles au printemps 2010 et 2011. Dans ce chapitre, on a gardé seulement les parcelles qui ont le même type de culture durant les 2 années d'étude.

2.1 Résultats pour les sessions de piégeage réalisées au printemps 2009 et 2010

Au total, 8163 individus appartenant à 19 groupes ont été identifiés. Les Hyménoptères (N = 2073) sont les plus dominants et les Orthoptères les moins dominants (N = 23). Les Oniscoïdes (N = 243) ont une fréquence de 3% par rapport au total des individus piégés. L'analyse interannuelle de la structure taxonomique montre des différences entre les années d'étude. En effet, la figure 8 montre que l'activité-densité (AD moyenne) et la richesse taxonomique moyenne (S) sont plus importantes en 2010 (AD = 22,62 ± 26,45 et S = 4,07 ± 2,22) qu'en 2009 (AD =13,68 ± 12,03 et S = 3,97 ± 1,55). Alors que la diversité et l'équitabilité des taxons sont plus élevées en 2009 (H =1,11 ± 0,37 et J = 0,85 ± 0,15) qu'en 2010 (H = 0,89 ± 0,55 et J = 0,69 ± 0,30). Excepté les richesses taxonomiques, les différences des autres indices observées entre les 2 années d'étude sont significatives (Tableau 11).

Tableau 11: Résultats de l'ANOVA à un seul facteur appliquée aux paramètres (activité-densité AD et richesse taxonomique S) et indices écologiques (indice de Shannon H et équitabilité de Piélou J) pour tester les différences interannuelles. DDL : Degré De Liberté, F : valeur du test, ns : différence non significative, *** : différence hautement significative, ** : différence moyennement significative et * : différence faiblement significative

	Facteur	DDL	F	Pr (>F)
AD	année	1	17,005	4,638e-05 ***
S	année	1	0,1477	0,701 ns
H	année	1	6,2053	0,01319 *
J	année	1	36,839	3,354e-09 ***

2.1.1 Variation interannuelle et interparcellaire de la biodiversité taxonomique

L'étude des paramètres écologiques en fonction des années et des parcelles a aussi révélé une différence entre les parcelles et une fluctuation entre les saisons (Figure 10, 11, 12 et 13).

2.1.1.1 Activité-densité (AD)

La figure 10 montre qu'en 2009, la valeur la plus élevée en activité-densité AD moyenne a été observée dans la parcelle de maïs PB2 (26,33 ± 18,59), alors que la

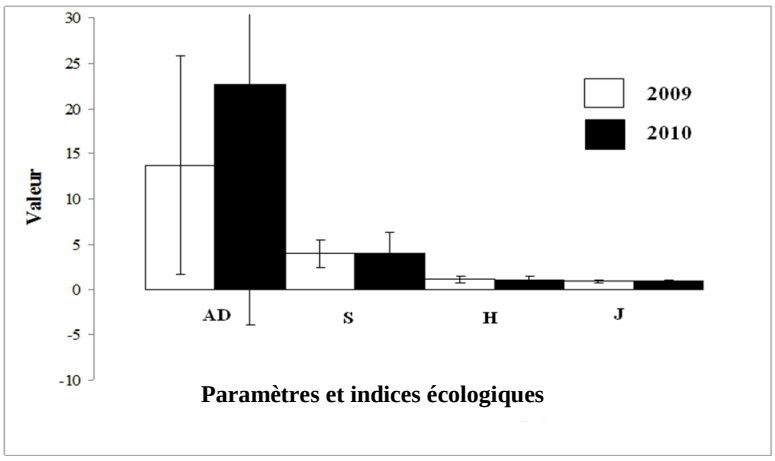


Figure 8 : Variation interannuelle de l'activité-densité (AD), de la richesse taxonomique (S), de l'indice de diversité taxonomique de Shannon (H) et d'équitabilité de Piélou (J)

valeur la plus faible a été signalée dans la parcelle de pommiers SO4 (9,33 ± 10,17). En 2010, c'est plutôt la parcelle d'artichauts (ST2) qui a l'AD la plus importante (53,66 ± 54,96) et la parcelle de poiriers (SO3) a l'AD la plus faible (3,73 ± 6,45). Les différences entre les parcelles et l'année d'étude sont significatives (Tableau 12).

2.1.1.2 Richesse taxonomique (S)

En 2009 et en 2010 (Fig. 9), la richesse taxonomique S atteint son maximum dans la parcelle (ST1) de luzerne (5 ± 1,69 et 4,6 ± 1,68, respectivement). Elle est minimale dans le verger de pommiers (SO4) en 2009 (3,4 ± 1,45) et dans celui de

poiriers (SO3) en 2010 (1,13 ± 2,05). Les différences observées sont non significatives (Tableau 12).

Tableau 12 : Résultats de l'ANOVA à deux facteurs appliquée aux paramètres (Activité-densité AD et richesse taxonomique S) et indices écologiques (Indice de Shannon H et équitabilité de Piélou J) pour tester les différences interannuelles et entre les parcelles. DDL : Degré De Liberté, F : valeur du test, ns : différence non significative, *** : différence hautement significative, ** : différence moyennement significative et * : différence faiblement significative

	Facteur	DDL	F	Pr (>F)
AD	année	1	21.9673	4.036e-06 ***
	parcelle	11	7.2609	3.911e-11 ***
	année/parcelle	11	4.2359	6.675e-06 ***
S	année	1	0.1945	0.6595040 ns
	parcelle	11	9.3484	1.118e-14 ***
	année/parcelle	11	2.9503	0.0009548 ***
H	année	1	8.2484	0.004338 **
	parcelle	11	8.4955	3.051e-13 ***
	année/parcelle	11	4.2201	7.104e-06 ***
J	année	1	52.3124	3.401e-12 ***
	parcelle	11	9.2938	1.581e-14 ***
	année/parcelle	11	8.8123	1.006e-13 ***

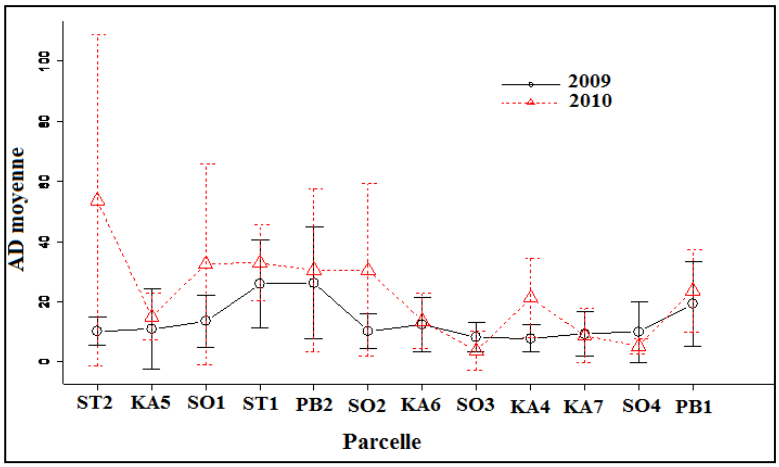


Figure 9 : Variation interannuelle de l'activité-densité moyenne (AD ± SD) par parcelle.

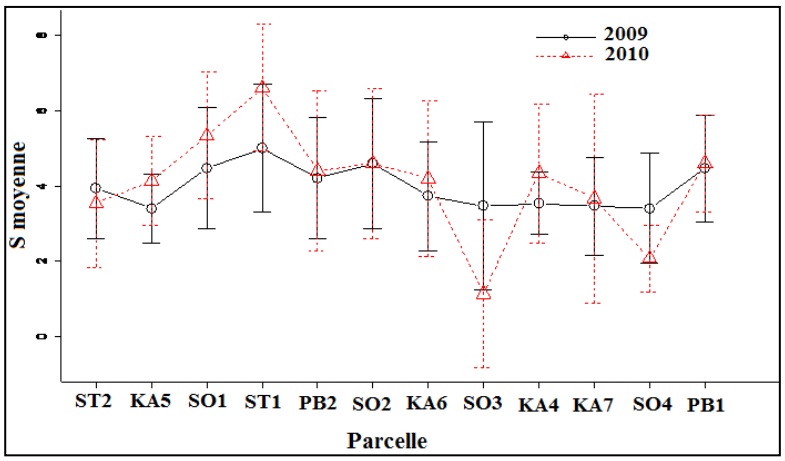


Figure 10 : Variation interannuelle de la richesse spécifique moyenne (S ± SD) par parcelle.

2.1.1.3 Diversité taxonomique de Shannon (H) et équitabilité de Piélou (J)

La diversité taxonomique de Shannon (H) fluctue entre 0,96 ± 0,41 dans le verger de pommiers (SO4) et 1,31 ± 0,31 dans la parcelle d'artichauts (SO1) en 2009 et entre 0,32 ± 0,56 dans le verger de poiriers (SO3) et 1,56 ± 0,32 dans la parcelle de luzerne ST1 (Fig. 11) en 2010. Les différences entre les 2 années d'étude et les parcelles sont significatives (Tableau 12).

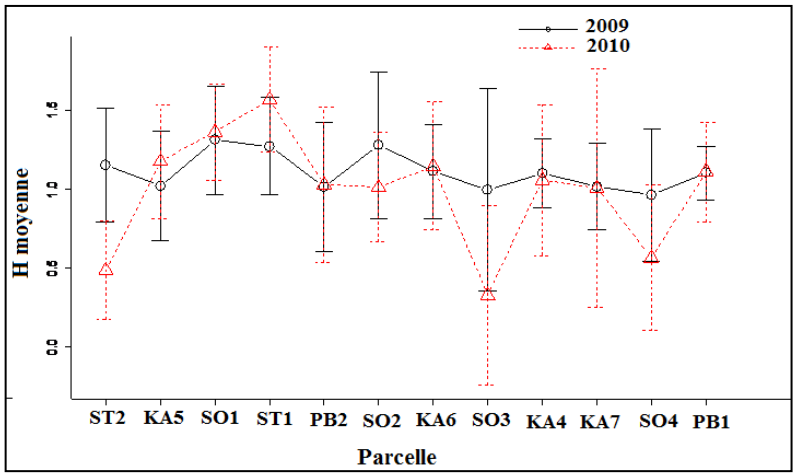


Figure 11 : Variation interannuelle de la diversité moyenne (H ± SD) par parcelle.

En 2009, les individus sont plus équitablement répartis dans la parcelle d'artichauts (SO1) avec une valeur maximale de J égale à 0,91 ± 0,05 (Fig. 12). En

2010, c'est dans le verger de pommiers (SO4) qu'on a relevé la valeur la plus importante de J (0,89 ± 0,14). L'application de l'ANOVA à deux facteurs (Tableau 12) a montré que les différences observées entre les années et les parcelles sont significatives.

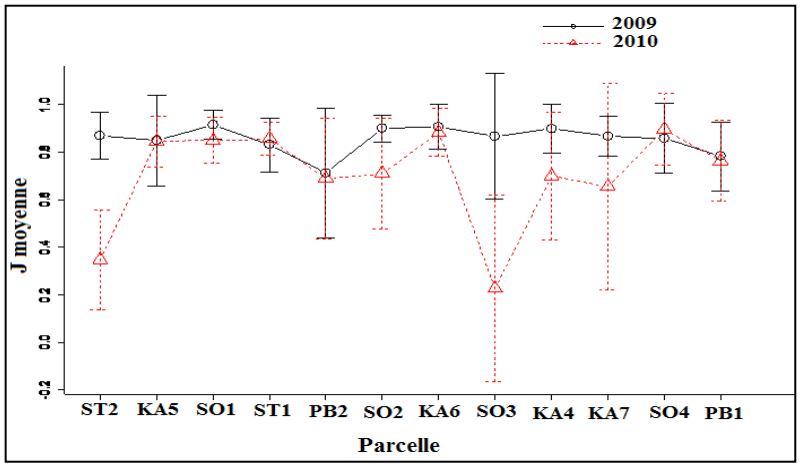


Figure 12 : Variation interannuelle de l'équitabilité moyenne (J ± SD) par parcelle.

2.1.2 Etude de la composition taxonomique

La dissimilarité entre les différentes parcelles a été estimée par le calcul de l'indice de dissimilitude de Bray-Curtis.

2.1.2.1 Dissimilarité entre les parcelles étudiées au printemps 2009

Pour l'année 2009, le dendrogramme de dissimilarité (Fig. 13) montre 2 groupes dont le premier renferme les parcelles du gouvernorat de Bizerte (2 parcelles du Pont de Bizerte et 3 parcelles de Sidi Othman). Ces parcelles ont une dissimilarité de 23% par rapport au reste des parcelles. Le second groupe est lui-même composé par deux sous-groupes ayant un indice de dissimilitude égal à 38% ; le premier est formé par la parcelle de luzerne (ST1) à Sidi Thabet. L'autre sous-groupe est constitué par les parcelles du secteur de Kalaat El Andalouss KA (différents types de culture) et deux parcelles d'artichauts l'une à Sidi Othman (SO1) et l'autre à Sidi Thabet (ST2). Ce sous groupe rassemble toutes les parcelles d'artichauts.

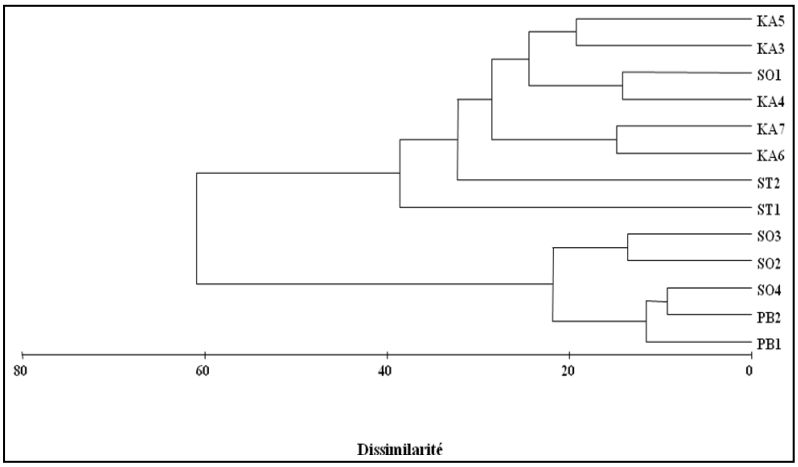


Figure 13 : Dendrogramme de dissimilarité entre les parcelles étudiées au printemps 2009.

2.1.2.2 Dissimilarité entre les parcelles étudiées au printemps 2010

En 2010, le dendrogramme (Fig. 14) est subdivisé en 2 groupes, l'un est composé seulement par l'oliveraie (KA3) de Kalaat El Andalouss KA et l'autre par le reste des parcelles. Dans le second groupe, on remarque que les parcelles de Pont de Bizerte (PB1 et PB2) sont similaires en composition taxonomique et font partie du même sous-groupe. On ne révèle pas une ségrégation claire en fonction du type de culture et de la localisation des parcelles.

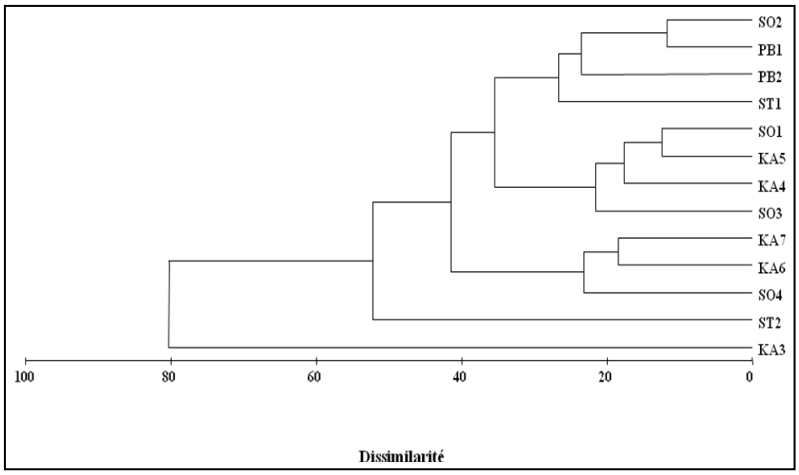


Figure 14 : Dendrogramme de dissimilarité entre les parcelles étudiées en 2010.

2.1.2.3 Comparaison de la composition taxonomique

La comparaison de la composition taxonomique à l'aide d'une ANOSIM à un seul facteur (année) a montré un effet année (R=0,7 et p<0,01) avec une différence significative entre les 2 années d'étude. Les taxons les plus contributifs dans la dissimilarité en composition taxonomique par année (SIMPER) sont reportés dans le tableau 13. Ce sont essentiellement les taxons Non identifiés (10,49%) et les Araignées (9,72%). Les Isopodes terrestres contribuent faiblement à la dissimilarité observée entre les 2 années d'étude avec un pourcentage de 4,97%. On remarque également que les activité-densités (AD) des taxons contributifs changent en fonction du temps (d'une année à une autre).

Tableau 13 : Activité-densité (AD) et % de dissimilarité des taxons les plus contributifs dans la dissimilarité interannuelle entre les parcelles (SIMPER)

	2009	**2010**	
	AD	**AD**	**% de dissimilarité**
Non identifiés	50,69	3	10,49
Araneae	37,46	5,31	9,72
Ephemeroptera	6	41,92	7,95
Blattaria	1,69	33,85	7,16
Limacidae	1,23	62,69	7,03
Coleoptera	17,54	2,62	6,05
Dipterea	14,31	3,85	5,99
Arachnideae	10,62	61,38	5,61
Escargrots	5,62	15	5,51
Isopoda	3,46	14,62	4,97
Dermaptera	12,62	0,85	4,86
Hymenoptera	27	134,62	4,83
Homoptera	0,62	7,54	4,81
Heteroptera	8,38	0,15	4,1
Diplopoda	4,31	3,62	3,74

2.2 Résultats pour les sessions de piégeage réalisées au printemps 2010 et 2011

Au total, 8514 individus appartenant à 17 taxons ont été identifiés. L'effectif total N varie entre 2 (Hétéroptères) et 4005 (Hyménoptères). Pour les Crustacés, les

Isopodes terrestres sont représentés par 151 individus (2% du total des individus piégés) et les Amphipodes par seulement 4 individus.

Des variations interannuelles de l'activité-densité (AD), de la richesse taxonomique (S), de la diversité taxonomique de Shannon (H) et de l'équitabilité de Piélou (J) ont été observées (Fig. 15). Les valeurs des paramètres et des indices diminuent considérablement de 2010 à 2011. L'AD moyenne est de l'ordre de 40,05 ± 50,69 en 2010 et diminue (30,9 ± 31,52) en 2011. La richesse ta moyenne varie entre 4,18 ± 2,1 (2011) et 4,97 ± 1,83 (2010). En 2010, les indices de diversité Shannon-Wiener et d'équitabilité sont de 1,13 ± 0,42 et de 0,74 ± 0,21, respectivement. Leurs valeurs sont de 0,96 ± 0,50 (H) et 0,66 ± 0,28 (J) en 2011. On peut déduire qu'en 2010 les parcelles sont plus riches et plus diversifiées en macrofaune qu'en 2011. Cette différence interannuelle peut être liée aux facteurs du milieu, principalement le mode de gestion des parcelles (type de culture et mode d'irrigation). L'ANOVA à un facteur révèle une différence significative pour la richesse et la diversité taxonomique (Tableau 14).

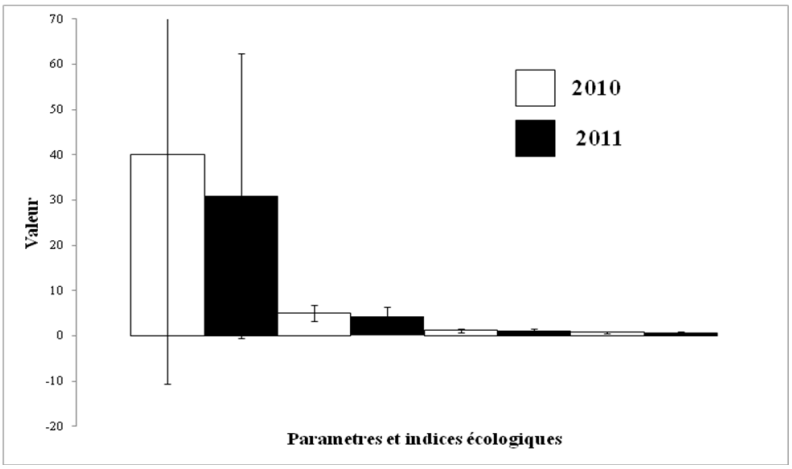


Figure 15 : Variation interannuelle de l'activité-densité (AD), de la richesse taxonomique (S), de l'indice de diversité taxonomique de Shannon (H) et d'équitabilité de Piélou (J).

Tableau 14 : Résultats de l'ANOVA à un seul facteur appliquée aux paramètres de structure des taxons pour tester les différences interannuelles. DDL : Degré De Liberté, F : valeur du test, ns : différence non significative, *** : différence hautement significative, ** : différence moyennement significative et * : différence faiblement significative

	Facteur	DDL	F	Pr (>F)
AD	année	1	2,8188	0,09448 ns
S	année	1	9,6557	0,002117**
H	année	1	8,1885	0,004591**
J	année	1	5,5154	0,01969*

2.2.1 Variation interannuelle et interparcellaire de la biodiversité taxonomique

L'étude de la variation interannuelle et entre les parcelles, évaluée par le calcul des paramètres (AD et S) et des indices de diversité (H et J), est illustrée par les graphiques des figures 16, 17, 18 et 19.

2.2.1.1 Activité-densité (AD)

La figure 16 montre que l'activité-densité (AD) moyenne des taxons varie entre 17,66 ± 20,27 à GEM2 (pomme de terre) et 62,53 ± 97,1 à UTQ1 (blé) en 2010 et entre 6,73 ± 7,38 à GEM4 (pomme de terre) et 62,2 ± 31,63 à UTQ1 (blé) en 2011. Au sein des parcelles du même secteur et du même type de culture (excepté la parcelle UTQ4), on peut déduire, à partir de la figure 16, que dans le secteur de Ghar El Melh les parcelles GEM1 (côté mer) et GEM2 (côté lagune) ont une AD moyenne presque constante d'une année à une autre. Elle est toujours importante à GEM1 (45,53 ± 24,60 en 2010 et 41,86 ± 29,82 en 2011). Dans le secteur Utique, c'est la parcelle UTQ1 (blé) qui a l'AD moyenne la plus importante (62,53 ± 97,1 en 2010 et 62,2 ± 31,63). En fonction des parcelles, les résultats trouvés sont significatifs (Tableau 15).

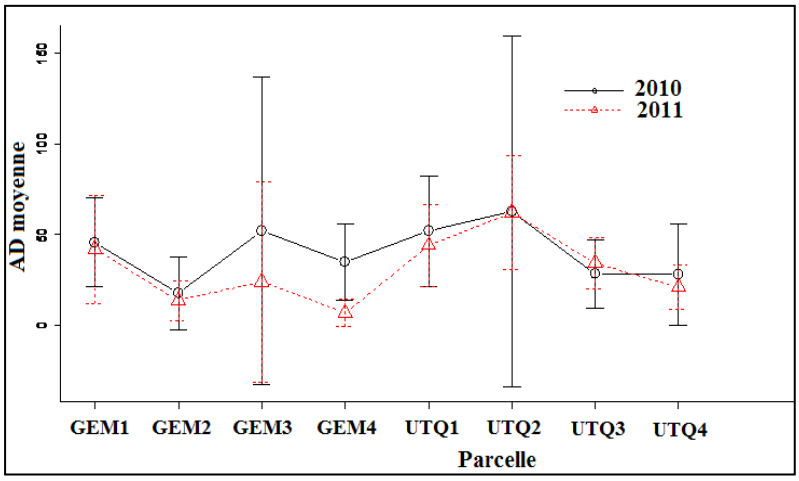


Figure 16 : Variation interannuelle de l'activité-densité moyenne (AD ± SD) par parcelle.

Tableau 15: Résultats de l'ANOVA à deux facteurs appliquée aux paramètres (Activité-densité AD et richesse taxonomique S) et indices écologiques (Indice de Shannon H et équitabilité de Piélou J) pour tester les différences interannuelles et entre les parcelles. DDL : Degré De Liberté, F : valeur du test, ns : différence non significative, *** : différence hautement significative, ** : différence moyennement significative et * : différence faiblement significative

	Facteur	DDL	F	Pr (>F)
AD	année	1	3.0842	0.0804241ns
	parcelle	7	4.4905	0.0001061***
	année/parcelle	7	0.7099	0.6637211 ns
S	année	1	11.1538	0.0009822***
	parcelle	7	2.2936	0.0282321*
	année/parcelle	7	4.9815	2.929e-05***
H	année	1	8.8409	0.003268**
	parcelle	7	1.8674	0.075964 ns
	année/parcelle	7	2.8418	0.007385**
J	année	1	6.1336	0.014021*
	parcelle	7	2.9076	0.006299**
	année/parcelle	7	2.5643	0.014730*

2.2.1.2 Richesse taxonomique (S)

A partir de la figure 17, on peut déduire que la parcelle GEM3 (5,66 ± 1,96) est la plus riche (S) en macrofaune en 2010 et la parcelle UTQ2 (5,4 ± 1,44) en 2011. Au sein des parcelles du même secteur, on remarque qu'à Ghar El Melh, la richesse la plus importante a été observée dans la parcelle GEM3 (5,66 ± 1,96) en 2010 et GEM1 (4,93 ± 1,94) en 2011. Les différences observées sont significatives (Tableau 15).

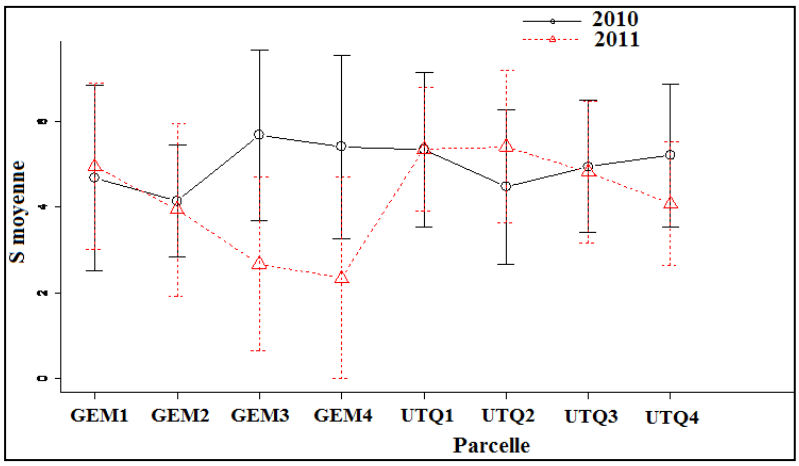


Figure 17 : Variation interannuelle de la richesse taxonomique moyenne (S ± SD) par parcelle.

2.2.1.3 Diversité taxonomique de Shannon (H) et équitabilité de Piélou (J)

Les valeurs de l'indice de diversité de Shannon (Fig. 18) les plus élevées sont enregistrées en 2010 dans la parcelle UTQ4 (1,34 ± 0,37) et en 2011 dans la parcelle GEM1 (1,13 ± 0,43). Les différences de diversité taxonomique en fonction du facteur année et de la superposition du facteur année et parcelle sont significatives. L'analyse sectorielle montre que dans le secteur Ghar El Melh, la diversité est importante à GEM3 en 2010 (1,17 ± 0,49) et à GEM1 (1,13 ± 0,43) en 2011. Dans le secteur d'Utique, les parcelles UTQ4 et UTQ1 affichent les diversités les plus importantes respectivement en 2010 (1,34 ± 0,37) en 2011 (1,08 ± 0,45). Pour l'année 2010, les individus sont plus équitablement répartis (0,83 ± 0,14) dans la parcelle UTQ4 et en 2011 dans la parcelle GEM2 (0,81 ± 0,18) (Fig. 19). Les différences observées sont significatives (Tableau 15). Dans le secteur Ghar El Melh, l'indice d'équitabilité le plus élevé a été enregistré à GEM2 en 2010 (0,82 ± 0,25) et 2011 (0,81 ± 0,18). Dans le secteur d'Utique, les individus sont plus équitablement répartis à UTQ4 en 2010 (0,83 ± 0,14) et 2011 (0,78 ± 0,10).

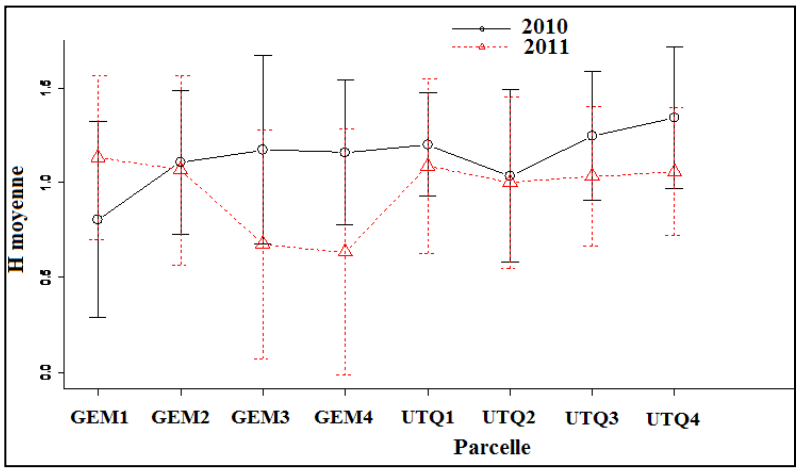


Figure 18 : Variation interannuelle de la diversité taxonomique moyenne (H ± SD) par parcelle.

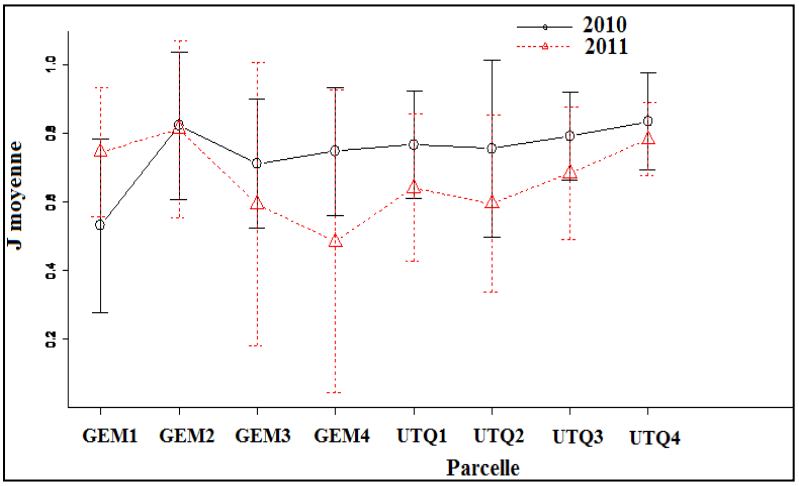


Figure 19 : Variation interannuelle de l'équitabilité moyenne (J ± SD) par parcelle.

2.2.2 Etude de la composition taxonomique

Comme dans l'étude de la composition taxonomique au printemps 2008 et 2009, la dissimilarité entre les parcelles a été estimée par le calcul de l'indice de dissimilitude de Bray-Curtis.

2.2.2.1 Dissimilarité entre les parcelles étudiées au printemps 2010

Pour l'année 2010, le dendrogramme de dissimilarité (Fig. 20) montre 2 groupes (42% de dissimilarité), l'un est formé par 3 parcelles qui font partie du secteur Ghar El Melh et une parcelle du secteur Utique (UTQ2). L'autre groupe est composé par les parcelles du secteur Utique et une seule parcelle du secteur Ghar El Melh (GEM2). Il n'y a pas de ségrégation importante en fonction du type de culture et de la localisation des parcelles puisque le dendrogramme révèle des chevauchements des parcelles.

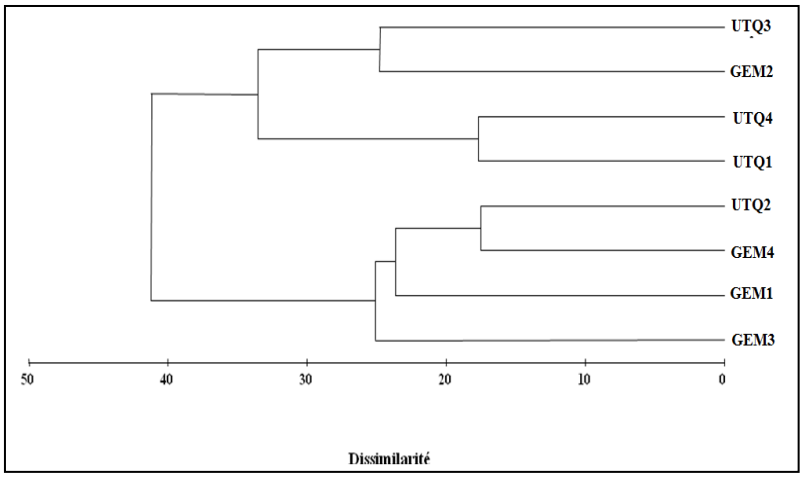


Figure 20 : Dendrogramme de dissimilarité entre les parcelles étudiées en 2010.

2.2.2.2 Dissimilarité entre les parcelles étudiées au printemps 2011

En 2011, le dendrogramme (Fig. 21) est subdivisé en 2 groupes, le premier est formé par une seule parcelle du secteur Ghar El Melh (GEM4) avec un indice de dissimilarité qui dépasse 50%. Le second groupe, lui-même composé par 2 sous groupes, l'un regroupe les parcelles du blé du secteur d'Utique et le second les

potagers de la pomme de terre de Ghar El Melh. Dans ce dernier sous groupe, on remarque bien la ségrégation de la parcelle GEM1 (côté de la mer) des autres parcelles.

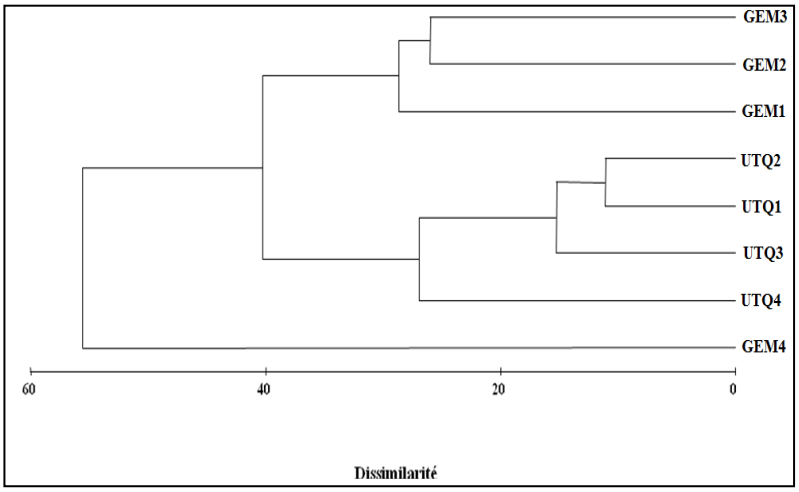


Figure 21 : Dendrogramme de dissimilarité entre les parcelles de l'année 2011.

2.2.2.3 Comparaison de la composition taxonomique

La comparaison de la composition taxonomique à l'aide d'une ANOSIM à un seul facteur (année) a montré un effet année ($R=0,14$ et $p<0,01$) avec une différence significative entre les 2 années d'étude. Les taxons les plus contributifs dans la dissimilarité par année (SIMPER) sont reportés dans le tableau 16. Ce sont essentiellement les Acari (12,93%), les Araignées (12,74%), les Non identifiés (10,48%) et les Escargots (10,35%) qui jouent un rôle primordial dans la dissimilarité entre les années. Les Isopodes terrestres contribuent très faiblement dans cette ségrégation avec un pourcentage de 3,53%. On remarque également que les activités-densités des groupes les plus contributifs changent en fonction du temps (d'une année à une autre).

Tableau 16 : Activité-densité (AD) et % de dissimilarité des taxons les plus contributifs dans la dissimilarité interannuelle entre les parcelles (SIMPER)

	2010	2011	
Taxon	**AD**	**AD**	**% dissimilarité**
Acari	3,88	52,75	12,93
Araneae	88,38	14,13	12,74
Non identifiés	68,25	1,53	10,48
Escargots	38,88	11,38	10,35
Hymenoptera	269,13	231,5	7,48
Diptera	52,88	47,88	6,07
Larva	8,13	8,88	5,68
Coleoptera	45,63	59,75	5,49
Orthoptera	5,13	3,75	5,27
Dermaptera	2,13	3,38	5,15
Limacidae	4,5	0,38	4,52
Chilopoda	0,88	1,88	3,8
Isopoda	11,5	7,38	3,53

Chapitre 3. Biodiversité des Oniscoïdes dans l'agroécosystème Majerda

Les campagnes de piégeage et de collecte réalisées dans l'agroécosystème de la Majerda ont permis d'établir la liste jusqu'à présent méconnue des espèces des Isopodes terrestres présentes dans ce domaine agricole.

3.1 Introduction

Les assemblages des Oniscoïdes, leur composition, leur richesse spécifique et leur abondance sont influencés par le type d'habitat où ils vivent et les conditions abiotiques et biotiques qui y règnent, mais également par le type de gestion appliqué à ces milieux. En Tunisie, Hamaïed-Melki et al. (2011) ont quantifié les rôles respectifs de certains facteurs (altitude et type de milieu) pour expliquer les assemblages des Isopodes terrestres. Ils ont conclu que les Isopodes terrestres sont plus diversifiés dans les milieux ouverts (plaine littorale d'un oued) que dans les milieux fermés (maquis, forêts denses). Des résultats préliminaires de notre étude sur l'agroécosystème Majerda ont montré que la diversité des Oniscoïdes varie en fonction des cultures et du mode d'irrigation (Fraj et al., 2010 ; Fraj-Lagha et al., 2013). Elle est importante dans les cultures fourragères (cas des légumineuses) irriguées par aspersion et faible en cultures maraîchères irriguées par goutte à goutte.

Dans ce chapitre nos objectifs sont : (i) déterminer l'activité-densité, la richesse et la diversité spécifique des Oniscoïdes dans l'ensemble des parcelles, des cultures et des secteurs étudiés durant 4 saisons (ii) quantifier et analyser les résultats en fonction du type de culture, du mode d'irrigation, de la localisation géographique et des qualités physicochimiques des sols sur les assemblages des Oniscoïdes.

3.1 Résultats pour les sessions de piégeage réalisées en 2008 et 2009

3.1.1 Description globale de la communauté des Onsicoïdes en fonction des saisons

Lors de la première année d'échantillonnage et sur l'ensemble des 15 parcelles étudiées durant les 4 saisons (automne 2008 et hiver-printemps-été 2009), 1613 Isopodes terrestres appartenant à 7 espèces ont été récoltées (Tableau 17). Ces espèces font partie de 2 familles (Porcellionidae et Armadillidiidae) et 5 genres (Porcellio, Porcellionides, Leptotrichus, Chaetophiloscia et Armadillidium). Elles sont différemment réparties d'une saison à une autre (Annexe 2). Par la méthode de la collecte à la main, 8 espèces ont été trouvées durant les 4 saisons d'étude : Porcellio laevis, Porcellio variabilis, Porcellionides pruinosus, Porcellionides sexfasciatus, Chaetophiloscia elongata, Leptotrichus panzeri, Armadillidium sulcatum et Armadillidium tunisiense.

Tableau 17 : Liste des familles, des genres et des espèces collectées

Famille	Genre	Espèce
Porcellionidae	Porcellio	Porcellio laevis
		Porcellio variabilis
	Porcellionides	Porcellionides pruinosus
		Porcellionides sexfasciatus
	Chaetophiloscia	Chaetophiloscia elongata
	Leptotrichus	Leptotrichus panzeri
Armadillidiidae	Armadillidium	Armadillidium sulcatum

3.1.1.1 Activité-densité (AD)

La figure 22A montre que les valeurs de l'activité-densité AD moyenne oscillent entre 0,84 ± 3,11 en hiver et 2,72 ± 6,93 en automne. Les différences observées sont significatives (Tableau 18).

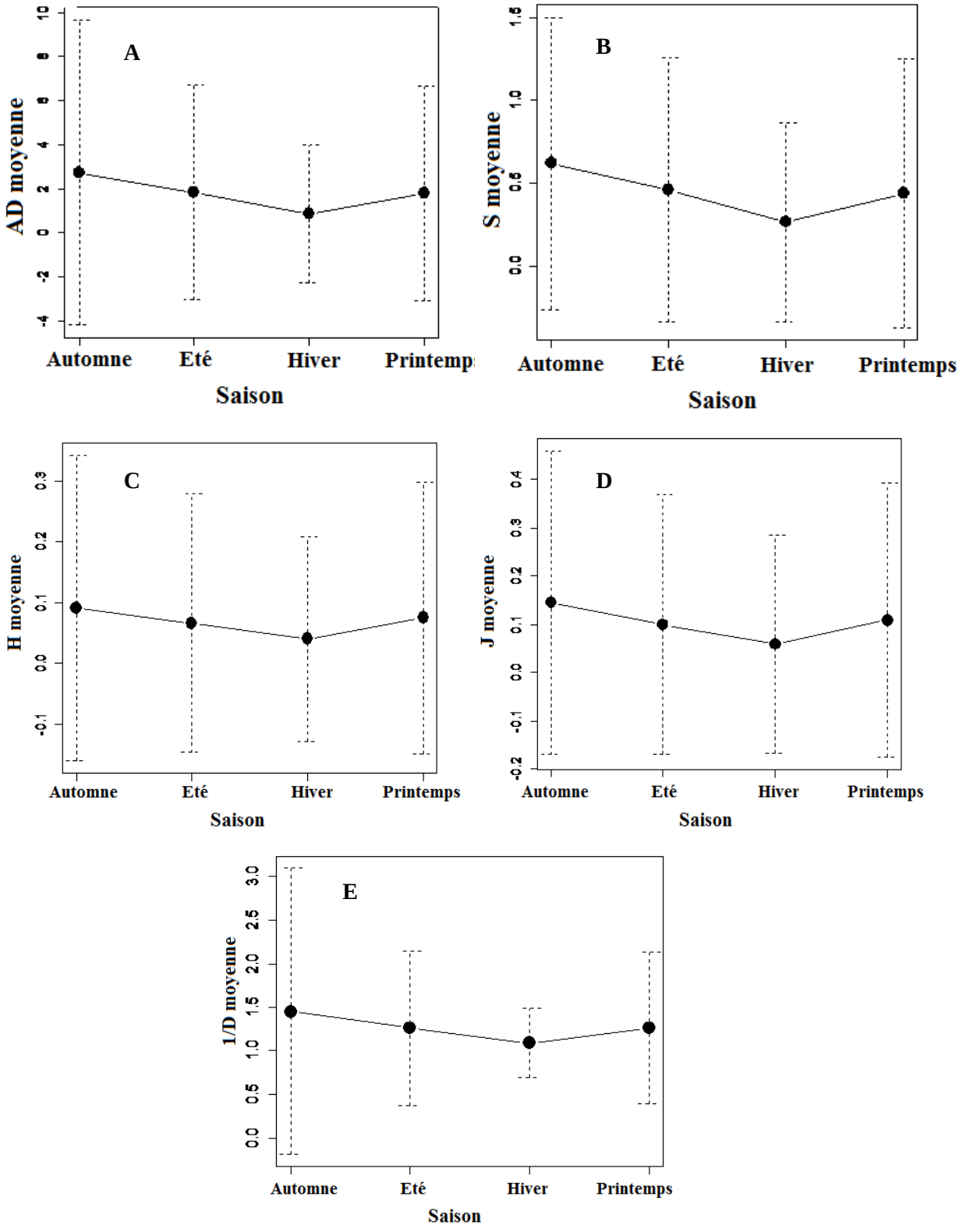


Figure 22 : Variation saisonnière (A) de l'activité-densité moyenne (AD), (B) de la richesse spécifique moyenne (S), (C) de la diversité spécifique moyenne de Shannon (H), (D) de l'équitabilité moyenne (J) et (E) de la diversité moyenne de Simpson (1/D) des Oniscoïdes piégés en 2008 et 2009.

3.1.1.2 Richesse spécifique (S)

Des résultats très semblables aux AD ont été obtenus pour la richesse spécifique (S) qui est de l'ordre de 0,61 ± 0,88 espèces en automne et ne dépasse pas 0,26 ± 0,60 espèces en hiver (Fig. 22B). L'ANOVA à un facteur a confirmé ces différences observées entre les saisons (Tableau 18).

3.1.1.3 Diversité spécifique de Shannon (H) et de Simpson (1/D) et équitabilité de Piélou (J)

L'indice de diversité spécifique de Shannon (H) montre une diversité élevée en automne par comparaison aux autres saisons (Fig. 22C). Elle est égale à 0,09 ± 0,25 en automne, 0,074 ± 0,22 au printemps, 0,065 ± 0,21 en été et 0,040 ± 0,16 en hiver. L'équitabilité est faible quelle que soit la saison ; elle est de 0,14 ± 0,31 en automne, 0,09 ± 0,21 en été, 0,05 ± 0,16 en hiver et 0,10 ± 0,22 au printemps (Fig. 22D). Les différences observées sont non significatives (Tableau 18). L'indice de diversité de Simpson (1/D) est conforme aux résultats obtenus pour l'indice de Shannon (Fig. 22E) avec une diversité élevée pendant la saison automnale (1,45 ± 1,63). Contrairement à l'indice de Shannon, la différence observée entre les saisons est significative (Tableau 18).

Tableau 18 : Résultats de l'ANOVA à un seul facteur appliquée aux paramètres (Activité-densité AD et richesse taxonomique S) et indices écologiques (Indice de diversité de Shannon H et de Simpson 1/D et équitabilité de Piélou J) pour tester les différences entre les saisons. DDL : Degré De Liberté, F : valeur du test, ns : différence non significative, *** : différence hautement significative, ** : différence moyennement significative et * : différence faiblement significative

	Facteur	**DDL**	**F**	**Pr (> F)**
AD	saison	3	5,0078	0,001898**
S	saison	3	7,8181	3,73e-05***
H	saison	3	2,1884	0,08791 ns
J	saison	3	2,9548	0,03183 ns
1/D	saison	3	3.7842	0.01034*

3.1.2 Variation saisonnière et interparcellaire de la communauté des Onsicoïdes

3.1.2.1 Activité-densité (AD)

Le tableau 19 montre que le nombre moyen d'individus capturés, exprimé par l'activité-densité (AD), diffère fortement d'une parcelle à une autre et selon les saisons. En fonction des saisons, on remarque qu'en automne, l'AD la plus importante des Oniscoïdes est relevée dans les parcelles du secteur Sidi Thabet (ST). Elle est de l'ordre de 1,48 ± 3,18 dans la parcelle de luzerne (ST1) et 1,60 ± 2,06 dans la parcelle d'artichauts (ST2). En hiver, l'AD moyenne diminue dans toutes les parcelles. Dans le verger d'oliviers à Sidi Othman (SO3), on enregistre l'AD moyenne la plus importante (0,68 ± 1,67). Au printemps, le maximum de l'AD moyenne (1,28 ± 2,56) a été enregistré dans la parcelle de luzerne (ST1) qui affiche la valeur la plus élevée 1,15 ± 2,42 en été, ainsi que le verger d'oliviers (SO3) avec une AD moyenne de 1,19 ± 2,81. Quelle que soit la saison, les AD moyennes les plus faibles ont été relevées dans le secteur de Kalaat El Andalouss (KA1 à KA7) où de faibles variations sont notées dans les parcelles de ce secteur durant les 4 saisons d'étude. Des AD moyennes élevées et constantes en fonction des saisons ont été signalées dans les parcelles SO2 (oliviers), SO3 (poiriers) et PB2 (maïs puis orge). Les différences observées entre les parcelles et les saisons sont hautement significatives (Tableau 20).

3.1.2.2 Richesse spécifique (S)

Une variation saisonnière et interparcellaire du nombre moyen des espèces a été observée (Fig. 23). Excepté l'hiver, la richesse spécifique (S) moyenne est maximale dans la parcelle PB2 (culture fourragère maïs en automne et orge durant les autres saisons) du secteur Pont de Bizerte (irrigation par aspersion et par eau usée et traitée). Elle est égale à 1,46 ± 1,35 en automne, au printemps et en été. En hiver, c'est le verger de poiriers (SO3) qui est le plus riche en Oniscoïdes avec une S moyenne égale à 0,80 ± 0,77. Comme pour l'activité-densité, la richesse spécifique la plus faible durant les 4 saisons d'étude a été observée dans les parcelles qui font partie du secteur

Kalaat El Andalouss en culture d'artichauts (irrigation par goutte à goutte) et en arboriculture (irrigation de surface).

Tableau 19 : Variation saisonnière de l'activité-densité moyenne par piège et par parcelle (±SD)

	Automne	Hiver	Printemps	Eté
KA1	0,50±1,30	0,01±0,02	0,04±0,05	0,05±0,1
KA2	0,24±0,63	0,02±0,05	0,04±0,1	0
KA3	0,06±0,15	0	0	0,03±0,08
KA4	0,07±0,11	0	0,02±0,03	0,02±0,05
KA5	0,06±0,10	0,01±0,02	0,02±0,03	0,03±0,08
KA6	0,05±0,08	0,02±0,03	0,01±0,02	0,04±0,10
KA7	0,16±0,40	0,05±0,12	0,05±0,12	0,04±0,11
ST1	1,48±3,18	0,01±0,02	0,05±0,06	0,04±0,12
ST2	1,60±2,06	0,4±0,07	0,00±0,00	0,33±0,61
SO1	0,24±0,46	0,24±0,46	0,24±0,46	0,24±0,46
SO2	0,47±1,03	0,47±1,03	0,47±1,03	0,47±1,03
SO3	0,56±1,43	0,68±1,67	0,68±1,67	1,19±2,81
SO4	0,09±0,16	0,09±0,16	0,09±0,16	0,09±0,16
PB1	0,38±0,61	0,12±0,19	0,37±0,61	0,34±0,54
PB2	1,23±2,59	0,25±0,53	1,28±2,56	1,15±2,42

Tableau 20 : Résultats de l'ANOVA à deux facteurs appliquée aux paramètres (Activité-densité AD et richesse taxonomique S) et indices écologiques (Indice de diversité de Shannon H et de Simpson 1/D et équitabilité de Piélou J) pour tester les différences entre les saisons et les parcelles. DDL : Degré De Liberté, F : valeur du test, ns : différence non significative, *** : différence hautement significative, ** : différence moyennement significative et * : différence faiblement significative

	Facteur	DDL	F	Pr (> F)
AD	parcelle	14	13,7133	< 2,2e-16***
	saison	3	6,2366	0,0003443***
	parcelle/ saison	42	1,9973	0,0002270***
S	parcelle	14	14,7361	< 2,2e-16***
	saison	3	9,7385	2,545e-06***
	parcelle/ saison	42	1,6616	0,005881**
H	parcelle	14	8,0588	2,535e-16***
	saison	3	2,4338	0,06365 ns
	parcelle/ saison	42	1,0400	0,40383 ns
J	parcelle	14	10,5498	< 2e-16***
	saison	3	2,9007	0,03429*
	parcelle/ saison	42	1,4907	0,02586*
1/D	parcelle	14	8,3851	< 2,2e-16***
	saison	3	3,9250	0,008562**
	parcelle/ saison	42	2,4175	2,830e-06**

On n'a pas relevé de variations intra-parcellaires importantes dans les parcelles de ce secteur. Dans les parcelles du secteur Pont de Bizerte, la richesse spécifique moyenne la plus faible est enregistrée en hiver (S = 0,66 ± 0,97 à PB1 et 0,53 ± 0,74 à PB2). Elle est maximale durant les autres saisons (S = 0,86 ± 1,12 à PB1 et 1,46 ± 1,35 à PB2). Pour les parcelles du secteur Sidi Othman, les richesses spécifiques sont constantes dans les vergers d'oliviers et de poiriers et durant les 4 saisons. Dans la parcelle de luzerne ST1 du secteur Sidi Thabet, la richesse spécifique moyenne varie entre 0,13 ± 0,35 en hiver et 1,46 ± 1,06 en automne. Dans la parcelle d'artichauts (ST2), S moyenne est nulle en hiver et atteint son maximum en automne (S = 0,9 ± 1,03). Ces différences sont significatives (Tableau 20).

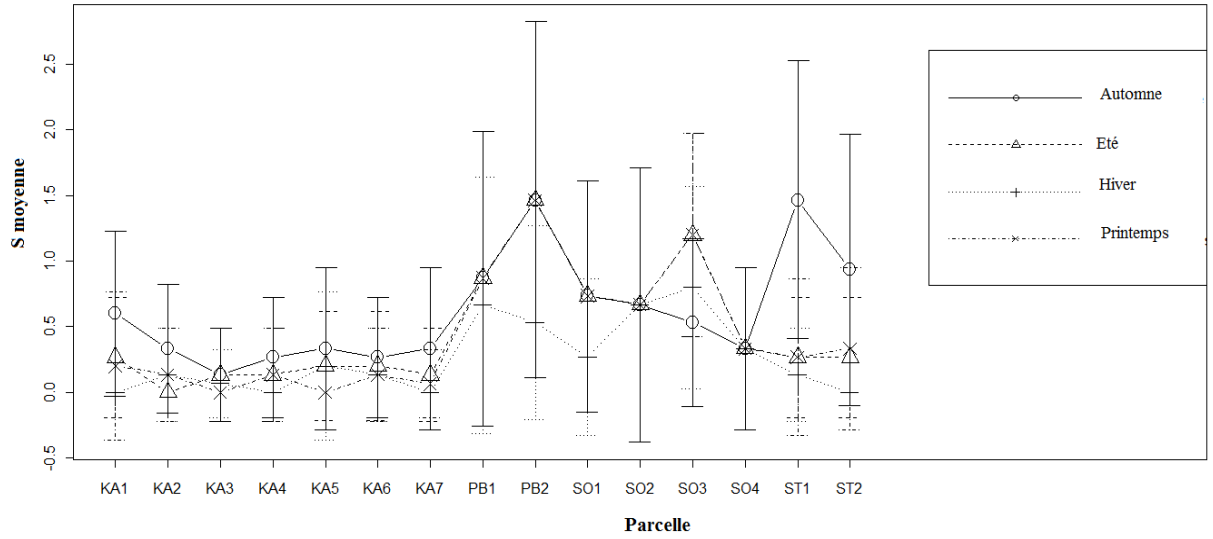


Figure 23 : Variation saisonnière et interparcellaire de la richesse spécifique moyenne (S ± SD), (Pour les noms des parcelles, cf. tableau 1).

3.1.2.3 Diversité spécifique de Shannon (H) et de Simpson (1/D)

Concernant la diversité spécifique de Shannon (H), elle est toujours importante dans les parcelles du Pont de Bizerte (Fig. 24 et 25). Elle est maximale dans la parcelle PB2 en automne, au printemps et en été (0,29 ± 0,37) et dans celle PB1 en hiver (0,09 ± 0,34). Ces parcelles sont irriguées par aspersion avec de l'eau usée et traitée. Les diversités les plus faibles ont été relevées dans les parcelles du secteur Kalaat El Andalouss. En fonction des saisons, seulement dans la parcelle de luzerne (ST1),

l'oliveraie (SO2) et le verger de pommiers (SO4), des diversités spécifiques moyennes constantes ont été affichées d'une saison à une autre. Dans les autres parcelles, les indices de Shannon varient en fonction des saisons. La différence inter-parcellaire est significative (Tableau 20).

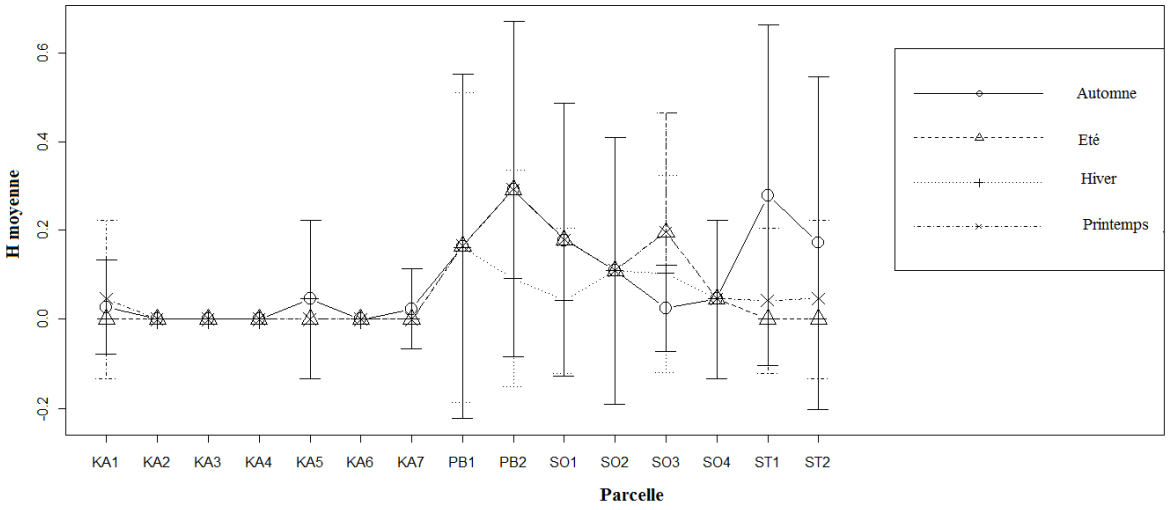


Figure 24 : Variation saisonnière de la diversité spécifique de Shannon (H ± SD), (Pour les noms des parcelles, cf. tableau 1).

Contrairement à l'indice H, l'indice de diversité de Simpson (1/D) a la valeur la plus importante en automne dans la parcelle ST1 de luzerne (3,85 ± 5,27), alors qu'en hiver (1,77 ± 1,32), au printemps (2,84 ± 1,98) et en été (2,84 ± 1,98), c'est dans le verger d'oliviers à Sidi Othman (SO3) où la diversité la plus élevée en Oniscoïdes a été enregistrée (Fig. 25). Les deux indices calculés donnent des résultats différents. Ceci est lié aux principes du calcul de ces deux indices. L'indice de Simpson prend en considération des espèces abondantes dans les parcelles et ne tient pas en compte des espèces rares. Comme l'indice de Shannon l'indique, l'indice de Simpson (1/D) ne présente pas de variations saisonnières dans les vergers SO2 et SO4. L'ANOVA à deux facteurs confirme les différences observées entre les parcelles et les saisons (Tableau 20).

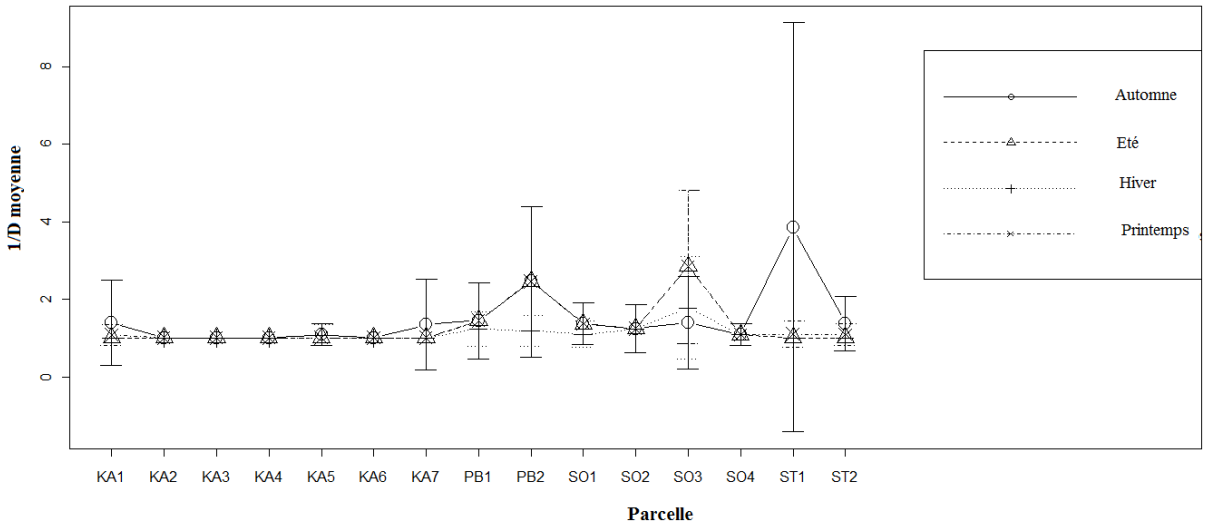


Figure 25 : Variation saisonnière de la diversité spécifique de Simpson (1/D ± SD), (Pour les noms des parcelles, cf. tableau 1).

3.1.2.4 Equitabilité de Piélou (J)

La figure 26 montre qu'il existe une variation saisonnière et inter-parcellaire de l'équirépartition des espèces. En automne, les espèces sont plus équitablement réparties dans la parcelle de luzerne ST1 (0,48 ± 0,41), alors qu'en été (0,47 ± 0,40), en hiver (0,24 ± 0,38) et au printemps (0,48 ± 0,40), l'équitabilité des espèces est importante dans l'oliveraie SO3. Uniquement dans les parcelles PB1 (maïs et orge), SO2 (oliveraie) et SO4 (pommiers) les valeurs d'équitabilité restent constantes en fonction des saisons. L'ANOVA (Tableau 20) montre qu'entre les parcelles les différences observées sont hautement significatives, alors qu'entre les saisons, une faible significativité a été trouvée.

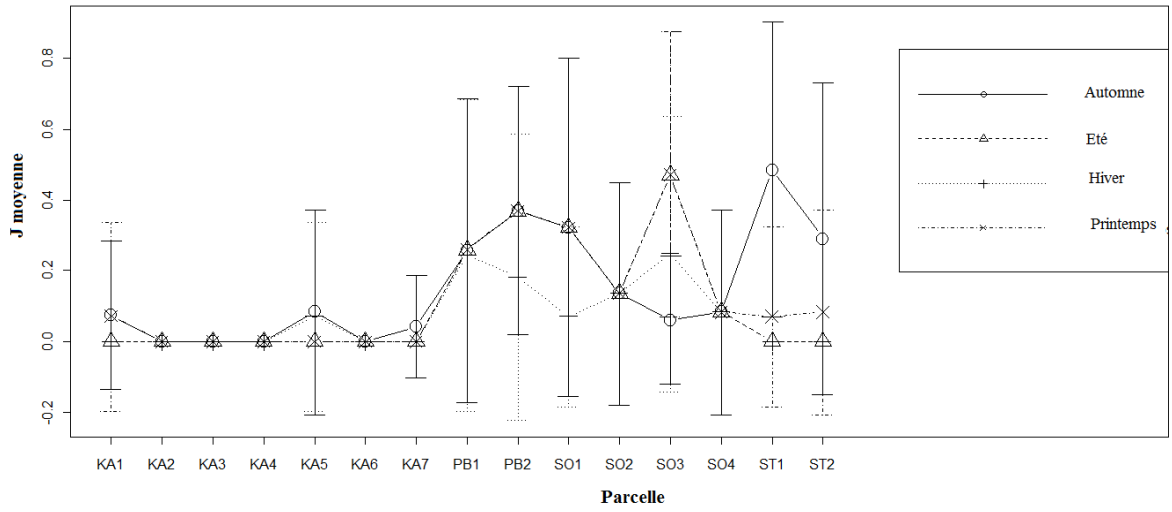


Figure 26 : Variation saisonnière de l'équitabilité de Piélou (J ± SD), (Pour les noms des parcelles, cf. tableau 1).

3.1.3 Répartition des Onsicoïdes en fonction des secteurs et des types de culture

On rappelle que lors de la première année d'étude on a prospecté 4 secteurs et 3 types de culture. D'après la figure 27, on remarque que le secteur de Kalaat El Andalouss comporte le plus grand nombre de parcelles et de pièges. La figure 27A montre que notre étude a porté sur 3 grands types des cultures : les maraîchages (parcelles d'artichauts), les fourragères (parcelles de luzerne, de maïs, de mil, d'orge et de bersim) et les arboricultures (pommiers, oliviers et poiriers). La figure 27B révèle aussi que le pourcentage des cultures fourragères est le plus faible par rapport aux autres cultures. Ceci correspond au plus petit nombre de pièges (45 pièges par saison).

3.1.3.1 Variation en fonction du type de culture

L'étude de la variation saisonnière de l'activité-densité et de la richesse spécifique par piège montre qu'en automne, les effectifs les plus importants ont été enregistrés dans les cultures fourragères avec une médiane de 5 individus par piège dans la parcelle de maïs, de 3 individus dans la luzerne et de 1 individu dans celle du mil. Dans la parcelle de maïs, le nombre d'individus peut atteindre 30. Peu

d'Oniscoïdes ont été collectés dans les arboricultures et les cultures maraîchères (Fig. 28A). Dans les cultures fourragères, on enregistre également les richesses spécifiques par piège les plus importantes, avec des médianes de 1 espèce par piège pour le maïs (4 espèces au maximum), la luzerne (3 espèces au maximum) et le mil (2 espèces au maximum).

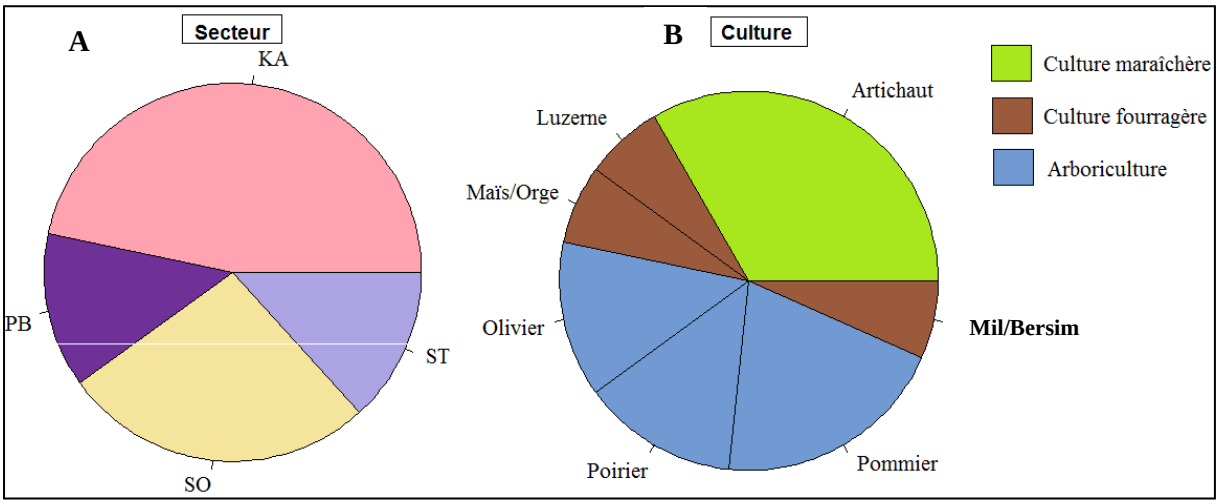


Figure 27 : Distribution des parcelles par secteur (A) et par type de culture (B), avec KA : Kalaat El Andalouss, PB : Pont de Bizerte, SO : Sidi Othman, ST : Sidi Thabet.

3.1.3.2 Variation sectorielle

En fonction des secteurs, le secteur Pont de Bizerte affiche l'activité-densité (AD) la plus importante en Isopodes terrestres (20 individus au maximum), alors que celui de Kalaat El Andalouss affiche l'AD la plus faible (2 individus au maximum).
Les secteurs Pont Bizerte et Sidi Thabet montrent également les richesses spécifiques (S) les plus importantes (médiane 1 espèce par piège). La richesse spécifique maximale est égale à 4 espèces par piège à Pont de Bizerte et 3 espèces à Sidi Thabet (Fig. 28B). Les analyses de variance (ANOVA à deux facteurs) montrent que seulement en fonction des cultures les différences sont hautement significatives (Tableau 21). En hiver (Fig. 30A et B), que ce soit en fonction des secteurs ou en fonction des cultures, on obtient des valeurs nulles pour les médianes. Les AD (plus de

2 individus par piège) et S (2 espèces par piège) les plus élevées ont été observées dans les cultures fourragères et les poiriers. D'après les dispersions de la figure 30, les valeurs maximales de AD et de S ont été enregistrées dans les secteurs Pont de Bizerte et Sidi Othman avec des valeurs qui ne dépassent pas 5 individus et 2 espèces par piège, respectivement.

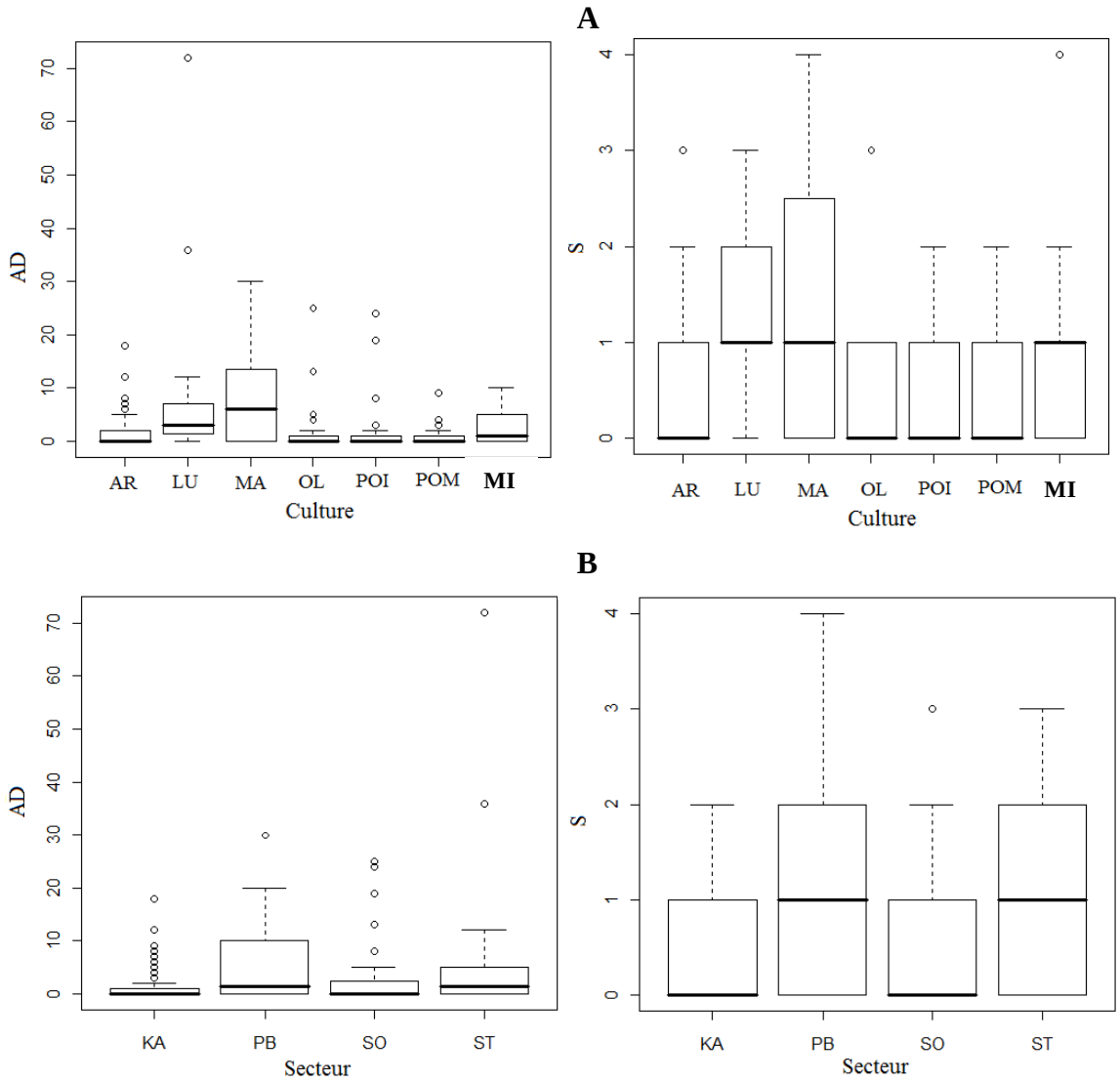


Figure 28 : Distribution automnale de l'activité-densité (AD) et de la richesse spécifique (S) des Oniscoïdes (par piège) en fonction des cultures (A) et des secteurs (B).

Pour chaque boîte à moustaches, le trait épais représente la médiane de l'échantillon, les limites inférieure et supérieure de la boîte sont le premier et le troisième quartile, le trait horizontal inférieur relié à la boîte par une ligne verticale est le neuvième décile et les points sont les éventuels outliers. AR : Artichaut (maraîchère), LU : luzerne (fourragère), MA : maïs (fourragère), OL : olivier (arboriculture), PO : poirier (arboriculture), POM : pommier (arboriculture), MI : mil (fourragère). KA : Kalaat El Andalouss, PB : Pont de Bizerte, SO : Sidi Othman, ST : Sidi Thabet.

Tableau 21 : Résultats de l'ANOVA à deux facteurs appliquée aux paramètres (Activité-densité AD et richesse spécifique S) et indices écologiques (Indice de diversité de Shannon H et de Simpson 1/D et équitabilité de Piélou J) pour tester les différences entre les saisons et les parcelles. DDL : Degré De Liberté, F : valeur du test, ns : différence non significative, *** : différence hautement significative, ** : différence moyennement significative et * : différence faiblement significative

	Saison	Facteur	DDL	F	Pr (>F)
AD	Automne	Culture	6	5,4019	3,229e-05***
	Automne	Secteur	2	0,6855	0,505 ns
S	Automne	Culture	6	5,7947	1,306e-05***
	Automne	Secteur	2	3,7591	0,02487*
	Automne	Culture/Secteur	3	0,5598	0,64210 ns
AD	Hiver	Culture	6	2,7692	0,0129830*
	Hiver	Secteur	2	7,6402	0,0006245***
S	Hiver	Culture	6	4,5144	0,0002495***
	Hiver	Secteur	2	9,9160	7,627e-05***
	Hiver	Culture/Secteur	3	4,6035	0,0038247**
AD	Printemps	Culture	6	11,9307	1,549e-11***
	Printemps	Secteur	2	9,7304	9,040e-05***
S	Printemps	Culture	6	11,0001	1,136e-10***
	Printemps	Secteur	2	14,0621	1,836e-06***
	Printemps	Culture/Secteur	3	5,7096	0,0008898***
AD	Eté	Culture	6	11,8428	1,867e-11***
	Eté	Secteur	2	9,1678	0,0001516***
S	Eté	Culture	6	10,2638	5,611e-10***
	Eté	Secteur	2	11,4405	1,908e-05***
	Eté	Culture/Secteur	3	5,5544	0,0010914**

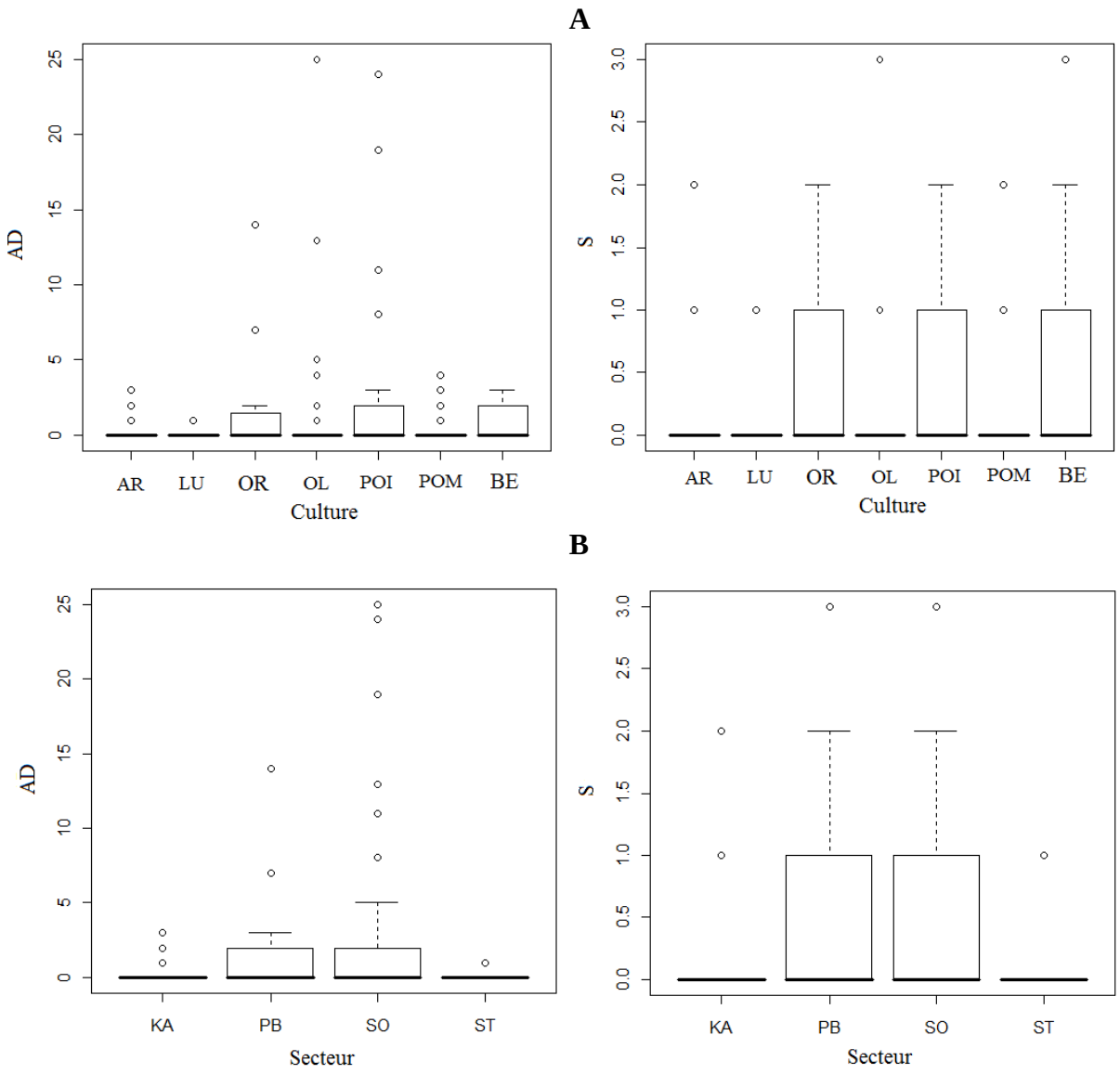


Figure 29 : Distribution automnale de l'activité-densité (AD) et de la richesse spécifique (S) des Oniscoïdes (par piège) en fonction des cultures (A) et des secteurs (B).

Pour chaque boîte à moustaches, le trait épais représente la médiane de l'échantillon, les limites inférieure et supérieure de la boîte sont le premier et le troisième quartile, le trait horizontal inférieur relié à la boîte par une ligne verticale est le neuvième décile et les points sont les éventuels outliers. AR : Artichaut (maraîchère), LU : luzerne (fourragère), OR : orge (fourragère), OL : olivier (arboriculture), PO : poirier (arboriculture), POM : pommier (arboriculture), BE : bersim (fourragère). KA : Kalaat El Andalouss, PB : Pont de Bizerte, SO : Sidi Othman, ST : Sidi Thabet.

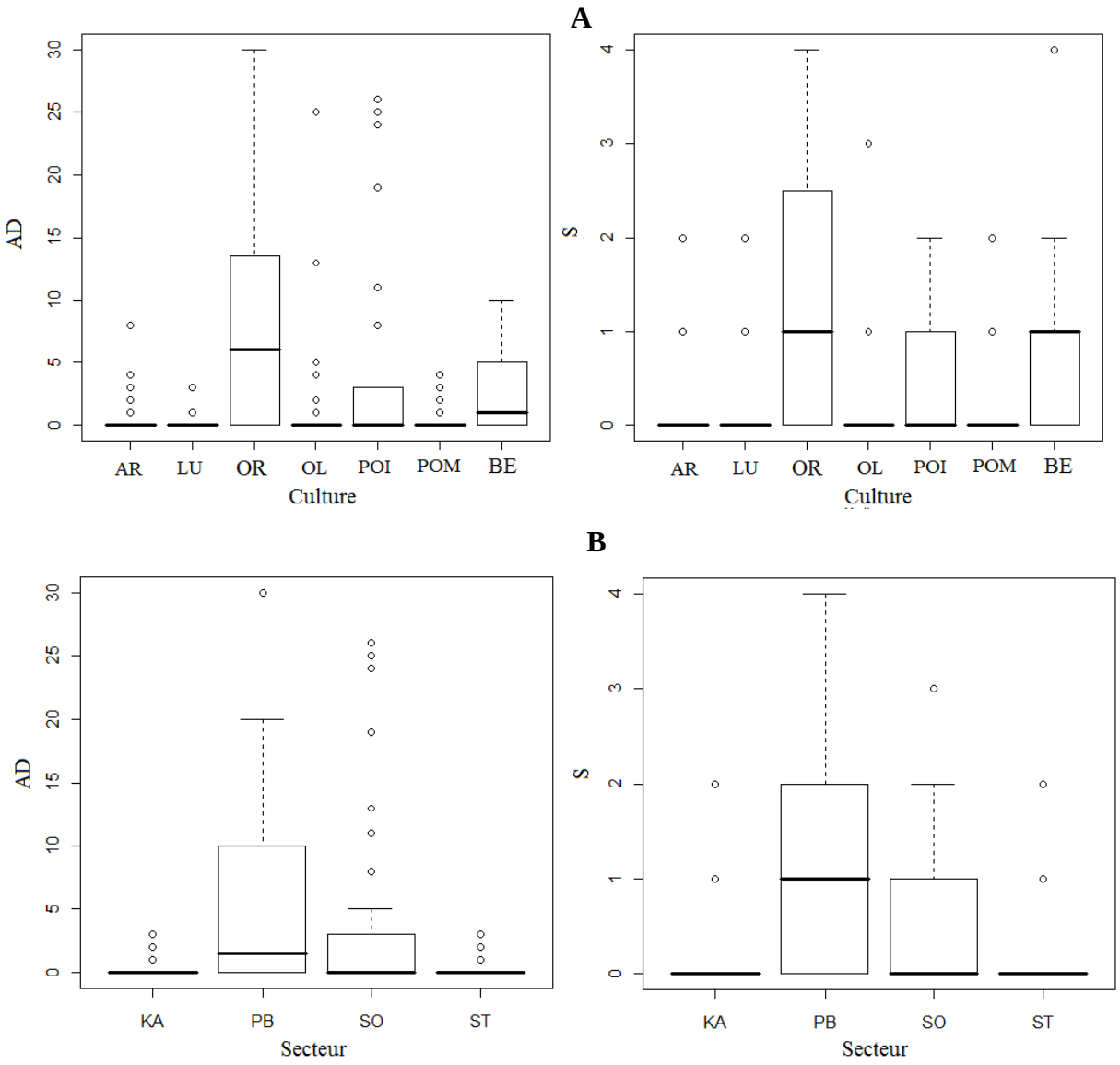


Figure 30 : Distribution printanière de l'activité-densité (AD) et de la richesse spécifique (S) des Oniscoïdes (par piège) en fonction des cultures (A) et des secteurs (B).

Pour chaque boîte à moustaches, le trait épais représente la médiane de l'échantillon, les limites inférieure et supérieure de la boîte sont le premier et le troisième quartile, le trait horizontal inférieur relié à la boîte par une ligne verticale est le neuvième décile et les points sont les éventuels outliers. AR : Artichaut (maraîchère), LU : luzerne (fourragère), OR : orge (fourragère), OL : olivier (arboriculture), PO : poirier (arboriculture), POM : pommier (arboriculture), BE : bersim (fourragère). KA : Kalaat El Andalouss, PB : Pont de Bizerte, SO : Sidi Othman, ST : Sidi Thabet.

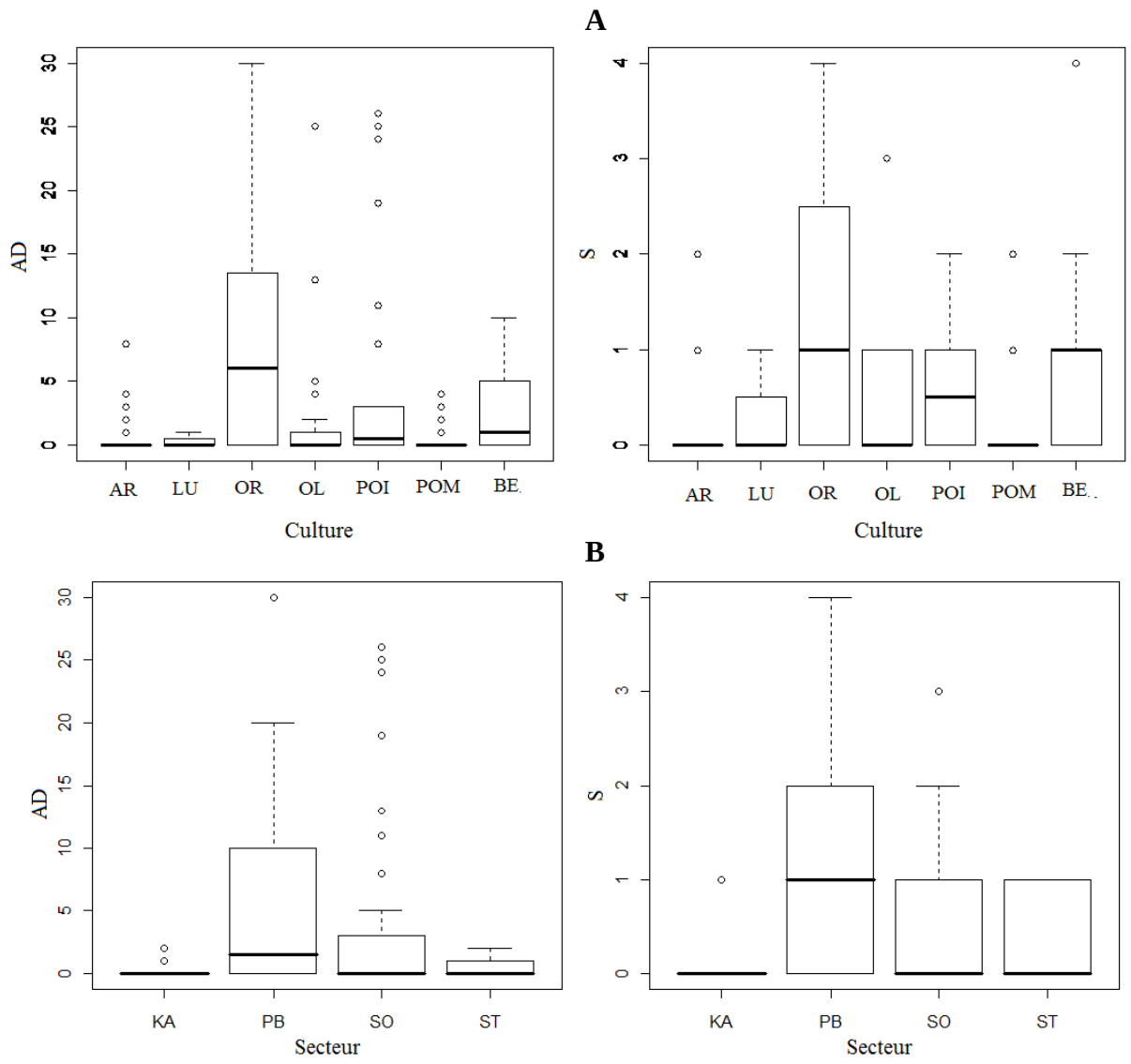


Figure 31 : Distribution estivale de l'activité-densité (AD) et de la richesse spécifique (S) des Oniscoïdes (par piège) en fonction des cultures (A) et des secteurs (B).

Pour chaque boîte à moustaches, le trait épais représente la médiane de l'échantillon, les limites inférieure et supérieure de la boîte sont le premier et le troisième quartile, le trait horizontal inférieur relié à la boîte par une ligne verticale est le neuvième décile et les points sont les éventuels outliers. AR : Artichaut (maraîchère), LU : luzerne (fourragère), OR : orge (fourragère), OL : olivier (arboriculture), PO : poirier (arboriculture), POM : pommier (arboriculture), BE : bersim (fourragère). KA : Kalaat El Andalouss, PB : Pont de Bizerte, SO : Sidi Othman, ST : Sidi Thabet.

Au printemps (Fig. 30A et B), les parcelles de cultures fourragères de Pont de Bizerte affichent les AD (médiane supérieure à 5 individus par piège dans la parcelle d'orge) et les richesses spécifiques les plus importantes (médiane de l'ordre de 1 espèce par piège dans l'orge et le bersim). Dans la parcelle d'orge, l'AD peut atteindre 30 individus par piège et une richesse maximale de 4 espèces par piège. Les Oniscoïdes sont abondants dans le secteur Pont de Bizerte (médiane égale à 2 individus et maximum 20 individus par piège). En été (Fig. 31A et B), l'AD la plus élevée a été enregistrée dans la parcelle d'orge avec une médiane supérieure à 5 individus (30 individus au maximum) et 1 espèce par piège (4 espèces au maximum). Elle est suivie par celle relevée dans la parcelle de bersim avec une médiane d'AD égale à 2 individus (20 individus au maximum) et une S de l'ordre de 1 espèce par piège (4 espèces au maximum). Selon les secteurs, l'AD et la richesse S les plus importantes ont été trouvées dans le secteur Pont de Bizerte. L'ANOVA à deux facteurs révèle que les différences observées en hiver, au printemps et en été sont significatives (Tableau 21).

3.1.4 Variation spatio-*temporelle de la présence et de l'activité*-densité des espèces collectées

3.1.4.1 Indice de Présence (IP %)

La variation saisonnière de la fréquence des espèces dans l'agroécosystème Majerda a été évaluée par le calcul des indices de présence consignés dans le tableau 22. Ce tableau montre que les espèces P. laevis et P. variabilis sont les plus fréquentes durant les 4 saisons d'étude. En effet, l'indice de présence de P. laevis varie entre 71% (printemps) et 93% (automne et été). P. variabilis a une fréquence moins importante que celle de P. laevis ; elle varie entre 50% (automne et hiver) et 57% (printemps et été). Ces deux espèces ont été considérées comme constantes. Les espèces Ps. pruinosus et Ps. sexfasciatus sont moins fréquentes que les précédentes. En automne et au printemps, Ps. pruinosus est dite accessoire avec un indice de présence égale 29%. En hiver et en

été, elle est dite accidentelle avec un indice de présence qui ne dépasse pas 21% (été). L'espèce Ps. sexfasciatus est qualifiée de constante en automne (71%) et au printemps (50%), d'accessoire en hiver (29%) et en été (29%). L'espèce L. panzeri est considérée comme sporadique en automne et au printemps (7%, respectivement) et accidentelle en hiver (21%) et en été (14%). Quelle que soit la saison, A. sulcatum et C. elongata sont présentes avec des effectifs faibles ; elles sont dites respectivement sporadique et accidentelle.

Tableau 22 : Variation saisonnière de l'activité-densité totale (ADT ± SD) et de l'indice de présence (IP %) par piège dans toutes les parcelles, DDL : Degré De Liberté, F : valeur du test, ns : différence non significative, *** : différence hautement significative, ** : différence moyennement significative et * : différence faiblement significative

	Automne		**Hiver**		**Printemps**		**Eté**	
	ADT	IP	ADT	IP	ADT	IP	ADT	IP
Porcellio laevis	1,46±5,82	93	0,34±2,19	64	0,65±3,07	71	0,75±3,08	93
Porcellio variabilis	0,95±3,15	50	0,29±1,67	57	0,95±3,16	57	0,91±3,15	50
Porcellionides pruinosus	0,05±0,39	29	0,01±0,13	14	0,05±0,38	29	0,04±0,37	21
Porcellionides sexfasciatus	0,23±0,77	71	0,04±0,30	29	0,07±0,38	50	0,06±0,37	29
Chaetophiloscia elongata	0,22±0,17	14	0,12±1,05	21	0,02±0,18	21	0,02±0,17	14
Armadillidium sulcatum	0,02±0,17	7	0,008±0,13	7	0,008±0,13	7	0	0
Leptotrichus panzeri	0,008±0,09	7	0,01±0,13	21	0,01±0,11	7	0,01±0,11	14

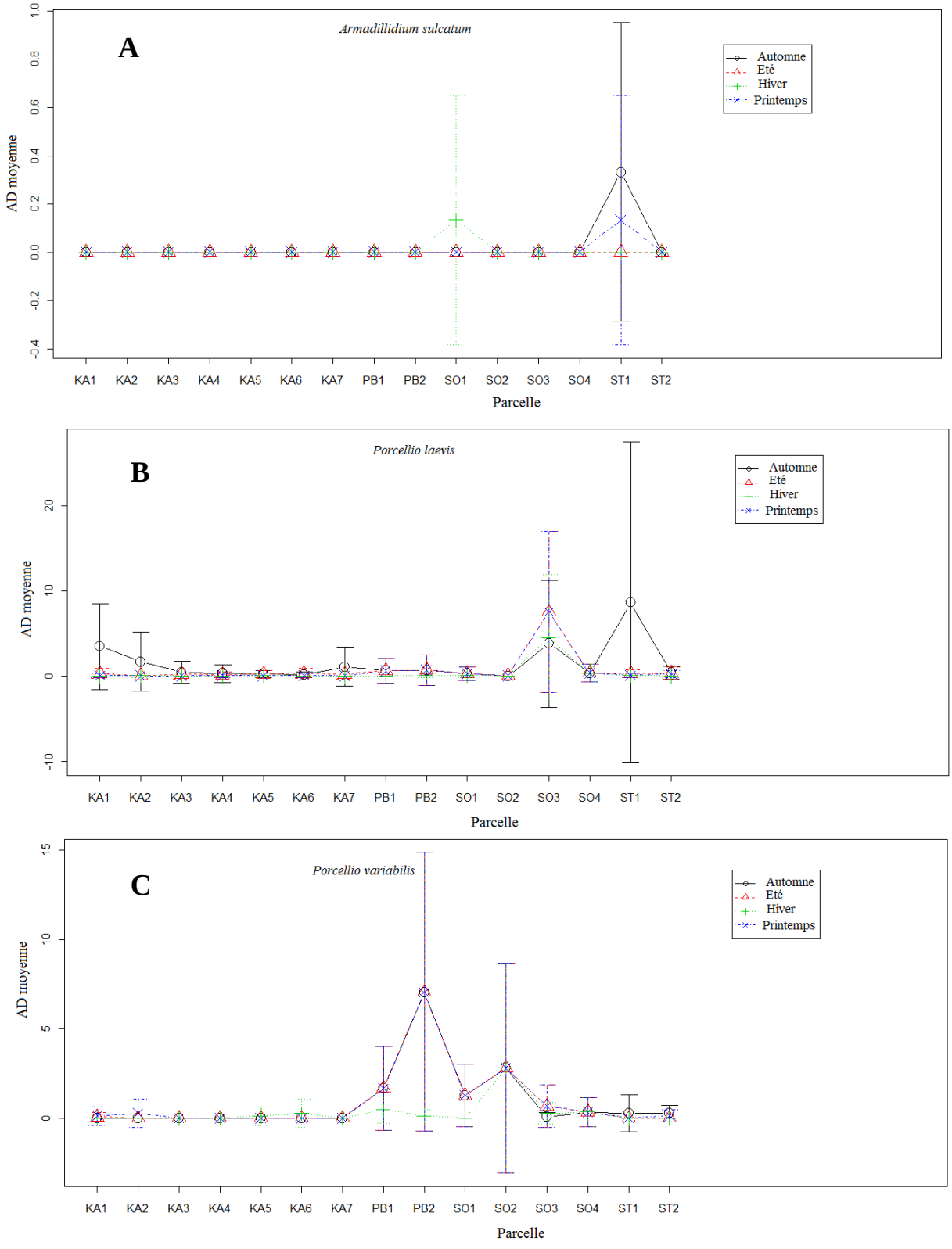
3.1.4.2 Activité-densité (ADT)

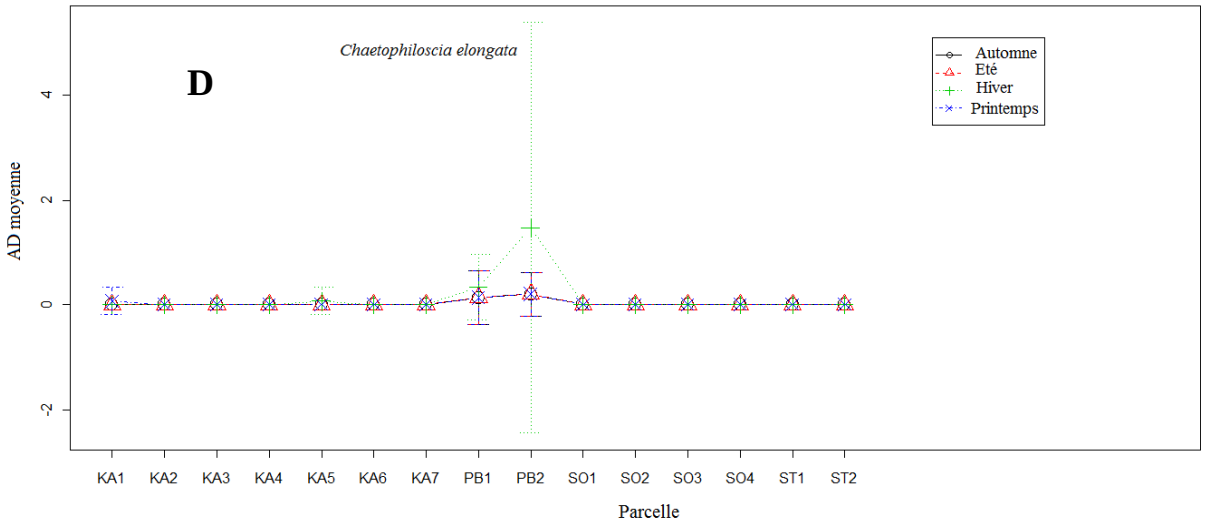
Les résultats de l'activité-densité totale (ADT) des espèces dans toutes les parcelles sont groupés dans le tableau 22. Les espèces P. laevis et P. variabilis sont les plus abondantes. Leurs ADT varient en fonction des saisons. En effet, P. laevis est l'espèce la plus abondante en automne (1,46 ± 5,82) et en hiver (0,34 ± 2,19). L'espèce P. variabilis est la plus abondante au printemps (0,95 ± 3,16) et en été (0,91 ± 3,15). Les autres espèces (Ps. pruinosus, Ps. sexfasciatus, C. elongata, Ar. sulcatum, L. panzeri) ont des abondances faibles durant toutes les saisons.

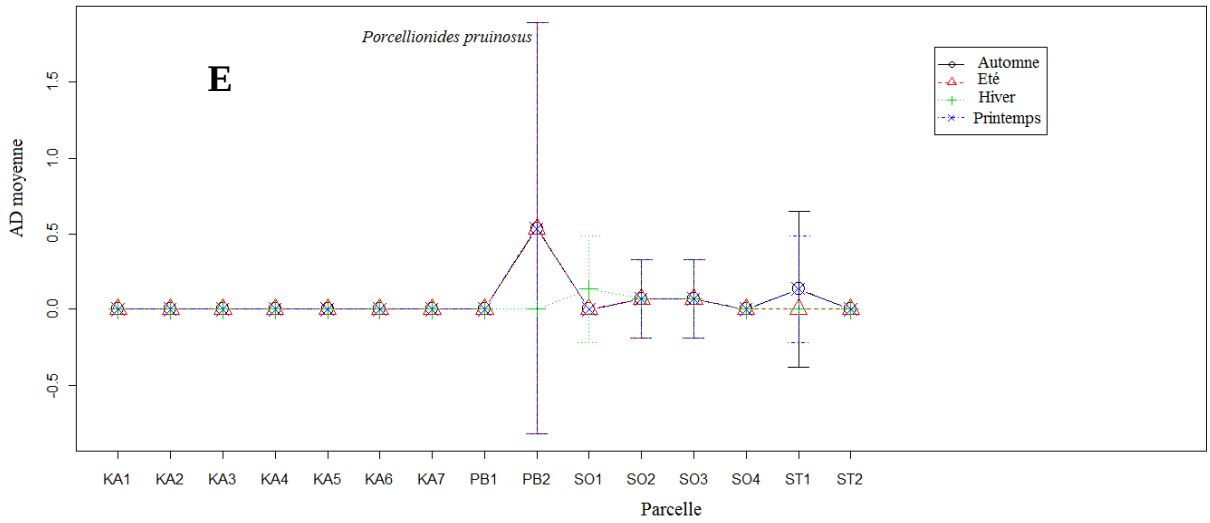
3.1.4.3 Variation saisonnière et inter*parcellaire de l'activité*-densité (AD) des espèces *d'isopodes terrestres*

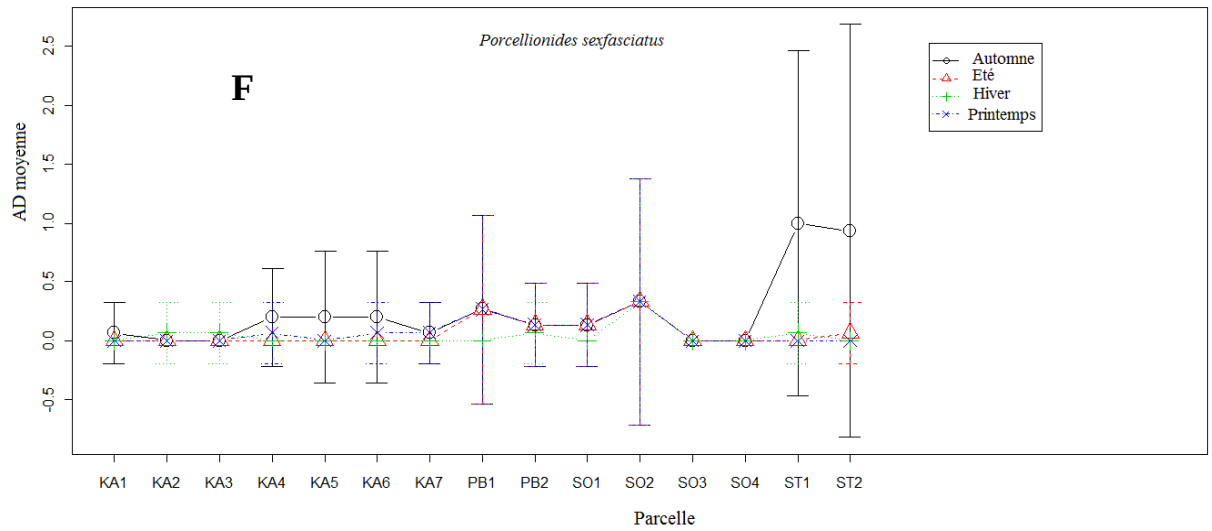
Les graphiques de la figure 32 montrent la variation de l'activité-densité des espèces piégées en fonction des parcelles et des saisons. L'espèce Ar. sulcatum est présente seulement dans la parcelle d'artichaut SO1 en hiver et dans la luzerne ST1 au printemps avec des activité-densités faibles (0,13 ± 0,51). C. elongata, est une espèce qui n'a été signalée que dans les parcelles de la culture fourragère (PB1 et PB2) et dans celle de l'artichaut (KA1 et KA5 : AD = 0,06 ± 0,25) à Kalaat El Andalouss. Dans les cultures fourragères son AD varie en fonction des saisons. En effet, dans la parcelle PB1, l'AD varie de 0,13 ± 0,51 (automne, printemps et été) à 0,33 ± 0,61 en hiver. Dans la parcelle PB2, l'AD fluctue entre 1,46 ± 3,90 en hiver et 0,2 ± 0,41 en automne, au printemps et en été. L'espèce L. panzeri a été collectée dans l'oliveraie de Sidi Othman (SO2) durant les 4 saisons d'étude avec une AD constante (0,13 ± 0,41). Elle a été signalée dans la parcelle PB1 et PB2 en hiver, dans SO3 (verger de poiriers) au printemps et en été avec des AD respectives de 0,06 ± 0,25. P. laevis, l'espèce la plus abondante dans les parcelles étudiées, a une AD qui varie entre 0 (SO2) et 3,46 ± 5,05 dans la culture d'artichauts KA1 en automne, entre 0 (dans presque la moitié des parcelles) et 4,46 ± 7,50 dans le verger de poiriers SO3 en hiver, entre 0 (plus de 5 parcelles) et 7,53 ± 9,44 à SO3 au printemps et entre 0 (KA2 et SO2) et 7,53 ± 9,44 dans la parcelle SO3 en été. Quant à l'espèce P. variabilis, elle n'est présente que dans les parcelles KA3 et KA4. Son AD maximale a été observée dans la parcelle PB2 (7,06 ± 7,80) en automne, dans celle SO2 (2,80 ± 5,88) en hiver, dans la parcelle PB1 (7,06 ± 2,35) au printemps et dans la parcelle PB2 (7,06 ± 7,80) en été. L'espèce Ps. pruinosus a été observée dans 5 parcelles (PB2, SO1, SO2, SO3 et ST1) avec des AD qui varient d'une saison à une autre. Généralement, cette espèce est présente avec une AD (0,06 ± 0,25) constante dans l'oliveraie (SO2) et le verger de poiriers (SO3). Elle peut atteindre 0,53 ±1,35 dans la parcelle PB2. Enfin, Ps. sexfasciatus est absente dans les parcelles SO3 et SO4. Son AD maximale a été enregistrée en automne dans la parcelle ST2 (0,93 ± 1,75). Les différences observées

sont significatives (saison, parcelle et interaction de ces deux facteurs) pour les espèces P. laevis, P. variabilis et Ps. sexfasciatus (Tableau 23).




D
Chaetophiloscia elongata
Automne
Eté
Hiver
Printemps
AD moyenne
4
2
0
-2
KA1
KA2
KA3
KA4
KA5
KA6
KA7
PB1
PB2
SO1
SO2
SO3
SO4
ST1
ST2
Parcelle


E
Porcellionides pruinosus
Automne
Eté
Hiver
Printemps
AD moyenne
1.5
1.0
0.5
0.0
-0.5
KA1
KA2
KA3
KA4
KA5
KA6
KA7
PB1
PB2
SO1
SO2
SO3
SO4
ST1
ST2
Parcelle


F
Porcellionides sexfasciatus
Automne
Eté
Hiver
Printemps
AD moyenne
2.5
2.0
1.5
1.0
0.5
0.0
-0.5
KA1
KA2
KA3
KA4
KA5
KA6
KA7
PB1
PB2
SO1
SO2
SO3
SO4
ST1
ST2
Parcelle

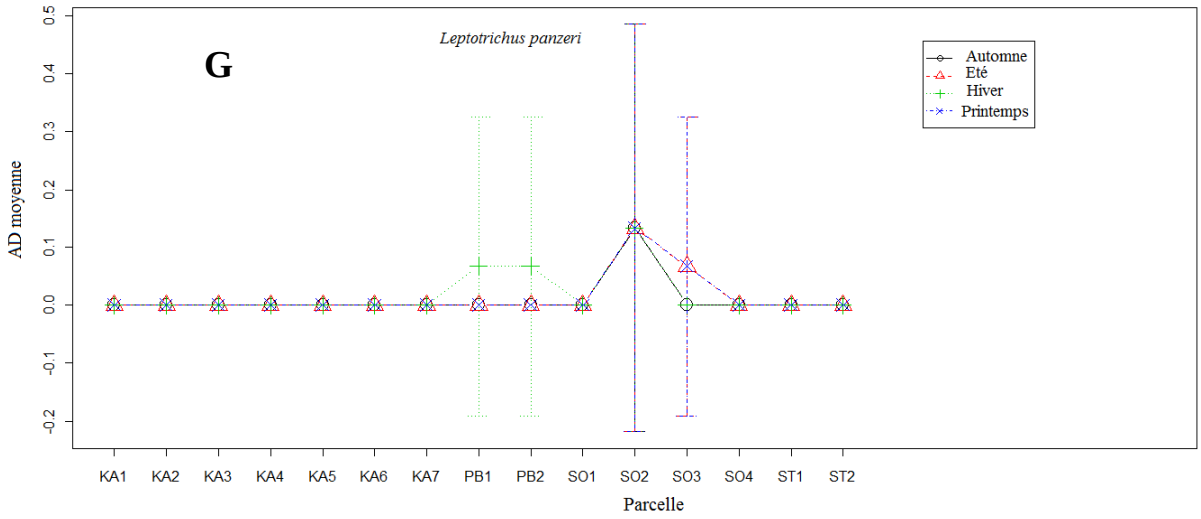


Figure 32 : Variation saisonnière et interparcellaire de l'activité-densité (AD) des espèces collectées. (Pour les noms des parcelles, cf. tableau 1).

Tableau 23 : Résultats de l'ANOVA à deux facteurs (saison et parcelle) appliquée à l'activité-densité des espèces piégées. DDL : Degré De Liberté, F : valeur du test, ns : différence non significative, *** : différence hautement significative, ** : différence moyennement significative et * : différence faiblement significative

	Facteur	DDL	F	Pr (>F)
Porcellio laevis	Parcelle	14	11,2733	< 2,2e-16 ***
	Saison	3	4,2109	0,0057283 **
	Parcelle /Saison	42	2,0491	0,0001320 ***
Porcellio variabilis	Parcelle	14	21,9280	< 2,2e-16 ***
	Saison	3	3,8683	0,0091700 **
	Parcelle /Saison	42	2,0568	0,0001217 ***
Porcellionides pruinosus	Parcelle	14	5,7881	6,904e-11 ***
	Saison	3	0,5825	0,6266 ns
	Parcelle /Saison	42	0,7567	0,8701 ns
Porcellionides sexfasciatus	Parcelle	14	3,0924	0,0001024 ***
	Saison	3	7,9463	3,145e-05 ***
	Parcelle /Saison	42	1,7970	0,0016803 **
Chaetophiloscia elongata	Parcelle	14	3,9900	1,070e-06 ***
	Saison	3	2,0071	0,11145 ns
	Parcelle /Saison	42	1,4110	0,04573 *
Leptotrichus panzeri	Parcelle	14	5,6625	1,371e-10 ***
	Saison	3	0,2333	0,8732 ns
	Parcelle /Saison	42	0,2958	1,0000 ns
Armadillidium sulcatum	Parcelle	14	3,7187	4,36e-06 ***
	Saison	3	1,2396	0 ,2941993 ns
	Parcelle /Saison	42	1,9688	0,0003049 ***

3.2 Résultats pour les sessions de piégeage réalisées en 2009 et 2010

3.2.1 Description globale de la communauté des Onsicoïdes en fonction des saisons

Dans cette partie, on présente les résultats de la deuxième année d'étude (automne 2009 et hiver-printemps-été 2010) de la diversité des Oniscoïdes dans les agroécosystèmes (voir détail chapitre matériels et méthodes). Nous avons piégé un total de 903 Isopodes appartenant à 9 espèces durant la totalité de la période d'échantillonnage (Tableau 24). Ces espèces font partie de 2 familles (Porcellionidae et Armadillidiidae) et 6 genres (Porcellio, Porcellionides, Chaetophiloscia, Leptotrichus, Agabiformius et Armadillidium). Durant cette année d'étude et malgré le nombre plus réduit des parcelles on a récolté un nombre d'espèces plus élevé (2 espèces d'Armadillidiidae et 7 espèces de Porcellionidae). Les espèces collectées sont différemment réparties d'une parcelle à une autre et d'une saison à une autre (Annexe 3). Afin de caractériser les assemblages d'Oniscidea présents dans les différentes parcelles, cultures et secteurs échantillonnés, nous avons calculé l'activité-densité moyenne (AD), la richesse spécifique moyenne (S), la diversité spécifique de Shannon (H) et celle de Simpson (1/D) et l'équitabilité moyenne de Piélou (J). Par la collecte à la main, on rajoute l'espèce Armadillo officinalis à la liste des espèces collectées par piégeage.

Tableau 24 : Liste des familles, des genres et des espèces collectées

Famille	Genre	Espèce
Porcellionidae	Porcellio	Porcellio laevis
		Porcellio variabilis
	Porcellionides	Porcellionides pruinosus
		Porcellionides sexfasciatus
	Chaetophiloscia	Chaetophiloscia elongata
	Leptotrichus	Leptotrichus panzeri
	Agabiformius	Agabiformius lentus
Armadillidiidae	Armadillidium	Armadillidium album
		Armadillidium tunisiense

3.2.1.1 Activité-densité (AD)

L'Activité-densité AD moyenne des Oniscoïdes par piège (Fig. 33A) la plus importante a été enregistrée en automne (2,64 ± 7,03) et la plus faible en hiver (0,79 ± 1,59). Les différences observées sont significatives (Tableau 25).

3.2.1.2 Richesse spécifique moyenne (S)

Des résultats très semblables aux AD ont été obtenus pour la richesse spécifique (Fig. 33B). En automne, la richesse spécifique moyenne (S = 0,62 ± 0,70) est supérieure à celle observée en hiver (0,46 ± 0,3), au printemps (0,45 ± 0,60) et en été (0,36 ± 0,56). Les différences observées entre les saisons sont hautement significatives (Tableau 25).

3.2.1.3 Diversité spécifique de Shannon (H) et de Simpson (1/D) et équitabilité de Piélou (J)

Le calcul de l'indice de diversité spécifique moyenne de Shannon (H) et d'équitabilité J montre que c'est en automne (H = 0,05 ± 0,18 ; J = 0,13 ± 0,31) que la diversité spécifique et l'équirépartition sont les plus élevées par rapport à l'hiver (0,02 ± 0,13 ; J = 0,01 ± 0,09), au printemps (0,03 ± 0,14 ; J = 0,3 ± 0,1) et à l'été (0,01 ± 0,09 ; J = 0,05 ± 0,18) (Fig. 33C et D). Les différences de diversité spécifique et d'équitabilité sont significatives (Tableau 25). L'indice de diversité spécifique moyenne de Simpson (1/D) confirme les résultats de l'indice de Shannon. Les valeurs de 1/D varient entre 1,07 ± 0,31 en hiver et 1,54 ± 2,83 en automne (Fig. 33E). Contrairement à l'indice de Shannon, la différence observée entre les saisons est non significative (Tableau 25).

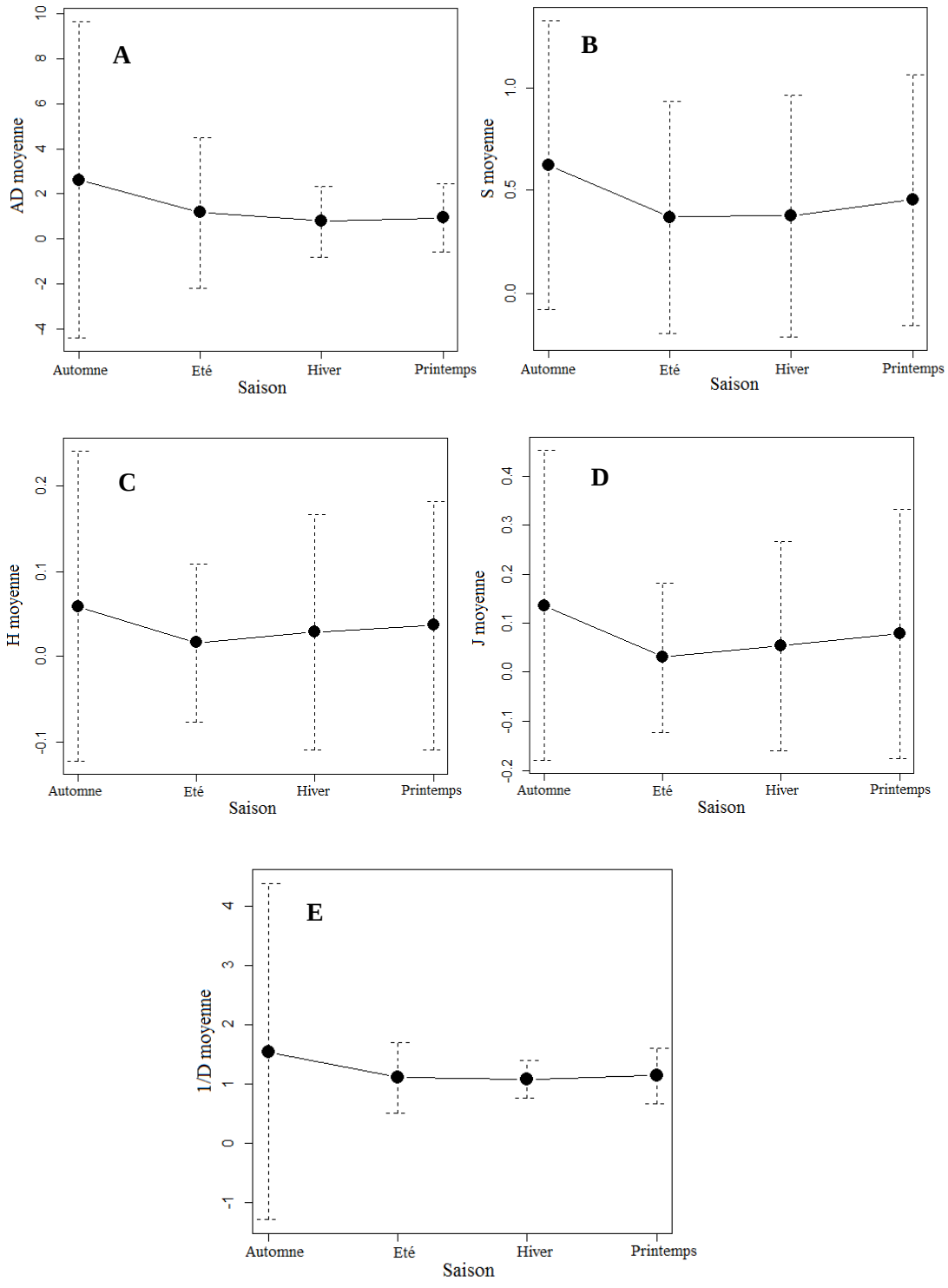


Figure 32 : Variation saisonnière (A) de l'activité-densité moyenne (AD), (B) de la richesse spécifique moyenne (S), (C) de la diversité spécifique moyenne de Shannon (H), (D) de l'équitabilité moyenne (J) et (E) de la diversité moyenne de Simpson (1/D) des Oniscoïdes piégés de l'automne à l'été de l'année 2009-2010.

Tableau 25 : Résultats de l'ANOVA à un seul facteur appliquée aux paramètres (Activité-densité AD et richesse spécifique S) et indices écologiques (Indice de diversité de Shannon H et de Simpson 1/D et équitabilité de Piélou J) pour tester les différences saisonnières. DDL : Degré De Liberté, F : valeur du test, ns : différence non significative, *** : différence très hautement significative, ** et *: différence significative.

	Facteur	DDL	F	Pr (> F)
AD	saison	3	7,3067	7,983e-05 ***
S	saison	3	6,071	0,0004444 ***
H	saison	3	2,6569	0,04751 *
J	saison	3	3,8637	0,009512 **
1/D	saison	3	2,5697	0,05381 ns

3.2.2 Variation saisonnière et interparcellaire de la communauté des Onsicoïdes

3.2.2.1 Activité-densité (AD)

L'activité-densité moyenne (AD) des Oniscoïdes varie en fonction des saisons et des parcelles (Tableau 26). En fonction des saisons, l'AD moyenne la plus importante (11,73 ± 14,69) a été enregistrée en automne dans la parcelle de courge à Kalaat El Andalouss (KA'1). En hiver, l'AD fluctue entre 0 dans le champ de blé d'Utique (UTQ3) et 2,8 ± 0,95 dans la parcelle de pomme de terre à Ghar El Melh (GEM3). Au printemps, l'AD moyenne varie entre 0,13 ± 0,51 dans la parcelle de pois-chiche à UTQ4 et 2,13 ± 2,19 dans celle de pomme de terre GEM3. En été, aucun Oniscoïde n'a été collecté dans la parcelle de pomme de terre (en fin de la culture). L'AD moyenne a été signalée dans la parcelle de maïs (début de la culture) située au bord de la lagune de Ghar El Melh (GEM2). Au sein de la même parcelle, on remarque une fluctuation importante de l'AD moyenne d'une saison à une autre (Tableau 31). Le tableau des résultats des comparaisons des moyennes (Tableau 26) révèle des différences très significatives en fonction des parcelles, des saisons et de l'interaction de ces deux facteurs.

Tableau 26 : Variation saisonnière de l'activité-densité moyenne (AD ± SD) **par parcelle**

	Automne	Hiver	Printemps	Eté
GEM1	0	1±0,06	1,2±1,78	0,93±2,01
GEM2	0,2±0,56	0,8±0,11	0,53±1,06	4,09±6,73
GEM3	1,8±2,7	2,8±0,95	2,13±2,19	0,66±1,39
GEM4	0,53±0,51	0,73±0,17	0,60±0,73	0,20±0,41
UTQ1	1,93±1,48	0,07±0,16	0,53±0,74	0,73±0,16
UTQ2	7,53±14,00	0,05±0,16	1,66±2,09	0,86±0,22
UTQ3	0,80±1,14	0	0,26±0,45	0,33±0,04
UTQ4	0,73±1,09	0,03±0,07	0,13±0,51	0,00±0,01
KA'1	11,73±14,69	0,66±1,09	1,86±2,16	2±5,59
KA'2	2,93±2,78	0,73±1,38	0,66±1,23	0,13±0,51
KA'3	0,93±1,38	0,66±1,39	0,80±1,01	0,73±0,35

Tableau 27 : Résultats de l'ANOVA à deux facteurs appliquée aux paramètres (Activité-densité AD et richesse spécifique S) et indices écologiques (Indice de diversité de Shannon H et de Simpson 1/D et équitabilité de Piélou J) pour tester les différences saisonnières. DDL : Degré De Liberté, F : valeur du test, ns : différence non significative, *** : différence hautement significative, ** : différence moyennement significative et * : différence faiblement significative

	Facteur	**DDL**	**F**	**Pr (> F)**
AD	parcelle	10	6,3966	2,101e-09 ***
	saison	3	9,2672	5,308e-06 ***
	parcelle/ saison	30	5,0684	5,952e-16 ***
S	parcelle	10	6,3152	2,906e-09 ***
	saison	3	7,2640	8,559e-05 ***
	parcelle/ saison	30	3,5253	2,011e-09 ***
H	parcelle	10	1,5427	0,120291 ns
	saison	3	2,8031	0,039141 *
	parcelle/ saison	30	2,0228	0,001156 **
J	parcelle	10	2,3139	0,011851 *
	saison	3	4,4093	0,004575 **
	parcelle/ saison	30	3,4230	1,359e-08 ***
1/D	parcelle	10	2,1315	0,02130 *
	saison	3	2,5255	0,05718 ns
	parcelle/ saison	30	2,4297	6,149e-05 ***

3.2.2.2.2 Richesse spécifique (S)

A partir de la figure 33 on peut déduire que la richesse spécifique moyenne suit la même allure que celle de l'AD moyenne. La richesse la plus élevée a été enregistrée en automne dans la parcelle KA'1 (1,40 ± 0,73). En hiver, aucune espèce n'a été piégée dans la parcelle UTQ3. La parcelle GEM3 est la plus riche en Oniscoïdes (0,73 ± 0,45). Au printemps, le minimum de la richesse spécifique a été observé dans la parcelle UTQ4 (0,06 ± 0,25) et le maximum à GEM3 (0,80 ± 0,67). Enfin, S oscille entre 0 à UTQ4 et 1,13 ± 0,35 à GEM2. La figure 33 montre aussi une variation de S dans la parcelle d'une saison à une autre. Tenant chaque facteur à part, les résultats obtenus sont hautement significatifs (Tableau 27). En outre, l'interaction de deux facteurs donne des résultats aussi hautement significatifs.

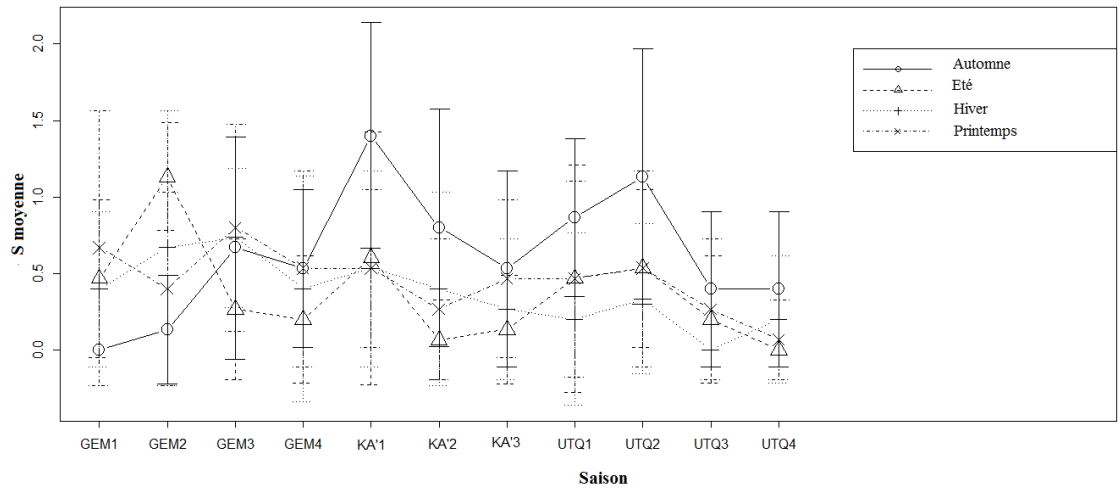


Figure 33 : Variation saisonnière et interparcellaire de la richesse spécifique moyenne (S ± SD), (Pour les noms des parcelles, cf. tableau 2).

3.2.2.2.3 Diversité spécifique de Shannon (H) et de Simpson (1/D)

Durant les 4 saisons d'étude, la plus importante valeur de la diversité de Shannon (H) a été enregistrée dans la parcelle KA'1 (0,17 ± 0,29) et UTQ2 (0,17 ± 0,24) en automne et dans GEM1 (0,16 ± 0,74) au printemps (Fig. 34). En hiver, la parcelle de pomme de terre du côté de la lagune de Ghar El Melh (GEM2) affiche la

diversité la plus élevée en Onsicoïdes (0,10 ± 0,29). En été, c'est la parcelle UTQ1 qui montre la diversité la plus importante (0,08 ± 0,23). Selon les parcelles, une variation a été observée. L'ANOVA à deux facteurs révèle que la différence observée entre les saisons est significative (Tableau 27). L'interaction de deux facteurs (saison et parcelle) donne des résultats aussi significatifs.

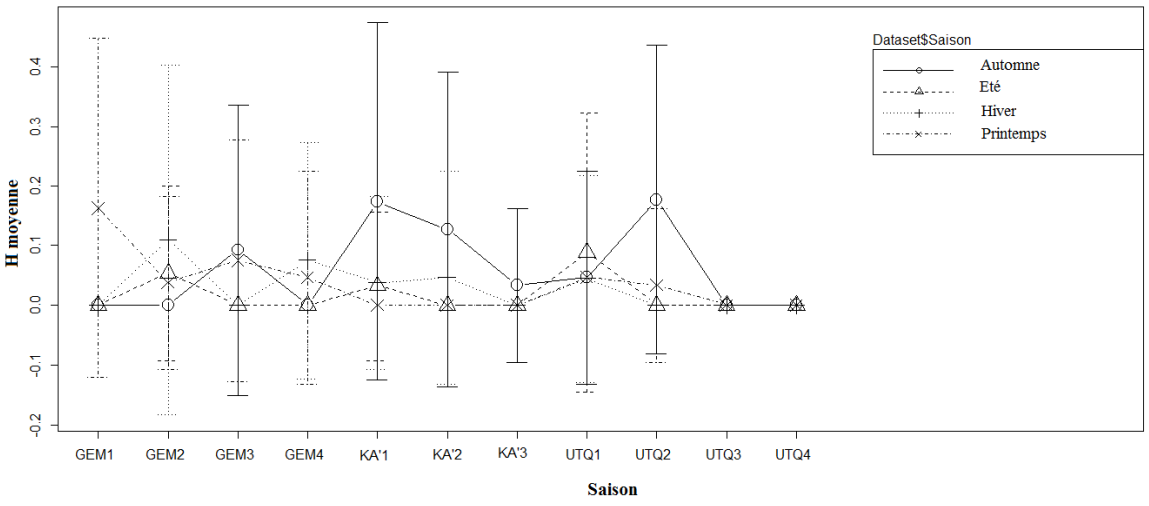


Figure 34 : Variation saisonnière et interparcellaire de la diversité de spécifique de Shannon (H± SD), (Pour les noms des parcelles, cf. tableau 2).

L'indice de diversité spécifique de Simpson (1/D) montre qu'en automne (Fig. 35), la diversité la plus élevée (4,90 ± 8,40) a été signalée dans la parcelle UTQ2. En hiver, c'est au niveau de la parcelle de pomme de terre du secteur Ghar El Melh (GEM4) que la valeur la plus importante de 1/D (1,25 ± 0,62) a été enregistrée. Au printemps, on a relevé la diversité la plus importante (1,44 ± 0,74) dans la parcelle GEM. En été, la parcelle de la pomme de terre du côté lagune (GEM2) montre la diversité la plus élevée (4,58 ± 2,06). En fonction des parcelles, les différences observées sont significatives (Tableau 27). En fonction des saisons, elles sont non significatives. L'interaction de deux facteurs donne des différences significatives.

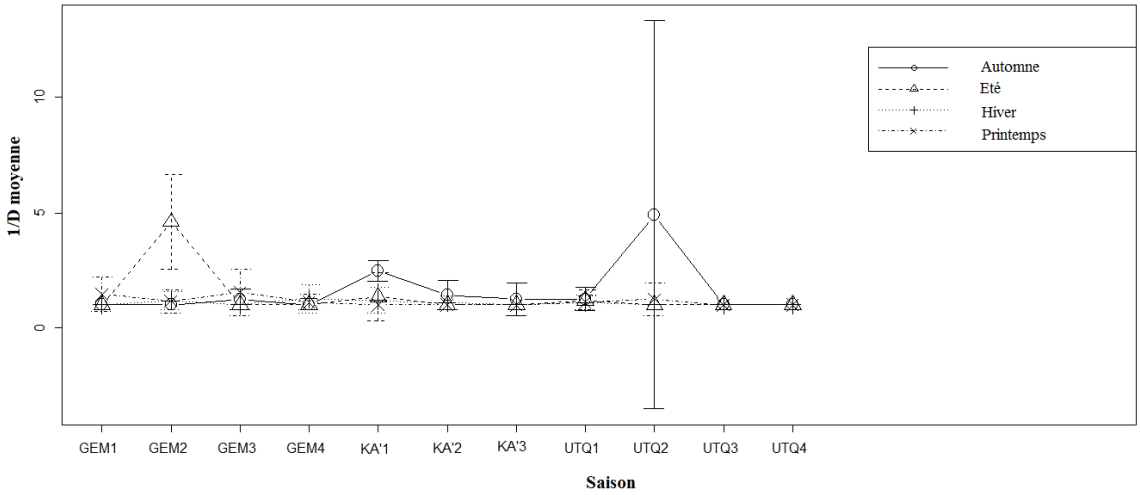


Figure 35 : Variation saisonnière et interparcellaire de la diversité de spécifique de Simpson (1/D ± SD), (Pour les noms des parcelles, cf. tableau 2).

3.2.2.4 Equitabilité de Piélou (J)

La figure 36 montre que les valeurs de l'équitabilité sont variables en fonction des parcelles et d'une saison à une autre.

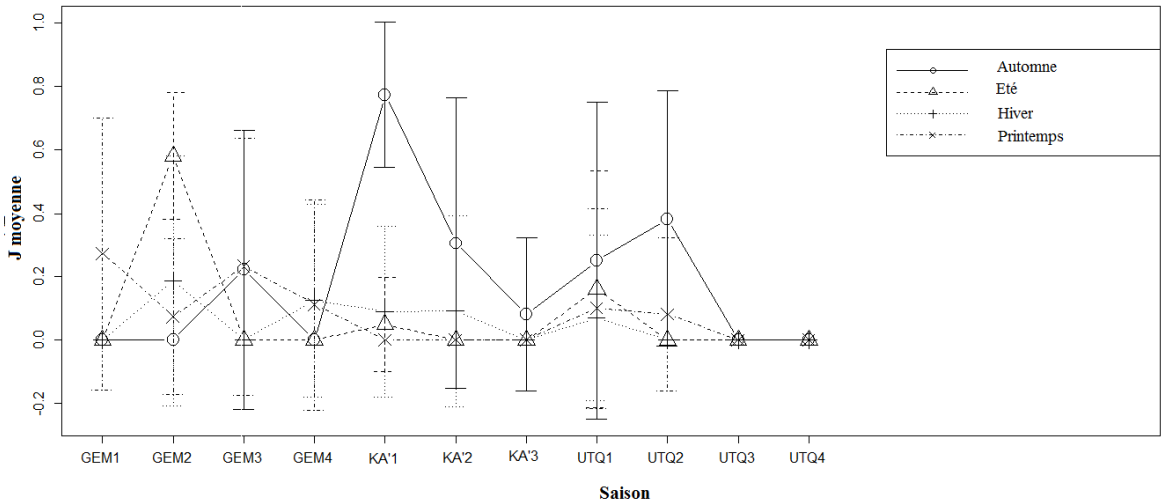


Figure 36 : Variation saisonnière et interparcellaire de l'équitabilité de Piélou (J± SD), (Pour les noms des parcelles, cf. tableau 2).

En automne, les espèces sont bien équitablement réparties (0,77 ± 0,22) dans la parcelle KA'1. En hiver (0,18 ± 0,39) et en été (0,58 ± 0,19), la plus grande valeur de l'équitabilité a été enregistrée dans la parcelle GEM2 (côté lagune). Au printemps, et toujours dans le même secteur de Ghar El Melh mais du côté mer, la valeur la plus importante d'équitabilité a été observée dans la parcelle GEM1 (0,27 ± 0,43). Les différences observées selon le facteur saison et le facteur parcelle sont significatives. L'interaction de deux facteurs augmente le degré de cette significativité (Tableau 27).

3.2.3 Répartition des Onsicoïdes en fonction du type de culture

Dans cette partie, et étant donné que les agriculteurs de ces parcelles ont changé le type de culture d'une année à une autre, on va analyser les données en tenant compte seulement des 3 saisons (hiver, printemps et été) où le même type de culture a été conservé. Dans cette partie, on a éliminé la partie d'étude de la variation de la biodiversité des Oniscoïdes en fonction des secteurs (Fig. 38).

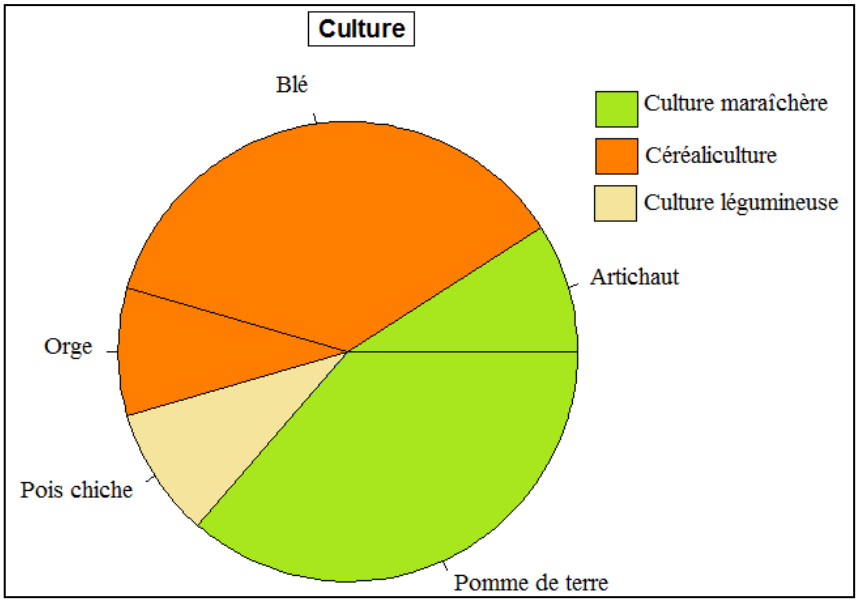


Figure 37 : Distribution des parcelles par type de culture.

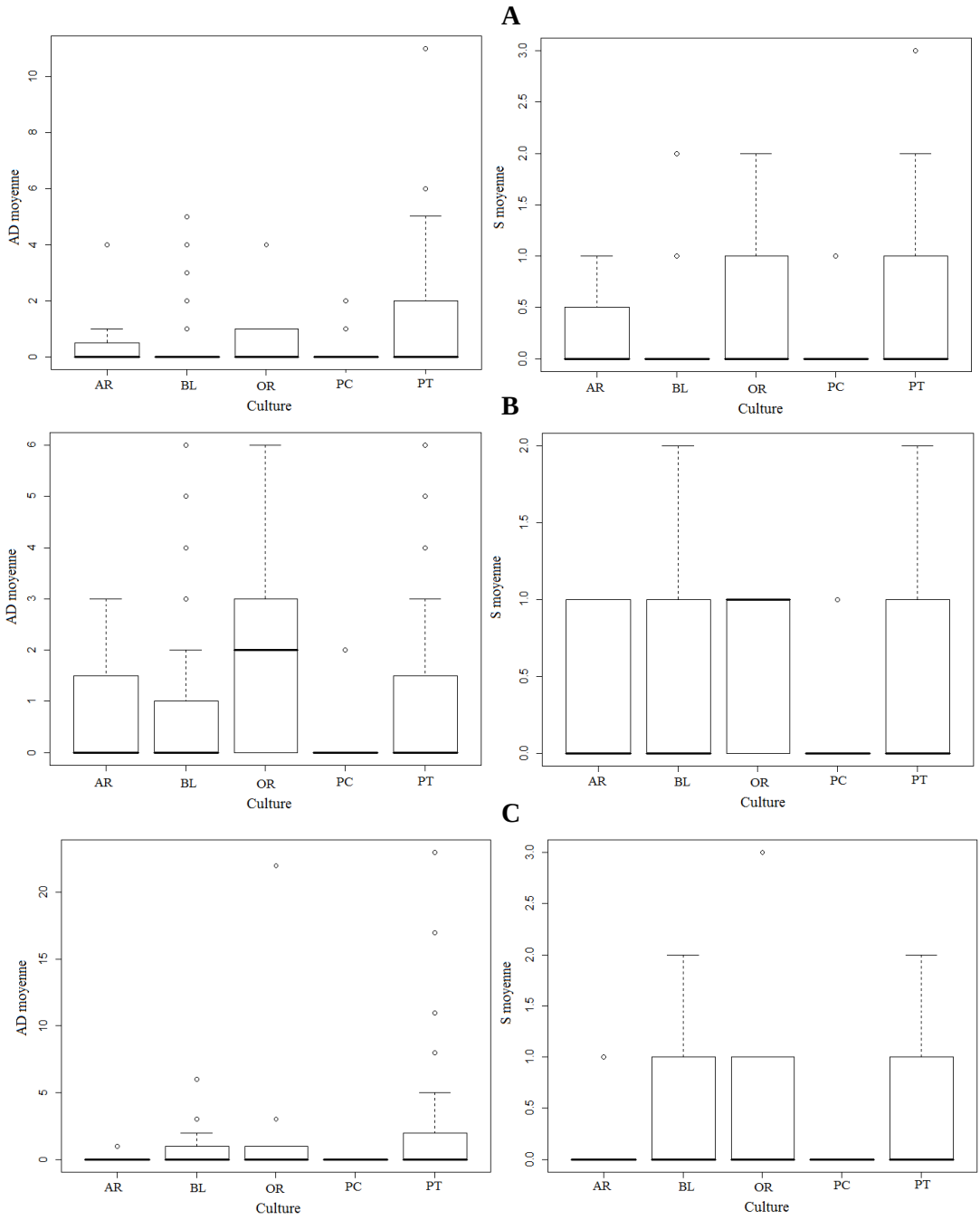


Figure 38 : Distribution hivernale (A), printanière (B) et estivale (C) de l'activité-densité (AD) et de la richesse spécifique (S) des Oniscoïdes (par piège) en fonction des cultures.

cf. commentaire dans la partie étude en 2008 et 2009. AR : Artichaut (maraîchère), OR : Orge (céréaliculture), BL : Blé (céréaliculture), PC : Pois chiche (légumineuse) et PT : Pomme de terre (maraîchère).

La figure 38 montre que la dispersion de l'activité-densité moyenne (AD) des Oniscoïdes selon le type de culture est variable en fonction des saisons. En effet, le nombre le plus important d'individus a été observé au printemps dans la parcelle cultivée en orge avec une médiane de 2 individus par piège. L'effectif peut atteindre 6 individus par piège. Durant les 3 saisons, peu d'individus ont été collectés dans la parcelle en culture de pois chiche. Quelle que soit la saison, les différences observées sont significatives (Tableau 28). La culture d'orge montre également la plus forte richesse spécifique (S) aussi au printemps avec une médiane de l'ordre d'une espèce par piège.

Contrairement à l'AD, la richesse spécifique maximale (médiane de 2 individus par piège) a été signalée dans les cultures de blé et de la pomme de terre (printemps et été). En hiver la richesse spécifique atteint son maximum dans la culture d'orge et de la pomme de la terre (médiane égale à 2 individus). A l'exception de la haute significativité de la richesse spécifique en été, les différences observées sont significatives (Tableau 28).

Tableau 28 : Résultats de l'ANOVA à un facteur appliquée aux paramètres (Activité-densité AD et richesse spécifique S) pour tester les différences entre les cultures. DDL : Degré De Liberté, F : valeur du test, ns : différence non significative, *** : différence hautement significative, ** : différence moyennement significative et * : différence faiblement significative

	Saison	**Facteur**	**DDL**	**F**	**Pr (>F)**
AD	Hiver	Culture	4	3,0131	0,01980 *
S	Hiver	Culture	4	3,0792	0,01781 *
AD	Printemps	Culture	4	2,9671	0,02131 *
S	Printemps	Culture	4	2.7557	0,02982 *
AD	Eté	Culture	4	3,248	0,01359 *
S	Eté	Culture	4	4,3539	0,002277 **

3.2.4 Variation spatio-*temporelle de la présence et de l'activité*-densité des espèces collectées

3.2.4.1 Indice de Présence (IP %)

L'indice de présence (IP) a montré que P. laevis est la plus fréquente dans les parcelles étudiées durant les 4 saisons d'étude (Tableau 29). Elle a une fréquence de l'ordre de 91% en automne, printemps et été et 73% en hiver. Il s'agit d'une espèce constante. L'espèce P. variabilis n'est constante qu'en automne. Elle est, par contre, accessoire en hiver, au printemps et en été. Les autres espèces, Ps. pruinosus, Ps. sexfasciatus, L. panzeri, C. elongata, Ar. album, Ag. lentus et Ar. tunisiense sont moins fréquentes que les 2 espèces précédentes.

Tableau 29 : Variation saisonnière de l'activité-densité moyenne (ADT ± SD) et de l'indice de présence (IP %) par piège dans toutes les parcelles

	Automne		**Hiver**		**Printemps**		**Eté**	
	ADT	IP	ADT	IP	ADT	IP	ADT	IP
Porcellio laevis	1,84±5,30	91	0,50±1,30	73	0,63±1,23	91	0,88±3,12	91
Porcellio variabilis	0,77±4,52	55	0,08±0,37	45	0,16±0,75	27	0,07±0,43	45
Porcellionides pruinosus	0,01±0,10	9	0	0	0	0	0	0
Porcellionides sexfasciatus	0,01±0,10	18	0,04±0,27	27	0	0	0,01±0,13	9
Chaetophiloscia elongata	0	0	0	0	0	0	0,01±0,15	9
Leptotrichus panzeri	0	0	0,05±0,27	36	0,02±0,18	9	0	0
Agabiformius lentus	0	0	0,03±0,02	18	0,07±0,45	9	0,12±0,76	45
Armadillidium album	0	0	0,06±0,52	9	0,03±0,20	9	0	0
Armadillidium tunisiense	0	0	0,01±0,10	9	0,01±0,13	27	0,07±0,51	9

En automne, Ps. pruinosus est dite sporadique (9%) et Ps. sexfasciatus (18%) accessoire. Les autres espèces sont absentes. En hiver, Ps. sexfasciatus (27%) et L. panzeri (36%) sont accessoires, A. lentus (18%) est accidentelle et les deux

Armadillidiidae sont sporadiques (9%) ; les espèces Ps. pruinosus et C. elongata sont absentes. Au printemps, Ag. lentus et A. album sont sporadiques (9%), alors que A. tunisiense est accessoire (27%). En été, A. lentus est plus fréquente que les autres espèces (45%). Elle est dite accessoire. L'espèce C. elongata, présente pour la première fois dans les pièges, est dite sporadique (9%).

3.2.4.2 Activité-densité totale (ADT)

L'analyse du tableau 29 a montré que l'espèce P. laevis est la plus répandue durant les 4 saisons d'étude. Elle a une activité-densité totale (ADT) qui fluctue entre 0,50 ± 1,30 en hiver et 1,84 ± 5,30 en automne. Au contraire, l'espèce P. variabilis est abondante seulement en automne (0,77 ± 4,52). Comme pour les parcelles étudiées en 2008-2009, les autres espèces (Ps. pruinosus, Ps. sexfasciatus, C. elongata, L. panzeri, Ar. album, Ag. lentus et Ar. tunisiense) ont des abondances faibles qui ne dépassent pas 0,1 durant toutes les saisons. Ces différences observées entre les saisons (Tableau 30) sont moyennement significatives et hautement significatives respectivement pour P. laevis P. variabilis et L. panzeri.

Tableau 30 : Résultats de l'ANOVA à un facteur (saison) appliquée à l'activité-densité des espèces piégées. DDL : Degré De Liberté, F : valeur du test, ns : différence non significative, *** : différence hautement significative, ** : différence moyennement significative et * : différence faiblement significative

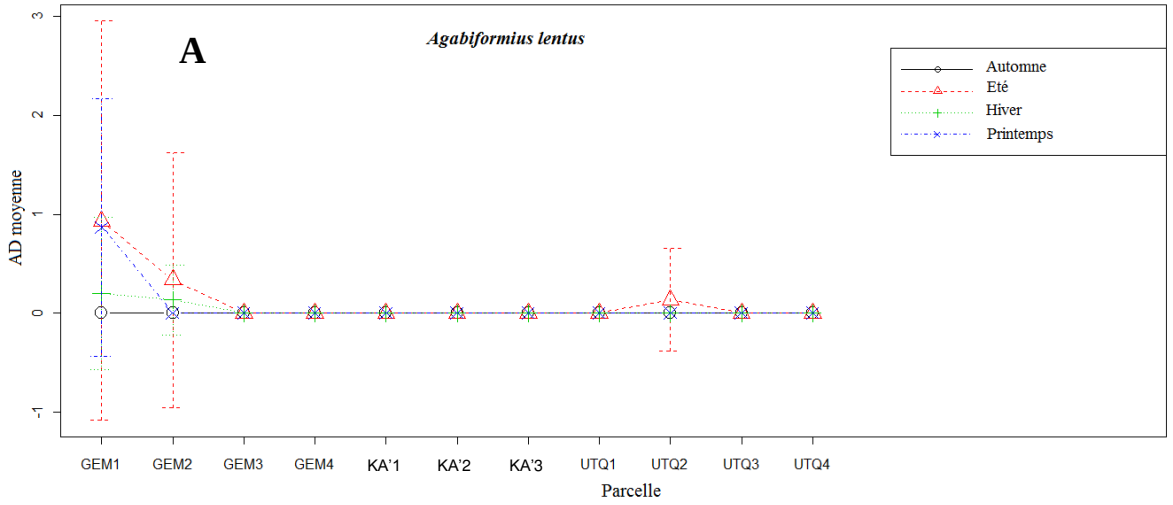
	Facteur	DLL	F	Pr (>F)
Porcellio laevis	Saison	3	5,8815	0,000578 ***
Porcellio variabilis	Saison	3	3,5041	0,01520 *
Porcellionides pruinosus	Saison	3	2,0123	0,1109 ns
Porcellionides sexfasciatus	Saison	3	1,9551	0,1195 ns
Chaetophiloscia elongata	Saison	3	1	0,3923 ns
Leptotrichus panzeri	Saison	3	3,9408	0,008384 **
Armadillidium album	Saison	3	1,744	0,1567 ns
Armadillidium tunisiense	Saison	3	2,3375	0,07252 ns
Agabiformius lentus	Saison	3	2,3918	0,06751 ns

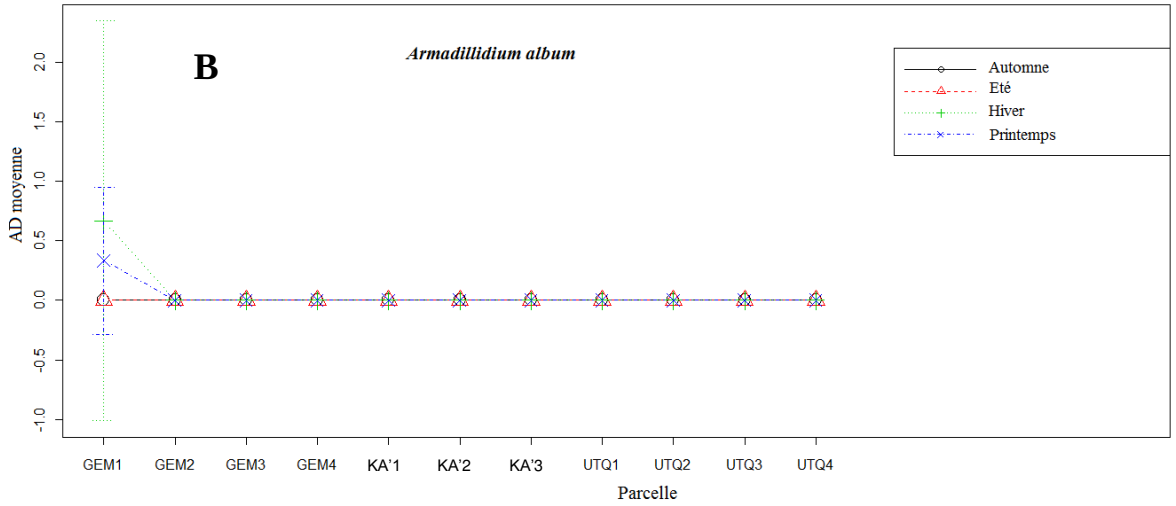
3.2.4.3 Variation saisonnière et interparcellaire de l'activité-densité (AD) des espèces *d'isopodes terrestres*

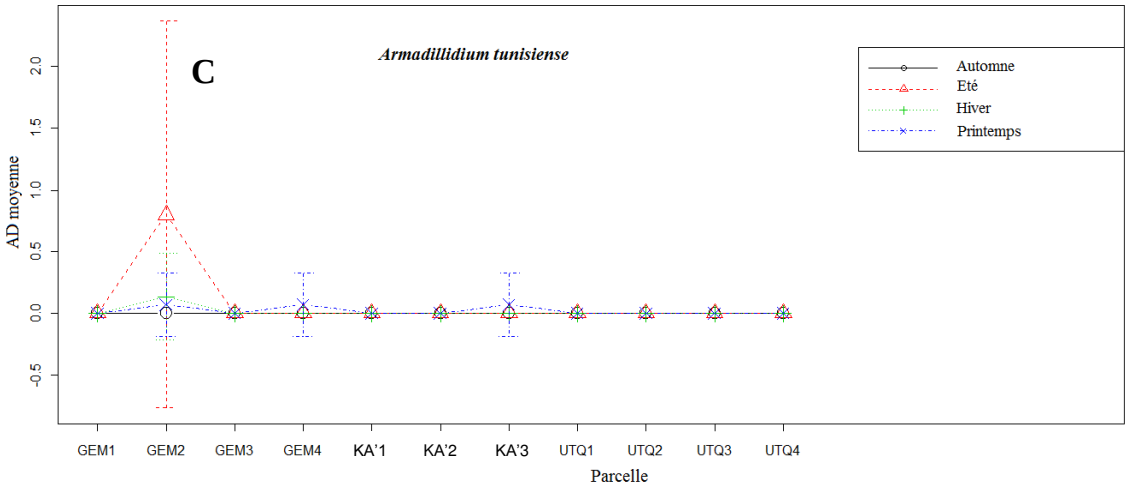
L'étude de l'activité-densité (AD) moyenne de chaque espèce montre qu'il existe des différences entre les parcelles et les saisons.

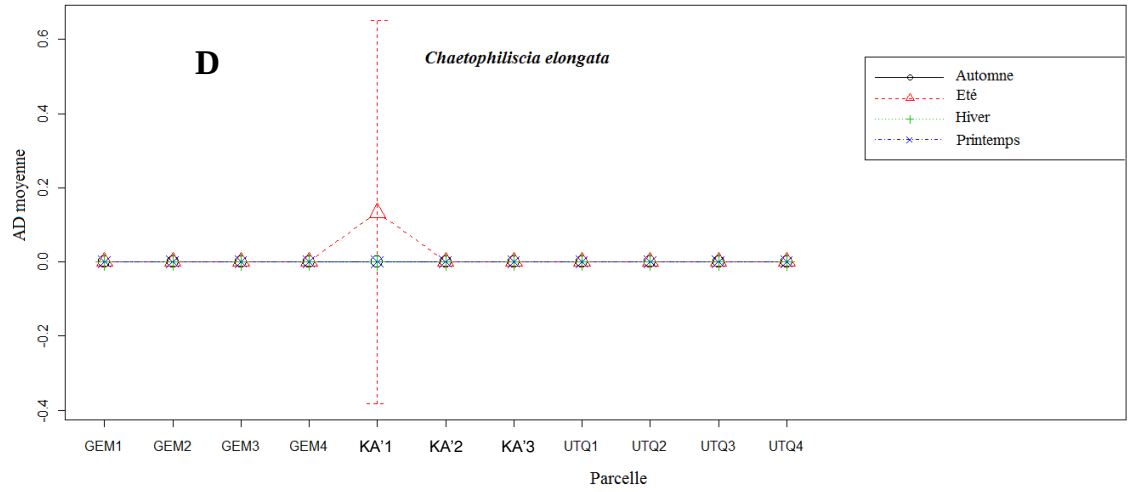
En effet, la figure 39A montre que l'espèce Ag. lentus n'a pas été collectée en automne mais elle est présente au cours des 3 autres saisons dans la parcelle GEM1. Elle a une AD moyenne qui fluctue entre 0,2 ± 0,77 en hiver et 0,93 ± 2,01 en été. Ainsi l'AD moyenne fluctue entre 0,13 ± 0,35 dans la parcelle GEM2 en hiver et 0,33 ± 1,29 en été. Dans les autres secteurs, elle n'a été trouvée qu'en été dans la parcelle UTQ2 avec une AD faible (0,13 ± 0,51). Deux espèces *d'Armadillidium* ont été collectées : Ar. album et Ar. tunisiense. Ar. album (Fig. 39B) a été collecté en hiver (0,66 ± 1,67) et au printemps (0,33 ± 0,61) dans la parcelle GEM1 (cultivée en pomme de terre et du côté de la mer). L'espèce Ar. tunisiense (Fig. 39C), absente en automne, a été piégée à GEM2 en hiver (0,13 ± 0,35), au printemps (0,06 ± 0,25) et en été (0,8 ± 1,56). Au printemps, elle a été trouvée dans les parcelles GEM4 et KA3 avec des AD moyennes de l'ordre de 0,06 ± 0,25. La figure 39D révèle que l'espèce C. elongata n'a été trouvée qu'en été dans la parcelle KA'1 avec une faible AD moyenne (0,13 ± 0,51). En automne et en été, l'espèce L. panzeri est absente (Fig. 39E). Elle est présente en hiver dans les 3 parcelles de Ghar el Melh, GEM2 (0,13 ± 0,35), GEM3 (0,13 ± 0,51), GEM4 (0,26 ± 0,59) et dans la parcelle KA'1 (0,06 ± 0,25). Au printemps, elle n'a été observée que dans la parcelle GEM2 (0,26 ± 0,59). Quelle que soit la saison, l'espèce P. laevis a été collectée dans toutes les parcelles (Fig. 39F). En automne, AD varie entre 0 (GEM2) et 10,66 ± 14,59 à KA'1. En hiver, aucun individu n'a été piégé dans les parcelles UTQ2, UTQ3 et UTQ4. L'AD de P. laevis est élevée dans la parcelle GEM3. Au printemps, l'AD de cette espèce fluctue entre 0 (GEM1) et 1,86 ± 1,99 à GEM3 et 1,86 ± 2,16 à KA1. Enfin en été, P. laevis n'a pas été signalée dans les parcelles GEM1 et KA'1. Elle a une AD maximale dans la parcelle GEM2. P. variabilis a une répartition qui varie d'une parcelle à une autre et d'une saison à une autre (Fig. 39G). Cette espèce a été collectée dans les parcelles GEM2, UTQ1 et UTQ2 durant les 4 saisons. Dans les autres parcelles, la présence de P. variabilis n'est

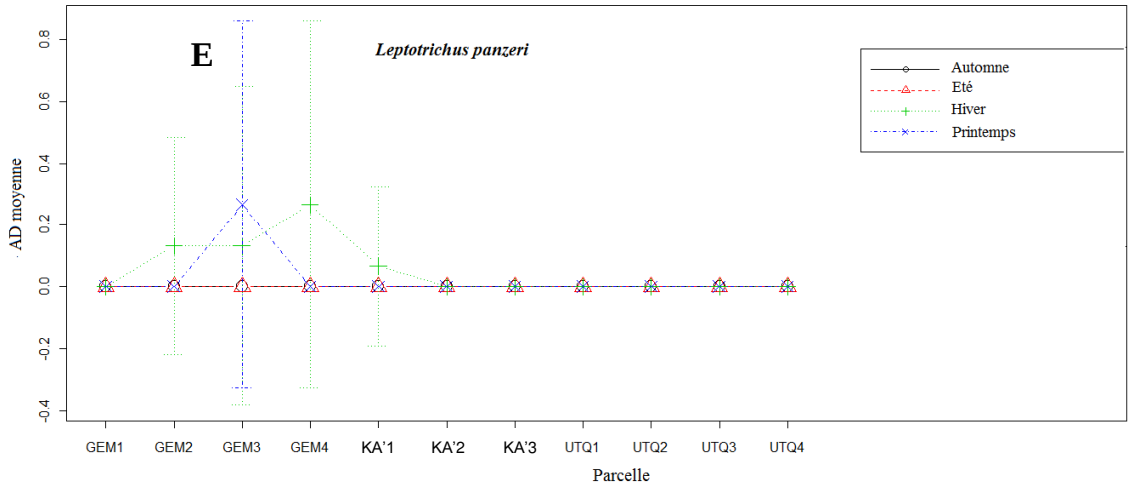
pas constante et son AD varie en fonction des saisons. Généralement, l'AD est maximale en automne dans la parcelle UTQ2 (6,60 ± 13,91). L'espèce Ps. pruinosus (Fig. 39H) n'a été signalée qu'en automne dans le secteur Kalaat El Andalouss (KA1 et KA2) avec des AD qui ne dépassent pas 0,06 ± 0,25 (Fig. 39G). L'espèce Ps. sexfasciatus a été trouvée dans les parcelles KA'1 et KA'3 en automne, dans les parcelles KA'1, KA'2 et UTQ4 en hiver et dans la parcelle KA'1 en hiver (Fig. 39I).

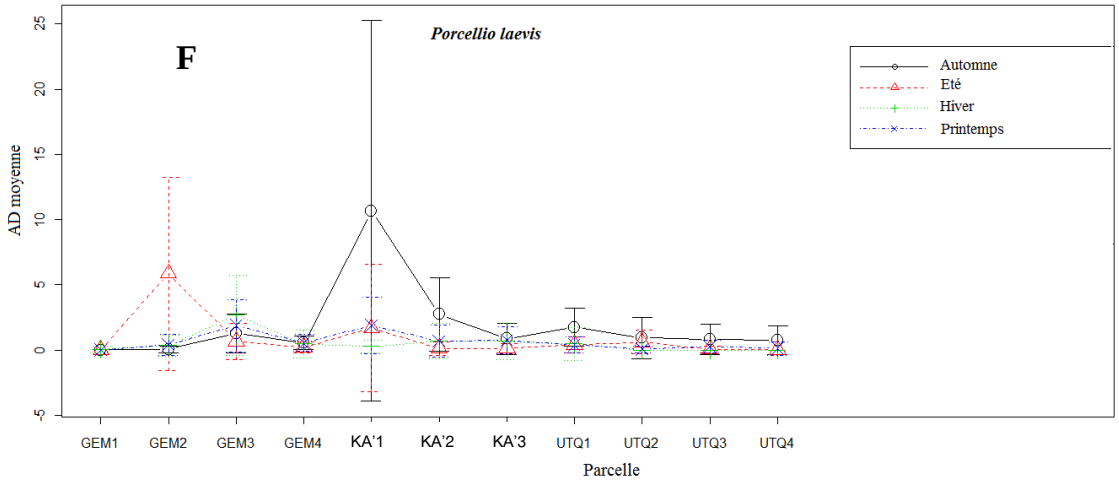


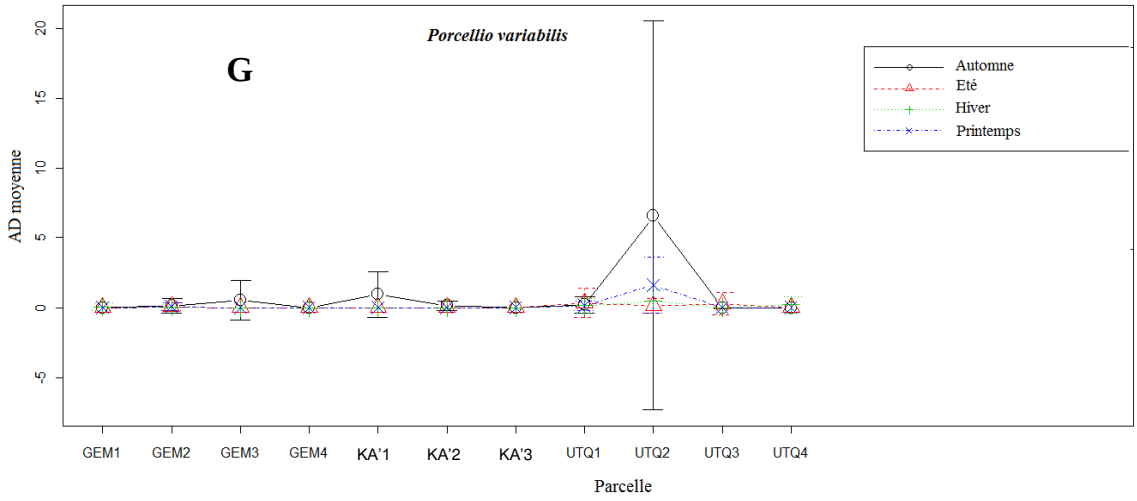


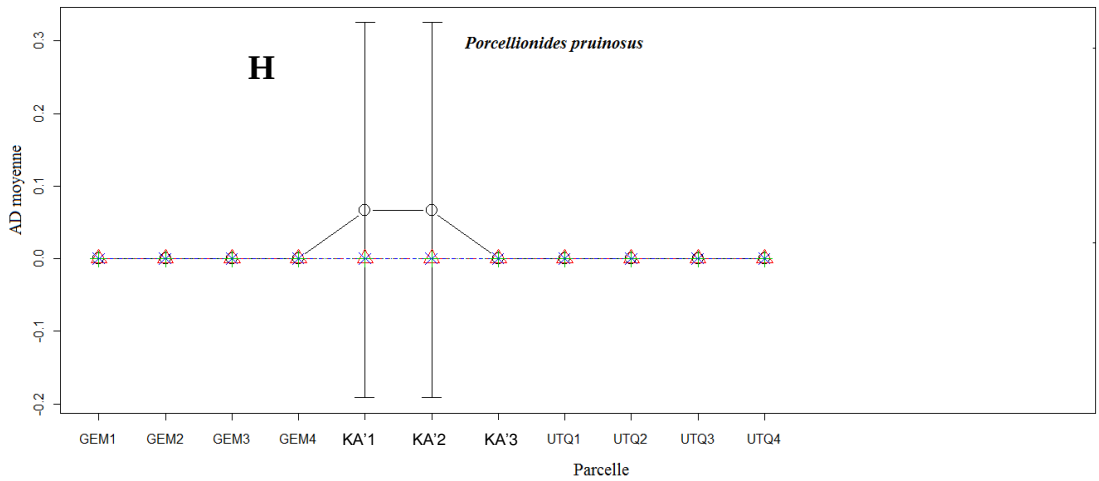

C
Armadillidium tunisiense
Automne
Eté
Hiver
Printemps
AD moyenne
-0.5
0.0
0.5
1.0
1.5
2.0
GEM1
GEM2
GEM3
GEM4
KA'1
KA'2
KA'3
UTQ1
UTQ2
UTQ3
UTQ4
Parcelle


D
Chaetophiliscia elongata
Automne
Eté
Hiver
Printemps
AD moyenne
-0.4
-0.2
0.0
0.2
0.4
0.6
GEM1
GEM2
GEM3
GEM4
KA'1
KA'2
KA'3
UTQ1
UTQ2
UTQ3
UTQ4
Parcelle


E
Leptotrichus panzeri
Automne
Eté
Hiver
Printemps
AD moyenne
-0.4
-0.2
0.0
0.2
0.4
0.6
0.8
GEM1
GEM2
GEM3
GEM4
KA'1
KA'2
KA'3
UTQ1
UTQ2
UTQ3
UTQ4
Parcelle


F
Porcellio laevis
AD moyenne
25
20
15
10
5
0
-5
Automne
Eté
Hiver
Printemps
GEM1
GEM2
GEM3
GEM4
KA'1
KA'2
KA'3
UTQ1
UTQ2
UTQ3
UTQ4
Parcelle


G
Porcellio variabilis
AD moyenne
20
15
10
5
0
-5
Automne
Eté
Hiver
Printemps
GEM1
GEM2
GEM3
GEM4
KA'1
KA'2
KA'3
UTQ1
UTQ2
UTQ3
UTQ4
Parcelle


H
Porcellionides pruinosus
AD moyenne
0.3
0.2
0.1
0.0
-0.1
-0.2
GEM1
GEM2
GEM3
GEM4
KA'1
KA'2
KA'3
UTQ1
UTQ2
UTQ3
UTQ4
Parcelle

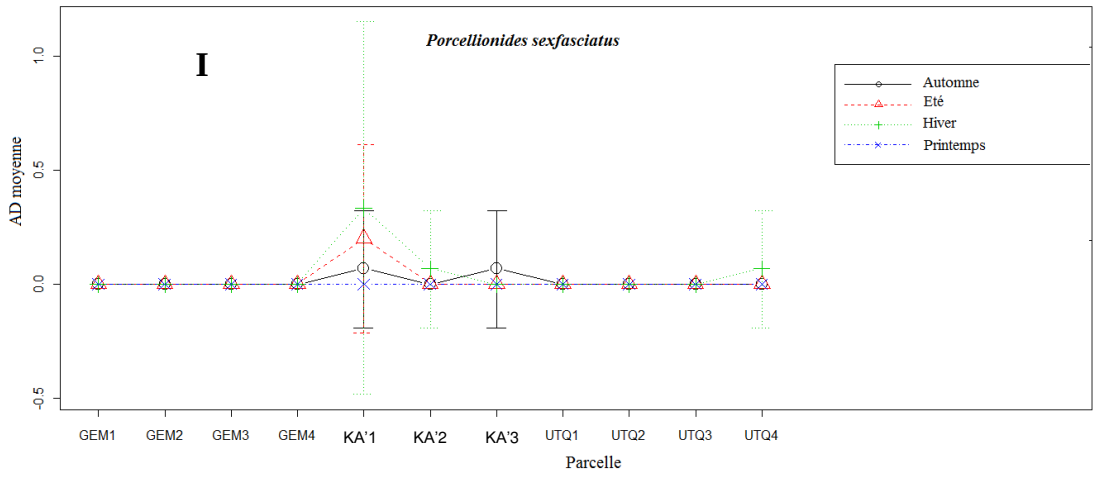


Figure 39 : Variation saisonnière et interparcellaire de l'activité-densité (AD) des différentes espèces collectées (de A à I). (Pour les noms des parcelles, cf. tableau 2).

L'ANOVA (Tableau 31) montre, qu'en fonction des parcelles, les différences observées sont significatives pour P. laevis, P. variabilis, Ps. sexfasciatus, L. panzeri, Ar. album, Ag. lentus et Ar. tunisiense. En fonction des saisons, les différences sont significatives pour P. laevis, P. variabilis, L. panzeri, Ar. album, Ag. lentus et Ar. tunisiense. L'interaction de ces deux facteurs a un effet significatif sur ces dernières.

Tableau 31 : Résultats de l'ANOVA à deux facteurs (saison et parcelle) appliquée à l'activité-densité (AD) des espèces piégées. DDL : Degré De Liberté, F : valeur du test, ns : différence non significative, *** : différence hautement significative, ** et * différence significative

	Facteur	DDL	F	Pr (>F)
Porcellio laevis	Parcelle	10	8,1678	1,780e-12***
	Saison	3	7,7731	4,222e-05**
	Parcelle/Saison	30	5,6436	2,2e-16***
Porcellio variabilis	Parcelle	10	5,2929	1,671e-07***
	Saison	3	3,9871	0,007892**
	Parcelle/Saison	30	2,5834	1,132e-05***
Porcellionides pruinosus	Parcelle	10	0,9	0,5328 ns
	Saison	3	2	0,1128 ns
	Parcelle/Saison	30	0,9	0,6222 ns
Porcellionides sexfasciatus	Parcelle	10	4,7069	1,660e-06***
	Saison	3	2,092	0,1001 ns
	Parcelle/Saison	30	1,2954	0,1365 ns
Chaetophiloscia elongata	Parcelle	10	1	0,4419 ns
	Saison	3	1	0,3924 ns
	Parcelle/Saison	30	1	0,4681 ns
Leptotrichus panzeri	Parcelle	10	2,6279	0,003877**
	Saison	3	4,1885	0,005993**
	Parcelle/Saison	30	1,8322	0,004796**
Agabiformius lentus	Parcelle	10	7,0966	1,286e-10***
	Saison	3	2,6897	0,04554*
	Parcelle/Saison	30	1,6909	0,01288*
Armadillidium album	Parcelle	10	4,7015	1,695e-06***
	Saison	3	1,9154	0,125824 ns
	Parcelle/Saison	30	1,9154	0,002609**
Armadillidium tunisiense	Parcelle	10	5,2932	1,669e-07***
	Saison	3	2,7089	0,04438*
	Parcelle/Saison	30	3,0429	1,839e-07***

Chapitre 4. Variation interannuelle de la biodiversité des Oniscoïdes dans l'agroécosystème Majerda

Rappelons que deux campagnes du piégeage ont été effectuées en mars 2009 et 2010 pour les parcelles étudiées en 2008-2009 et en mars 2010 et 2011 pour les parcelles étudiées en 2009-2010. Cette étude comparative a pour but d'examiner la variabilité interannuelle de l'isopodofaune dans les agroécosystèmes de la basse vallée Majerda.

4.1 Résultats pour les sessions de piégeage de 2009 et 2010

Sur l'ensemble des parcelles étudiées, 597 individus appartenant à 8 espèces ont été collectées (P. laevis, P. variabilis, Ps. pruinosus, Ps. sexfasciatus, Ar. sulcatum, Ar. tunisiense, L. panzeri et C. elongata). Ce sont principalement les espèces P. laevis (N = 244) et P. variabilis (N = 234) qui sont les plus dominantes. La figure 40 montre des variations de l'activité-densité AD (Fig. 40A) , de la richesse spécifique S (Fig. 40B), de la diversité de Shannon H (Fig. 40C), de Simpson 1/D (Fig. 40D) et de l'équitabilité de Piélou J (Fig. 40E). En effet, les valeurs d'AD et 1/D sont plus importantes au printemps 2009 (AD = 2,18 ± 5,38 et 1/D = 1,33 ± 0,93) qu'au printemps 2010 (AD = 1,12 ± 2,01 et 1/D = 1,23 ± 0,61), tandis que celles de S et J sont plus élevées en 2010 (S = 0,65 ± 0,76 et J = 0,17 ± 0,36) qu'en 2009 (S = 0,51 ± 0,86 et J = 0,13 ± 0,30). La diversité de Shannon (H) est pratiquement constante au printemps des 2 années 2009 et 2010 (H = 0,08 ± 0,25). Les différences observées en termes d'AD sont faiblement significatives (Tableau 32).

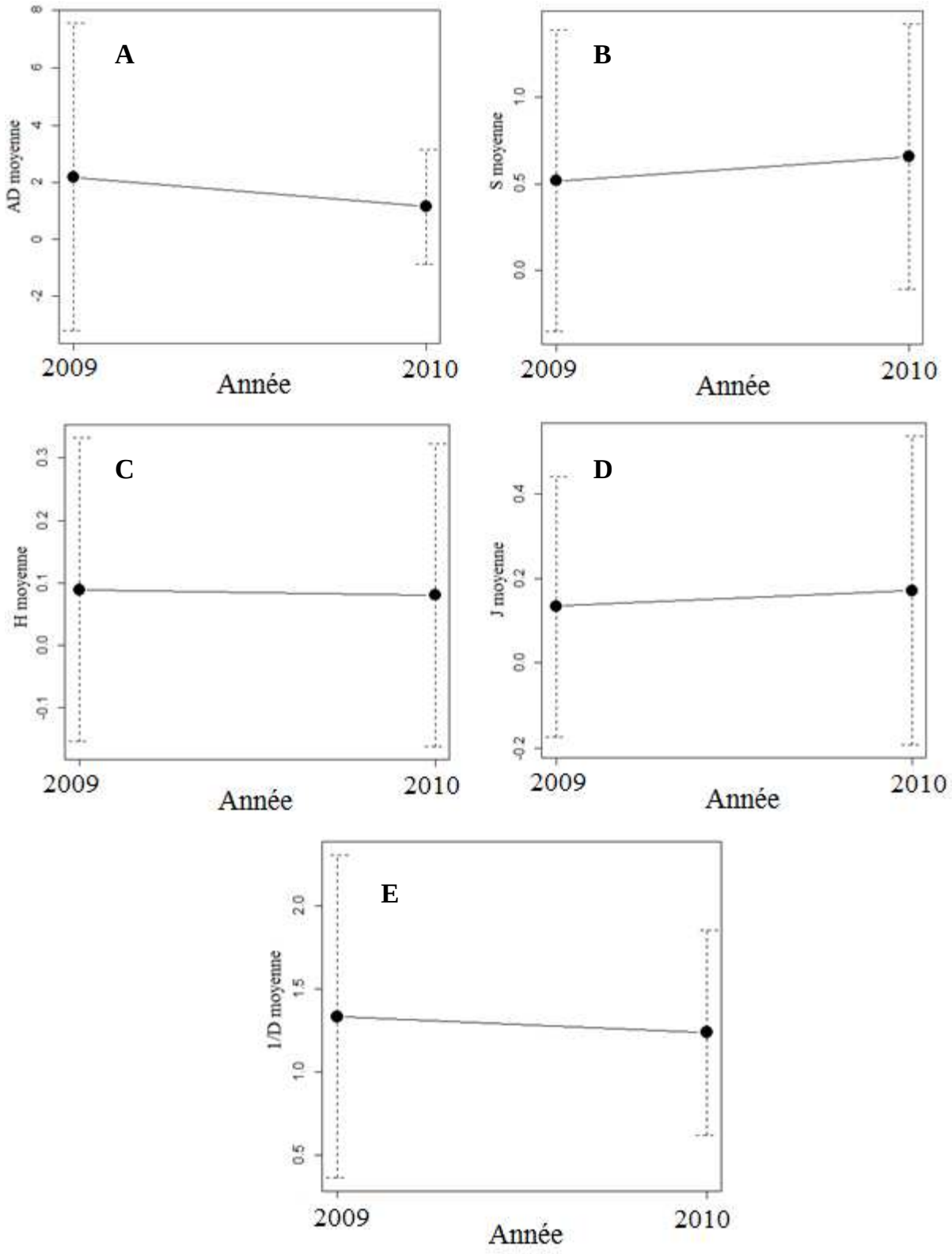


Figure 40 : Variation interannuelle de l'activité-densité moyenne (AD), de la richesse spécifique moyenne (S), de la diversité spécifique moyenne de Shannon (H) et de Simpson (1/D) et de l'équitabilité moyenne de Piélou (J).

Tableau 32 : Résultats de l'ANOVA à un seul facteur appliquée aux paramètres (Activité-densité AD et richesse spécifique S) et indices écologiques (Indice de diversité de Shannon H et de Simpson 1/D et équitabilité de Piélou J) pour tester les différences interannuelles, DDL : degré de liberté, F : valeur du test, ns : différence non significative,*** : différence hautement significative, ** et * :différence significative

	Facteur	DDL	Valeur F	Pr (>F)
AD	année	1	6,1388	0,01369 *
S	année	1	2,5941	0,1081 ns
H	année	1	0,1291	0,7195 ns
J	année	1	0,8253	0,3645 ns

4.1.1 Variation interannuelle et interparcellaire de la biodiversité des Oniscoïdes

Des différences au sein de la même parcelle et entre les parcelles ont été observées d'une année à l'autre. En fonction des parcelles, on remarque qu'en 2009 l'activité-densité moyenne (AD) la plus élevée a été signalée dans la parcelle d'orge PB2 (AD = 8,60 ± 9,15) et dans le verger de poiriers SO3 (AD = 8,33 ± 10,03) (Fig. 41).

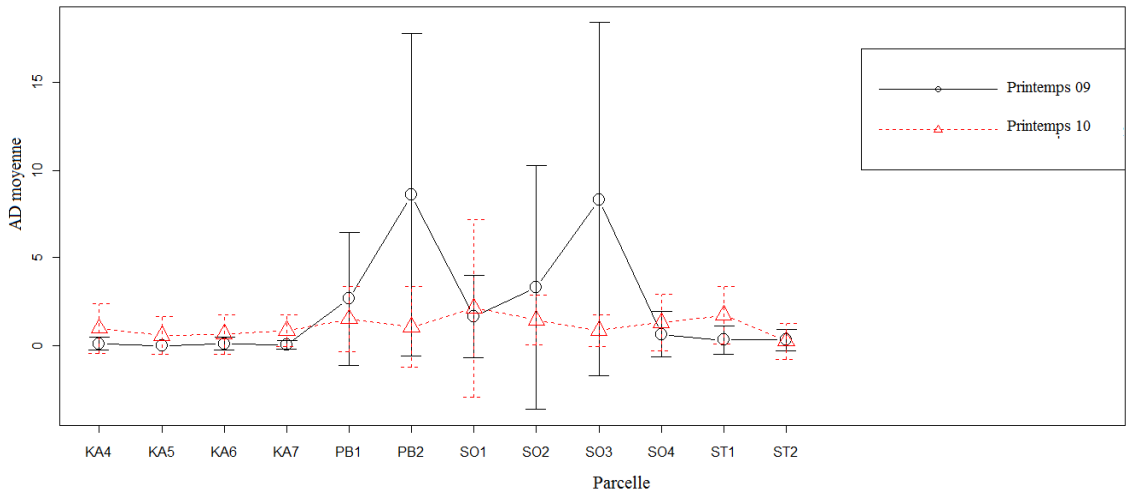


Figure 41 : Variation interannuelle et interparcellaire de l'activité-densité moyenne (AD ± SD) par parcelle. (Pour les noms des parcelles, cf. tableau 2).

Dans la parcelle PB2, on a aussi les valeurs de la richesse spécifique (S= 0,29 ± 0,37) et de la diversité spécifique de Shannon (H =1,46 ± 1,35) les plus importantes

(Fig. 42 et 43). Par contre, l'indice de Simpson (1/D) révèle que, dans le verger de poiriers, la diversité (2,80 ± 1,98) des Oniscoïdes est importante (Fig. 44).

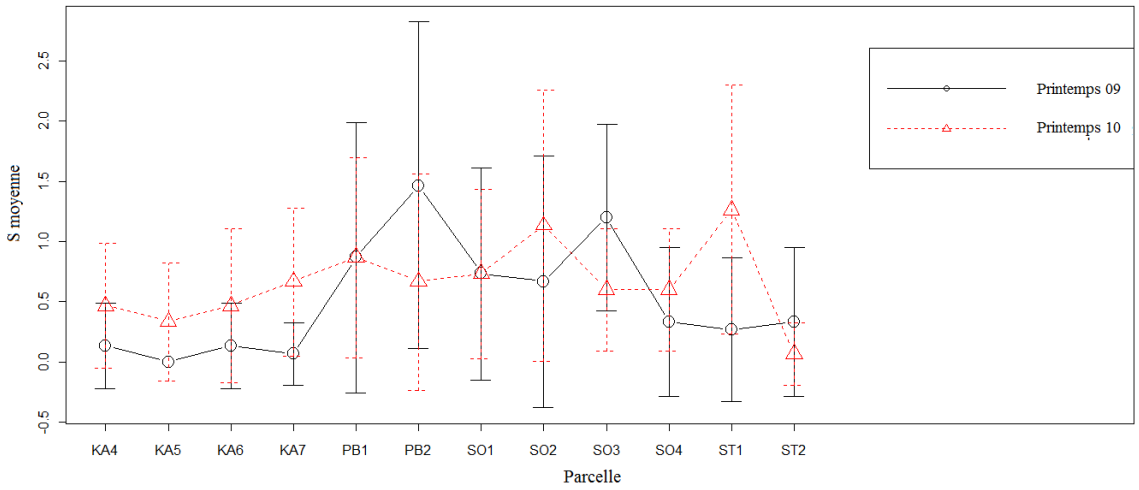


Figure 42 : Variation interannuelle et interparcellaire de la richesse spécifique moyenne (S ± SD) par parcelle. (Pour les noms des parcelles, cf. tableau 2).

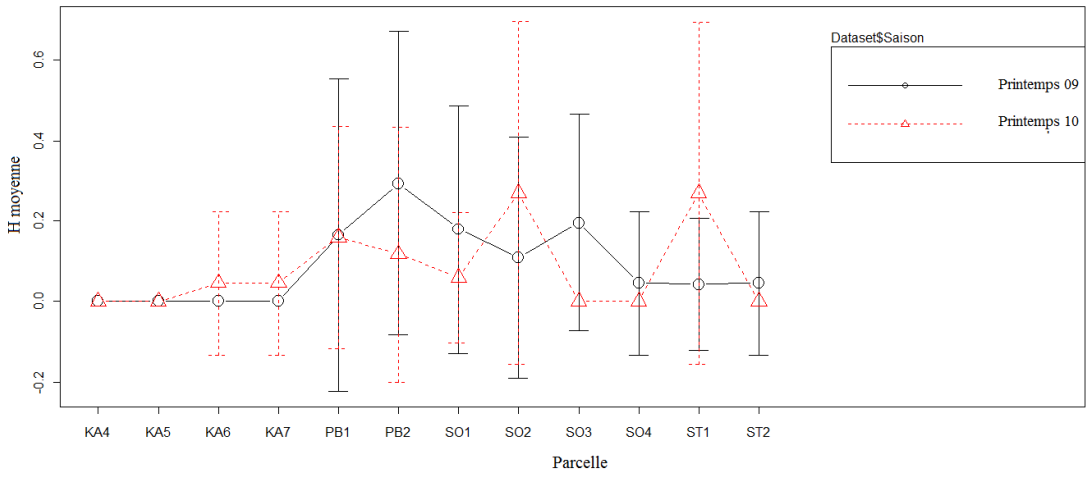


Figure 43 : Variation interannuelle et interparcellaire de la diversité spécifique moyenne (H ± SD) par parcelle. (Pour les noms des parcelles, cf. tableau 2).

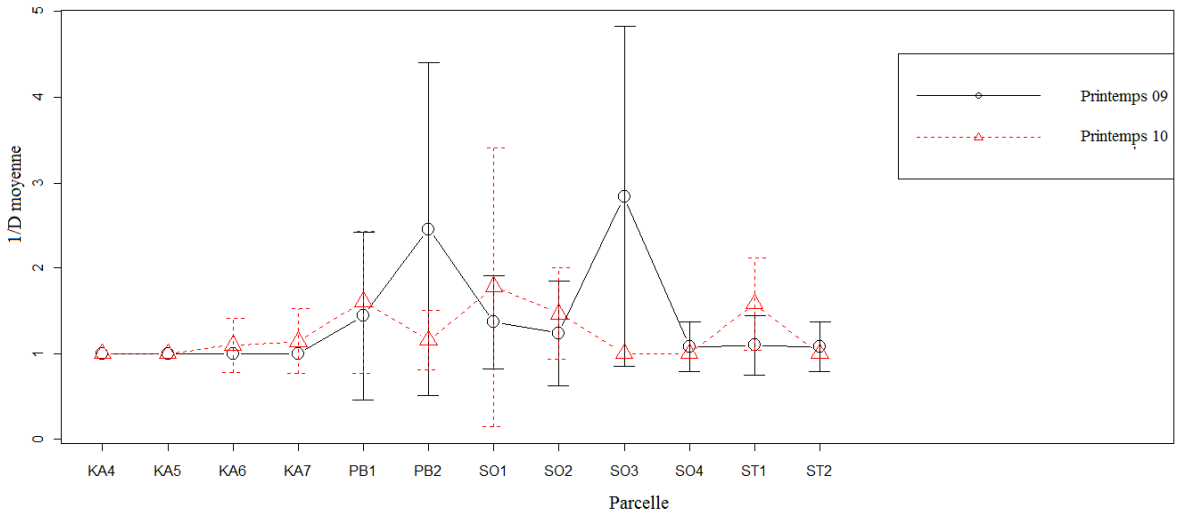


Figure 44 : Variation interannuelle de la diversité spécifique moyenne de Simpson (1/D ± SD) par parcelle (Pour les noms des parcelles, cf. tableau 2)

Les espèces sont plus équitablement réparties dans le verger SO3 (Fig. 45). En 2010, la parcelle d'artichauts SO1 (Fig. 41) affiche la valeur la plus élevée en AD (2,13 ± 5,05). La parcelle de luzerne ST1 est la plus riche en espèces d'Oniscoïdes (S = 1,26 ± 1,03) (Fig. 42). Cette dernière partage avec l'oliveraie SO2 la valeur la plus élevée de H (0,26 ± 0,42) (Fig. 43). La diversité spécifique de Simpson (1/D) atteint son maximum dans la parcelle PB1 avec une valeur de 1,60 ± 1,94 (Fig. 44). Dans la parcelle de luzerne, l'équitabilité J est la plus élevée (0,60 ± 0,50) (Fig. 45).

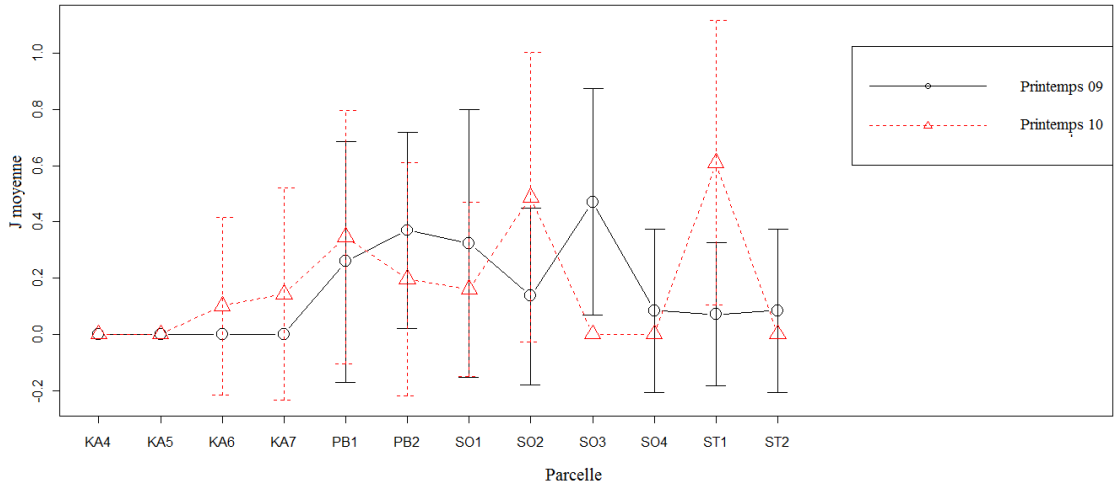


Figure 45 : Variation interannuelle et interparcellaire de l'équitabilité moyenne (J ± SD) par parcelle (Pour les noms des parcelles (cf. tableau 2)

En fonction des années, les différences observées sont significatives pour tous les paramètres et les indices calculés**.** En fonction des parcelles, seules les différences en AD sont significatives (Tableau 33). L'interaction de ces deux facteurs montre des différences significatives.

Tableau 33 : Résultats de l'ANOVA à deux facteurs appliquée aux paramètres (AD et S) et des indices écologiques (H, J et 1/D) pour tester les différences interannuelles et entre les parcelles
DDL : degré de liberté, F : valeur du test, ns : différence non significative,*** : différence hautement significative, ** et * :différence significative

	Facteur	DDL	Valeur F	Pr (> F)
AD	année	1	6,0918	4,097e-09 ***
	parcelle	11	8,0133	0,004923 **
	année/parcelle	11	5,8456	1,095e-08 ***
S	année	1	5,5067	4,244e-08 ***
	parcelle	11	3,1520	0,0767383 ns
	année/parcelle	11	3,4931	0,0001215 ***
H	année	1	3,4839	0,0001259 ***
	parcelle	11	0,1437	0,7048847 ns
	année/parcelle	11	2,1818	0,0150671 *
J	année	1	4,2732	8,617e-06 ***
	parcelle	11	0,6578	0,4181685 ns
	année/parcelle	11	3,4542	0,0001804 ***

4.1.2 Etude de la composition spécifique

La similarité entre les parcelles de chaque année d'étude a été estimée par le calcul de l'indice de dissimilarité de Bray-Curtis. De cet indice et du dendrogramme de dissimilarité (Fig. 46) obtenu à partir des résultats de l'activité-densité des espèces (linkage complet), on obtient, pour l'année 2009, deux groupes bien distincts avec un degré de dissimilarité égal à 100% :

- le premier composé par les 3 parcelles du secteur Kalaat El Andalouss ; ce sont les vergers de pommiers (KA6 et KA7) et de poiriers (KA4).

- le second groupe les autres parcelles étudiées ; lui-même est formé de deux sous groupes dont le premier est composé par la parcelle de luzerne (ST1) avec une valeur de dissimilarité égale à 87% et le second comprend toutes les parcelles des

secteurs Sidi Othman et Pont de Bizerte ainsi que la parcelle d'artichauts de Sidi Thabet.

Le dendrogramme (Fig. 47), issu des données de l'étude des parcelles de l'année 2010, montre 2 groupes ayant 83% de dissimilarité : le premier groupe est composé par des parcelles de bersim (PB2), d'artichauts (SO1), d'oliviers (SO2) et des pommiers (SO4), alors que le second groupe toutes les autres parcelles.

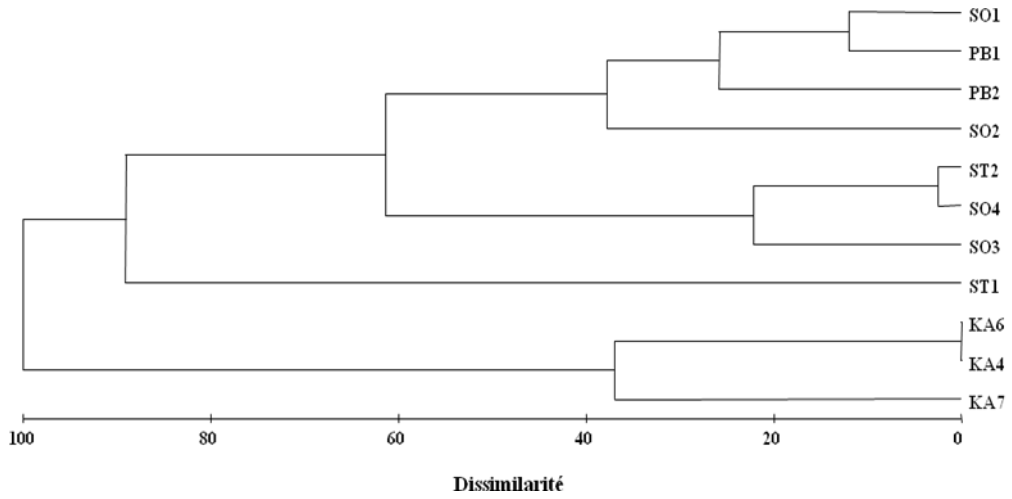


Figure 46 : Dendrogramme de dissimilarité entre les parcelles de l'année 2009. (Pour les noms des parcelles (cf. tableau 1).

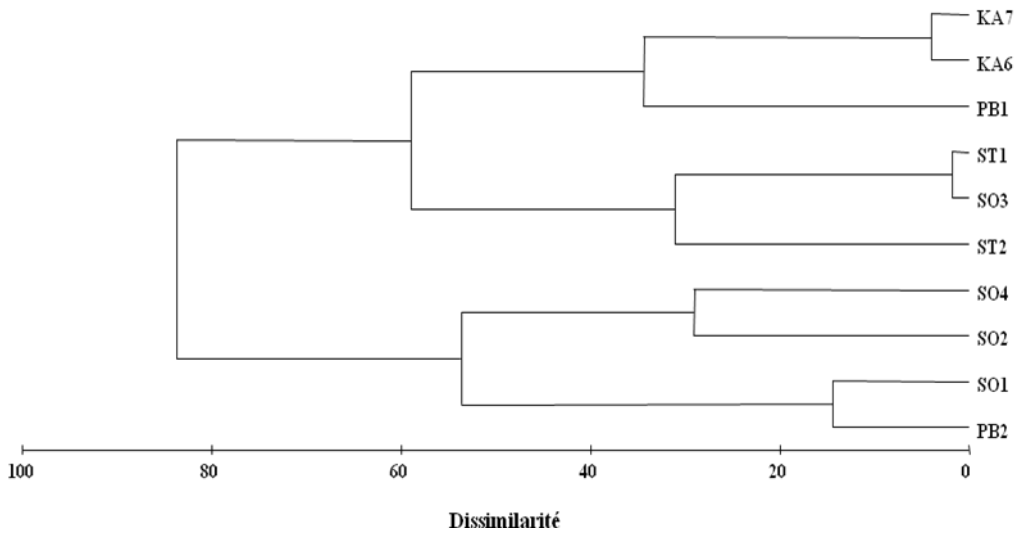


Figure 47: Dendrogramme de dissimilarité entre les parcelles de l'année 2010. (Pour les noms des parcelles (cf. tableau 1).

L'application du test ANOSIM à un facteur (année) a montré une différence non significative de la dissimilarité (R = 0,12). Cependant, les résultats de SIMPER, consignés dans le tableau 34, montrent que l'espèce Ps. sexfasciatus est la plus contributive (20,29%) dans les différences relevées entre les années d'étude.

Tableau 34 : Activité-densité (AD) moyenne et % de dissimilarité des espèces les plus contributives dans la dissimilarité interannuelle entre les parcelles (SIMPER)

	2009	2010	
Espèce	**AD**	**AD**	**%dissimilarité**
Porcellionides sexfasciatus	0,1	0,12	20,29
Porcellio variabilis	1,27	0,17	18,89
Chaetophiloscia elongata	0,03	0,08	15,63
Porcellionides pruinosus	0,07	0,03	14,68
Leptotrichus panzeri	0,02	0,25	13,93
Porcellio laevis	0,89	0,49	8,01

4.2 Résultats pour les sessions de piégeage de 2010 et 2011

Dans les 8 parcelles étudiées, 165 individus ont été collectés. Ils appartiennent à 8 espèces (P. laevis, P. variabilis, Ps. pruinosus, Ps. sexfasciatus, Ar. album, Ar. tunisiense, L. panzeri et C. elongata). L'espèce P. laevis (N = 84) a l'AD la plus importante. Elle représente la moitié de l'effectif total. Des variations de l'activité-densité (AD), de la richesse spécifique (S), de la diversité de Shannon (H), de Simpson (1/D) et de l'équitabilité de Piélou (J) ont été relevées. La figure 48 (A à E) montre qu'il existe un gradient décroissant en allant de l'année 2010 vers l'année 2011.

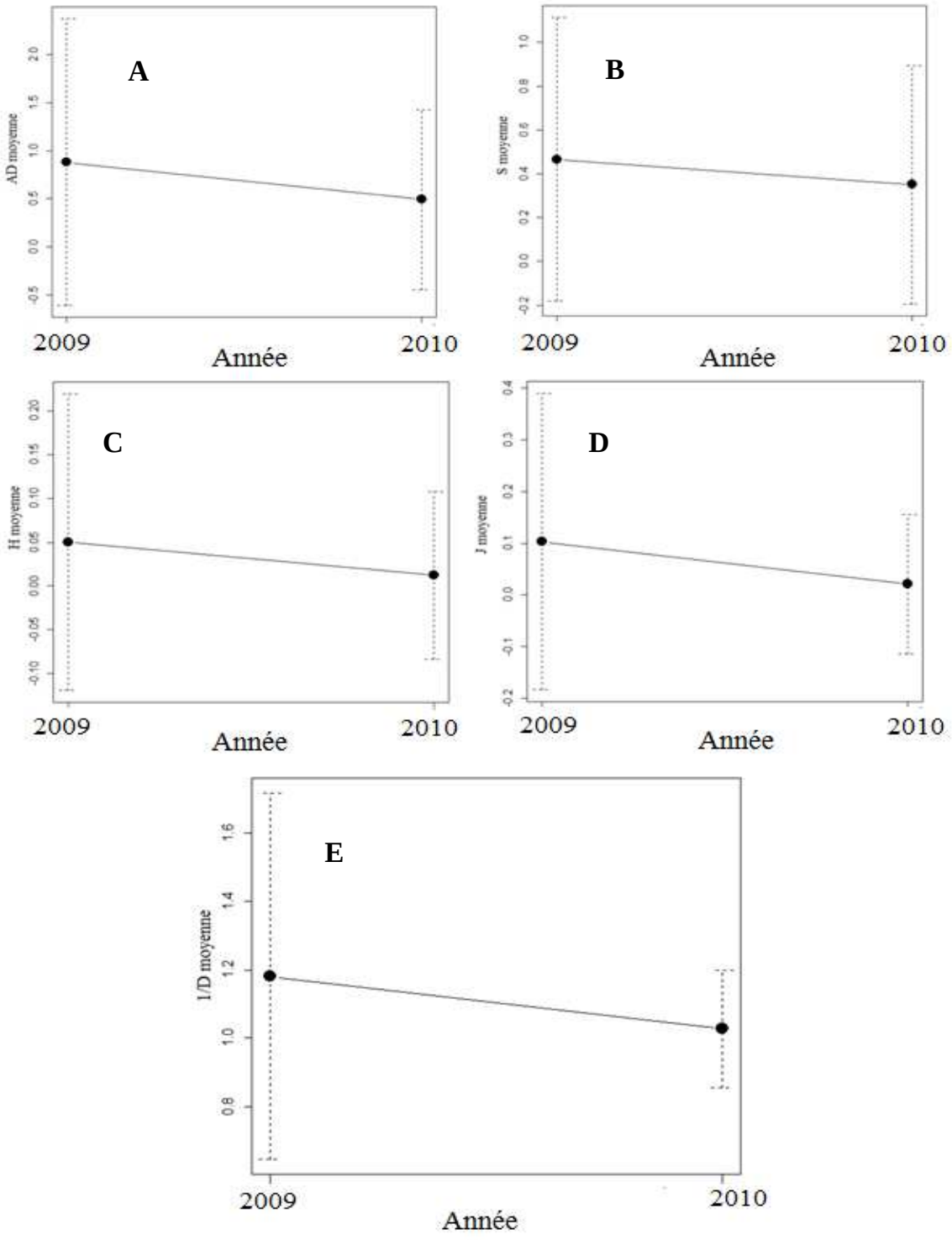


Figure 48 : Variation interannuelle (A) de l'activité-densité moyenne (AD), (B) de la richesse spécifique moyenne (S), (C) de la diversité spécifique moyenne de Shannon (H), (D) de Simpson (1/D) et (E) de l'équitabilité moyenne de Piélou (J).

Les différences observées sont faiblement significatives pour l'activité-densité AD, la diversité H, l'équitabilité J et la diversité de Simpson 1/D (Tableau 35).

Tableau 35 : Résultats de l'ANOVA à un seul facteur appliquée aux paramètres (Activité-densité AD et richesse spécifique S) et indices écologiques (Indice de diversité de Shannon H et de Simpson 1/D et équitabilité de Piélou J) pour tester les différences interannuelles, DDL : degré de liberté, F : valeur du test, ns : différence non significative,*** : différence hautement significative, ** et * :différence significative

	Facteur	DDL	F	Pr (>F)
AD	année	1	5,9469	0,01548 *
S	année	1	2,2822	0,1322 ns
H	année	1	4,5216	0,0345 *
J	année	1	5,6577	0,01852 *
1/D	année	1	6,3113	0,01296 *

4.2.1 Variation interannuelle et interparcellaire de la biodiversité des Oniscoïdes

L'étude de l'activité-densité (AD), de la richesse spécifique (S), de la diversité spécifique de Shannon (H) et de Simpson (1/D) et de l'équitabilité de Piélou (J) montre une variation entre les parcelles et entre les années d'étude. En ce qui concerne l'AD, la figure 49 montre qu'en 2010, l'AD des Onsicoïdes peut atteindre 2,13 ± 2,19 dans la parcelle GEM3 cultivée en pomme de terre, tandis qu'en 2011, elle ne dépasse pas 1,33 ± 1,75 dans la parcelle de pomme de terre du côté marin (GEM1).

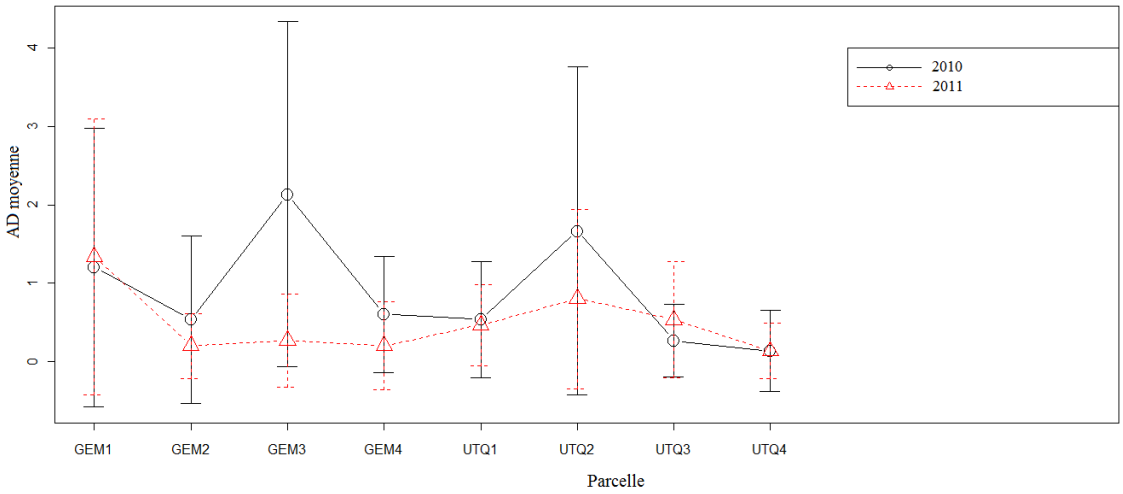


Figure 49 : Variation interannuelle et interparcellaire de l'activité-densité moyenne (AD± SD) par parcelle. (Pour les noms des parcelles, cf. tableau 2).

Les deux parcelles précitées (GEM3 et GEM1) sont les plus riches en espèces durant les 2 années 2010 et 2011 (Fig. 50). Aussi bien en 2010 qu'en 2011, on enregistre dans la parcelle UTQ4 l'AD la plus faible en Isopodes terrestres (AD = 0,13 ± 0,51 et AD = 0,13 ± 0,35, respectivement).

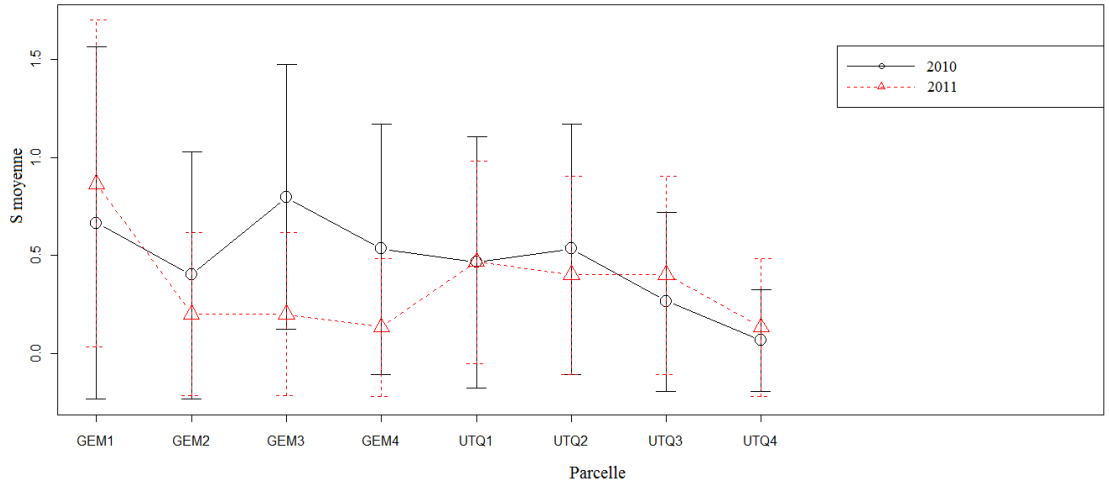


Figure 50 : Variation interannuelle et interparcellaire de la richesse spécifique moyenne (S ± SD) par parcelle. (Pour les noms des parcelles, cf. tableau 2).

Quelle que soit l'année d'étude, on note la diversité (H) la plus importante dans la parcelle GEM1 avec une valeur de 0,16 ± 0,28 en 2010 et de 0,09 ± 0,26 en 2011 (Fig. 51). L'application de l'indice 1/D qui ne tient pas compte des espèces rares aboutit à des résultats différents avec une valeur de 1/D plus élevée dans la parcelle GEM3 en 2010 (1,52 ± 0,99) et dans celle GEM1 en 2011 (1,31 ± 0,54) (Fig. 52). Les espèces sont plus équitablement réparties dans la parcelle GEM1 (2010 et 2011) (Fig. 53).

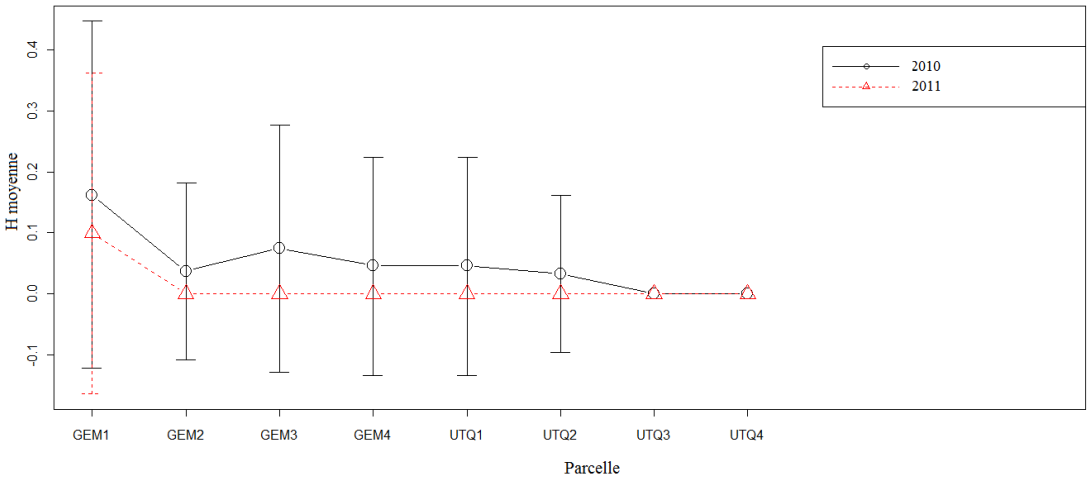


Figure 51 : Variation interannuelle et interparcellaire de la diversité spécifique moyenne de Shannon (H ± SD) par parcelle. (Pour les noms des parcelles, cf. tableau 2).

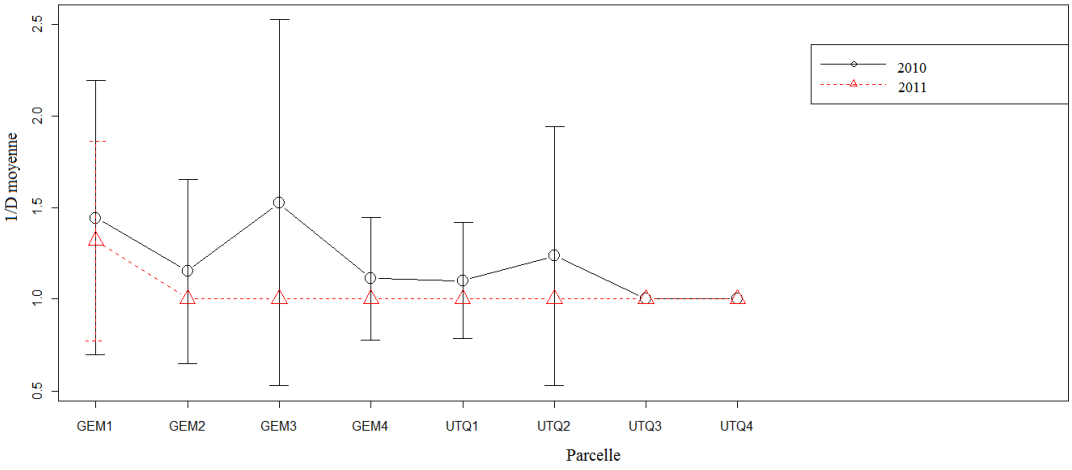


Figure 52 : Variation interannuelle et interparcellaire de la diversité spécifique moyenne de Simpson (1/D ± SD) par parcelle. (Pour les noms des parcelles, cf. tableau 2).

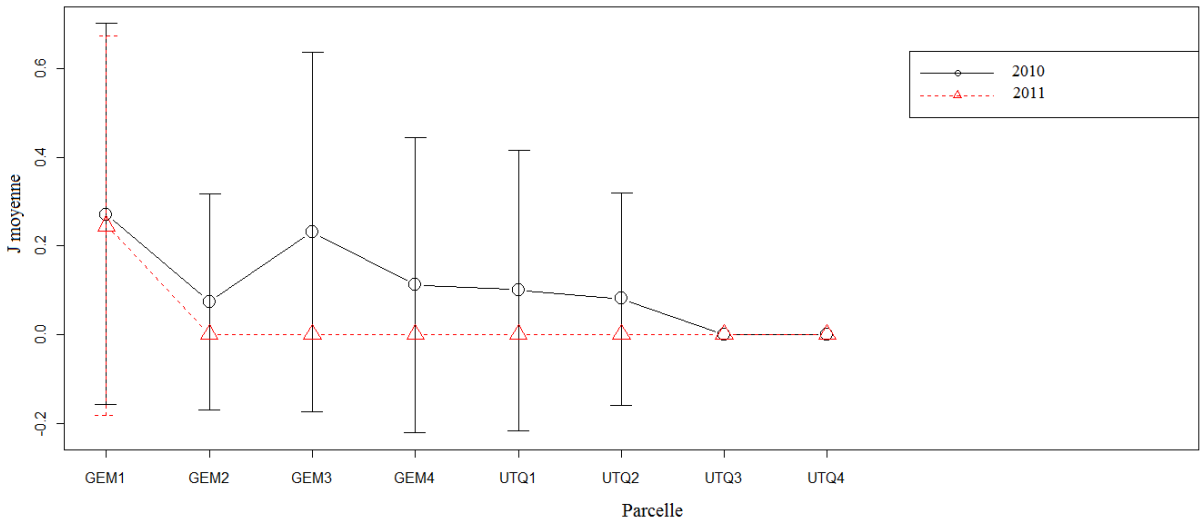


Figure 53 : Variation interannuelle et interparcellaire de l'équitabilité moyenne (J ± SD) par parcelle. (Pour les noms des parcelles, cf. tableau 2).

Pour l'ensemble des paramètres étudiées, les différences observées entre les parcelles sont significatives (Tableau 36).

Tableau 36 : Résultats de l'ANOVA à deux facteurs appliquée aux paramètres de structure de communautés pour tester les différences interannuelles et entre les parcelles, DDL : degré de liberté, F : valeur du test, ns : différence non significative,*** : différence hautement significative, ** et * :différence significative

	Facteur	DDL	F	Pr (> F)
AD	parcelle	7	4,8554	4,076e-05 ***
	année	1	6,9217	0,009107 **
	année/parcelle	7	2,7175	0,010059 *
S	parcelle	7	3,4255	0,001684 **
	année	1	2,4945	0,115652 ns
	année/parcelle	7	1,7382	0,101234 ns
H	parcelle	7	2,9326	0,005885 **
	année	1	4,6853	0,031480 *
	année/parcelle	7	0,2980	0,954134 ns
J	parcelle	7	2,8930	0,007261 **
	année	1	4,5406	0,034720 *
	année/parcelle	7	0,5874	0,765418 ns
1/D	parcelle	7	2,2821	0,03083 *
	année	1	5,6094	0,01913 *
	année/parcelle	7	0,8902	0,51585ns

4.2.2 Etude de la composition spécifique

Le dendrogramme de similarité (2010), évalué à partir du calcul de l'indice de dissimilarité de Bray-Curtis (AD, linkage complet), est subdivisé en 2 groupes totalement distincts (100% de dissimilarité) : le premier est formé par la parcelle GEM1 cultivée en pomme de terre et située du côté de la mer et le second groupe par les autres parcelles (Fig. 54). En 2011, le dendrogramme est également subdivisé en 2 groupes (Fig. 55) dont le premier est formé par les parcelles du secteur Utique (UTQ1, UTQ2, UTQ3 et UTQ4) et par la parcelle GEM4, tandis que le deuxième groupe est composé par les 3 parcelles du secteur Ghar El Melh (GEM1 GEM2 et GEM3).

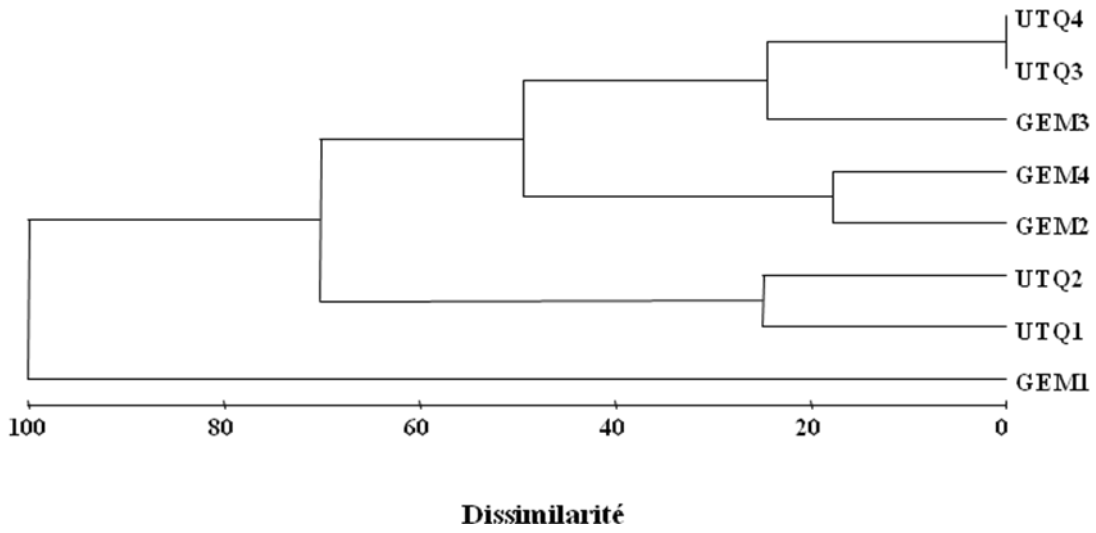


Figure 54: Dendrogramme de dissimilarité entre les parcelles de l'année 2010. (Pour les noms des parcelles (cf. tableau 2).

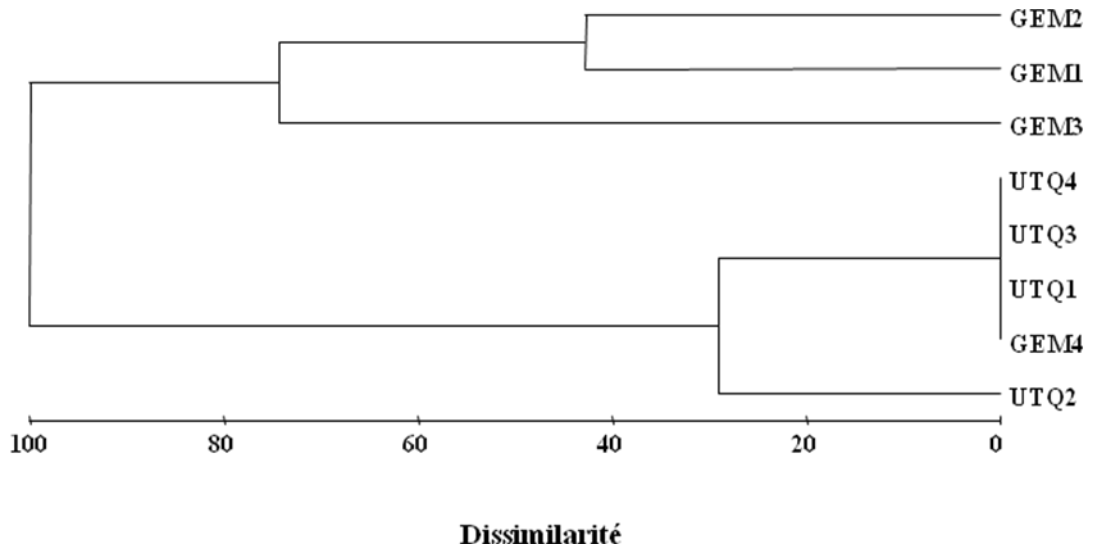


Figure 55: Dendrogramme de dissimilarité entre les parcelles de l'année 2011. (Pour les noms des parcelles (cf. tableau 2).

L'analyse de similarité ANOSIM montre que le facteur année n'agit pas sur la composition spécifique des Oniscoïdes. Les différences observées sont non significatives.

L'analyse SIMPER qui détermine les espèces les plus contributives dans les différences observées entre les parcelles et les années (Tableau 37) montre que les espèces, P. laevis, P. variabilis et L. panzeri sont les plus contributives avec des pourcentages respectifs de 26,46 %, 19,1 % et 18,95 %.

Tableau 37 : Activité-densité (AD) moyenne et % de dissimilarité des espèces les plus contributives dans la dissimilarité interannuelle entre les parcelles (SIMPER)

	2010	**2011**	
Espèce	**AD**	**AD**	**% dissimilarité**
Porcellio laevis	0,46	0,24	26,46
Porcellio variabilis	0,23	0,03	19,1
Leptotrichus panzeri	0,03	0,06	18,95
Agabiformius lentus	0,11	0,13	11,11
Armadillidium tunisiense	0,02	0	7,96
Armadillidium album	0,04	0,02	7,74

Chapitre 5. Impact de la qualité du sol sur la distribution des Isopodes terrestres dans les agroécosystèmes

La texture du sol ainsi que sa qualité physicochimique ont été analysées ; en ce qui concerne la texture une analyse granulométrique d'un échantillon composite issu de 4 échantillons des 4 saisons d'étude a été réalisée alors que les analyses physicochimiques sont faites en fonction des saisons pour chaque parcelle

5.1 Résultats pour les sessions de piégeage réalisées en 2008 et 2009

5.1.1 Analyse granulométrique ou texture du sol

L'analyse granulométrique a pour but de déterminer la proportion de chacun des constituants solides du sol (argile, limon, sable…) dans les agroécosystèmes.

Tableau 38 : Résultats de l'analyse granulométrique (%) des sols étudiés, (Pour les noms des parcelles (cf. tableau 1), les valeurs 1 mm, 250µm, 63 µm et < 63µm correspondent aux diamètres des pores des tamis

	2mm	1mm	250µm	63µm	< 63µm	Texture sol
KA1		98,74		1,26	0,00	sableux
KA2		88,86		11,14	0,00	sableux
KA3		95,93		4,07	0,00	sableux
KA4		89,72		10,28	0,00	sableux
KA5		88,99		9,46	1,55	sableux
KA6		92,75		7,25	0,00	sableux
KA7		89,55		10,45	0,00	sableux
SO1		89,57		7,95	2,48	sableux
SO2		84,61		14,03	1,36	sableux
SO3		84,82		15,18	0,00	sableux
SO4		89,84		10,16	0,00	sableux
PB1		95,35		3,84	0,81	sableux
PB2		73,37		24,46	2,17	sablo-limoneux
ST1		92,85		5,55	1,60	sableux
ST2		91,50		8,50	0,00	sableux

Les résultats de l'analyse (Tableau 38) montrent, qu'excepté la parcelle PB2 qui a un sol de type sablo-limoneux (53,36%), toutes les parcelles étudiées ont des sols de

type sableux car les pourcentages les plus importants ont été observés dans les tamis qui ont les diamètres des pores 1 mm et 250 µm et qui ne récupèrent que le sable grossier. Le sable grossier constitue la fraction granulométrique la plus importante puisqu'elle peut atteindre 97,6%.

5.1.2 Acidité des sols

La mesure du pH eau des sols permet de déterminer l'acidité réelle ou active du sol. En fonction des parcelles on n'observe pas une grande différence des valeurs des pH eau (Tableau 39, 40, 41 et 42). Par contre il y a une augmentation légère des pH eau d'une saison à l'autre pour la plupart des parcelles. En automne, les valeurs du pH eau varient de 7,33 dans la parcelle KA3 à 8,01 dans la parcelle PB1. En hiver, le minimum de pH eau (8,05) a été observé dans la parcelle PB1 et le maximum dans celle SO4. Au printemps et en été, le sol de la parcelle de luzerne ST1 a la valeur la plus élevée (8,54 et 8,29, respectivement). La parcelle PB1 ne subit pas de variation de pH.

Le pH KCl mesuré a pour but de donner l'acidité potentielle ou échangeable du sol. Les valeurs observées sont donc inférieures au pH eau. Les pH KCl les plus importants ont été enregistrés dans la parcelle d'artichauts de ST2 (7,75) en automne, à KA2 (7,86) en hiver, à KA7 (7,8) au printemps et à ST1 (7,74) en été.

De ces deux paramètres du sol, on peut déduire que malgré les légères fluctuations temporelles des valeurs des pH, les sols des parcelles étudiées dans la basse vallée Majerda sont des sols alcalins.

5.1.3 Pourcentage d'humidité

Les Isopodes terrestres étant sensibles à la dessication, le facteur humidité joue un rôle important dans leur distribution. Or ce facteur varie peu dans les parcelles, même en fonction des saisons. Les tableaux 39, 40, 41 et 42 montrent que le sol de la parcelle ST1 est le plus humide en automne (15,96%), au printemps (23,81%) et en été (16%). En hiver, c'est le sol de la parcelle PB2 qui est le plus humide (13,53%).

Tableau 39 : Variation automnale des caractéristiques physicochimiques des sols étudiés, (Pour les noms des parcelles, cf. tableau 1)

Parcelle	Humidité (%)	pH eau	pH KCl	Conductivité (µS/cm)	C/N	Na+ (mg/g)	K+ (mg/g)	Mg2+ (mg/g)	Ca2+ (mg/g)
KA1	5,09	7,96	7,46	229	0	0,01	0,18	0,00	0,72
KA2	5,22	7,81	7,73	23	0	0,03	0,00	0,00	1,29
KA3	4,86	7,66	7,39	226	8,39	0,02	0,00	0,00	1,00
KA4	5,4	7,92	7,58	237	9,39	0,04	0,02	0,00	0,32
KA5	5,62	7,81	7,42	232	8,39	0,03	0,01	0,01	1,07
KA6	5,97	7,9	7,58	233	7,87	0,02	0,01	0,00	0,65
KA7	5,34	7,68	7,53	723	8,06	0,02	0,02	0,01	1,05
ST1	15,96	7,67	7,58	232	7,86	0,02	0,02	0,01	0,46
ST2	2,71	7,84	7,75	229	8,14	0,03	0,01	0,00	0,36
SO1	11,25	7,67	7,4	226	10,38	0,06	0,01	0,01	0,96
SO2	6,04	7,73	7,58	921	0	0,04	0,01	0,01	1,44
SO3	8,59	7,9	7,63	282	8,13	0,02	0,01	0,01	0,44
SO4	5,56	7,85	7,65	241	9,11	0,01	0,01	0,00	0,36
PB1	6,56	8,01	7,38	25	8,02	0,01	0,01	0,00	0,54
PB2	7,43	7,87	7,61	231	7,73	0,04	0,01	0,00	0,74

Tableau 40 : Variation hivernale des caractéristiques physicochimiques des sols étudiés, (Pour les noms des parcelles, cf. tableau 1)

Parcelle	Humidité (%)	pH eau	pH KCl	Conductivité (µS/cm)	C/N	Na^+ (mg/g)	K^+ (mg/g)	Mg^{2+} (mg/g)	Ca^{2+} (mg/g)
KA1	12,36	8,27	7,72	235	0	0,02	0,04	0,01	7,97
KA2	10,33	8,19	7,86	212	0	0,14	0,10	0,02	4,81
KA3	9,56	8,21	7,62	242	0	0,14	0,04	0,01	4,77
KA4	9,43	8,22	7,59	248	51	0,24	0,04	0,02	3,80
KA5	10,35	8,25	7,62	235	0	0,24	0,04	0,02	4,53
KA6	9,2	8,25	7,77	241	6,01	0,04	0,06	0,01	8,83
KA7	11,05	8,25	7,72	958	0	0,24	0,06	0,03	5,31
ST1	9,15	8,19	7,68	258	0	0,21	0,04	0,01	9,55
ST2	5,94	8,2	7,6	238	0	0,08	0,03	0,02	1,63
SO1	6,86	8,35	7,65	24	0	0,12	0,06	0,02	5,87
SO2	9,04	8,21	7,71	876	0	0,21	0,05	0,04	4,36
SO3	8,3	8,41	7,55	951	0	0,24	0,08	0,04	6,07
SO4	9,98	8,75	7,49	231	0	0,04	0,03	0,01	0,6
PB1	13,53	8,05	7,66	237	0	0,14	0,02	0,00	5,11
PB2	9,59	8,27	7,46	229	0	0,25	0,07	0,02	7,28

Tableau 41 : Variation printanière des caractéristiques physicochimiques des sols étudiés, (Pour les noms des parcelles, cf. tableau 1)

Parcelle	Humidité (%)	pH eau	pH KCl	Conductivité (µS/cm)	C/N	Na^+ (mg/g)	K^+ (mg/g)	Mg^{2+} (mg/g)	Ca^{2+} (mg/g)
KA1	15,99	8,38	7,72	226	0	0,08	0,13	0,01	6,55
KA2	12,62	8,29	7,76	221	0	0,02	0,03	0,01	7,57
KA3	15,45	8,13	7,62	224	0	0,11	0,02	0,01	5,46
KA4	16,24	8,17	7,69	227	0	0,15	0,12	0,04	5,21
KA5	20,22	8,26	7,71	213	0	0,10	0,05	0,14	5,94
KA6	8,68	8,27	7,73	231	0	0,15	0,06	0,03	1,03
KA7	10,33	7,93	7,8	672	32,85	0,15	0,06	0,01	0,89
ST1	23,81	8,54	7,63	233	36	0,04	0,06	0,02	6,92
ST2	19,29	8,31	7,64	235	39,33	0,13	0,04	0,02	1,88
SO1	15,36	82	7,57	228	31,05	0,14	0,12	0,03	1,76
SO2	12,25	7,93	7,73	1234	0	0,11	0,05	0,02	4,64
SO3	7,89	8,31	7,57	247	0	0,02	0,02	0,01	3,87
SO4	12,56	8,33	7,46	232	0	0,05	0,04	0,02	9,46
PB1	18,94	8,05	7,8	244	0	0,03	0,04	0,01	1,80
PB2	21,2	8,2	7,73	217	16,4	0,06	0,05	0,01	9,01

Tableau 42 : Variation estivale des caractéristiques physicochimiques des sols étudiés, (Pour les noms des parcelles, cf. tableau 1)

Parcelle	Humidité (%)	pH eau	pH KCl	Conductivité (µS/cm)	C/N	Na^+ (mg/g)	K^+ (mg/g)	Mg^{2+} (mg/g)	Ca^{2+} (mg/g)
KA1	6	8,2	7,62	258	0	0,02	0,06	0,01	4,47
KA2	0	0	0	0	0	0,00	0,00	0,00	0,00
KA3	8,45	8,22	7,62	232	0	0,12	0,05	0,03	2,02
KA4	4	8,16	7,53	233	0	0,06	0,07	0,02	1,27
KA5	7,82	8,16	7,51	246	0	0,06	0,07	0,02	1,27
KA6	5	8,14	7,6	243	18,04	0,05	0,04	0,02	1,89
KA7	4	8,22	7,6	864	0	0,07	0,08	0,02	0,31
ST1	16	8,29	7,74	242	0	0,04	0,04	0,01	0,02
ST2	1	8,23	7,54	249	17,4	0,04	0,07	0,02	2,74
SO1	2	7,9	7,49	231	6,76	0,14	0,12	0,03	4,56
SO2	3	7,97	7,64	628	19,7	0,07	0,04	0,01	3,07
SO3	3	8,13	7,52	253	0	0,38	0,06	0,02	1,88
SO4	3	8,14	7,43	245	0	0,06	0,10	0,01	2,32
PB1	9	8,3	7,59	256	0	0,10	0,04	0,01	0,16
PB2	4	8,16	7,32	24	12,29	0,05	0,05	0,02	2,12

5.1.4 Salinité

La salinité du sol a été considérée puisque certaines parcelles étudiées sont situées en bordure de la mer ou bien la lagune de Ghar El Melh. Ce facteur a été déterminé par deux méthodes : soit directement par la mesure de la conductivité (µS/cm), soit par la détermination de la teneur du sol en Na^+ en utilisant la technique de l'absorption atomique. La conductivité du sol fluctue en fonction des saisons et des parcelles. En effet, en automne, elle varie entre 23 µS/cm dans la parcelle d'artichauts KA2 et 921 µS/cm dans l'oliveraie SO2. En hiver, le minimum de la conductivité a été enregistré dans la culture d'artichauts SO1 (24 µS/cm) et le maximum (958 µS/cm) dans le verger de pommiers de Kalaat El Andalouss KA7. Au printemps, le verger d'oliveraie de Sidi Othman (SO2) a la valeur la plus élevée (1234 µS/cm). La valeur la plus faible (213 µS/cm) a été enregistrée dans la parcelle d'artichauts KA5. En été, c'est le sol de la parcelle KA7 qui a la valeur la plus importante (864 µS/cm), alors que le sol de la parcelle d'orge de Pont de Bizerte a la valeur la plus faible (24 µS/cm). Quelle que soit la saison, la valeur la importante de la conductivité a été observée dans l'oliveraie SO2 où les espèces P. laevis, P. variabilis, Ps. sexfasciatus et L. panzeri sont présentes. Cette observation nous a conduites à analyser les corrélations entre les espèces et la conductivité, qui seront traitées par la suite dans les analyses multivariées.

Les résultats des analyses de la teneur du sol en Na^+ sont groupés dans les tableaux 39, 40, 41 et 42. Elle est maximale dans la parcelle d'artichauts SO1 en automne (0,3 mg/g), dans la parcelle d'orge PB2 (0,25mg/g), ainsi que dans le verger de pommiers KA7 au printemps (0,15mg/g) et dans le verger de poiriers SO3 en été (0,3mg/g).

5.1.5 Rapport C/N

Les isopodes terrestres sont des détritivores et interviennent dans la décomposition de la matière organique ; donc analyser le rapport C/N est important. Largement utilisé en agriculture, il a pour but de caractériser et de classer les types des sols étudiés. Un sol ayant une bonne activité biologique (vitesse de décomposition

rapide) aura une valeur de C/N inférieure à ≤ 10, alors que celui ayant activité biologique faible (vitesse de décomposition lente) aura une valeur ≥ 20. Dans notre étude, une variation saisonnière de la teneur du sol en C/N a été observée dans toutes les parcelles. En effet, dans la plupart des parcelles, les valeurs de C/N ne dépassent pas 20, ce qui correspond à une activité biologique importante ou moyenne. Les valeurs les plus élevées ont été observées en hiver dans la parcelle KA4 (51) et dans les parcelles KA7 (32,85), ST1 (36), ST2 (39,33) et SO1 (31,05) au printemps (tableaux 39, 40, 41 et 42).

5.1.6 Teneur du sol en Mg^{2+}, K^{+} et Ca^{2+}

Les tableaux montrent une variation saisonnière de la teneur du sol en Mg^{2+}, K^{+} et Ca^{2+} (tableaux 39, 40, 41 et 42). Aussi les sols étudiés sont plus riches en Ca^{2+} qu'en Mg^{2+} et K^{+} qui ont des valeurs faibles. Le sol de la parcelle d'artichauts KA1 est le plus riche en K^{+} en automne (0,92 g/kg), en hiver (0,03 g/kg) et au printemps (0,13 g/kg). En été, c'est le sol de la parcelle SO1 qui est le plus riche en K^{+} (0,11 g/kg). Quelle que soit la saison, les teneurs en Mg^{2+} et Ca^{2+} sont importantes dans le verger d'oliveraie SO2. Elles sont, respectivement, de l'ordre de 0,03 g/kg et 7,19 g/kg en automne, 0,04 g/kg et 6,07 g/kg en hiver, 0,13 g/kg et 9,45 g/kg au printemps et 0,03 g/kg et 4,62 g/kg en été. La parcelle de luzerne ST1 a une valeur importante en Ca^{2+} en hiver (9,55 g/kg).

5.1.7 Analyse en composantes principales (ACP) corrélant espèces et caractéristiques physico-chimiques du sol

Du fait de leur rôle clef dans le sol (décomposition de la matière organique), les Isopodes terrestres sont influencés par la qualité physicochimique du sol. Une analyse ACP a été réalisée pour déterminer les facteurs les plus importants qui agissent sur la distribution des Isopodes dans l'agroécosysteme Majerda. Cette analyse permet de mettre en corrélation les composantes du sol et les espèces d'Oniscoïdes collectées durant les 4 saisons pour les 2 années d'étude.

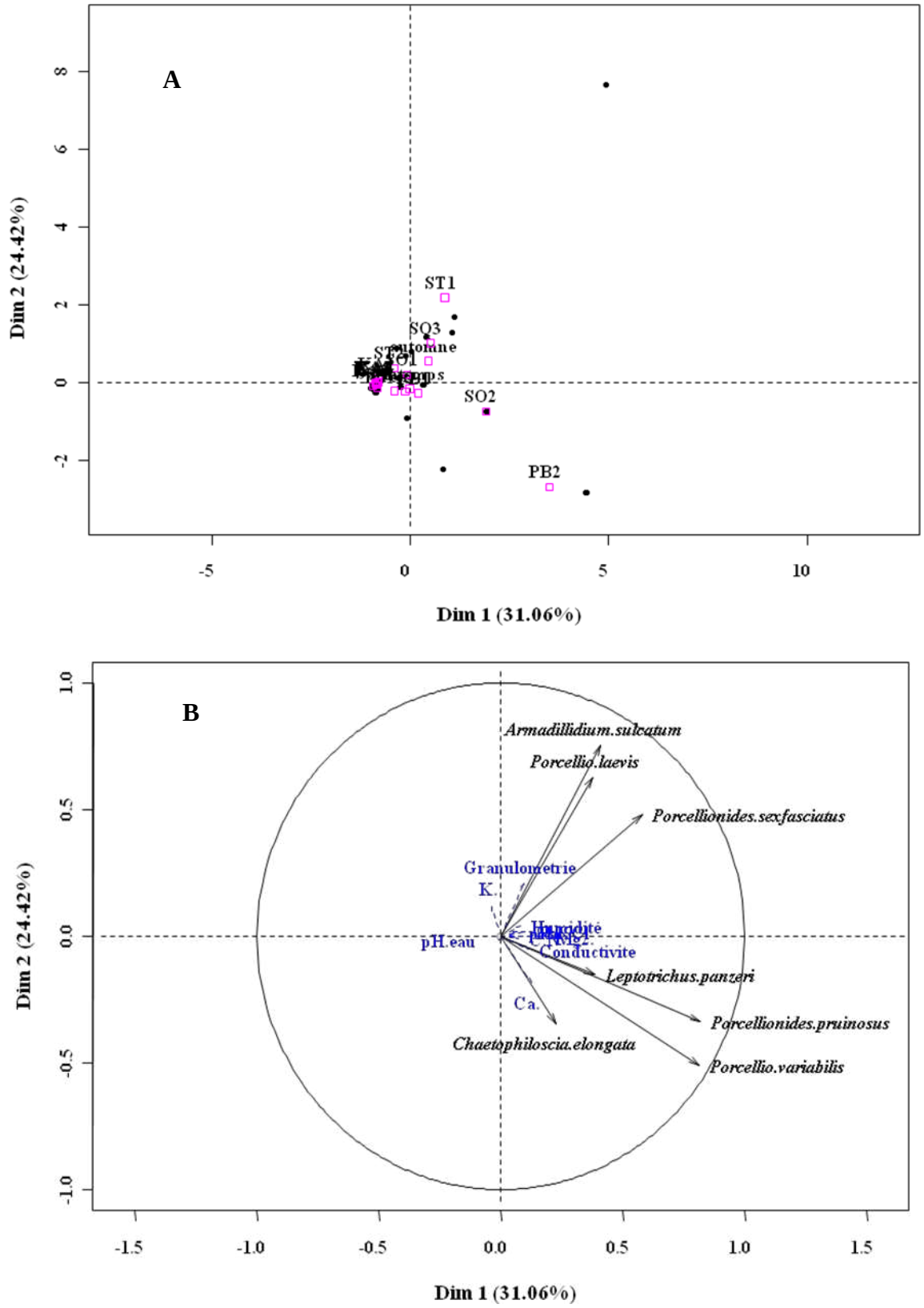


Figure 56 : Analyse en Composantes Principales (ACP) : A : figure individus et B : figure variables.

Dans cette analyse d'ACP, on retient les 2 premiers axes 2 puisqu'ils donnent plus d'information sur la corrélation entre espèces et qualité du sol. Les résultats de l'ACP sont résumés en deux graphiques : le premier (Fig. 56A) correspond aux individus (parcelles, saisons) et le second (Fig. 56B) aux espèces et aux facteurs du sol. La superposition des deux graphiques montre que sur l'axe 1 (31,06%), les espèces P. variabilis, Ps. pruinosus et Ps. sexfasciatus sont corrélées avec la conductivité, la teneur du sol en Mg^{2+} et Ca^{2+}. L'analyse de la distribution sur l'axe 2 (24,42%) révèle que les espèces P. laevis, Ps. sexfasciatus et Ar. sulcatum dépendent de la teneur du sol en K^{+} et de la granulométrie du sol. L'espèce C. elongata est négativement corrélée avec la teneur du sol en Ca^{2+}. La projection de la figure individus sur celle des variables montre que la parcelle PB2 est la responsable des variations sur l'axe 1 et la parcelle SO2 sur l'axe 2.

5.2 Résultats pour les sessions de piégeage réalisées en 2009 et 2010

5.2.1 Analyse granulométrique ou texture du sol

Les résultats de la granulométrie consignés dans le tableau 43 révèlent que plus de la moitié des parcelles ont un sol de type sableux (GEM1, UTQ1, UTQ2, UTQ3, UTQ4, KA'2 et KA'3). Les sols des parcelles GEM2, GEM3 et GEM4 du secteur Ghar El Melh sont de type sablo-limoneux. Seulement le sol de la parcelle KA'1 cultivée en courge et en céréales est de type sablo-argileux.

Tableau 43 : Résultats de l'analyse granulométrique (%) des sols étudiés, (Pour les noms des parcelles (cf. tableau 2), les valeurs 1 mm, 250µm, 63 µm et < 63µm correspondent aux diamètres des pores des tamis

	2mm	1mm	250µm	63µm	< 63µm	Texture du sol
GEM1		84,51		15,30	0,19	Sableux
GEM2		68,77		41,27	7,60	Sablo-limoneux
GEM3		57,44		35,93	6,62	Sablo-limoneux
GEM4		61,64		37,07	1,29	Sablo-limoneux
UTQ1		96,31		2,95	0,74	Sableux
UTQ2		90,40		3,04	6,56	Sableux
UTQ3		92,64		3,58	0,67	Sableux
UTQ4		93,55		4,57	1,88	Sableux
KA'1		85,45		12,21	2,35	Sableux
KA'2		89,93		8,19	1,88	Sableux
KA'3		71,62		16,18	12,20	Sablo-argileux

5.2.2 Acidité des sols

Quelle que soit la saison, des faibles différences de pH eau ont été signalées entre les parcelles (Tableau 44, 45, 46 et 47). En automne, le pH eau fluctue entre 7,85 à GEM3 et 8,75 à UTQ1 en automne, entre 7,33 à GEM3 et à UTQ2 en hiver, entre 7,38 à UTQ3 et 8,14 à UTQ4 au printemps et entre 7,56 à GEM4 et 8,16 à UTQ1 été.

Les valeurs du pH KCl sont plus faibles que celles du pH eau. En automne, elles varient de 7,42 (GEM3) à 8,03 (GEM1). En hiver, la valeur la plus faible du pH KCl a été observée dans le sol de la parcelle GEM2 (7,23), alors que celle la plus élevée a été enregistrée dans le sol de la parcelle GEM4 (7,58). Au printemps, le sol de la parcelle GEM4 se caractérise par un pH KCl faible (7,1), tandis que celui de la parcelle GEM2 a le pH KCl le plus important (7,78). En été, les valeurs du pH KCl fluctuent entre 7,14 dans la parcelle GEM4 et 7,62 dans la parcelle UTQ2.

L'étude des sols de la session de piégeage réalisée en 2009 et 2010 confirme que les sols dans la basse vallée Majerda sont alcalins.

5.2.3 Pourcentage d'humidité

Quelle que soit la saison, le pourcentage d'humidité du sol le plus faible a été enregistré dans la parcelle GEM1 (Tableau 44, 45, 46 et 47). En automne, le sol de la

parcelle UTQ3 est le plus humide (22,26%). En hiver, c'est la parcelle UTQ4 qui a le sol le plus humide (18,77%). Au printemps, le pourcentage d'humidité le plus important a été observé dans le sol de la parcelle UTQ2 (14,19%). En été, le sol de la parcelle GEM4 est le plus humide (15,51%).

5.2.4 Salinité

La conductivité du sol varie selon les saisons et les parcelles. En automne, en hiver et en été le sol de la parcelle de mil UTQ2 a la conductivité la plus importante (786, 661 et 724 µS/cm, respectivement). Le minimum de la conductivité (25 µS/cm) a été observé dans le sol de la parcelle GEM2 (pas de culture) et dans celui de la parcelle KA'3 (artichaut) en automne, dans celui de la parcelle GEM1 (pas de culture) en hiver (96 µS/cm) et en été (94 µS/cm) et de la parcelle du blé UTQ2 (188 µS/cm) au printemps.

Les tableaux, 44, 45, 46 et 47 montrent que les valeurs de la teneur du sol en Na^+ sont faibles et varient selon les saisons et les parcelles. La valeur la plus importante (1 mg/g) a été observée dans le sol de la parcelle GEM2 (côté lagune) en été. Quelle que soit la saison, le sol de la parcelle GEM1 (côté mer) a la teneur la plus faible en Na^+. Elle ne dépasse pas 0,01 mg/g (en hiver et en été).

5.2.5 Rapport C/N

Dans les parcelles de cette session de piégeage (2009 et 2010), une variation saisonnière de la teneur du sol en C/N a été observée. En effet, dans la plupart des parcelles, les valeurs de C/N sont égales à 0, ce qui correspond à une activité biologique importante. La valeur la plus élevée a été observée au printemps dans la parcelle KA'1 (85) (Tableau 44, 45, 46 et 46).

5.2.6 Teneur du sol en Ca^{2+}

Pour ces sessions de piégeage, on a analysé seulement la teneur du sol en Ca^{2+} (Tableau 44, 45, 46 et 47) puisqu'on a remarqué que seul ce paramètre varie en fonction des parcelles et des saisons. En automne, le sol de la parcelle de blé UTQ2 a la teneur la plus importante en Ca^{2+} (1,43 mg/g). En hiver et en été, la valeur la plus

élevée a été enregistrée dans le sol de la parcelle GEM2 (0,94 et 2,23 mg/g, respectivement). Au printemps, le maximum de Ca^{2+} a été enregistré dans la parcelle de KA'2. On remarque que, quelle que soit la saison et le type de culture, la parcelle GEM1 a toujours une teneur faible en Ca^{2+}.

Tableau 44 : Variation automnale des caractéristiques physicochimiques des sols étudiés, (Pour les noms des parcelles, cf. tableau 2)

	Humidité (%)	pH eau	pH KCl	Conductivité (µS/cm)	C/N	Na+ (mg/g)	Ca2+ (mg/g)
GEM1	6,87	8,2	8,03	166	0	0,00	0,03
GEM2	18,26	8,34	7,83	25	0	0,02	0,05
GEM3	16,26	7,85	7,42	605	0	0,01	0,00
GEM4	17,26	7,99	7,44	111	0	0,08	0,00
UTQ1	18,16	8,75	7,72	255	0	0,03	0,45
UTQ2	16,56	8,55	7,78	786	33,12	0,04	1,43
UTQ3	22,26	8,48	7,61	226	0	0,01	0,48
UTQ4	9,45	8,07	7,67	158	0	0,06	0,56
KA'1	17,22	8,55	7,67	235	0	0,02	0,03
KA'2	14,15	8,38	7,78	737	0	0,02	0,19
KA'3	16,26	8,46	7,6	25	0	0,02	0,47

Tableau 45 : Variation hivernale des caractéristiques physicochimiques des sols étudiés, (Pour les noms des parcelles, cf. tableau 2)

	Humidité (%)	pH eau	pH KCl	Conductivité (µS/cm)	C/N	Na+ (mg/g)	Ca2+ (mg/g)
GEM1	1,15	7,61	7,49	96	0	0,01	0,24
GEM2	11,71	7,34	7,23	338	0	0,04	0,94
GEM3	15,27	7,33	7,28	213	0	0,03	0,69
GEM4	13,76	7,79	7,59	210	71,2	0,04	0,47
UTQ1	15,47	8,02	7,46	314	0	0,19	0,48
UTQ2	15,04	8,04	7,44	661	0	0,05	0,16
UTQ3	13,41	7,81	7,38	176	0	0,03	0,27
UTQ4	18,77	7,86	7,6	404	23,5	0,14	0,32
KA'1	14,43	7,57	7,41	219	59,6	0,06	0,42
KA'2	7,42	7,84	7,44	294	0	0,09	0,25
KA'3	11,81	7,78	7,45	362	0	0,10	0,38

Tableau 46 : Variation printanière des caractéristiques physicochimiques des sols étudiés, (Pour les noms des parcelles, cf. tableau 2)

	Humidité (%)	pH eau	pH KCl	Conductivité (µS/cm)	C/N	Na+ (mg/g)	Ca2+ (mg/g)
GEM1	5,12	7,64	7,32	224	0	0,00	0,26
GEM2	9,51	8,01	7,78	266	0	0,07	0,44
GEM3	12,93	7,58	7,23	216	23,66	0,03	0,42
GEM4	14,07	7,47	7,1	330	0	0,05	0,45
UTQ1	9,76	7,81	7,42	254	0	0,05	0,35
UTQ2	14,19	8,12	7,55	188	0	0,03	0,35
UTQ3	12,93	7,38	7,04	391	0	0,06	0,48
UTQ4	10,76	8,14	7,56	195	0	0,05	0,34
KA'1	8,39	7,73	7,41	254	85	0,05	0,36
KA'2	7,82	7,78	7,36	233	0	0,03	1,17
KA'3	8,53	7,95	7,45	352	0	0,13	0,54

Tableau 47 : Variation estivale des caractéristiques physicochimiques des sols étudiés, (Pour les noms des parcelles, cf. tableau 2)

	Humidité (%)	pH eau	pH KCl	Conductivité (µS/cm)	C/N	Na+ (mg/g)	Ca2+ (mg/g)
GEM1	4,26	8,17	7,47	94	0	0,01	0,26
GEM2	11,00	7,72	7,52	241	0	1,00	2,23
GEM3	14,51	7,61	7,33	417	0	0,06	0,63
GEM4	15,51	7,56	7,14	296	0	0,10	0,37
UTQ1	7,75	8,16	7,3	316	0	0,07	0,56
UTQ2	9,19	8,08	7,62	724	35,14	0,14	0,36
UTQ3	7,26	7,92	7,37	270	0	0,04	0,39
UTQ4	5,26	8,03	7,44	224	0	0,06	0,75
KA'1	6,26	7,97	7,44	245	18,13	0,11	0,35
KA'2	5,95	7,83	7,48	562	16,41	0,12	0,36
KA'3	6,69	7,9	7,47	388	47,57	0,05	0,28

5.2.7 Analyse en composantes principales (ACP) corrélant espèces et caractéristiques physico-chimiques du sol

Les résultats de l'ACP sont illustrés dans les deux graphiques de la figure 57A et B.

La superposition des deux graphiques montre que sur l'axe 1 (20,56%), les espèces P. laevis et Ps. pruinosus sont corrélées avec la granulométrie et l'humidité du sol. L'analyse de la distribution sur l'axe 2 (18,78%) révèle que les espèces P. laevis, Ag. lentus et Ar. album dépendent de la teneur du sol en Na^{+} et en Ca^{2+}. La projection de la figure individus sur celle des variables montre que la parcelle KA'3 est la responsable des variations sur l'axe 1 et la parcelle GEM1 sur l'axe 2.

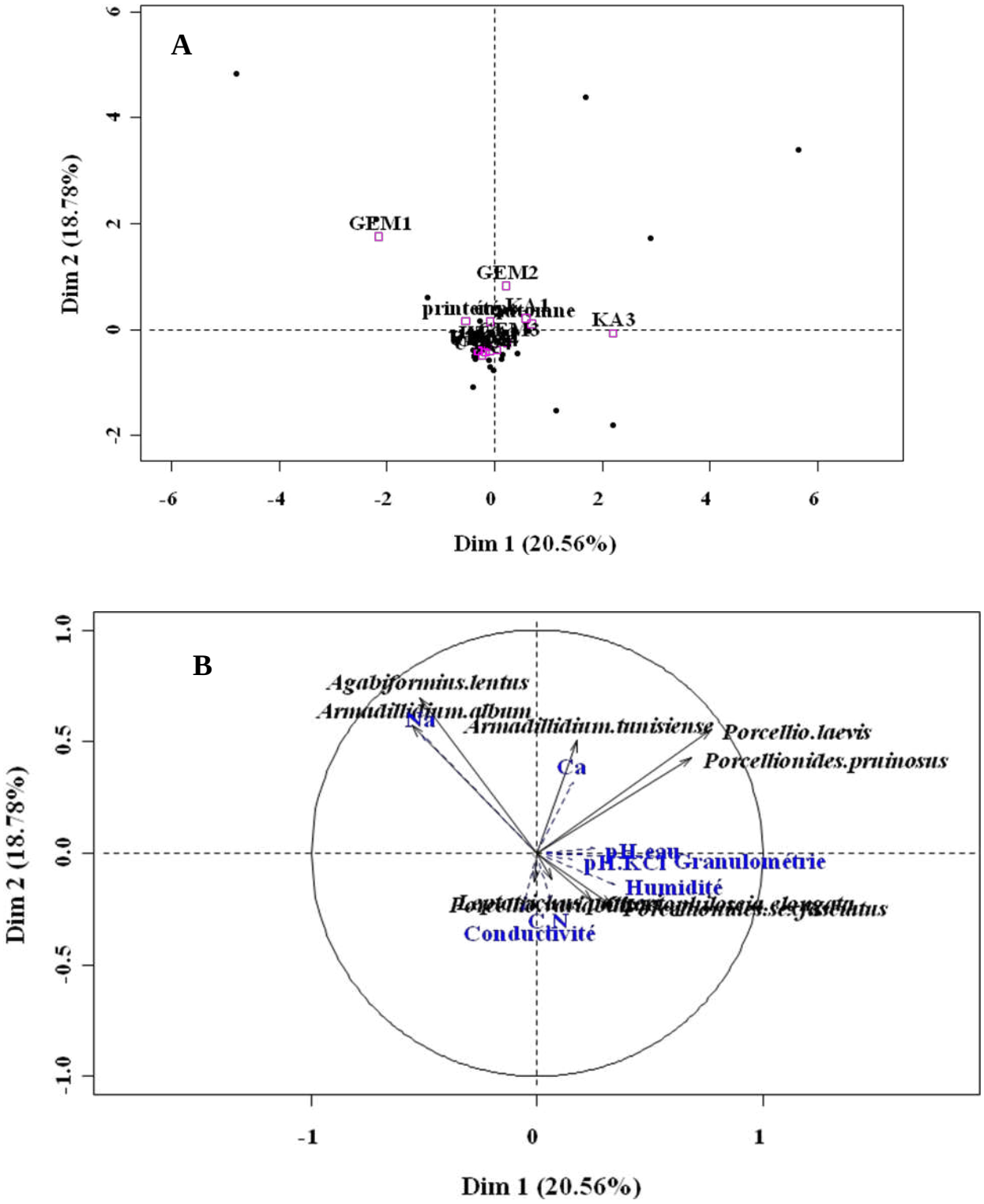


Figure 57 : Analyse en Composantes Principales (ACP) : A : figure individus et B : figure variables.

Discussion et conclusions générales

La présente étude a permis d'identifier 19 taxons (18 font partie de la macrofaune et un seul de la mésofaune (Acariens)) dans l'agroécosystème de la basse vallée Majerda. En général, la diversité de la faune du sol est plus importante dans des sites naturels que dans les agroécosystèmes (Brown et al., 1996). Des études récentes de Muchane et al. (2012) montrent que la diversité de la macrofaune dans les terres agricoles est moins importante que dans les prairies et les forêts. Une variation saisonnière de l'effectif total et moyen des taxons est observée. Le plus grand nombre d'individus a été observé en été et le plus faible en hiver. Cette variation peut être reliée aux variations des facteurs environnementaux. Durant 3 saisons d'étude, l'activité-densité moyenne de la faune piégée est maximale dans la parcelle de luzerne (culture fourragère) et minimale dans les parcelles d'artichauts (culture maraîchère). La parcelle de luzerne est irriguée par le mode aspersion et ne subit ni un travail continu du sol, ni des traitements phytosanitaires. Le sol de cette parcelle constitue donc un habitat propice pour la macrofaune. L'abondance et la composition de la faune du sol varient en fonction des pratiques agricoles envisagées (Warren et al., 1987 ; Lavelle et al., 1994). La diminution de l'intensité du travail du sol favorise en général le développement de la macrofaune (Vian, 2009). La perturbation physique du sol limite le développement des populations de certains arthropodes tels que les carabes et les araignées et agit sur leur diversité et leur composition spécifique (Hendrix et al., 1992; Berry et Karlen, 1993; Beare, 1995). Le travail traditionnel (simple labour par des moyens traditionnels) du sol favorise la diversité de la faune que celui conventionnel (labour intensif par des grandes machines) (Kladivko, 2001). House et Parmelee (1985) ont démontré que la densité des arthropodes est plus importante dans les parcelles non labourées que dans les parcelles soumises à un travail conventionnel. Des résultats similaires, obtenus par Loranger et al. (1998), montrent que la faune du sol, en particulier les arthropodes sont moins abondantes dans les cultures maraîchères. Dans ce type de culture, l'utilisation intense des pesticides et le travail du sol provoquent la compaction du sol et la destruction de plusieurs microhabitats (litière) de plusieurs groupes. L'étude de la richesse taxonomique dans les parcelles des sessions de piégeage réalisées en 2008 et 2009

révèle que le nombre des taxons est plus important dans la parcelle d'oliveraie de Sidi Othman que dans le reste des parcelles. Dans cette parcelle, les taxons trouvés sont dominés par les Hyménoptères qui sont constitués en grande partie par les Formicidae. Ces résultats confirment ceux trouvés par Morris et Compos (1999) et par Santos et al., (2007) qui ont démontré que les vergers d'oliveraie se caractérisent par une richesse taxonomique importante et que le groupe des Formicidae est le plus dominant. La diversité taxonomique et l'équitabilité sont plus importantes dans les arboricultures que dans les cultures maraîchères. Ceci peut être relié aux modes de gestion envisagés dans les 2 types de culture. En effet, dans les parcelles en cultures maraîchères, l'activité agricole est plus importante que dans les arboricultures. Elle consiste au travail du sol (simple labour de part et d'autres des plantes d'artichaut), au désherbage des mauvaises herbes et à l'utilisation des engrais et des fertilisants minéraux dans les parcelles de cultures maraîchères (cas de la culture d'artichaut). Généralement, les modes de gestion agricoles précités affectent l'abondance et la diversité des arthropodes (Dangerfield, 1993; Beare et al., 1997 ; Ayuke, 2000 ; Perner et al., 2003). Ces facteurs ont un effet négatif sur les populations des arthropodes dans l'agroécosystème (Volk et al, 1993; Tischler, 1995; Cagnolo et al,. 2002). Le désherbage provoque une altération de la structure et de la richesse du couvert végétal entraînant une diminution du nombre des habitats favorables à la macrofaune (cas des arthropodes) et par conséquent une altération de leur diversité (Borges and Brown 2001, Kruess et Tscharntke 2002, Brose 2003). La richesse végétale est positivement corrélée avec la densité et la diversité des arthropodes (Hopper et al., 2000 ;Drechsler et Settele, 2001 ; Wilby et al., 2006). Sadej et al. (2012) ont démontré que l'utilisation des fertilisants dans les agroécosystèmes affectent la composition communautaire de la macrofaune. On cite l'exemple des carabidae dont leur abondance et leur richesse spécifique diminuent suite à l'utilisation des fertilisants (Luff et Rushton, 1989; Rushton et al., 1989).

Sur le plan temporel, la macrofaune de l'agroécosystème Majerda a subi des fluctuations interannuelles dans toutes les parcelles étudiées. Quelle que soit l'année d'étude et la parcelle, les Hyménoptères ont l'effectif le plus important. Ils

représentent le groupe le plus abondant dans les agroécosystèmes (Bautista et al., 2009). Dans notre étude, ainsi que dans la plupart des études en agroécosystème (Santos et al., 2007), les Coléoptères, les Araignées et les Isopodes ont des effectifs aussi importants, alors que les autres taxons ont des effectifs faibles.

Pour les Oniscoïdes, dans les agroécosystèmes Majerda et comparé à d'autres habitats naturels, un nombre important d'Isopodes terrestres (11 espèces) a été collecté. Récemment, Achouri et al. (2008a) ont collecté 12 espèces d'Oniscoïdes dans les habitats naturels et non cultivés de la zone de Berkoukech (Kroumirie) située au nord-ouest de la Tunisie. Dans une étude similaire de Hamaïed-Melki et al. (2011), 11 espèces d'Oniscoïdes ont été recensées dans la zone de Wadi Moula-Bouterfess (Kroumirie). Néanmoins, les différences de richesse en espèces entre les zones cultivées et celles du milieu naturel sont principalement attribuées au fait que les Isopodes sont sensibles aux changements de la qualité de l'habitat (mode d'irrigation, rotation de la culture) causés par les activités agricoles. En comparaison avec des études antérieures sur la diversité des Isopodes terrestres dans les zones cultivées de quelques régions du monde, la richesse spécifique est modérément élevée dans la basse vallée de la Majerda. En effet, 3 espèces ont été collectées dans un champ cultivé dans les Pays-Bas (Paoletti et Hassall, 1999), 7 espèces dans les prairies du Poitou-Charentes (France) (Souty-Grosset et al., 2005a) et 13 espèces dans des parcelles de maïs dans le nord-est de l'Italie (Paoletti et Hassall, 1999). Dans notre étude, les espèces les plus rencontrées sont P. laevis et P. variabilis. L'espèce P. laevis a été rencontrée dans toutes les cultures et dans tous les secteurs. L'espèce P. variabilis est présente dans les arboricultures de Kalaat El Andalouss et Sidi Othman et dans les cultures fourragères du Pont de Bizerte. Ces espèces ont été déjà qualifiées par Medini et Charfi-Cheikhrouha (1998) et Medini-Bouaziz (2002) comme espèces cosmopolites en Tunisie (du nord au sud), colonisant différents types d'habitats. Dans des milieux naturels au nord de la Tunisie, P. variabilis est l'espèce la plus abondante, alors que P. laevis est absente (Achouri et al., 2008a; Hamaïed-Melki et al., 2011). P. sexfasciatus et Ps. pruinosus sont moins fréquentes que les précédentes. Ps. sexfasciatus a été signalée dans toutes les parcelles, à l'exception des vergers de

pommiers et de poiriers de Sidi Othman. Comparé aux résultats obtenus dans le milieu naturel en Tunisie, Ps. sexfasciatus est abondante dans les prairies endommagées par le pâturage (Achouri et al, 2008a ; Hamaïed-Melki et al., 2011). L'espèce Ps. pruinosus a été observée dans les arboricultures, les cultures fourragères et les cultures maraîchères. Elle occupe donc divers types de parcelles soumis à différents modes de gestion. Généralement, cette espèce se trouve inféodée aux habitats soumis à l'action anthropique (Ferenti, 2013) et dans les composts (Achouri et al., 2008a). Elle se caractérise par sa capacité d'adaptation à différentes conditions qui règnent dans son habitat (Vandel, 1962). La présence et l'abondance de L. panzeri varie en fonction des saisons. En général, cette espèce est considérée comme sporadique ou accidentelle dans l'agroécosystème de la basse vallée Majerda. Elle a été signalée dans les arboricultures de Sidi Othman, les cultures fourragères du Pont de Bizerte et les cultures maraîchères de Ghar El Melh. L'espèce Ag. lentus a été piégée dans la culture de pomme de terre à Ghar El Melh et dans une parcelle en fin de la culture de blé à Utique. Une étude similaire réalisée dans les agroécosystèmes (oasis) au sud de la Tunisie a montré que ces deux espèces sont, par contre, abondantes dans les oasis (Fraj, 2008). Ceci confirme bien les résultats de Vandel (1962) qui considère que ces espèces sont bien adaptées aux zones chaudes et aux milieux désertiques. Quelle que soit la saison, Ar. sulcatum et C. elongata sont présentes avec des effectifs faibles et sont dites sporadique et accidentelle, respectivement. C. elongata est une espèce inféodée aux cultures fourragères et maraîchères. Cette espèce peut être sensible aux activités agricoles puisqu'une étude réalisée dans les zones naturelles en Tunisie a révélé que cette espèce occupe plusieurs types d'habitats avec des effectifs aussi importants surtout dans les forêts de pins (Hamaïed-Melki et al., 2011). L'espèce Ar. sulcatum est présente seulement dans la parcelle d'artichauts de Sidi Othman et celle de luzerne de Sidi Thabet. Cette espèce est capable de s'adapter aux conditions perturbées de l'habitat (ex : activité agricole) (Hamaïed-Melki et al., 2011). Les espèces Ar. album et Ar. tunisiense ont été collectées avec des faibles effectifs. Ar. album a été piégé dans la parcelle située du côté de la mer de Ghar El Melh. Cette espèce halophile (Vandel, 1962) est inféodée au milieu supralittoral (Vader et wolf,

1988). Ar. tunisiense a été trouvé dans la parcelle GEM2 située au bord de la lagune de Ghar El Melh. Elle a été collectée une seule fois dans les parcelles GEM4 et KA3. Ces 3 espèces préfèrent les sols avec une humidité importante. Ce facteur est primordial dans la distribution des espèces du genre Armadillidium (Hamaïed-Melki, 2008). L'espèce Armadillo officinalis n'a pas été trouvée dans les pièges. La méthode de pot piège nécessite une méthode complémentaire pour identifier les espèces à faible mobilité (Sfenthourakis, 2008). Elle a été collectée lors de la recherche à la main (dans la parcelle du côté de la lagune Ghar El Melh), ce qui a permis de compléter la liste des Oniscoïdes présents dans l'agroécosystème de la basse vallée Majerda. Cette espèce a été également représentée par un faible effectif dans les oasis du sud de la Tunisie (Fraj, 2008). Ces deux résultats confirment bien que cette espèce, à large répartition dans les régions méditerranéennes (Warburg, 1984), préfère les milieux forestiers et naturels, en absence d'activités agricoles (Hornung et Warburg, 1995).

L'étude de la variation saisonnière de l'activité-densité et de la richesse spécifique par piège a montré que les effectifs et les richesses spécifiques les plus importants ont été enregistrés dans les cultures fourragères dans les secteurs Pont de Bizerte et Sidi Thabet. Peu d'Oniscoïdes ont été collectés dans les arboricultures et les cultures maraîchères dans les autres secteurs. Ceci pourrait être expliqué par l'utilisation limitée des traitements chimiques, du travail du sol et du mode d'irrigation par aspersion utilisé dans les cultures fourragères (Fraj et al., 2010, Fraj-Lagha et al., 2013). Comme c'est déjà avancé dans la partie faune du sol, l'activité agricole quotidienne dans les cultures maraîchères provoque une simplification du couvert végétal et la destruction des microhabitats des Oniscoïdes. Ceci s'accompagne par une diminution des ressources trophiques (Zimmer, 2002 ; Sfenthourakis et al., 2005) et par conséquent une diminution de l'abondance et de la richesse de la faune du sol (Mauraun et al., 2003). Il a été démontré que le système d'irrigation a un effet sur les macro décomposeurs y compris les Diplopodes et les Isopodes (Moron-Rios et al., 2010). L'influence du mode d'irrigation a été étudiée dans les oasis au sud de la Tunisie (Fraj, 2008). Les résultats montrent que le mode d'irrigation traditionnel (surface) est plus favorable aux Onsicoïdes que le mode moderne (écoulement de l'eau

dans des canaux). Les différences en termes de richesse et de diversité spécifique en relation avec le système d'irrigation pourraient être expliquées par le fait que par le mode d'irrigation de surface et de goutte à goutte, le sol garde une humidité qui dépasse l'optimum indispensable à la survie des Oniscoïdes. De plus la diversité des Oniscoïdes est plus importante dans les parcelles irriguées par les eaux usées traitées (Pont de Bizerte) que dans celles irriguées par aspersion avec l'eau non usée (Sidi Thabet).

Dans cette étude, des variations interannuelles de l'activité-densité, de la richesse et de la diversité spécifique des Isopodes terrestres ont été observées. Ces variations pourraient être reliées aux changements des facteurs du milieu environnant dûs aux changements climatiques (Hassall et al., 2010).

La distribution des Oniscoïdes est influencée par d'autres facteurs comme principalement la nature du microhabitat, le type et la structure du sol (Souty-Grosset et al., 2005a). Selon nos analyses, le sol de la basse vallée de la Majerda est de type alcalin et la distribution des Isopodes terrestres est variable en fonction des paramètres physico-chimiques du sol. Dans les parcelles où les sessions de piégeage ont été réalisées en 2008 et 2009, les espèces P. variabilis, Ps. pruinosus et Ps. sexfasciatus sont corrélées avec la conductivité, la teneur du sol en Mg^{2+} et Ca^{2+} alors que les espèces P. laevis, Ps. sexfasciatus et Ar. sulcatum dépendent de la teneur du sol en K^{+} et de la granulométrie du sol. La parcelle de culture fourragère irriguée par aspersion et eau usée PB2 contribue le plus aux variations sur l'axe 1 et la parcelle d'oliveraie irriguée par le mode de surface (SO2) aux celles sur l'axe 2. Pour les sessions de piégeage réalisées en 2009 et 2010, les espèces P. laevis et Ps. pruinosus sont corrélées avec la granulométrie et l'humidité du sol. Sur le second axe, P. laevis, Ag. lentus et Ar. album dépendent de la teneur du sol en Na^{+} et en Ca^{2+}. Zimmer et al. (2002) montrent qu'en raison de leur exosquelette, les Oniscoïdes ont besoin d'une concentration importante en Ca^{2+} dans le sol. En Tunisie, une étude de la biodiversité des Oniscoïdes dans la zone supralittorale de Ghar El Melh ne montre pas de corrélation entre les Oniscoïdes et la teneur du sol en Ca^{2+} (Khemaissia et al., 2012).

Comme perspective de ce travail, il serait intéressant d'élargir l'étude de l'isopodofaune à tous les domaines agricoles de la Tunisie et de comparer la biodiversité dans agroécosystèmes en focalisant sur la variation de la biodiversité en fonction des types de cultures pratiquées, des modes d'irrigation et surtout des traitements phytosanitaires utilisés. Il est également intéressant d'étudier la biodiversité dans des parcelles biologiques afin de préciser les espèces les plus sensibles aux pratiques culturales. Aussi de travailler sur des parcelles expérimentales pour déterminer le degré de tolérance des espèces aux intrants chimiques utilisés dans les agroécosystèmes. Il est aussi intéressant d'étudier la diversité des Oniscoïdes dans les parcelles d'oliveraie en Tunisie du nord au sud du fait de l'importance de cette culture dans l'économie du pays. Des agriculteurs sur le site de la basse vallée présument que les Oniscoïdes sont des ravageurs de l'agriculture surtout en culture maraîchère, pour cette raison, une étude sur cet aspect serait donc intéressante pour voir s'il y a des espèces nuisibles aux cultures. Il serait intéressant d'étudier la biologie de la reproduction des espèces d'Oniscoïdes dans différent types de culture en présence et en absence des fertilisants.

Références bibliographiques

A

Achouri M.S., S. Hamaied, F. Charfi-Cheikhrouha, 2008a. Diversity of terrestrial isopoda in the Berkoukech area, Kroumirie, Tunisia. Crustaceana, 81 : 917 - 929.

Achouri M.S., L. Medini-Bouaziz, S. Hamaied, F. Charfi-Cheikhrouha, 2008b. Diversity of terrestrial isopods at the Oued Laou region (Northeast of Morocco): preliminary results. In A. Bayed & M. Ater (eds). Du bassin versant vers la mer : Analyse multidisciplinaire pour une gestion durable. *Travaux de l'Institut* Scientifique, Rabat, Série générale, 5 : 75 - 79.

Ayuke F.O., 2000. Diversity, abundance and function of soil invertebrate fauna in relation to quality of organic residues. Thèse de doctorat, Université de Moi, Eldoret, Kenya.

B

Bautista F., C. Díaz-Castelazo, M. García-Robles, 2009. Changes in soil macrafauna in agroecosystems derived from low deciduous tropical forest on Karastic zones. Tropical and Subtropical Agroecosystems, 10: 185 - 197.

Beare M.H., 1995. Fungal and bacterial pathways of organic matter decomposition and nitrogen mineralization in arable soils. In: Brussaard L. et Ferreia-Cerrato R. (ed), Soil Ecology Biota in Sustainable Agriculture. CRC/Lewis Publishers, Boca Raton, New York, 37 - 70.

Beare M.H., M.V. Reddy, G. Tian, S.C. Scrivasta, 1997. Agricultural intensification, soil biodiversity and agroecosystem function in the tropics: the role of decomposer biota. Applied soil biology, 6: 87-108.

Berg M.P., E.T. Kiers, G. Driessen, M. Van der Heijden, B.W. Kooi, F. Kuenen, M. Liefting, H.A. Verhoef, J. Ellers, 2010. Adapt or disperse: understanding species persistence in a changing world. Global Change Biology, 16 : 587 - 598.

Berry E.C., D.L. Karlen, 1993. Comparison of altemative farming systems. II. Earthworm population density and species diversity. Americain Journal of Agricutural, 8: 21 - 26.

Borges P. A., V. Brown, 2001. Phytophagous insects and web-building spiders in relation to pasture vegetation complexity. Ecography, 24: 68 - 82.

Briar S.S., P.S. Grewal, N. Somasekhar, D. Stinner, S.A. Miller, 2007. Soil nematode community, organic matter, microbial biomass and nitrogen dynamics in field plots transitioning from conventional to organic management. Applied Soil Ecology, 37: 256 - 266.

Brose U., 2003. Bottom-up control of carabid beetle communities in early successional wetlands: mediated by vegetation structure or plant diversity? Oecologia, 135: 407 - 413.

Brown, G.G., A.G. Moreno, P. Lavelle, 1996. Soil macrofauna under different Agricultural Systems and native vegetation in four countries of East Africa. Biological Management of Soil Fertility in Small-Scale Farming Systems in Tropical Africa, 2nd Annual report.

Burel F., E. Garnier, 2008. Les effets de l'agriculture sur la biodiversité in Agriculture et biodiversité Valoriser les synergies. Expertise scientifique collective INRA.

C

Cagnolo L., S. I. Molina, G. R. Valladares, 2002. Diversity and guild structure of insect assemblages under grazing and exclusion regimes in a montane grassland from central Argentina. Biodiversity Conservation, 11: 407 - 420.

Chabchoub M.A., 2011. Evaluation des systèmes de production méditerranéens dans un contexte de changement climatique. Cas de la basse vallée Majerda en Tunisie. Master en sciences du CIHEAM. Institut agronomique méditerranéen de Montpellier.

Chamberlain D.E., R.J. Fuller, R.G.H. Bunce, J.C. Duckworth, M. Shrubb, 2000. Changes in the abundance of farmland birds in relation to the timing of agricultural intensification in England and Wales. Journal of Applied Ecology, 37: 771 - 788.

Chauvet M., L. Olivier, 1993. La biodiversité, enjeu planétaire. Préserver notre patrimoine génétique. Paris, Le Sang de la Terre.

Chiverton P.A., N.W. Sotherton, 1991. The effects on beneficial arthropods of the exclusion of herbicides from cereal crop edges. Journal of Applied Ecology, 28, 1027 - 1039.

Clarke K.R., R.N. Gorley, 2003. Primer 5 (Plymouth Routines in Multivariate Ecological Research). Plymouth Marine Laboratory, Plymouth, United Kingdom.

Clergué B., B. Amiaud, F. Pervanchon, F. Lasserre-Joulin, S. Plantureux, 2005. Biodiversity: function and assessment in agricultural areas. Agronomy for Sustainable Development, 25 : 1-15.

D

Dangerfield J.M., 1993. Characterization of soil fauna communities. In: Rao, M.R. and Scholes, R.J. (eds), Report on Characterization of an Experimental Field in KARI Farm, Muguga, Kenya. ICRAF, Nairobi, Kenya, 51 - 67.

David J.F., I.T. Handa, 2010. The ecology of saprophagous macroarthropods (millipedes, woodlice) in the context of global change. Biological Reviews, 85: 881 - 895.

Decaëns T., J.J.C. Jiménez-Gioia, G.J. Measey, P. Lavelle, 2006. The values of soil animals for conservation biology. European Journal of Soil Biology, 42 : 23 - 38.

De Snoo G.R., 1997. Arable flora in sprayed and unsprayed crop edges. Agriculture, Ecosystems and Environment, 66 : 223 - 230.

Diekoetter T., S. Wamser, V. Wolters, K. Birkhofer, 2010. Landscape and management effects on structure and function of soil arthropods communities in winter wheat. Agriculture, Ecosystems and Environment, 137: 108 - 112.

Diwo Allain S., A. Bout, 2004. Impact des aménagements paysagers et des techniques culturales sur les carabes, auxiliaires de culture. CRITT INNOPHYT.

Drechsler M., J. Settele, 2001. Predator-prey interactions in rice ecosystems: effects of guild composition, trophic relationships, and land use changes—a model study exemplified for Philippine rice terraces. Ecological Model 137 : 135 - 59.

F

Faberi A.J., A.N. Lopez, N.L. Clemente, P.L. Manetti, 2011. Importance of diet in the growth, survivorship and reproduction of the no-tillage pest Armadillidium vulgare (Crustacea: Isopoda). Revista Chilena de Historia Natural, 84: 407 - 417.

F.A.O, 2005. The state of food and agriculture. Agricultural trade and povrety. Can trade work for the poor. Food and Agriculture Organization of the United Nations. Rome.

Ferenti S., 2013. Terrestrial isopods (Crustacea, Isopoda) from north-western Romania: Faunistic and ecological research. Résumé d'une thèse de doctorat. Faculty of biology and geology.

Fraj M., 2008. Biodiversité des isopodes terrestres dans la region de Kébili. Éco-éthologie de Porcellio albinus (Crustacea, Isopoda). Master, Université de Tunis El Manar.

Fraj. M., F. Charfi-Cheikrouha, C. Souty-Grosset, 2010. Terrestrial isopods diversity related to irrigation and agricultural practices in North-East of Tunisia. Anadolu Journal of Agricultural Sciences, 25 : 217 - 223.

Fraj-Lagha. M, Freyssinel. G, Raimond. R, Charfi-Cheikrouha. F, Souty-Grosset. C, 2013. Isopods biodiversity in Majerda Agroecosystems (Tunisia). Revue Écologie. (Terre Vie), 67 : 1-13.

G

Gobat J.M., M. Aragno, W. Matthey, 2010. Le sol vivant : bases de pédologie, biologie des sols. Presses Polytechniques et Universitaires Romandes, Lausanne.

Greene G. L., P, Gilna, M. Waterfield, A. Baker, Y. Hort, J. Shine, 1986. Sequence and expression of human estrogen receptor complementary DNA. Science, 4 : 231 - 1150.

H

Hamaied-Melki S., 2008. Systématique, répartition géographique et éco-biologie du genre Armadillidium (Brandt, 1833) en Tunisie. Thèse de doctorat, Faculté des Sciences de Tunis, Université Tunis El Manar, Tunis.

Hamaied-Melki S., M.S. Achouri, O. El Aroui, D. Bohli, F. Charfi-Cheikhrouha, 2011. Terrestrial isopod diversity in the wadi Moula-Bouterfess catchment area (Kroumirie, North-West of Tunisia). African Journal of Ecology, 49 : 31 - 39.

Hassall M., 1996. Spatial variation in favorability of a grass heath as a habitat for woodlice (Isopoda: Oniscidea). Pedobiologia, 40 : 514 - 528

Hassall M., D.P. Edwards, R. Carmenta, M.A. Derhé, A. Moss, 2010. Predicting the effect of climate change on aggregation behaviour in four species of terrestrial isopods. Behaviour, 147 : 151 - 164.

Hendrix P.F., B.R. Mueller, R.R. Bruce, G.W. Langdale, R.W. Parmelee, 1992. Abundance and distribution of earthworms in relation to landscape factors in the Georgia Piedmont, USA. Soil Biology. Biochemstry, 24 1357 - 1361

Hilty J., A. Merenlender, 2000. Faunal indicator taxa selection for monitoring ecosystem health. Biological Conservation, 92 **:** 185 - 197.

Hooper D.U., D.E. Bignell, V.K. Brown, L. Brussaard, J.M. Dangerfield, D.H. Wall, D.A. Wardle, D.C. Coleman, K.E. Giller, P. Lavelle, W.H. Van der Putten, P.C. De Ruiter, J. Rusek, W.L. Silver, J.M. Tiedje, V. Wolters, 2000. Interactions between aboveground and belowground biodiversity in terrestrial ecosystems: Patterns, mechanisms, and feedbacks. Bioscience,50 : 1049 - 1061.

Hornung E., M.R. Warburg, 1995. Seasonal changes in the distribution and abundance of isopod species in different habitats within the Mediterranean region of northern Israel. Acta Oecologica, 16 : 431 - 445.

House G.J., R.W. Parmele, 1985. Comparison of soil arthropods and earthworms from conventional, and no-tillage agroecosystems. Soil and Tillage Research 5: 351 - 360.

Husson Fr., S. Lê, J. Pagès, 2009. Analyse de données avec R, Presses Universitaires de Rennes.

J

Jacob J., S. Halle, 2001. The importance of land management for population parameters and spatial behaviour in common voles (Microtus arvalis) in Advances in vertebrate pest management II (ed H.J. Peltz, D.P. Cowan), Finlander Fuerth.

Jonssona M., D.S. Wrattena, A.D. Landis, M.G. Gurr, 2008. Recent advances in conservation biological control of arthropods by arthropods. Biological Control 45 : 172 - 175.

Juchault P., J.P. Mocquard, S. Kouigan., 1985. Étude expérimentale de l'influence des facteurs externes (température et photopériode) sur le cycle de reproduction du crustacé Oniscoïde Porcellionides pruinosus (Brandt) provenant de populations, africaine (Togo) et européenne (France). Crustaceana, 58 : 307 - 315.

K

Khemaissia H., R. Jelassi, C. Souty-Grosset, K. Nasri-Ammar, 2012. Diversity of terrestrial isopods in the supralittoral zone of Ghar El Melh lagoon (Tunisia). African Journal of Ecology, 1 - 10.

Kladivko E.J., 2001. Tillage systems and soil ecology. Soil and Tillage Research, 61: 61 - 76.

Kruess A., T. Tscharntke, 2002. Contrasting responses of plant and insect diversity to variation in grazing intensity. Biological Conservation, 106 : 293 - 302.

L

Lavelle P., C. Gilot, C. Fragoso, B. Pashanasi, 1994. Soil fauna and sustainable land use in the humid tropics. In: Greenland, G.A. and Szalbolcs, I. (eds), Soil Resilience and Sustainable Land use . CAB International, Wallingford 18: 291 - 307.

Lefeuvre J.C., 1992. Biodiversité et territoires agricoles. in Économie rurale. N°208-209, 1992. L'agriculture et la gestion des ressources renouvelables. Session des 29 et 30 Mai 1991, organisée par Maryvonne Bodiguel (CNRS) avec la collaboration de Michel Griffon (CIRAD) et Pierre Muller (CRA-FNSP), 79 - 84.

Le Gen M., 2001. La boîte à moustaches de TUKEY un outil pour initier à la Statistique. Statistiquement Votre - SFDS, 4 : 1 - 3.

Loranger G., J.F. Ponge, E. Blanchart, P. Lavelle, 1998. Influence of agricultural practices on arthropods communities in a vertisol (Martinique). European Journal of Soil Biology, 34: 157 - 165.

Luff M.L., S.P. Rushton, 1989. The ground beetle and spider fauna of managed and unimproved upland pasture. Agriculture Ecosystems and Environment, 25 : 195 - 205.

M

Maraun M., J.A. Salamon, K. Schneider, M. Schaefer, S. Scheu, 2003. Oribatid mite and collembolan diversity, density and community structure in a moder beech forest (Fagus sylvatica): effects of mechanical perturbations. Soil Biology Biochemestry, 35 : 1387 - 1394.

Medini L., F. Charfi-Cheikhrouha, 1998. Redescription et répartition géographique de Porcellio variabilis Lucas, 1846 (Isopode, Oniscoïde) en Tunisie. Crustaceana, 71 : 833 - 844.

Medini-Bouaziz L., 2002. Systématique, biologie et biogéographie du genre Porcellio en Tunisie (Crustacés, Isopodes Oniscidea). Thèse de doctorat. Faculté des Sciences de Tunis, Université de Tunis El Manar, Tunis.

Meyer W.B., B.L. Turner II, 1994. Changes in Land Use and Land Cover: A Global Perspective. Cambridge University Press, New York.

Moron-Rios A., M.A. Rodriguez, L. Perez-Camacho, S. Rebollo, 2010. Effects of seasonal grazing and precipitation regime on the soil macroinvertebrates of a Mediterranean old-field. European Journal of Soil Biology, 46 : 91 - 96.

Morris T., M. Campos, 1999. Predatory insects in olive-grove soil. Zoologica Baetica, 10 : 149 - 160.

Muchan M.N., D. Karanja, G.M. Wambugu, J.M. Mutahi, C. Mugoya, M. Muchai, 2012. Land use practices and their implications on soil macro-fauna in Maasai Mara ecosystem. International Journal of Biodiversity and Conservation, 4: 500 - 514.

O

Oates M.R., 1995. Butterfly conservation within the management of grassland habitats. In Ecology and conservation of butterflies (Ed. by A.S. Pullin), Chapman et Hall. London, 98-112.

P

P.A.N Africa., 2006. Pesticides et pauvreté. Rapport narratif de l'atelier d'évaluation à mi-parcours du projet.

P.A.N Europe., 2010. Les pesticides et la perte de biodiversité. Comment l'usage intensif des pesticides affecte la faune et la flore sauvage et la diversité des espèces ?

Paoletti M.G., 1987. Terrestrial isopods in the agroecosystems of the low-lying plain in North-eastern Italy. In Striganova, B.R. (ed), Soil Fauna and Soil Fertility. Proc. 9th. Int. Coll. Soil Zoology, Moscow Nauka, 423 - 426.

Paoletti M.G., 1988. Soil invertebrates in cultivated and uncultivated soils in north-east Italy. Redia, 71, 501 - 563.

Paoletti M.G., M. Bressan, 1996. Soil invertebrates as bioindicators of human disturbance. Critical Reviews Plant Sciences, 15: 21 - 62.

Paoletti. M.G., M. Hassall, 1999. Woodlice (Isopoda: Oniscidea): their potential for assessing sustainability and use as bioindicators. Agriculture, Ecosystems and Environment, 74 : 157 - 165.

Paoletti M.G., C.M. Cantarino, 2002. Sex ratio alterations in terrestrial woodlice populations (Isopoda: Oniscidea) from agroecosystems subjected to different agricultural practices in Italy. Applied Soil Ecology, 19 : 113 - 120.

Paoletti M.G., M.R. Favretto, B.R. Stinner, F.F. Purrington., J.E. Bater, 1991. Invertebrates as bioindicators of soil use. Agriculture, Ecosystems and Environment, 34, 341 - 362.

Paoletti M.G., U. Schweigl, M.R. Favretto, 1995. Soil microinvertebrates, heavy metals and organochlorines in low and high input apple orchards and coppiced woodland. Pedobiologia, 39 : 20 - 33.

Perner J., 2003. Sample size and quality of indication: a case study using ground-dwelling arthropods in agricultural ecosystems. Ecosystems and Environment, 98: 125 - 132.

R

Ramade F., M.C. Graw-Hill, 1990. Eléments d'écologie fondamentale, 185 - 200.

Robinson A.R., W.J. Sutherland, 2002. Post-war changes in arable farming and biodiversity in Great Britain. Journal of Applied Ecology, 39 : 157–176.

Rome A., 2011. Quelle est la contribution des milieux semi naturels à la diversité et à la répartition des assemblages de Carabidae circulants et hivernants dans un paysage rural tempéré? Thèse de doctorat de l'Université de Toulouse.

Roschewitz I., D. Gabriel, T. Tscharntke, C. Thies, 2005. The effects of landscape complexity on arable weed species diversity in organic and conventional farming. Journal of Applied Ecology, 42 : 873 - 882.

Rushton, S.P., Luff, M.L., Eyre, M.D., 1989. Effects of pasture improvement and management on the ground beetle and spider communities of upland grasslands. Journal of Applied Ecology, 26 : 489 - 503.

S

Santos S.A.P., J. E. Cabanas, J.A. Pereira, 2007. Abundance and diversity of soil arthropods in olive grove ecosystem (Portugal): Effect of pitfall trap type. European Journal of Soil Biology, 43 : 77 - 83.

Sadej W., A. Kosewska, M. Nietusk, 2012. Effects of fertilizer and land-use type on soil properties and ground beetle communities. Bulletin of Insectology, 65 : 239 - 246.

Sfenthourakis. S, I. Anastasiou, T. Strutenschi, 2005. Altitudinal terrestrial isopod diversity. European Journal of Soil Biology, 41 : 91 - 98.

Souty-Grosset C., I. Badenhausser, J. Reynolds, A. Morel, 2005a. Investigations on the potential of woodlice as bioindicators of grassland habitat quality. European Journal of Soil Biology, 41 : 109 - 116.

Souty-Grosset C., I. Badenhausser, J. Reynolds, A. Morel, S. Losdat, 2005b. Managed grassland habitats in relation to woodlouse biodiversity in Western France. in : R. Lillak, R. Viiralt, A. Linke & V. Geherman (eds.). Proc. Integrating Efficient Grassland Farming and Biodiversity Congress. Grassland Science in Europe, 10. Tartu, Estonia.

Souty-Grosset C., S. Corre, G. Freyssinel, V. Aubert, V. Donque, R. Raimond, 2008. Diversity of terrestrial isopods and habitats in Poitou-Charentes (western France). In M. Zimmer, F. Charfi-Cheikhrouha & S. Taiti (eds). Proc. 7th International Symposium of Terrestrial Isopod Biology, 21-32

T

Thomas C.F.G., L. Parkinson, E.J.P. Marshall, 1998. Isolating the components of activity-density for the carabid beetle Pterostichus melanarius in farmland. Oecologia, 116 **:** 103 - 112.

Tischler W., 1955. Effects of agricultural practices on the soil fauna. In Kevan D.K. McE. (Ed.), Soil zoology, Butterworths, London, 215 - 230.

V

Vader W., L.D. Wolf, 1988. Biotope and biology of Armadillidium album Dollfuss, a terrestrial isopod of sandy beaches, in the SW Netherlands. Netherlands Journal of Sea Researach, 22 : 175 - 183.

Vandel A., 1962. Faune de France 64 et 66. Les Isopodes terrestres. Tomes 1 et 2. Paris.

Vian J.F., 2009. Comparaison de différentes techniques de travail du sol en agriculture biologique : effet de la structure et de la localisation des résidus sur les microorganismes et leurs activités de minéralisation du carbone et de l'azote. Thèse de doctorat en agronomie. Agro Paris Tech.

Völkl W., H. Zwolfer, M. Romstock-Volkl, C. Schmelzer, 1993. Habitat management in calcareous grasslands: effects on the insect community developing in flower heads of Cynarea. Journal of Applied Ecology, 30 : 307 - 315.

W

Warburg M.R., K.E. Linsenmair, K. Bercovitz, 1984. The effect of climate on the distribution and abundance of isopods. In Sutton, S.L., Holdich, D.M. (eds.), The Biology of Terrestrial Isopods. The Zoological Society of London, Clarendon Press, Oxford, 339 - 367.

Warren S.D., C.J. Scifres, P.D. Teel, 1987. Response of grassland arthropods to burning. Agriculture, Ecosystems and Environment 19: 105 - 130.

Wilby A., L.P. Lan, K.L. Heong, N.P.D. Huyen, N.H. Quang, N.V. Minh, M.B. Thomas, 2006. Arthropod Diversity and Community Structure in Relation to Land Use in the Mekong Delta, Vietnam. Ecosystems, 9 : 538 - 549.

Z

Zimmer M.. 2002. Nutrition in terrestrial isopods (Isopoda: Oniscidea): an evolutionary-ecological approach. Biological Reviews, 77 : 455 - 493.

Annexes

Annexe 1 : Protocoles des analyses physico-chimiques du sol

A- Mesures du pH

A-1- pH actuel ou pHeau

- Peser 10g de terre fine dans un bécher en plastique de 50ml ; ajouter 25ml d'eau bidistillée à l'aide d'une pipette ; laisser en contact pendant une heure en agitant de temps à autre.
- Après avoir calibré le pHmètre en température et à l'aide d'une solution de référence de pH 4 ou 7 (selon l'échantillon) ; plonger l'électrode préalablement nettoyée et séchée dans la solution à mesurer.
- Lire la valeur du pH.
- Recalibrer si nécessaire avec la solution de référence la plus proche de l'échantillon. Et dans ce cas refaire la mesure.

A-2- pH potentiel ou pHKCl

- Peser 10g de terre fine dans un bécher en plastique de 50ml ; ajouter 25ml d'une solution de KCl à 1N à l'aide d'une pipette ; laisser en contact pendant une heure en agitant de temps à autre.
- Après avoir calibré le pHmètre en température et à l'aide d'une solution de référence de pH 4 ou 7 (selon l'échantillon) ; plonger l'électrode préalablement nettoyée et séchée dans la solution à mesurer.
- Lire la valeur du pH.
- Recalibrer si nécessaire avec la solution de référence la plus proche de l'échantillon. Et dans ce cas refaire la mesure.

B- Dosage du carbone et de l'azote

- Peser 10 mg du sol fine
- Mettre le sol dans un tube de 50ml de volume

- Décalcifier l'échantillon du sol en ajoutant de HCL 1N sous la hotte. On arrête l'ajout de l'acide lorsqu'il n y a aucune effervescence.
- Centrifugation de l'échantillon
- Jeter le surnageant et garder le culot du sol obtenu
- Bien sécher le culot à l'étuve
- Brouiller le culot
- Donner les échantillons à Mme S. Schneider au laboratoire de catalyse en Chimie organique. Bâtiment Chimie

C- Mesure du taux d'humidité du sol

C-1- Mode opératoire

- Peser dans un petit bout du papier aluminium une quantité (environ 5g) de terre.
- Etuver à une température de 105°C pendant 24 heures.
- Au bout de 24 heures, peser de nouveau pour déduire le taux d'humidité

C-2- Calcul

Taux d'humidité (%) = (PH - PS) / PH * 100

PH : Poids humide de terre avant étuvage ; PS : poids sec après étuvage

D- Dosage des ions solubles

- Peser 5g du sol fin
- Ajouter 50ml du l'eau bidistillée.
- Laisser le sol en contact avec l'eau pendant 1h. Agiter de temps en temps
- Faire par la suite une filtration de l'échantillon
- Récupérer la solution filtrée : c'est la solution mère
- Prendre les échantillons au service commun de Chimie pour déterminer la teneur du sol en Ca^{2+}, Mg^{2+}, Na^{+} et K^{+} par la technique d'absorption atomique avec le préparateur du LACCO.

N B : - Les solutions étalons sont préparées par le préparateur du LACCO.

- Les analyses de ces 4 éléments nécessitent de plusieurs dilutions et ça dépend de chaque échantillon du sol. Pour les analyses du sol des parcelles tunisiennes c'était parfait de commencer par de dilution de 1/25.

E- Mesure de la Conductivité

- Peser 5g du sol fine et ajouter 12.5ml d'eau bidisitillée.
- Agiter par l'agitateur 2 fois pendant 10min
- Laisser l'échantillon en contact avec l'eau pendant une nuit
- Mesurer la conductivité à l'aide d'un conductimètre

Annexe 2 : Données brutes pour la session de piégeage réalisée en 2008 et 2009

Abbréviations : P. l : Porcellio laevis, P. v : Porcellio variabilis, Ps. s : Porcellionides sexfasciatus, C. e : Chaetophiloscia elongata, L. p : Leptotrichus panzeri, Ar. s : Armadillidium sulcatum.

Saison	Parcelle	Piege	Secteur	Culture	P. l	P. v	Ps. p	Ps. s	C. e	Ar. s	L. p
automne	KA1	P1R1	KA	artichaut	1	0	0	0	0	0	0
automne	KA1	P2R1	KA	artichaut	0	0	0	0	0	0	0
automne	KA1	P3R1	KA	artichaut	0	0	0	0	0	0	0
automne	KA1	P4R1	KA	artichaut	0	0	0	0	0	0	0
automne	KA1	P5R1	KA	artichaut	3	0	0	0	0	0	0
automne	KA1	P1R2	KA	artichaut	18	0	0	0	0	0	0
automne	KA1	P2R2	KA	artichaut	0	0	0	0	0	0	0
automne	KA1	P3R2	KA	artichaut	0	0	0	0	0	0	0
automne	KA1	P4R2	KA	artichaut	6	0	0	0	0	0	0
automne	KA1	P5R2	KA	artichaut	2	0	0	0	0	0	0
automne	KA1	P1R3	KA	artichaut	8	0	0	0	0	0	0
automne	KA1	P2R3	KA	artichaut	6	0	0	1	0	0	0
automne	KA1	P3R3	KA	artichaut	8	0	0	0	0	0	0
automne	KA1	P4R3	KA	artichaut	0	0	0	0	0	0	0
automne	KA1	P5R3	KA	artichaut	0	0	0	0	0	0	0
automne	KA2	P1R1	KA	artichaut	7	0	0	0	0	0	0
automne	KA2	P2R1	KA	artichaut	0	0	0	0	0	0	0
automne	KA2	P3R1	KA	artichaut	0	0	0	0	0	0	0
automne	KA2	P4R1	KA	artichaut	0	0	0	0	0	0	0
automne	KA2	P5R1	KA	artichaut	0	0	0	0	0	0	0
automne	KA2	P1R2	KA	artichaut	12	0	0	0	0	0	0
automne	KA2	P2R2	KA	artichaut	2	0	0	0	0	0	0
automne	KA2	P3R2	KA	artichaut	1	0	0	0	0	0	0
automne	KA2	P4R2	KA	artichaut	0	0	0	0	0	0	0
automne	KA2	P5R2	KA	artichaut	3	0	0	0	0	0	0
automne	KA2	P1R3	KA	artichaut	0	0	0	0	0	0	0
automne	KA2	P2R3	KA	artichaut	0	0	0	0	0	0	0

automne	KA2	P3R3	KA	artichaut	0	0	0	0	0	0	0
automne	KA2	P4R3	KA	artichaut	0	0	0	0	0	0	0
automne	KA2	P5R3	KA	artichaut	0	0	0	0	0	0	0
automne	KA3	P1R1	KA	olivier	0	0	0	0	0	0	0
automne	KA3	P2R1	KA	olivier	0	0	0	0	0	0	0
automne	KA3	P3R1	KA	olivier	0	0	0	0	0	0	0
automne	KA3	P4R1	KA	olivier	0	0	0	0	0	0	0
automne	KA3	P5R1	KA	olivier	1	0	0	0	0	0	0
automne	KA3	P1R2	KA	olivier	0	0	0	0	0	0	0
automne	KA3	P2R2	KA	olivier	0	0	0	0	0	0	0
automne	KA3	P3R2	KA	olivier	0	0	0	0	0	0	0
automne	KA3	P4R2	KA	olivier	5	0	0	0	0	0	0
automne	KA3	P5R2	KA	olivier	0	0	0	0	0	0	0
automne	KA3	P1R3	KA	olivier	0	0	0	0	0	0	0
automne	KA3	P2R3	KA	olivier	0	0	0	0	0	0	0
automne	KA3	P3R3	KA	olivier	0	0	0	0	0	0	0
automne	KA3	P4R3	KA	olivier	0	0	0	0	0	0	0
automne	KA3	P5R3	KA	olivier	0	0	0	0	0	0	0
automne	KA4	P1R1	KA	pommier	0	0	0	0	0	0	0
automne	KA4	P2R1	KA	pommier	0	0	0	0	0	0	0
automne	KA4	P3R1	KA	pommier	0	0	0	0	0	0	0
automne	KA4	P4R1	KA	pommier	0	0	0	0	0	0	0
automne	KA4	P5R1	KA	pommier	0	0	0	0	0	0	0
automne	KA4	P1R2	KA	pommier	4	0	0	0	0	0	0
automne	KA4	P2R2	KA	pommier	0	0	0	0	0	0	0
automne	KA4	P3R2	KA	pommier	0	0	0	0	0	0	0
automne	KA4	P4R2	KA	pommier	0	0	0	0	0	0	0
automne	KA4	P5R2	KA	pommier	0	0	0	0	0	0	0
automne	KA4	P1R3	KA	pommier	0	0	0	0	0	0	0
automne	KA4	P2R3	KA	pommier	0	0	0	0	0	0	0
automne	KA4	P3R3	KA	pommier	0	0	0	1	0	0	0
automne	KA4	P4R3	KA	pommier	0	0	0	1	0	0	0
automne	KA4	P5R3	KA	pommier	0	0	0	1	0	0	0
automne	KA5	P1R1	KA	artichaut	1	0	0	1	0	0	0

automne	KA5	P2R1	KA	artichaut	0	0	0	0	0	0	0
automne	KA5	P3R1	KA	artichaut	0	0	0	0	0	0	0
automne	KA5	P4R1	KA	artichaut	0	0	0	0	0	0	0
automne	KA5	P5R1	KA	artichaut	1	0	0	0	0	0	0
automne	KA5	P1R2	KA	artichaut	0	0	0	0	0	0	0
automne	KA5	P2R2	KA	artichaut	0	0	0	0	0	0	0
automne	KA5	P3R2	KA	artichaut	0	0	0	0	0	0	0
automne	KA5	P4R2	KA	artichaut	0	0	0	0	0	0	0
automne	KA5	P5R2	KA	artichaut	0	0	0	2	0	0	0
automne	KA5	P1R3	KA	artichaut	0	0	0	0	0	0	0
automne	KA5	P2R3	KA	artichaut	0	0	0	0	0	0	0
automne	KA5	P3R3	KA	artichaut	1	0	0	0	0	0	0
automne	KA5	P4R3	KA	artichaut	0	0	0	0	0	0	0
automne	KA5	P5R3	KA	artichaut	0	0	0	0	0	0	0
automne	KA6	P1R1	KA	poirier	0	0	0	1	0	0	0
automne	KA6	P2R1	KA	poirier	0	0	0	0	0	0	0
automne	KA6	P3R1	KA	poirier	0	0	0	0	0	0	0
automne	KA6	P4R1	KA	poirier	0	0	0	0	0	0	0
automne	KA6	P5R1	KA	poirier	1	0	0	0	0	0	0
automne	KA6	P1R2	KA	poirier	1	0	0	0	0	0	0
automne	KA6	P2R2	KA	poirier	0	0	0	0	0	0	0
automne	KA6	P3R2	KA	poirier	0	0	0	0	0	0	0
automne	KA6	P4R2	KA	poirier	0	0	0	0	0	0	0
automne	KA6	P5R2	KA	poirier	0	0	0	0	0	0	0
automne	KA6	P1R3	KA	poirier	0	0	0	0	0	0	0
automne	KA6	P2R3	KA	poirier	0	0	0	0	0	0	0
automne	KA6	P3R3	KA	poirier	0	0	0	2	0	0	0
automne	KA6	P4R3	KA	poirier	0	0	0	0	0	0	0
automne	KA6	P5R3	KA	poirier	0	0	0	0	0	0	0
automne	KA7	P1R1	KA	pommier	8	0	0	1	0	0	0
automne	KA7	P2R1	KA	pommier	0	0	0	0	0	0	0
automne	KA7	P3R1	KA	pommier	0	0	0	0	0	0	0
automne	KA7	P4R1	KA	pommier	4	0	0	0	0	0	0
automne	KA7	P5R1	KA	pommier	0	0	0	0	0	0	0

automne	KA7	P1R2	KA	pommier	0	0	0	0	0	0	0
automne	KA7	P2R2	KA	pommier	0	0	0	0	0	0	0
automne	KA7	P3R2	KA	pommier	0	0	0	0	0	0	0
automne	KA7	P4R2	KA	pommier	3	0	0	0	0	0	0
automne	KA7	P5R2	KA	pommier	0	0	0	0	0	0	0
automne	KA7	P1R3	KA	pommier	0	0	0	0	0	0	0
automne	KA7	P2R3	KA	pommier	1	0	0	0	0	0	0
automne	KA7	P3R3	KA	pommier	0	0	0	0	0	0	0
automne	KA7	P4R3	KA	pommier	0	0	0	0	0	0	0
automne	KA7	P5R3	KA	pommier	0	0	0	0	0	0	0
automne	ST1	P1R1	ST	Luzerne	5	0	0	0	0	0	0
automne	ST1	P2R1	ST	Luzerne	0	0	0	4	0	1	0
automne	ST1	P3R1	ST	Luzerne	3	0	0	0	0	0	0
automne	ST1	P4R1	ST	Luzerne	1	0	2	0	0	0	0
automne	ST1	P5R1	ST	Luzerne	1	0	0	0	0	0	0
automne	ST1	P1R2	ST	Luzerne	3	0	0	4	0	2	0
automne	ST1	P2R2	ST	Luzerne	0	0	0	2	0	0	0
automne	ST1	P3R2	ST	Luzerne	32	4	0	0	0	0	0
automne	ST1	P4R2	ST	Luzerne	70	0	0	1	0	1	0
automne	ST1	P5R2	ST	Luzerne	3	0	0	0	0	0	0
automne	ST1	P1R3	ST	Luzerne	2	0	0	2	0	1	0
automne	ST1	P2R3	ST	Luzerne	10	0	0	2	0	0	0
automne	ST1	P3R3	ST	Luzerne	0	0	0	0	0	0	0
automne	ST1	P4R3	ST	Luzerne	0	0	0	0	0	0	0
automne	ST1	P5R3	ST	Luzerne	0	0	0	0	0	0	0
automne	SO1	P1R1	SO	artichaut	1	2	0	0	0	0	0
automne	SO1	P2R1	SO	artichaut	0	0	0	0	0	0	0
automne	SO1	P3R1	SO	artichaut	0	0	0	0	0	0	0
automne	SO1	P4R1	SO	artichaut	0	4	0	0	0	0	0
automne	SO1	P5R1	SO	artichaut	0	2	0	0	0	0	0
automne	SO1	P1R2	SO	artichaut	0	4	0	0	0	0	0
automne	SO1	P2R2	SO	artichaut	0	0	0	0	0	0	0
automne	SO1	P3R2	SO	artichaut	0	0	0	0	0	0	0
automne	SO1	P4R2	SO	artichaut	0	0	0	0	0	0	0

automne	SO1	P5R2	SO	artichaut	0	0	0	0	0	0	0
automne	SO1	P1R3	SO	artichaut	0	1	0	1	0	0	0
automne	SO1	P2R3	SO	artichaut	3	5	0	0	0	0	0
automne	SO1	P3R3	SO	artichaut	0	1	0	1	0	0	0
automne	SO1	P4R3	SO	artichaut	0	0	0	0	0	0	0
automne	SO1	P5R3	SO	artichaut	0	0	0	0	0	0	0
automne	SO2	P1R1	SO	olivier	0	2	0	0	0	0	0
automne	SO2	P2R1	SO	olivier	0	0	0	0	0	0	0
automne	SO2	P3R1	SO	olivier	0	0	0	0	0	0	0
automne	SO2	P4R1	SO	olivier	0	0	0	0	0	0	0
automne	SO2	P5R1	SO	olivier	0	2	0	1	0	0	1
automne	SO2	P1R2	SO	olivier	0	0	0	0	0	0	0
automne	SO2	P2R2	SO	olivier	0	0	0	0	0	0	0
automne	SO2	P3R2	SO	olivier	0	0	0	0	0	0	0
automne	SO2	P4R2	SO	olivier	0	13	0	0	0	0	0
automne	SO2	P5R2	SO	olivier	0	0	0	0	0	0	0
automne	SO2	P1R3	SO	olivier	0	20	0	4	0	0	1
automne	SO2	P2R3	SO	olivier	0	0	1	0	0	0	0
automne	SO2	P3R3	SO	olivier	0	5	0	0	0	0	0
automne	SO2	P4R3	SO	olivier	0	0	0	0	0	0	0
automne	SO2	P5R3	SO	olivier	0	0	0	0	0	0	0
automne	SO3	P1R1	SO	poirier	1	0	0	0	0	0	0
automne	SO3	P2R1	SO	poirier	0	0	0	0	0	0	0
automne	SO3	P3R1	SO	poirier	0	0	0	0	0	0	0
automne	SO3	P4R1	SO	poirier	0	0	0	0	0	0	0
automne	SO3	P5R1	SO	poirier	19	0	0	0	0	0	0
automne	SO3	P1R2	SO	poirier	3	0	0	0	0	0	0
automne	SO3	P2R2	SO	poirier	0	0	0	0	0	0	0
automne	SO3	P3R2	SO	poirier	0	0	0	0	0	0	0
automne	SO3	P4R2	SO	poirier	7	0	1	0	0	0	0
automne	SO3	P5R2	SO	poirier	24	0	0	0	0	0	0
automne	SO3	P1R3	SO	poirier	3	0	0	0	0	0	0
automne	SO3	P2R3	SO	poirier	0	0	0	0	0	0	0
automne	SO3	P3R3	SO	poirier	0	1	0	0	0	0	0

automne	SO3	P4R3	SO	poirier	0	0	0	0	0	0	0
automne	SO3	P5R3	SO	poirier	0	0	0	0	0	0	0
automne	SO4	P1R1	SO	pommier	4	0	0	0	0	0	0
automne	SO4	P2R1	SO	pommier	0	0	0	0	0	0	0
automne	SO4	P3R1	SO	pommier	0	0	0	0	0	0	0
automne	SO4	P4R1	SO	pommier	0	0	0	0	0	0	0
automne	SO4	P5R1	SO	pommier	1	1	0	0	0	0	0
automne	SO4	P1R2	SO	pommier	0	0	0	0	0	0	0
automne	SO4	P2R2	SO	pommier	0	0	0	0	0	0	0
automne	SO4	P3R2	SO	pommier	0	0	0	0	0	0	0
automne	SO4	P4R2	SO	pommier	0	1	0	0	0	0	0
automne	SO4	P5R2	SO	pommier	0	0	0	0	0	0	0
automne	SO4	P1R3	SO	pommier	0	0	0	0	0	0	0
automne	SO4	P2R3	SO	pommier	0	0	0	0	0	0	0
automne	SO4	P3R3	SO	pommier	0	3	0	0	0	0	0
automne	SO4	P4R3	SO	pommier	0	0	0	0	0	0	0
automne	SO4	P5R3	SO	pommier	0	0	0	0	0	0	0
automne	PB1	P1R1	PB	mil bersim	0	1	0	0	0	0	0
automne	PB1	P2R1	PB	mil bersim	1	0	0	0	0	0	0
automne	PB1	P3R1	PB	mil bersim	0	0	0	0	0	0	0
automne	PB1	P4R1	PB	mil bersim	3	2	0	3	2	0	0
automne	PB1	P5R1	PB	mil bersim	0	6	0	0	0	0	0
automne	PB1	P1R2	PB	mil bersim	5	5	0	0	0	0	0
automne	PB1	P2R2	PB	mil bersim	0	0	0	0	0	0	0
automne	PB1	P3R2	PB	mil bersim	0	0	0	0	0	0	0
automne	PB1	P4R2	PB	mil bersim	0	6	0	1	0	0	0
automne	PB1	P5R2	PB	mil bersim	0	0	0	0	0	0	0
automne	PB1	P1R3	PB	mil bersim	0	0	0	0	0	0	0
automne	PB1	P2R3	PB	mil bersim	0	1	0	0	0	0	0
automne	PB1	P3R3	PB	mil bersim	0	0	0	0	0	0	0
automne	PB1	P4R3	PB	mil bersim	0	4	0	0	0	0	0
automne	PB1	P5R3	PB	mil bersim	0	0	0	0	0	0	0
automne	PB2	P1R1	PB	maïs orge	7	10	0	1	1	0	0
automne	PB2	P2R1	PB	maïs orge	0	10	0	0	0	0	0

automne	PB2	P3R1	PB	maïs orge	0	0	0	0	0	0	0
automne	PB2	P4R1	PB	maïs orge	1	7	1	0	0	0	0
automne	PB2	P5R1	PB	maïs orge	0	0	0	0	0	0	0
automne	PB2	P1R2	PB	maïs orge	0	25	5	0	0	0	0
automne	PB2	P2R2	PB	maïs orge	0	0	0	0	0	0	0
automne	PB2	P3R2	PB	maïs orge	0	20	0	0	0	0	0
automne	PB2	P4R2	PB	maïs orge	0	3	2	0	1	0	0
automne	PB2	P5R2	PB	maïs orge	0	0	0	0	0	0	0
automne	PB2	P1R3	PB	maïs orge	0	11	0	1	1	0	0
automne	PB2	P2R3	PB	maïs orge	1	5	0	0	0	0	0
automne	PB2	P3R3	PB	maïs orge	0	2	0	0	0	0	0
automne	PB2	P4R3	PB	maïs orge	1	13	0	0	0	0	0
automne	PB2	P5R3	PB	maïs orge	0	0	0	0	0	0	0
hiver	KA1	P1R1	KA	artichaut	0	0	0	0	0	0	0
hiver	KA1	P2R1	KA	artichaut	0	0	0	0	0	0	0
hiver	KA1	P3R1	KA	artichaut	0	0	0	0	0	0	0
hiver	KA1	P4R1	KA	artichaut	0	0	0	0	0	0	0
hiver	KA1	P5R1	KA	artichaut	0	0	0	0	0	0	0
hiver	KA1	P1R2	KA	artichaut	0	0	0	0	0	0	0
hiver	KA1	P2R2	KA	artichaut	0	0	0	0	0	0	0
hiver	KA1	P3R2	KA	artichaut	0	0	0	0	0	0	0
hiver	KA1	P4R2	KA	artichaut	0	0	0	0	0	0	0
hiver	KA1	P5R2	KA	artichaut	0	0	0	0	0	0	0
hiver	KA1	P1R3	KA	artichaut	0	0	0	0	0	0	0
hiver	KA1	P2R3	KA	artichaut	0	0	0	0	0	0	0
hiver	KA1	P3R3	KA	artichaut	0	0	0	0	0	0	0
hiver	KA1	P4R3	KA	artichaut	0	0	0	0	0	0	0
hiver	KA1	P5R3	KA	artichaut	0	0	0	0	0	0	0
hiver	KA2	P1R1	KA	artichaut	0	0	0	0	0	0	0
hiver	KA2	P2R1	KA	artichaut	0	0	0	0	0	0	0
hiver	KA2	P3R1	KA	artichaut	0	0	0	0	0	0	0
hiver	KA2	P4R1	KA	artichaut	0	0	0	0	0	0	0
hiver	KA2	P5R1	KA	artichaut	0	0	0	0	0	0	0
hiver	KA2	P1R2	KA	artichaut	0	0	0	0	0	0	0

hiver	KA2	P2R2	KA	artichaut	1	0	0	0	0	0	0
hiver	KA2	P3R2	KA	artichaut	0	0	0	0	0	0	0
hiver	KA2	P4R2	KA	artichaut	0	0	0	0	0	0	0
hiver	KA2	P5R2	KA	artichaut	0	0	0	0	0	0	0
hiver	KA2	P1R3	KA	artichaut	0	0	0	0	0	0	0
hiver	KA2	P2R3	KA	artichaut	0	0	0	0	0	0	0
hiver	KA2	P3R3	KA	artichaut	0	0	0	0	0	0	0
hiver	KA2	P4R3	KA	artichaut	0	0	0	0	0	0	0
hiver	KA2	P5R3	KA	artichaut	0	0	0	1	0	0	0
hiver	KA3	P1R1	KA	olivier	0	0	0	0	0	0	0
hiver	KA3	P2R1	KA	olivier	0	0	0	0	0	0	0
hiver	KA3	P3R1	KA	olivier	0	0	0	0	0	0	0
hiver	KA3	P4R1	KA	olivier	0	0	0	0	0	0	0
hiver	KA3	P5R1	KA	olivier	0	0	0	0	0	0	0
hiver	KA3	P1R2	KA	olivier	0	0	0	0	0	0	0
hiver	KA3	P2R2	KA	olivier	0	0	0	0	0	0	0
hiver	KA3	P3R2	KA	olivier	0	0	0	0	0	0	0
hiver	KA3	P4R2	KA	olivier	0	0	0	0	0	0	0
hiver	KA3	P5R2	KA	olivier	0	0	0	0	0	0	0
hiver	KA3	P1R3	KA	olivier	0	0	0	1	0	0	0
hiver	KA3	P2R3	KA	olivier	0	0	0	0	0	0	0
hiver	KA3	P3R3	KA	olivier	0	0	0	0	0	0	0
hiver	KA3	P4R3	KA	olivier	0	0	0	0	0	0	0
hiver	KA3	P5R3	KA	olivier	0	0	0	0	0	0	0
hiver	KA4	P1R1	KA	pommier	0	0	0	0	0	0	0
hiver	KA4	P2R1	KA	pommier	0	0	0	0	0	0	0
hiver	KA4	P3R1	KA	pommier	0	0	0	0	0	0	0
hiver	KA4	P4R1	KA	pommier	0	0	0	0	0	0	0
hiver	KA4	P5R1	KA	pommier	0	0	0	0	0	0	0
hiver	KA4	P1R2	KA	pommier	0	0	0	0	0	0	0
hiver	KA4	P2R2	KA	pommier	0	0	0	0	0	0	0
hiver	KA4	P3R2	KA	pommier	0	0	0	0	0	0	0
hiver	KA4	P4R2	KA	pommier	0	0	0	0	0	0	0
hiver	KA4	P5R2	KA	pommier	0	0	0	0	0	0	0

hiver	KA4	P1R3	KA	pommier	0	0	0	0	0	0	0
hiver	KA4	P2R3	KA	pommier	0	0	0	0	0	0	0
hiver	KA4	P3R3	KA	pommier	0	0	0	0	0	0	0
hiver	KA4	P4R3	KA	pommier	0	0	0	0	0	0	0
hiver	KA4	P5R3	KA	pommier	0	0	0	0	0	0	0
hiver	KA5	P1R1	KA	artichaut	0	0	0	0	0	0	0
hiver	KA5	P2R1	KA	artichaut	0	0	0	0	0	0	0
hiver	KA5	P3R1	KA	artichaut	0	0	0	0	0	0	0
hiver	KA5	P4R1	KA	artichaut	0	0	0	0	0	0	0
hiver	KA5	P5R1	KA	artichaut	0	0	0	0	0	0	0
hiver	KA5	P1R2	KA	artichaut	1	0	0	0	1	0	0
hiver	KA5	P2R2	KA	artichaut	0	0	0	0	0	0	0
hiver	KA5	P3R2	KA	artichaut	0	0	0	0	0	0	0
hiver	KA5	P4R2	KA	artichaut	0	0	0	0	0	0	0
hiver	KA5	P5R2	KA	artichaut	0	0	0	0	0	0	0
hiver	KA5	P1R3	KA	artichaut	0	0	0	0	0	0	0
hiver	KA5	P2R3	KA	artichaut	0	0	0	0	0	0	0
hiver	KA5	P3R3	KA	artichaut	0	0	0	0	0	0	0
hiver	KA5	P4R3	KA	artichaut	0	0	0	0	0	0	0
hiver	KA5	P5R3	KA	artichaut	0	2	0	0	0	0	0
hiver	KA6	P1R1	KA	poirier	0	0	0	0	0	0	0
hiver	KA6	P2R1	KA	poirier	0	0	0	0	0	0	0
hiver	KA6	P3R1	KA	poirier	0	0	0	0	0	0	0
hiver	KA6	P4R1	KA	poirier	0	0	0	0	0	0	0
hiver	KA6	P5R1	KA	poirier	0	0	0	0	0	0	0
hiver	KA6	P1R2	KA	poirier	0	0	0	0	0	0	0
hiver	KA6	P2R2	KA	poirier	0	0	0	0	0	0	0
hiver	KA6	P3R2	KA	poirier	0	1	0	0	0	0	0
hiver	KA6	P4R2	KA	poirier	0	0	0	0	0	0	0
hiver	KA6	P5R2	KA	poirier	0	0	0	0	0	0	0
hiver	KA6	P1R3	KA	poirier	0	0	0	0	0	0	0
hiver	KA6	P2R3	KA	poirier	0	3	0	0	0	0	0
hiver	KA6	P3R3	KA	poirier	0	0	0	0	0	0	0
hiver	KA6	P4R3	KA	poirier	0	0	0	0	0	0	0

hiver	KA6	P5R3	KA	poirier	0	0	0	0	0	0	0
hiver	KA7	P1R1	KA	pommier	0	0	0	0	0	0	0
hiver	KA7	P2R1	KA	pommier	0	0	0	0	0	0	0
hiver	KA7	P3R1	KA	pommier	0	0	0	0	0	0	0
hiver	KA7	P4R1	KA	pommier	0	0	0	0	0	0	0
hiver	KA7	P5R1	KA	pommier	0	0	0	0	0	0	0
hiver	KA7	P1R2	KA	pommier	0	0	0	0	0	0	0
hiver	KA7	P2R2	KA	pommier	0	0	0	0	0	0	0
hiver	KA7	P3R2	KA	pommier	0	0	0	0	0	0	0
hiver	KA7	P4R2	KA	pommier	0	0	0	0	0	0	0
hiver	KA7	P5R2	KA	pommier	0	0	0	0	0	0	0
hiver	KA7	P1R3	KA	pommier	0	0	0	0	0	0	0
hiver	KA7	P2R3	KA	pommier	0	0	0	0	0	0	0
hiver	KA7	P3R3	KA	pommier	0	0	0	0	0	0	0
hiver	KA7	P4R3	KA	pommier	0	0	0	0	0	0	0
hiver	KA7	P5R3	KA	pommier	0	0	0	0	0	0	0
hiver	ST1	P1R1	ST	Luzerne	0	0	0	0	0	0	0
hiver	ST1	P2R1	ST	Luzerne	0	0	0	0	0	0	0
hiver	ST1	P3R1	ST	Luzerne	0	0	0	0	0	0	0
hiver	ST1	P4R1	ST	Luzerne	0	0	0	0	0	0	0
hiver	ST1	P5R1	ST	Luzerne	1	0	0	0	0	0	0
hiver	ST1	P1R2	ST	Luzerne	0	0	0	0	0	0	0
hiver	ST1	P2R2	ST	Luzerne	0	0	0	0	0	0	0
hiver	ST1	P3R2	ST	Luzerne	0	0	0	0	0	0	0
hiver	ST1	P4R2	ST	Luzerne	0	0	0	0	0	0	0
hiver	ST1	P5R2	ST	Luzerne	0	0	0	0	0	0	0
hiver	ST1	P1R3	ST	Luzerne	0	0	0	0	0	0	0
hiver	ST1	P2R3	ST	Luzerne	0	0	0	1	0	0	0
hiver	ST1	P3R3	ST	Luzerne	0	0	0	0	0	0	0
hiver	ST1	P4R3	ST	Luzerne	0	0	0	0	0	0	0
hiver	ST1	P5R3	ST	Luzerne	0	0	0	0	0	0	0
hiver	SO1	P1R1	SO	artichaut	1	0	0	0	0	0	0
hiver	SO1	P2R1	SO	artichaut	0	0	0	0	0	0	0
hiver	SO1	P3R1	SO	artichaut	0	0	0	0	0	0	0

hiver	SO1	P4R1	SO	artichaut	0	0	0	0	0	0	0
hiver	SO1	P5R1	SO	artichaut	0	0	0	0	0	0	0
hiver	SO1	P1R2	SO	artichaut	0	0	0	0	0	0	0
hiver	SO1	P2R2	SO	artichaut	0	0	0	0	0	0	0
hiver	SO1	P3R2	SO	artichaut	0	0	1	0	0	0	0
hiver	SO1	P4R2	SO	artichaut	0	0	0	0	0	0	0
hiver	SO1	P5R2	SO	artichaut	0	0	0	0	0	0	0
hiver	SO1	P1R3	SO	artichaut	0	0	0	0	0	0	0
hiver	SO1	P2R3	SO	artichaut	0	0	0	0	0	0	0
hiver	SO1	P3R3	SO	artichaut	0	0	1	0	0	2	0
hiver	SO1	P4R3	SO	artichaut	0	0	0	0	0	0	0
hiver	SO1	P5R3	SO	artichaut	0	0	0	0	0	0	0
hiver	SO2	P1R1	SO	olivier	0	2	0	0	0	0	0
hiver	SO2	P2R1	SO	olivier	0	0	0	0	0	0	0
hiver	SO2	P3R1	SO	olivier	0	0	0	0	0	0	0
hiver	SO2	P4R1	SO	olivier	0	0	0	0	0	0	0
hiver	SO2	P5R1	SO	olivier	0	2	0	1	0	0	1
hiver	SO2	P1R2	SO	olivier	0	0	0	0	0	0	0
hiver	SO2	P2R2	SO	olivier	0	0	0	0	0	0	0
hiver	SO2	P3R2	SO	olivier	0	0	0	0	0	0	0
hiver	SO2	P4R2	SO	olivier	0	13	0	0	0	0	0
hiver	SO2	P5R2	SO	olivier	0	0	0	0	0	0	0
hiver	SO2	P1R3	SO	olivier	0	20	0	4	0	0	1
hiver	SO2	P2R3	SO	olivier	0	0	1	0	0	0	0
hiver	SO2	P3R3	SO	olivier	0	5	0	0	0	0	0
hiver	SO2	P4R3	SO	olivier	0	0	0	0	0	0	0
hiver	SO2	P5R3	SO	olivier	0	0	0	0	0	0	0
hiver	SO3	P1R1	SO	poirier	1	0	0	0	0	0	0
hiver	SO3	P2R1	SO	poirier	0	0	0	0	0	0	0
hiver	SO3	P3R1	SO	poirier	0	0	0	0	0	0	0
hiver	SO3	P4R1	SO	poirier	0	0	0	0	0	0	0
hiver	SO3	P5R1	SO	poirier	19	0	0	0	0	0	0
hiver	SO3	P1R2	SO	poirier	3	0	0	0	0	0	0
hiver	SO3	P2R2	SO	poirier	9	2	0	0	0	0	0

hiver	SO3	P3R2	SO	poirier	7	0	1	0	0	0	0
hiver	SO3	P4R2	SO	poirier	0	0	0	0	0	0	0
hiver	SO3	P5R2	SO	poirier	24	0	0	0	0	0	0
hiver	SO3	P1R3	SO	poirier	3	0	0	0	0	0	0
hiver	SO3	P2R3	SO	poirier	0	0	0	0	0	0	0
hiver	SO3	P3R3	SO	poirier	1	1	0	0	0	0	0
hiver	SO3	P4R3	SO	poirier	0	1	0	0	0	0	0
hiver	SO3	P5R3	SO	poirier	0	0	0	0	0	0	0
hiver	SO4	P1R1	SO	pommier	4	0	0	0	0	0	0
hiver	SO4	P2R1	SO	pommier	0	0	0	0	0	0	0
hiver	SO4	P3R1	SO	pommier	0	0	0	0	0	0	0
hiver	SO4	P4R1	SO	pommier	0	0	0	0	0	0	0
hiver	SO4	P5R1	SO	pommier	1	1	0	0	0	0	0
hiver	SO4	P1R2	SO	pommier	0	0	0	0	0	0	0
hiver	SO4	P2R2	SO	pommier	0	0	0	0	0	0	0
hiver	SO4	P3R2	SO	pommier	0	0	0	0	0	0	0
hiver	SO4	P4R2	SO	pommier	0	1	0	0	0	0	0
hiver	SO4	P5R2	SO	pommier	0	0	0	0	0	0	0
hiver	SO4	P1R3	SO	pommier	0	0	0	0	0	0	0
hiver	SO4	P2R3	SO	pommier	0	0	0	0	0	0	0
hiver	SO4	P3R3	SO	pommier	0	3	0	0	0	0	0
hiver	SO4	P4R3	SO	pommier	0	0	0	0	0	0	0
hiver	SO4	P5R3	SO	pommier	0	0	0	0	0	0	0
hiver	PB1	P1R1	PB	mil bersim	0	2	0	0	1	0	0
hiver	PB1	P2R1	PB	mil bersim	0	0	0	0	0	0	0
hiver	PB1	P3R1	PB	mil bersim	0	1	0	0	1	0	1
hiver	PB1	P4R1	PB	mil bersim	0	0	0	0	0	0	0
hiver	PB1	P5R1	PB	mil bersim	0	0	0	0	0	0	0
hiver	PB1	P1R2	PB	mil bersim	0	1	0	0	1	0	0
hiver	PB1	P2R2	PB	mil bersim	0	2	0	0	0	0	0
hiver	PB1	P3R2	PB	mil bersim	0	0	0	0	2	0	0
hiver	PB1	P4R2	PB	mil bersim	0	0	0	0	0	0	0
hiver	PB1	P5R2	PB	mil bersim	0	0	0	0	0	0	0
hiver	PB1	P1R3	PB	mil bersim	0	1	0	0	0	0	0

hiver	PB1	P2R3	PB	mil bersim	0	0	0	0	0	0	0
hiver	PB1	P3R3	PB	mil bersim	0	0	0	0	0	0	0
hiver	PB1	P4R3	PB	mil bersim	0	0	0	0	0	0	0
hiver	PB1	P5R3	PB	mil bersim	0	0	0	0	0	0	0
hiver	PB2	P1R1	PB	maïs orge	0	0	0	0	0	0	0
hiver	PB2	P2R1	PB	maïs orge	0	0	0	1	0	0	1
hiver	PB2	P3R1	PB	maïs orge	0	0	0	0	0	0	0
hiver	PB2	P4R1	PB	maïs orge	0	0	0	0	0	0	0
hiver	PB2	P5R1	PB	maïs orge	0	1	0	0	0	0	0
hiver	PB2	P1R2	PB	maïs orge	0	0	0	0	14	0	0
hiver	PB2	P2R2	PB	maïs orge	0	1	0	0	1	0	0
hiver	PB2	P3R2	PB	maïs orge	0	0	0	0	0	0	0
hiver	PB2	P4R2	PB	maïs orge	0	0	0	0	0	0	0
hiver	PB2	P5R2	PB	maïs orge	0	0	0	0	0	0	0
hiver	PB2	P1R3	PB	maïs orge	1	0	0	0	0	0	0
hiver	PB2	P2R3	PB	maïs orge	0	0	0	0	7	0	0
hiver	PB2	P3R3	PB	maïs orge	0	0	0	0	0	0	0
hiver	PB2	P4R3	PB	maïs orge	0	0	0	0	0	0	0
hiver	PB2	P5R3	PB	maïs orge	0	0	0	0	0	0	0
printemps	KA1	P1R1	KA	artichaut	0	0	0	0	0	0	0
printemps	KA1	P2R1	KA	artichaut	0	0	0	0	0	0	0
printemps	KA1	P3R1	KA	artichaut	0	0	0	0	0	0	0
printemps	KA1	P4R1	KA	artichaut	0	0	0	0	0	0	0
printemps	KA1	P5R1	KA	artichaut	0	0	0	0	0	0	0
printemps	KA1	P1R2	KA	artichaut	1	0	0	0	1	0	0
printemps	KA1	P2R2	KA	artichaut	0	0	0	0	0	0	0
printemps	KA1	P3R2	KA	artichaut	0	0	0	0	0	0	0
printemps	KA1	P4R2	KA	artichaut	0	0	0	0	0	0	0
printemps	KA1	P5R2	KA	artichaut	0	0	0	0	0	0	0
printemps	KA1	P1R3	KA	artichaut	0	0	0	0	0	0	0
printemps	KA1	P2R3	KA	artichaut	0	0	0	0	0	0	0
printemps	KA1	P3R3	KA	artichaut	0	0	0	0	0	0	0
printemps	KA1	P4R3	KA	artichaut	0	0	0	0	0	0	0
printemps	KA1	P5R3	KA	artichaut	0	2	0	0	0	0	0

printemps	KA2	P1R1	KA	artichaut	0	0	0	0	0	0	0
printemps	KA2	P2R1	KA	artichaut	0	0	0	0	0	0	0
printemps	KA2	P3R1	KA	artichaut	0	0	0	0	0	0	0
printemps	KA2	P4R1	KA	artichaut	0	0	0	0	0	0	0
printemps	KA2	P5R1	KA	artichaut	0	0	0	0	0	0	0
printemps	KA2	P1R2	KA	artichaut	0	0	0	0	0	0	0
printemps	KA2	P2R2	KA	artichaut	0	0	0	0	0	0	0
printemps	KA2	P3R2	KA	artichaut	0	1	0	0	0	0	0
printemps	KA2	P4R2	KA	artichaut	0	0	0	0	0	0	0
printemps	KA2	P5R2	KA	artichaut	0	0	0	0	0	0	0
printemps	KA2	P1R3	KA	artichaut	0	0	0	0	0	0	0
printemps	KA2	P2R3	KA	artichaut	0	3	0	0	0	0	0
printemps	KA2	P3R3	KA	artichaut	0	0	0	0	0	0	0
printemps	KA2	P4R3	KA	artichaut	0	0	0	0	0	0	0
printemps	KA2	P5R3	KA	artichaut	0	0	0	0	0	0	0
printemps	KA3	P1R1	KA	olivier	0	0	0	0	0	0	0
printemps	KA3	P2R1	KA	olivier	0	0	0	0	0	0	0
printemps	KA3	P3R1	KA	olivier	0	0	0	0	0	0	0
printemps	KA3	P4R1	KA	olivier	0	0	0	0	0	0	0
printemps	KA3	P5R1	KA	olivier	0	0	0	0	0	0	0
printemps	KA3	P1R2	KA	olivier	0	0	0	0	0	0	0
printemps	KA3	P2R2	KA	olivier	0	0	0	0	0	0	0
printemps	KA3	P3R2	KA	olivier	0	0	0	0	0	0	0
printemps	KA3	P4R2	KA	olivier	0	0	0	0	0	0	0
printemps	KA3	P5R2	KA	olivier	0	0	0	0	0	0	0
printemps	KA3	P1R3	KA	olivier	0	0	0	0	0	0	0
printemps	KA3	P2R3	KA	olivier	0	0	0	0	0	0	0
printemps	KA3	P3R3	KA	olivier	0	0	0	0	0	0	0
printemps	KA3	P4R3	KA	olivier	0	0	0	0	0	0	0
printemps	KA3	P5R3	KA	olivier	0	0	0	0	0	0	0
printemps	KA4	P1R1	KA	pommier	0	0	0	0	0	0	0
printemps	KA4	P2R1	KA	pommier	0	0	0	0	0	0	0
printemps	KA4	P3R1	KA	pommier	0	0	0	0	0	0	0
printemps	KA4	P4R1	KA	pommier	0	0	0	0	0	0	0

printemps	KA4	P5R1	KA	pommier	1	0	0	0	0	0	0
printemps	KA4	P1R2	KA	pommier	0	0	0	0	0	0	0
printemps	KA4	P2R2	KA	pommier	0	0	0	0	0	0	0
printemps	KA4	P3R2	KA	pommier	0	0	0	0	0	0	0
printemps	KA4	P4R2	KA	pommier	0	0	0	0	0	0	0
printemps	KA4	P5R2	KA	pommier	0	0	0	0	0	0	0
printemps	KA4	P1R3	KA	pommier	0	0	0	0	0	0	0
printemps	KA4	P2R3	KA	pommier	0	0	0	1	0	0	0
printemps	KA4	P3R3	KA	pommier	0	0	0	0	0	0	0
printemps	KA4	P4R3	KA	pommier	0	0	0	0	0	0	0
printemps	KA4	P5R3	KA	pommier	0	0	0	0	0	0	0
printemps	KA5	P1R1	KA	artichaut	0	0	0	0	0	0	0
printemps	KA5	P2R1	KA	artichaut	0	0	0	0	0	0	0
printemps	KA5	P3R1	KA	artichaut	0	0	0	0	0	0	0
printemps	KA5	P4R1	KA	artichaut	0	0	0	0	0	0	0
printemps	KA5	P5R1	KA	artichaut	0	0	0	0	0	0	0
printemps	KA5	P1R2	KA	artichaut	0	0	0	0	0	0	0
printemps	KA5	P2R2	KA	artichaut	0	0	0	0	0	0	0
printemps	KA5	P3R2	KA	artichaut	0	0	0	0	0	0	0
printemps	KA5	P4R2	KA	artichaut	0	0	0	0	0	0	0
printemps	KA5	P5R2	KA	artichaut	0	0	0	0	0	0	0
printemps	KA5	P1R3	KA	artichaut	0	0	0	0	0	0	0
printemps	KA5	P2R3	KA	artichaut	0	0	0	0	0	0	0
printemps	KA5	P3R3	KA	artichaut	0	0	0	0	0	0	0
printemps	KA5	P4R3	KA	artichaut	0	0	0	0	0	0	0
printemps	KA5	P5R3	KA	artichaut	0	0	0	0	0	0	0
printemps	KA6	P1R1	KA	poirier	0	0	0	0	0	0	0
printemps	KA6	P2R1	KA	poirier	0	0	0	0	0	0	0
printemps	KA6	P3R1	KA	poirier	0	0	0	0	0	0	0
printemps	KA6	P4R1	KA	poirier	0	0	0	0	0	0	0
printemps	KA6	P5R1	KA	poirier	0	0	0	0	0	0	0
printemps	KA6	P1R2	KA	poirier	0	0	0	0	0	0	0
printemps	KA6	P2R2	KA	poirier	1	0	0	0	0	0	0
printemps	KA6	P3R2	KA	poirier	0	0	0	0	0	0	0

printemps	KA6	P4R2	KA	poirier	0	0	0	0	0	0	0
printemps	KA6	P5R2	KA	poirier	0	0	0	0	0	0	0
printemps	KA6	P1R3	KA	poirier	0	0	0	0	0	0	0
printemps	KA6	P2R3	KA	poirier	0	0	0	0	0	0	0
printemps	KA6	P3R3	KA	poirier	0	0	0	0	0	0	0
printemps	KA6	P4R3	KA	poirier	0	0	0	0	0	0	0
printemps	KA6	P5R3	KA	poirier	0	0	0	1	0	0	0
printemps	KA7	P1R1	KA	pommier	0	0	0	0	0	0	0
printemps	KA7	P2R1	KA	pommier	0	0	0	0	0	0	0
printemps	KA7	P3R1	KA	pommier	0	0	0	0	0	0	0
printemps	KA7	P4R1	KA	pommier	0	0	0	0	0	0	0
printemps	KA7	P5R1	KA	pommier	0	0	0	0	0	0	0
printemps	KA7	P1R2	KA	pommier	0	0	0	0	0	0	0
printemps	KA7	P2R2	KA	pommier	0	0	0	0	0	0	0
printemps	KA7	P3R2	KA	pommier	0	0	0	0	0	0	0
printemps	KA7	P4R2	KA	pommier	0	0	0	0	0	0	0
printemps	KA7	P5R2	KA	pommier	0	0	0	0	0	0	0
printemps	KA7	P1R3	KA	pommier	0	0	0	1	0	0	0
printemps	KA7	P2R3	KA	pommier	0	0	0	0	0	0	0
printemps	KA7	P3R3	KA	pommier	0	0	0	0	0	0	0
printemps	KA7	P4R3	KA	pommier	0	0	0	0	0	0	0
printemps	KA7	P5R3	KA	pommier	0	0	0	0	0	0	0
printemps	ST1	P1R1	ST	Luzerne	1	0	0	0	0	0	0
printemps	ST1	P2R1	ST	Luzerne	0	0	0	0	0	0	0
printemps	ST1	P3R1	ST	Luzerne	0	0	0	0	0	0	0
printemps	ST1	P4R1	ST	Luzerne	0	0	0	0	0	0	0
printemps	ST1	P5R1	ST	Luzerne	0	0	0	0	0	0	0
printemps	ST1	P1R2	ST	Luzerne	0	0	0	0	0	0	0
printemps	ST1	P2R2	ST	Luzerne	0	0	0	0	0	0	0
printemps	ST1	P3R2	ST	Luzerne	0	0	1	0	0	0	0
printemps	ST1	P4R2	ST	Luzerne	0	0	0	0	0	0	0
printemps	ST1	P5R2	ST	Luzerne	0	0	0	0	0	0	0
printemps	ST1	P1R3	ST	Luzerne	0	0	0	0	0	0	0
printemps	ST1	P2R3	ST	Luzerne	0	0	0	0	0	0	0

printemps	ST1	P3R3	ST	Luzerne	0	0	1	0	0	2	0
printemps	ST1	P4R3	ST	Luzerne	0	0	0	0	0	0	0
printemps	ST1	P5R3	ST	Luzerne	0	0	0	0	0	0	0
printemps	SO1	P1R1	SO	artichaut	1	2	0	0	0	0	0
printemps	SO1	P2R1	SO	artichaut	0	0	0	0	0	0	0
printemps	SO1	P3R1	SO	artichaut	0	0	0	0	0	0	0
printemps	SO1	P4R1	SO	artichaut	0	4	0	0	0	0	0
printemps	SO1	P5R1	SO	artichaut	0	2	0	0	0	0	0
printemps	SO1	P1R2	SO	artichaut	0	4	0	0	0	0	0
printemps	SO1	P2R2	SO	artichaut	0	0	0	0	0	0	0
printemps	SO1	P3R2	SO	artichaut	0	0	0	0	0	0	0
printemps	SO1	P4R2	SO	artichaut	0	0	0	0	0	0	0
printemps	SO1	P5R2	SO	artichaut	0	0	0	0	0	0	0
printemps	SO1	P1R3	SO	artichaut	0	1	0	1	0	0	0
printemps	SO1	P2R3	SO	artichaut	3	5	0	0	0	0	0
printemps	SO1	P3R3	SO	artichaut	0	1	0	1	0	0	0
printemps	SO1	P4R3	SO	artichaut	0	0	0	0	0	0	0
printemps	SO1	P5R3	SO	artichaut	0	0	0	0	0	0	0
printemps	SO2	P1R1	SO	olivier	0	2	0	0	0	0	0
printemps	SO2	P2R1	SO	olivier	0	0	0	0	0	0	0
printemps	SO2	P3R1	SO	olivier	0	0	0	0	0	0	0
printemps	SO2	P4R1	SO	olivier	0	0	0	0	0	0	0
printemps	SO2	P5R1	SO	olivier	0	2	0	1	0	0	1
printemps	SO2	P1R2	SO	olivier	0	0	0	0	0	0	0
printemps	SO2	P2R2	SO	olivier	0	0	0	0	0	0	0
printemps	SO2	P3R2	SO	olivier	0	0	0	0	0	0	0
printemps	SO2	P4R2	SO	olivier	0	13	0	0	0	0	0
printemps	SO2	P5R2	SO	olivier	0	0	0	0	0	0	0
printemps	SO2	P1R3	SO	olivier	0	20	0	4	0	0	1
printemps	SO2	P2R3	SO	olivier	0	0	1	0	0	0	0
printemps	SO2	P3R3	SO	olivier	0	5	0	0	0	0	0
printemps	SO2	P4R3	SO	olivier	0	0	0	0	0	0	0
printemps	SO2	P5R3	SO	olivier	0	0	0	0	0	0	0
printemps	SO3	P1R1	SO	poirier	1	0	0	0	0	0	0

printemps	SO3	P2R1	SO	poirier	0	0	0	0	0	0	0
printemps	SO3	P3R1	SO	poirier	19	0	0	0	0	0	0
printemps	SO3	P4R1	SO	poirier	3	0	0	0	0	0	0
printemps	SO3	P5R1	SO	poirier	7	0	1	0	0	0	0
printemps	SO3	P1R2	SO	poirier	24	0	0	0	0	0	0
printemps	SO3	P2R2	SO	poirier	3	0	0	0	0	0	0
printemps	SO3	P3R2	SO	poirier	0	0	0	0	0	0	0
printemps	SO3	P4R2	SO	poirier	0	1	0	0	0	0	0
printemps	SO3	P5R2	SO	poirier	0	0	0	0	0	0	0
printemps	SO3	P1R3	SO	poirier	9	2	0	0	0	0	0
printemps	SO3	P2R3	SO	poirier	1	1	0	0	0	0	0
printemps	SO3	P3R3	SO	poirier	22	4	0	0	0	0	0
printemps	SO3	P4R3	SO	poirier	23	2	0	0	0	0	0
printemps	SO3	P5R3	SO	poirier	1	0	0	0	0	0	1
printemps	SO4	P1R1	SO	pommier	4	0	0	0	0	0	0
printemps	SO4	P2R1	SO	pommier	0	0	0	0	0	0	0
printemps	SO4	P3R1	SO	pommier	0	0	0	0	0	0	0
printemps	SO4	P4R1	SO	pommier	0	0	0	0	0	0	0
printemps	SO4	P5R1	SO	pommier	1	1	0	0	0	0	0
printemps	SO4	P1R2	SO	pommier	0	0	0	0	0	0	0
printemps	SO4	P2R2	SO	pommier	0	0	0	0	0	0	0
printemps	SO4	P3R2	SO	pommier	0	0	0	0	0	0	0
printemps	SO4	P4R2	SO	pommier	0	1	0	0	0	0	0
printemps	SO4	P5R2	SO	pommier	0	0	0	0	0	0	0
printemps	SO4	P1R3	SO	pommier	0	0	0	0	0	0	0
printemps	SO4	P2R3	SO	pommier	0	0	0	0	0	0	0
printemps	SO4	P3R3	SO	pommier	0	3	0	0	0	0	0
printemps	SO4	P4R3	SO	pommier	0	0	0	0	0	0	0
printemps	SO4	P5R3	SO	pommier	0	0	0	0	0	0	0
printemps	PB1	P1R1	PB	mil bersim	0	1	0	0	0	0	0
printemps	PB1	P2R1	PB	mil bersim	3	2	0	3	2	0	0
printemps	PB1	P3R1	PB	mil bersim	0	0	0	0	0	0	0
printemps	PB1	P4R1	PB	mil bersim	0	6	0	0	0	0	0
printemps	PB1	P5R1	PB	mil bersim	5	5	0	0	0	0	0

printemps	PB1	P1R2	PB	mil bersim	0	6	0	1	0	0	0
printemps	PB1	P2R2	PB	mil bersim	0	0	0	0	0	0	0
printemps	PB1	P3R2	PB	mil bersim	0	0	0	0	0	0	0
printemps	PB1	P4R2	PB	mil bersim	0	0	0	0	0	0	0
printemps	PB1	P5R2	PB	mil bersim	0	1	0	0	0	0	0
printemps	PB1	P1R3	PB	mil bersim	0	0	0	0	0	0	0
printemps	PB1	P2R3	PB	mil bersim	0	4	0	0	0	0	0
printemps	PB1	P3R3	PB	mil bersim	1	0	0	0	0	0	0
printemps	PB1	P4R3	PB	mil bersim	0	0	0	0	0	0	0
printemps	PB1	P5R3	PB	mil bersim	0	0	0	0	0	0	0
printemps	PB2	P1R1	PB	maïs orge	7	10	0	1	1	0	0
printemps	PB2	P2R1	PB	maïs orge	1	7	1	0	0	0	0
printemps	PB2	P3R1	PB	maïs orge	0	0	0	0	0	0	0
printemps	PB2	P4R1	PB	maïs orge	0	0	0	0	0	0	0
printemps	PB2	P5R1	PB	maïs orge	0	25	5	0	0	0	0
printemps	PB2	P1R2	PB	maïs orge	0	0	0	0	0	0	0
printemps	PB2	P2R2	PB	maïs orge	0	20	0	0	0	0	0
printemps	PB2	P3R2	PB	maïs orge	0	0	0	0	0	0	0
printemps	PB2	P4R2	PB	maïs orge	0	11	0	1	1	0	0
printemps	PB2	P5R2	PB	maïs orge	1	5	0	0	0	0	0
printemps	PB2	P1R3	PB	maïs orge	0	2	0	0	0	0	0
printemps	PB2	P2R3	PB	maïs orge	1	13	0	0	0	0	0
printemps	PB2	P3R3	PB	maïs orge	0	3	2	0	1	0	0
printemps	PB2	P4R3	PB	maïs orge	0	10	0	0	0	0	0
printemps	PB2	P5R3	PB	maïs orge	0	0	0	0	0	0	0
été	KA1	P1R1	KA	artichaut	1	0	0	0	0	0	0
été	KA1	P2R1	KA	artichaut	0	0	0	0	0	0	0
été	KA1	P3R1	KA	artichaut	0	0	0	0	0	0	0
été	KA1	P4R1	KA	artichaut	0	0	0	0	0	0	0
été	KA1	P5R1	KA	artichaut	0	0	0	0	0	0	0
été	KA1	P1R2	KA	artichaut	0	0	0	0	0	0	0
été	KA1	P2R2	KA	artichaut	0	1	0	0	0	0	0
été	KA1	P3R2	KA	artichaut	2	0	0	0	0	0	0
été	KA1	P4R2	KA	artichaut	0	0	0	0	0	0	0

été	KA1	P5R2	KA	artichaut	1	0	0	0	0	0	0
été	KA1	P1R3	KA	artichaut	0	0	0	0	0	0	0
été	KA1	P2R3	KA	artichaut	0	0	0	0	0	0	0
été	KA1	P3R3	KA	artichaut	0	0	0	0	0	0	0
été	KA1	P4R3	KA	artichaut	0	0	0	0	0	0	0
été	KA1	P5R3	KA	artichaut	0	0	0	0	0	0	0
été	KA2	P1R1	KA	artichaut	0	0	0	0	0	0	0
été	KA2	P2R1	KA	artichaut	0	0	0	0	0	0	0
été	KA2	P3R1	KA	artichaut	0	0	0	0	0	0	0
été	KA2	P4R1	KA	artichaut	0	0	0	0	0	0	0
été	KA2	P5R1	KA	artichaut	0	0	0	0	0	0	0
été	KA2	P1R2	KA	artichaut	0	0	0	0	0	0	0
été	KA2	P2R2	KA	artichaut	0	0	0	0	0	0	0
été	KA2	P3R2	KA	artichaut	0	0	0	0	0	0	0
été	KA2	P4R2	KA	artichaut	0	0	0	0	0	0	0
été	KA2	P5R2	KA	artichaut	0	0	0	0	0	0	0
été	KA2	P1R3	KA	artichaut	0	0	0	0	0	0	0
été	KA2	P2R3	KA	artichaut	0	0	0	0	0	0	0
été	KA2	P3R3	KA	artichaut	0	0	0	0	0	0	0
été	KA2	P4R3	KA	artichaut	0	0	0	0	0	0	0
été	KA2	P5R3	KA	artichaut	0	0	0	0	0	0	0
été	KA3	P1R1	KA	olivier	0	0	0	0	0	0	0
été	KA3	P2R1	KA	olivier	0	0	0	0	0	0	0
été	KA3	P3R1	KA	olivier	0	0	0	0	0	0	0
été	KA3	P4R1	KA	olivier	0	0	0	0	0	0	0
été	KA3	P5R1	KA	olivier	0	0	0	0	0	0	0
été	KA3	P1R2	KA	olivier	0	0	0	0	0	0	0
été	KA3	P2R2	KA	olivier	0	0	0	0	0	0	0
été	KA3	P3R2	KA	olivier	1	0	0	0	0	0	0
été	KA3	P4R2	KA	olivier	0	0	0	0	0	0	0
été	KA3	P5R2	KA	olivier	0	0	0	0	0	0	0
été	KA3	P1R3	KA	olivier	0	0	0	0	0	0	0
été	KA3	P2R3	KA	olivier	2	0	0	0	0	0	0
été	KA3	P3R3	KA	olivier	0	0	0	0	0	0	0

été	KA3	P4R3	KA	olivier	0	0	0	0	0	0	0
été	KA3	P5R3	KA	olivier	0	0	0	0	0	0	0
été	KA4	P1R1	KA	pommier	0	0	0	0	0	0	0
été	KA4	P2R1	KA	pommier	0	0	0	0	0	0	0
été	KA4	P3R1	KA	pommier	0	0	0	0	0	0	0
été	KA4	P4R1	KA	pommier	0	0	0	0	0	0	0
été	KA4	P5R1	KA	pommier	0	0	0	0	0	0	0
été	KA4	P1R2	KA	pommier	0	0	0	0	0	0	0
été	KA4	P2R2	KA	pommier	1	0	0	0	0	0	0
été	KA4	P3R2	KA	pommier	0	0	0	0	0	0	0
été	KA4	P4R2	KA	pommier	0	0	0	0	0	0	0
été	KA4	P5R2	KA	pommier	0	0	0	0	0	0	0
été	KA4	P1R3	KA	pommier	0	0	0	0	0	0	0
été	KA4	P2R3	KA	pommier	0	0	0	0	0	0	0
été	KA4	P3R3	KA	pommier	1	0	0	0	0	0	0
été	KA4	P4R3	KA	pommier	0	0	0	0	0	0	0
été	KA4	P5R3	KA	pommier	0	0	0	0	0	0	0
été	KA5	P1R1	KA	artichaut	0	0	0	0	0	0	0
été	KA5	P2R1	KA	artichaut	1	0	0	0	0	0	0
été	KA5	P3R1	KA	artichaut	0	0	0	0	0	0	0
été	KA5	P4R1	KA	artichaut	1	0	0	0	0	0	0
été	KA5	P5R1	KA	artichaut	0	0	0	0	0	0	0
été	KA5	P1R2	KA	artichaut	1	0	0	0	0	0	0
été	KA5	P2R2	KA	artichaut	0	0	0	0	0	0	0
été	KA5	P3R2	KA	artichaut	0	0	0	0	0	0	0
été	KA5	P4R2	KA	artichaut	0	0	0	0	0	0	0
été	KA5	P5R2	KA	artichaut	0	0	0	0	0	0	0
été	KA5	P1R3	KA	artichaut	0	0	0	0	0	0	0
été	KA5	P2R3	KA	artichaut	0	0	0	0	0	0	0
été	KA5	P3R3	KA	artichaut	0	0	0	0	0	0	0
été	KA5	P4R3	KA	artichaut	0	0	0	0	0	0	0
été	KA5	P5R3	KA	artichaut	0	0	0	0	0	0	0
été	KA6	P1R1	KA	poirier	0	0	0	0	0	0	0
été	KA6	P2R1	KA	poirier	2	0	0	0	0	0	0

été	KA6	P3R1	KA	poirier	0	0	0	0	0	0	0
été	KA6	P4R1	KA	poirier	1	0	0	0	0	0	0
été	KA6	P5R1	KA	poirier	0	0	0	0	0	0	0
été	KA6	P1R2	KA	poirier	0	0	0	0	0	0	0
été	KA6	P2R2	KA	poirier	0	0	0	0	0	0	0
été	KA6	P3R2	KA	poirier	0	0	0	0	0	0	0
été	KA6	P4R2	KA	poirier	0	0	0	0	0	0	0
été	KA6	P5R2	KA	poirier	0	0	0	0	0	0	0
été	KA6	P1R3	KA	poirier	1	0	0	0	0	0	0
été	KA6	P2R3	KA	poirier	0	0	0	0	0	0	0
été	KA6	P3R3	KA	poirier	0	0	0	0	0	0	0
été	KA6	P4R3	KA	poirier	0	0	0	0	0	0	0
été	KA6	P5R3	KA	poirier	0	0	0	0	0	0	0
été	KA7	P1R1	KA	pommier	0	0	0	0	0	0	0
été	KA7	P2R1	KA	pommier	2	0	0	0	0	0	0
été	KA7	P3R1	KA	pommier	0	0	0	0	0	0	0
été	KA7	P4R1	KA	pommier	0	0	0	0	0	0	0
été	KA7	P5R1	KA	pommier	0	0	0	0	0	0	0
été	KA7	P1R2	KA	pommier	1	0	0	0	0	0	0
été	KA7	P2R2	KA	pommier	0	0	0	0	0	0	0
été	KA7	P3R2	KA	pommier	0	0	0	0	0	0	0
été	KA7	P4R2	KA	pommier	0	0	0	0	0	0	0
été	KA7	P5R2	KA	pommier	0	0	0	0	0	0	0
été	KA7	P1R3	KA	pommier	0	0	0	0	0	0	0
été	KA7	P2R3	KA	pommier	0	0	0	0	0	0	0
été	KA7	P3R3	KA	pommier	0	0	0	0	0	0	0
été	KA7	P4R3	KA	pommier	0	0	0	0	0	0	0
été	KA7	P5R3	KA	pommier	0	0	0	0	0	0	0
été	ST1	P1R1	ST	Luzerne	0	0	0	0	0	0	0
été	ST1	P2R1	ST	Luzerne	1	0	0	0	0	0	0
été	ST1	P3R1	ST	Luzerne	0	0	0	0	0	0	0
été	ST1	P4R1	ST	Luzerne	0	0	0	0	0	0	0
été	ST1	P5R1	ST	Luzerne	0	0	0	0	0	0	0
été	ST1	P1R2	ST	Luzerne	0	0	0	0	0	0	0

été	ST1	P2R2	ST	Luzerne	1	0	0	0	0	0	0
été	ST1	P3R2	ST	Luzerne	0	0	0	0	0	0	0
été	ST1	P4R2	ST	Luzerne	0	0	0	0	0	0	0
été	ST1	P5R2	ST	Luzerne	1	0	0	0	0	0	0
été	ST1	P1R3	ST	Luzerne	1	0	0	0	0	0	0
été	ST1	P2R3	ST	Luzerne	0	0	0	0	0	0	0
été	ST1	P3R3	ST	Luzerne	0	0	0	0	0	0	0
été	ST1	P4R3	ST	Luzerne	0	0	0	0	0	0	0
été	ST1	P5R3	ST	Luzerne	0	0	0	0	0	0	0
été	SO1	P1R1	SO	artichaut	1	2	0	0	0	0	0
été	SO1	P2R1	SO	artichaut	0	0	0	0	0	0	0
été	SO1	P3R1	SO	artichaut	0	0	0	0	0	0	0
été	SO1	P4R1	SO	artichaut	0	4	0	0	0	0	0
été	SO1	P5R1	SO	artichaut	0	2	0	0	0	0	0
été	SO1	P1R2	SO	artichaut	0	4	0	0	0	0	0
été	SO1	P2R2	SO	artichaut	0	0	0	0	0	0	0
été	SO1	P3R2	SO	artichaut	0	0	0	0	0	0	0
été	SO1	P4R2	SO	artichaut	0	0	0	0	0	0	0
été	SO1	P5R2	SO	artichaut	0	0	0	0	0	0	0
été	SO1	P1R3	SO	artichaut	0	1	0	1	0	0	0
été	SO1	P2R3	SO	artichaut	3	5	0	0	0	0	0
été	SO1	P3R3	SO	artichaut	0	1	0	1	0	0	0
été	SO1	P4R3	SO	artichaut	0	0	0	0	0	0	0
été	SO1	P5R3	SO	artichaut	0	0	0	0	0	0	0
été	SO2	P1R1	SO	olivier	0	2	0	0	0	0	0
été	SO2	P2R1	SO	olivier	0	0	0	0	0	0	0
été	SO2	P3R1	SO	olivier	0	0	0	0	0	0	0
été	SO2	P4R1	SO	olivier	0	0	0	0	0	0	0
été	SO2	P5R1	SO	olivier	0	2	0	1	0	0	1
été	SO2	P1R2	SO	olivier	0	0	0	0	0	0	0
été	SO2	P2R2	SO	olivier	0	0	0	0	0	0	0
été	SO2	P3R2	SO	olivier	0	0	0	0	0	0	0
été	SO2	P4R2	SO	olivier	0	13	0	0	0	0	0
été	SO2	P5R2	SO	olivier	0	0	0	0	0	0	0

été	SO2	P1R3	SO	olivier	0	20	0	4	0	0	1
été	SO2	P2R3	SO	olivier	0	0	1	0	0	0	0
été	SO2	P3R3	SO	olivier	0	5	0	0	0	0	0
été	SO2	P4R3	SO	olivier	0	0	0	0	0	0	0
été	SO2	P5R3	SO	olivier	0	0	0	0	0	0	0
été	SO3	P1R1	SO	poirier	1	0	0	0	0	0	0
été	SO3	P2R1	SO	poirier	0	0	0	0	0	0	0
été	SO3	P3R1	SO	poirier	19	0	0	0	0	0	0
été	SO3	P4R1	SO	poirier	3	0	0	0	0	0	0
été	SO3	P5R1	SO	poirier	7	0	1	0	0	0	0
été	SO3	P1R2	SO	poirier	24	0	0	0	0	0	0
été	SO3	P2R2	SO	poirier	3	0	0	0	0	0	0
été	SO3	P3R2	SO	poirier	0	0	0	0	0	0	0
été	SO3	P4R2	SO	poirier	0	1	0	0	0	0	0
été	SO3	P5R2	SO	poirier	0	0	0	0	0	0	0
été	SO3	P1R3	SO	poirier	9	2	0	0	0	0	0
été	SO3	P2R3	SO	poirier	1	1	0	0	0	0	0
été	SO3	P3R3	SO	poirier	22	4	0	0	0	0	0
été	SO3	P4R3	SO	poirier	23	2	0	0	0	0	0
été	SO3	P5R3	SO	poirier	1	0	0	0	0	0	1
été	SO4	P1R1	SO	pommier	4	0	0	0	0	0	0
été	SO4	P2R1	SO	pommier	0	0	0	0	0	0	0
été	SO4	P3R1	SO	pommier	0	0	0	0	0	0	0
été	SO4	P4R1	SO	pommier	0	0	0	0	0	0	0
été	SO4	P5R1	SO	pommier	1	1	0	0	0	0	0
été	SO4	P1R2	SO	pommier	0	0	0	0	0	0	0
été	SO4	P2R2	SO	pommier	0	0	0	0	0	0	0
été	SO4	P3R2	SO	pommier	0	0	0	0	0	0	0
été	SO4	P4R2	SO	pommier	0	1	0	0	0	0	0
été	SO4	P5R2	SO	pommier	0	0	0	0	0	0	0
été	SO4	P1R3	SO	pommier	0	0	0	0	0	0	0
été	SO4	P2R3	SO	pommier	0	0	0	0	0	0	0
été	SO4	P3R3	SO	pommier	0	3	0	0	0	0	0
été	SO4	P4R3	SO	pommier	0	0	0	0	0	0	0

été	SO4	P5R3	SO	pommier	0	0	0	0	0	0	0
été	PB1	P1R1	PB	mil bersim	0	1	0	0	0	0	0
été	PB1	P2R1	PB	mil bersim	3	2	0	3	2	0	0
été	PB1	P3R1	PB	mil bersim	0	0	0	0	0	0	0
été	PB1	P4R1	PB	mil bersim	0	6	0	0	0	0	0
été	PB1	P5R1	PB	mil bersim	5	5	0	0	0	0	0
été	PB1	P1R2	PB	mil bersim	0	6	0	1	0	0	0
été	PB1	P2R2	PB	mil bersim	0	0	0	0	0	0	0
été	PB1	P3R2	PB	mil bersim	0	0	0	0	0	0	0
été	PB1	P4R2	PB	mil bersim	0	0	0	0	0	0	0
été	PB1	P5R2	PB	mil bersim	0	0	0	0	0	0	0
été	PB1	P1R3	PB	mil bersim	0	1	0	0	0	0	0
été	PB1	P2R3	PB	mil bersim	0	0	0	0	0	0	0
été	PB1	P3R3	PB	mil bersim	0	4	0	0	0	0	0
été	PB1	P4R3	PB	mil bersim	1	0	0	0	0	0	0
été	PB1	P5R3	PB	mil bersim	0	0	0	0	0	0	0
été	PB2	P1R1	PB	maïs orge	0	0	0	0	0	0	0
été	PB2	P2R1	PB	maïs orge	7	10	0	1	1	0	0
été	PB2	P3R1	PB	maïs orge	1	7	1	0	0	0	0
été	PB2	P4R1	PB	maïs orge	0	0	0	0	0	0	0
été	PB2	P5R1	PB	maïs orge	0	0	0	0	0	0	0
été	PB2	P1R2	PB	maïs orge	0	25	5	0	0	0	0
été	PB2	P2R2	PB	maïs orge	0	0	0	0	0	0	0
été	PB2	P3R2	PB	maïs orge	0	0	0	0	0	0	0
été	PB2	P4R2	PB	maïs orge	0	20	0	0	0	0	0
été	PB2	P5R2	PB	maïs orge	0	11	0	1	1	0	0
été	PB2	P1R3	PB	maïs orge	1	5	0	0	0	0	0
été	PB2	P2R3	PB	maïs orge	0	2	0	0	0	0	0
été	PB2	P3R3	PB	maïs orge	1	13	0	0	0	0	0
été	PB2	P4R3	PB	maïs orge	0	3	2	0	1	0	0
été	PB2	P5R3	PB	maïs orge	0	10	0	0	0	0	0
automne	ST2	P1R1	ST	artichaut	1	0	0	0	0	0	0
automne	ST2	P2R1	ST	artichaut	0	0	0	1	0	0	0
automne	ST2	P3R1	ST	artichaut	1	0	0	4	0	0	0

automne	ST2	P4R1	ST	artichaut	0	1	0	0	0	0	0
automne	ST2	P5R1	ST	artichaut	0	0	0	0	0	0	0
automne	ST2	P1R2	ST	artichaut	2	1	0	1	0	0	0
automne	ST2	P2R2	ST	artichaut	0	0	0	0	0	0	0
automne	ST2	P3R2	ST	artichaut	0	0	0	0	0	0	0
automne	ST2	P4R2	ST	artichaut	2	1	0	1	0	0	0
automne	ST2	P5R2	ST	artichaut	0	0	0	1	0	0	0
automne	ST2	P1R3	ST	artichaut	0	0	0	0	0	0	0
automne	ST2	P2R3	ST	artichaut	0	1	0	0	0	0	0
automne	ST2	P3R3	ST	artichaut	0	0	0	0	0	0	0
automne	ST2	P4R3	ST	artichaut	0	0	0	6	0	0	0
automne	ST2	P5R3	ST	artichaut	0	0	0	0	0	0	0
hiver	ST2	P1R1	ST	artichaut	0	0	0	0	0	0	0
hiver	ST2	P2R1	ST	artichaut	0	0	0	0	0	0	0
hiver	ST2	P3R1	ST	artichaut	0	0	0	0	0	0	0
hiver	ST2	P4R1	ST	artichaut	0	0	0	0	0	0	0
hiver	ST2	P5R1	ST	artichaut	0	0	0	0	0	0	0
hiver	ST2	P1R2	ST	artichaut	0	0	0	0	0	0	0
hiver	ST2	P2R2	ST	artichaut	0	0	0	0	0	0	0
hiver	ST2	P3R2	ST	artichaut	0	0	0	0	0	0	0
hiver	ST2	P4R2	ST	artichaut	0	0	0	0	0	0	0
hiver	ST2	P5R2	ST	artichaut	0	0	0	0	0	0	0
hiver	ST2	P1R3	ST	artichaut	0	0	0	0	0	0	0
hiver	ST2	P2R3	ST	artichaut	0	0	0	0	0	0	0
hiver	ST2	P3R3	ST	artichaut	0	0	0	0	0	0	0
hiver	ST2	P4R3	ST	artichaut	0	0	0	0	0	0	0
hiver	ST2	P5R3	ST	artichaut	0	0	0	0	0	0	0
printemps	ST2	P1R1	ST	artichaut	0	1	0	0	0	0	0
printemps	ST2	P2R1	ST	artichaut	0	0	0	0	0	0	0
printemps	ST2	P3R1	ST	artichaut	0	0	0	0	0	0	0
printemps	ST2	P4R1	ST	artichaut	0	0	0	0	0	0	0
printemps	ST2	P5R1	ST	artichaut	0	0	0	0	0	0	0
printemps	ST2	P1R2	ST	artichaut	1	0	0	0	0	0	0
printemps	ST2	P2R2	ST	artichaut	0	0	0	0	0	0	0

printemps	ST2	P3R2	ST	artichaut	0	0	0	0	0	0	0
printemps	ST2	P4R2	ST	artichaut	1	1	0	0	0	0	0
printemps	ST2	P5R2	ST	artichaut	0	0	0	0	0	0	0
printemps	ST2	P1R3	ST	artichaut	1	0	0	0	0	0	0
printemps	ST2	P2R3	ST	artichaut	0	0	0	0	0	0	0
printemps	ST2	P3R3	ST	artichaut	0	0	0	0	0	0	0
printemps	ST2	P4R3	ST	artichaut	0	0	0	0	0	0	0
printemps	ST2	P5R3	ST	artichaut	0	0	0	0	0	0	0
été	ST2	P1R1	ST	artichaut	2	0	0	0	0	0	0
été	ST2	P2R1	ST	artichaut	0	0	0	0	0	0	0
été	ST2	P3R1	ST	artichaut	0	0	0	0	0	0	0
été	ST2	P4R1	ST	artichaut	0	0	0	0	0	0	0
été	ST2	P5R1	ST	artichaut	0	0	0	0	0	0	0
été	ST2	P1R2	ST	artichaut	0	0	0	0	0	0	0
été	ST2	P2R2	ST	artichaut	0	0	0	0	0	0	0
été	ST2	P3R2	ST	artichaut	0	0	0	0	0	0	0
été	ST2	P4R2	ST	artichaut	0	0	0	0	0	0	0
été	ST2	P5R2	ST	artichaut	0	0	0	0	0	0	0
été	ST2	P1R3	ST	artichaut	0	0	0	0	0	0	0
été	ST2	P2R3	ST	artichaut	0	0	0	0	0	0	0
été	ST2	P3R3	ST	artichaut	0	0	0	1	0	0	0
été	ST2	P4R3	ST	artichaut	2	0	0	0	0	0	0
été	ST2	P5R3	ST	artichaut	1	0	0	0	0	0	0

Annexe 3 : Données brutes pour la session de piégeage réalisée en 2009 et 2010

Abbréviations : P. l : Porcellio laevis, P. v : Porcellio variabilis, Ps. s : Porcellionides sexfasciatus, C. e : Chaetophiloscia elongata, L. p : Leptotrichus panzeri, Ar. a : Armadillidium album, Ag. l : Agabiformius lentus, Ar. t : Armadillidium tunisiense. Pom terre : Pomme de terre.

Saison	Parcelle	Piege	Releve	Secteur	Culture	P. l	P. v	Ps. p	Ps. s	C. e	L. p	Ar. a	Ag. l	Ar. t
hiver	GEM1	P1R1	R1	GEM	pom terre	0	0	0	0	0	0	0	0	0
hiver	GEM1	P2R1	R1	GEM	pom terre	0	0	0	0	0	0	3	0	0
hiver	GEM1	P3R1	R1	GEM	pom terre	0	0	0	0	0	0	0	0	0
hiver	GEM1	P4R1	R1	GEM	pom terre	0	0	0	0	0	0	0	0	0
hiver	GEM1	P5R1	R1	GEM	pom terre	0	0	0	0	0	0	0	0	0
hiver	GEM1	P1R2	R2	GEM	pom terre	0	0	0	0	0	0	1	0	0
hiver	GEM1	P2R2	R2	GEM	pom terre	0	0	0	0	0	0	0	0	0
hiver	GEM1	P3R2	R2	GEM	pom terre	0	0	0	0	0	0	0	0	0
hiver	GEM1	P4R2	R2	GEM	pom terre	0	0	0	0	0	0	0	0	0
hiver	GEM1	P5R2	R2	GEM	pom terre	0	0	0	0	0	0	0	0	0
hiver	GEM1	P1R3	R3	GEM	pom terre	0	0	0	0	0	0	6	0	0
hiver	GEM1	P2R3	R3	GEM	pom terre	0	0	0	0	0	0	0	0	0
hiver	GEM1	P3R3	R3	GEM	pom terre	0	0	0	0	0	0	0	3	0
hiver	GEM1	P4R3	R3	GEM	pom terre	0	1	0	0	0	0	0	0	0
hiver	GEM1	P5R3	R3	GEM	pom terre	1	0	0	0	0	0	0	0	0
hiver	GEM2	P1R1	R1	GEM	pom terre	1	0	0	0	0	0	0	1	0
hiver	GEM2	P2R1	R1	GEM	pom terre	3	0	0	0	0	1	0	0	1
hiver	GEM2	P3R1	R1	GEM	pom terre	0	0	0	0	0	0	0	0	0
hiver	GEM2	P4R1	R1	GEM	pom terre	0	0	0	0	0	0	0	0	0
hiver	GEM2	P5R1	R1	GEM	pom terre	0	0	0	0	0	0	0	0	0
hiver	GEM2	P1R2	R2	GEM	pom terre	0	0	0	0	0	0	0	1	0
hiver	GEM2	P2R2	R2	GEM	pom terre	0	1	0	0	0	0	0	0	0
hiver	GEM2	P3R2	R2	GEM	pom terre	0	0	0	0	0	0	0	0	1
hiver	GEM2	P4R2	R2	GEM	pom terre	1	0	0	0	0	0	0	0	0
hiver	GEM2	P5R2	R2	GEM	pom terre	0	0	0	0	0	0	0	0	0
hiver	GEM2	P1R3	R3	GEM	pom terre	0	0	0	0	0	1	0	0	0

hiver	GEM2	P2R3	R3	GEM	pom terre	0	0	0	0	0	0	0	0	0
hiver	GEM2	P3R3	R3	GEM	pom terre	0	0	0	0	0	0	0	0	0
hiver	GEM2	P4R3	R3	GEM	pom terre	0	0	0	0	0	0	0	0	0
hiver	GEM2	P5R3	R3	GEM	pom terre	0	0	0	0	0	0	0	0	0
hiver	GEM3	P1R1	R1	GEM	pom terre	0	0	0	0	0	0	0	0	0
hiver	GEM3	P2R1	R1	GEM	pom terre	3	0	0	0	0	0	0	0	0
hiver	GEM3	P3R1	R1	GEM	pom terre	6	0	0	0	0	0	0	0	0
hiver	GEM3	P4R1	R1	GEM	pom terre	0	0	0	0	0	0	0	0	0
hiver	GEM3	P5R1	R1	GEM	pom terre	3	0	0	0	0	0	0	0	0
hiver	GEM3	P1R2	R2	GEM	pom terre	3	0	0	0	0	0	0	0	0
hiver	GEM3	P2R2	R2	GEM	pom terre	0	0	0	0	0	0	0	0	0
hiver	GEM3	P3R2	R2	GEM	pom terre	2	0	0	0	0	0	0	0	0
hiver	GEM3	P4R2	R2	GEM	pom terre	11	0	0	0	0	0	0	0	0
hiver	GEM3	P5R2	R2	GEM	pom terre	0	0	0	0	0	2	0	0	0
hiver	GEM3	P1R3	R3	GEM	pom terre	1	0	0	0	0	0	0	0	0
hiver	GEM3	P2R3	R3	GEM	pom terre	6	0	0	0	0	0	0	0	0
hiver	GEM3	P3R3	R3	GEM	pom terre	3	0	0	0	0	0	0	0	0
hiver	GEM3	P4R3	R3	GEM	pom terre	0	0	0	0	0	0	0	0	0
hiver	GEM3	P5R3	R3	GEM	pom terre	2	0	0	0	0	0	0	0	0
hiver	GEM4	P1R1	R1	GEM	pom terre	0	0	0	0	0	0	0	0	0
hiver	GEM4	P2R1	R1	GEM	pom terre	0	0	0	0	0	0	0	0	0
hiver	GEM4	P3R1	R1	GEM	pom terre	0	0	0	0	0	0	0	0	0
hiver	GEM4	P4R1	R1	GEM	pom terre	0	0	0	0	0	0	0	0	0
hiver	GEM4	P5R1	R1	GEM	pom terre	0	0	0	0	0	0	0	0	0
hiver	GEM4	P1R2	R2	GEM	pom terre	0	0	0	0	0	0	0	0	0
hiver	GEM4	P2R2	R2	GEM	pom terre	0	0	0	0	0	0	0	0	0
hiver	GEM4	P3R2	R2	GEM	pom terre	0	0	0	0	0	2	0	0	0
hiver	GEM4	P4R2	R2	GEM	pom terre	0	0	0	0	0	0	0	0	0
hiver	GEM4	P5R2	R2	GEM	pom terre	3	0	0	0	0	1	0	0	0
hiver	GEM4	P1R3	R3	GEM	pom terre	0	0	0	0	0	0	0	0	0
hiver	GEM4	P2R3	R3	GEM	pom terre	0	0	0	0	0	0	0	0	0
hiver	GEM4	P3R3	R3	GEM	pom terre	3	0	0	0	0	1	0	0	0
hiver	GEM4	P4R3	R3	GEM	pom terre	0	0	0	0	0	0	0	0	0
hiver	GEM4	P5R3	R3	GEM	pom terre	1	0	0	0	0	0	0	0	0

hiver	KA2	P1R1	R1	KA	blé	0	0	0	0	0	0	0	0	0
hiver	KA2	P2R1	R1	KA	blé	2	0	0	0	0	0	0	0	0
hiver	KA2	P3R1	R1	KA	blé	0	0	0	0	0	0	0	0	0
hiver	KA2	P4R1	R1	KA	blé	0	0	0	0	0	0	0	0	0
hiver	KA2	P5R1	R1	KA	blé	0	0	0	0	0	0	0	0	0
hiver	KA2	P1R2	R2	KA	blé	0	0	0	0	0	0	0	0	0
hiver	KA2	P2R2	R2	KA	blé	1	0	0	0	0	0	0	0	0
hiver	KA2	P3R2	R2	KA	blé	1	0	0	0	0	0	0	0	0
hiver	KA2	P4R2	R2	KA	blé	0	0	0	0	0	0	0	0	0
hiver	KA2	P5R2	R2	KA	blé	0	0	0	0	0	0	0	0	0
hiver	KA2	P1R3	R3	KA	blé	5	0	0	0	0	0	0	0	0
hiver	KA2	P2R3	R3	KA	blé	0	0	0	0	0	0	0	0	0
hiver	KA2	P3R3	R3	KA	blé	1	0	0	1	0	0	0	0	0
hiver	KA2	P4R3	R3	KA	blé	0	0	0	0	0	0	0	0	0
hiver	KA2	P5R3	R3	KA	blé	0	0	0	0	0	0	0	0	0
hiver	KA3	P1R1	R1	KA	artichaut	0	0	0	0	0	0	0	0	0
hiver	KA3	P2R1	R1	KA	artichaut	0	0	0	0	0	0	0	0	0
hiver	KA3	P3R1	R1	KA	artichaut	0	0	0	0	0	0	0	0	0
hiver	KA3	P4R1	R1	KA	artichaut	0	0	0	0	0	0	0	0	0
hiver	KA3	P5R1	R1	KA	artichaut	0	0	0	0	0	0	0	0	0
hiver	KA3	P1R2	R2	KA	artichaut	1	0	0	0	0	0	0	0	0
hiver	KA3	P2R2	R2	KA	artichaut	0	0	0	0	0	0	0	0	0
hiver	KA3	P3R2	R2	KA	artichaut	1	0	0	0	0	0	0	0	0
hiver	KA3	P4R2	R2	KA	artichaut	0	0	0	0	0	0	0	0	0
hiver	KA3	P5R2	R2	KA	artichaut	0	0	0	0	0	0	0	0	0
hiver	KA3	P1R3	R3	KA	artichaut	0	0	0	0	0	0	0	0	0
hiver	KA3	P2R3	R3	KA	artichaut	4	0	0	0	0	0	0	0	0
hiver	KA3	P3R3	R3	KA	artichaut	4	0	0	0	0	0	0	0	0
hiver	KA3	P4R3	R3	KA	artichaut	0	0	0	0	0	0	0	0	0
hiver	KA3	P5R3	R3	KA	artichaut	0	0	0	0	0	0	0	0	0
hiver	KA1	P1R1	R1	KA	orge	0	0	0	0	0	0	0	0	0
hiver	KA1	P2R1	R1	KA	orge	1	0	0	0	0	0	0	0	0
hiver	KA1	P3R1	R1	KA	orge	0	0	0	0	0	0	0	0	0
hiver	KA1	P4R1	R1	KA	orge	1	0	0	0	0	0	0	0	0

hiver	KA1	P5R1	R1	KA	orge	0	0	0	1	0	0	0	0	0
hiver	KA1	P1R2	R2	KA	orge	0	0	0	0	0	0	0	0	0
hiver	KA1	P2R2	R2	KA	orge	0	0	0	0	0	1	0	0	0
hiver	KA1	P3R2	R2	KA	orge	0	0	0	0	0	0	0	0	0
hiver	KA1	P4R2	R2	KA	orge	0	0	0	0	0	0	0	0	0
hiver	KA1	P5R2	R2	KA	orge	0	0	0	1	0	0	0	0	0
hiver	KA1	P1R3	R3	KA	orge	0	0	0	0	0	0	0	0	0
hiver	KA1	P2R3	R3	KA	orge	0	0	0	0	0	0	0	0	0
hiver	KA1	P3R3	R3	KA	orge	0	0	0	0	0	0	0	0	0
hiver	KA1	P4R3	R3	KA	orge	1	0	0	3	0	0	0	0	0
hiver	KA1	P5R3	R3	KA	orge	1	0	0	0	0	0	0	0	0
hiver	UTQ1	P1R1	R1	UTQ	blé	0	0	0	0	0	0	0	0	0
hiver	UTQ1	P2R1	R1	UTQ	blé	0	0	0	0	0	0	0	0	0
hiver	UTQ1	P3R1	R1	UTQ	blé	0	0	0	0	0	0	0	0	0
hiver	UTQ1	P4R1	R1	UTQ	blé	0	0	0	0	0	0	0	0	0
hiver	UTQ1	P5R1	R1	UTQ	blé	0	0	0	0	0	0	0	0	0
hiver	UTQ1	P1R2	R2	UTQ	blé	0	0	0	0	0	0	0	0	0
hiver	UTQ1	P2R2	R2	UTQ	blé	0	0	0	0	0	0	0	0	0
hiver	UTQ1	P3R2	R2	UTQ	blé	0	0	0	0	0	0	0	0	0
hiver	UTQ1	P4R2	R2	UTQ	blé	0	0	0	0	0	0	0	0	0
hiver	UTQ1	P5R2	R2	UTQ	blé	3	2	0	0	0	0	0	0	0
hiver	UTQ1	P1R3	R3	UTQ	blé	4	0	0	0	0	0	0	0	0
hiver	UTQ1	P2R3	R3	UTQ	blé	0	0	0	0	0	0	0	0	0
hiver	UTQ1	P3R3	R3	UTQ	blé	0	0	0	0	0	0	0	0	0
hiver	UTQ1	P4R3	R3	UTQ	blé	0	0	0	0	0	0	0	0	0
hiver	UTQ1	P5R3	R3	UTQ	blé	0	0	0	0	0	0	0	0	0
hiver	UTQ2	P1R1	R1	UTQ	blé	0	0	0	0	0	0	0	0	0
hiver	UTQ2	P2R1	R1	UTQ	blé	0	0	0	0	0	0	0	0	0
hiver	UTQ2	P3R1	R1	UTQ	blé	0	1	0	0	0	0	0	0	0
hiver	UTQ2	P4R1	R1	UTQ	blé	0	0	0	0	0	0	0	0	0
hiver	UTQ2	P5R1	R1	UTQ	blé	0	1	0	0	0	0	0	0	0
hiver	UTQ2	P1R2	R2	UTQ	blé	0	0	0	0	0	0	0	0	0
hiver	UTQ2	P2R2	R2	UTQ	blé	0	0	0	0	0	0	0	0	0
hiver	UTQ2	P3R2	R2	UTQ	blé	0	0	0	0	0	0	0	0	0

hiver	UTQ2	P4R2	R2	UTQ	blé	0	0	0	0	0	0	0	0	0
hiver	UTQ2	P5R2	R2	UTQ	blé	0	1	0	0	0	0	0	0	0
hiver	UTQ2	P1R3	R3	UTQ	blé	0	0	0	0	0	0	0	0	0
hiver	UTQ2	P2R3	R3	UTQ	blé	0	0	0	0	0	0	0	0	0
hiver	UTQ2	P3R3	R3	UTQ	blé	0	0	0	0	0	0	0	0	0
hiver	UTQ2	P4R3	R3	UTQ	blé	0	3	0	0	0	0	0	0	0
hiver	UTQ2	P5R3	R3	UTQ	blé	0	1	0	0	0	0	0	0	0
hiver	UTQ3	P1R1	R1	UTQ	blé	0	0	0	0	0	0	0	0	0
hiver	UTQ3	P2R1	R1	UTQ	blé	0	0	0	0	0	0	0	0	0
hiver	UTQ3	P3R1	R1	UTQ	blé	0	0	0	0	0	0	0	0	0
hiver	UTQ3	P4R1	R1	UTQ	blé	0	0	0	0	0	0	0	0	0
hiver	UTQ3	P5R1	R1	UTQ	blé	0	0	0	0	0	0	0	0	0
hiver	UTQ3	P1R2	R2	UTQ	blé	0	0	0	0	0	0	0	0	0
hiver	UTQ3	P2R2	R2	UTQ	blé	0	0	0	0	0	0	0	0	0
hiver	UTQ3	P3R2	R2	UTQ	blé	0	0	0	0	0	0	0	0	0
hiver	UTQ3	P4R2	R2	UTQ	blé	0	0	0	0	0	0	0	0	0
hiver	UTQ3	P5R2	R2	UTQ	blé	0	0	0	0	0	0	0	0	0
hiver	UTQ3	P1R3	R3	UTQ	blé	0	0	0	0	0	0	0	0	0
hiver	UTQ3	P2R3	R3	UTQ	blé	0	0	0	0	0	0	0	0	0
hiver	UTQ3	P3R3	R3	UTQ	blé	0	0	0	0	0	0	0	0	0
hiver	UTQ3	P4R3	R3	UTQ	blé	0	0	0	0	0	0	0	0	0
hiver	UTQ3	P5R3	R3	UTQ	blé	0	0	0	0	0	0	0	0	0
hiver	UTQ4	P1R1	R1	UTQ	pois chiche	0	0	0	0	0	0	0	0	0
hiver	UTQ4	P2R1	R1	UTQ	pois chiche	0	0	0	0	0	0	0	0	0
hiver	UTQ4	P3R1	R1	UTQ	pois chiche	0	0	0	0	0	0	0	0	0
hiver	UTQ4	P4R1	R1	UTQ	pois chiche	0	0	0	0	0	0	0	0	0
hiver	UTQ4	P5R1	R1	UTQ	pois chiche	0	0	0	0	0	0	0	0	0
hiver	UTQ4	P1R2	R2	UTQ	pois chiche	0	0	0	0	0	0	0	0	0
hiver	UTQ4	P2R2	R2	UTQ	pois chiche	0	0	0	0	0	0	0	0	0
hiver	UTQ4	P3R2	R2	UTQ	pois chiche	0	0	0	1	0	0	0	0	0
hiver	UTQ4	P4R2	R2	UTQ	pois chiche	0	0	0	0	0	0	0	0	0
hiver	UTQ4	P5R2	R2	UTQ	pois chiche	0	2	0	0	0	0	0	0	0
hiver	UTQ4	P1R3	R3	UTQ	pois chiche	0	0	0	0	0	0	0	0	0
hiver	UTQ4	P2R3	R3	UTQ	pois chiche	0	0	0	0	0	0	0	0	0

hiver	UTQ4	P3R3	R3	UTQ	pois chiche	0	0	0	0	0	0	0	0	0
hiver	UTQ4	P4R3	R3	UTQ	pois chiche	0	0	0	0	0	0	0	0	0
hiver	UTQ4	P5R3	R3	UTQ	pois chiche	0	1	0	0	0	0	0	0	0
printemps	GEM1	P1R1	R1	GEM	pom terre	0	0	0	0	0	0	0	0	0
printemps	GEM1	P2R1	R1	GEM	pom terre	0	0	0	0	0	0	1	4	0
printemps	GEM1	P3R1	R1	GEM	pom terre	0	0	0	0	0	0	0	2	0
printemps	GEM1	P4R1	R1	GEM	pom terre	0	0	0	0	0	0	1	3	0
printemps	GEM1	P5R1	R1	GEM	pom terre	0	0	0	0	0	0	1	1	0
printemps	GEM1	P1R2	R2	GEM	pom terre	0	0	0	0	0	0	2	2	0
printemps	GEM1	P2R2	R2	GEM	pom terre	0	0	0	0	0	0	0	0	0
printemps	GEM1	P3R2	R2	GEM	pom terre	0	0	0	0	0	0	0	0	0
printemps	GEM1	P4R2	R2	GEM	pom terre	0	0	0	0	0	0	0	0	0
printemps	GEM1	P5R2	R2	GEM	pom terre	0	0	0	0	0	0	0	0	0
printemps	GEM1	P1R3	R3	GEM	pom terre	0	0	0	0	0	0	0	0	0
printemps	GEM1	P2R3	R3	GEM	pom terre	0	0	0	0	0	0	0	1	0
printemps	GEM1	P3R3	R3	GEM	pom terre	0	0	0	0	0	0	0	0	0
printemps	GEM1	P4R3	R3	GEM	pom terre	0	0	0	0	0	0	0	0	0
printemps	GEM1	P5R3	R3	GEM	pom terre	0	0	0	0	0	0	0	0	0
printemps	GEM2	P1R1	R1	GEM	pom terre	0	0	0	0	0	0	0	0	0
printemps	GEM2	P2R1	R1	GEM	pom terre	0	0	0	0	0	0	0	0	0
printemps	GEM2	P3R1	R1	GEM	pom terre	0	0	0	0	0	0	0	0	0
printemps	GEM2	P4R1	R1	GEM	pom terre	0	0	0	0	0	0	0	0	0
printemps	GEM2	P5R1	R1	GEM	pom terre	0	0	0	0	0	0	0	0	0
printemps	GEM2	P1R2	R2	GEM	pom terre	0	0	0	0	0	0	0	0	0
printemps	GEM2	P2R2	R2	GEM	pom terre	0	0	0	0	0	0	0	0	1
printemps	GEM2	P3R2	R2	GEM	pom terre	0	0	0	0	0	0	0	0	0
printemps	GEM2	P4R2	R2	GEM	pom terre	0	0	0	0	0	0	0	0	0
printemps	GEM2	P5R2	R2	GEM	pom terre	1	0	0	0	0	0	0	0	0
printemps	GEM2	P1R3	R3	GEM	pom terre	1	0	0	0	0	0	0	0	0
printemps	GEM2	P2R3	R3	GEM	pom terre	0	0	0	0	0	0	0	0	0
printemps	GEM2	P3R3	R3	GEM	pom terre	1	0	0	0	0	0	0	0	0
printemps	GEM2	P4R3	R3	GEM	pom terre	0	0	0	0	0	0	0	0	0
printemps	GEM2	P5R3	R3	GEM	pom terre	3	1	0	0	0	0	0	0	0
printemps	GEM3	P1R1	R1	GEM	pom terre	0	0	0	0	0	0	0	0	0

printemps	GEM3	P2R1	R1	GEM	pom terre	0	0	0	0	0	0	0	0	0
printemps	GEM3	P3R1	R1	GEM	pom terre	5	0	0	0	0	0	0	0	0
printemps	GEM3	P4R1	R1	GEM	pom terre	3	0	0	0	0	2	0	0	0
printemps	GEM3	P5R1	R1	GEM	pom terre	1	0	0	0	0	0	0	0	0
printemps	GEM3	P1R2	R2	GEM	pom terre	5	0	0	0	0	0	0	0	0
printemps	GEM3	P2R2	R2	GEM	pom terre	0	0	0	0	0	0	0	0	0
printemps	GEM3	P3R2	R2	GEM	pom terre	0	0	0	0	0	0	0	0	0
printemps	GEM3	P4R2	R2	GEM	pom terre	0	0	0	0	0	1	0	0	0
printemps	GEM3	P5R2	R2	GEM	pom terre	0	0	0	0	0	0	0	0	0
printemps	GEM3	P1R3	R3	GEM	pom terre	1	0	0	0	0	0	0	0	0
printemps	GEM3	P2R3	R3	GEM	pom terre	3	0	0	0	0	0	0	0	0
printemps	GEM3	P3R3	R3	GEM	pom terre	3	0	0	0	0	0	0	0	0
printemps	GEM3	P4R3	R3	GEM	pom terre	2	0	0	0	0	0	0	0	0
printemps	GEM3	P5R3	R3	GEM	pom terre	5	0	0	0	0	1	0	0	0
printemps	GEM4	P1R1	R1	GEM	pom terre	1	0	0	0	0	0	0	0	0
printemps	GEM4	P2R1	R1	GEM	pom terre	0	0	0	0	0	0	0	0	0
printemps	GEM4	P3R1	R1	GEM	pom terre	1	0	0	0	0	0	0	0	0
printemps	GEM4	P4R1	R1	GEM	pom terre	1	0	0	0	0	0	0	0	1
printemps	GEM4	P5R1	R1	GEM	pom terre	0	0	0	0	0	0	0	0	0
printemps	GEM4	P1R2	R2	GEM	pom terre	0	0	0	0	0	0	0	0	0
printemps	GEM4	P2R2	R2	GEM	pom terre	0	0	0	0	0	0	0	0	0
printemps	GEM4	P3R2	R2	GEM	pom terre	2	0	0	0	0	0	0	0	0
printemps	GEM4	P4R2	R2	GEM	pom terre	0	0	0	0	0	0	0	0	0
printemps	GEM4	P5R2	R2	GEM	pom terre	1	0	0	0	0	0	0	0	0
printemps	GEM4	P1R3	R3	GEM	pom terre	0	0	0	0	0	0	0	0	0
printemps	GEM4	P2R3	R3	GEM	pom terre	1	0	0	0	0	0	0	0	0
printemps	GEM4	P3R3	R3	GEM	pom terre	0	0	0	0	0	0	0	0	0
printemps	GEM4	P4R3	R3	GEM	pom terre	1	0	0	0	0	0	0	0	0
printemps	GEM4	P5R3	R3	GEM	pom terre	0	0	0	0	0	0	0	0	0
printemps	KA2	P1R1	R1	KA	blé	0	0	0	0	0	0	0	0	0
printemps	KA2	P2R1	R1	KA	blé	0	0	0	0	0	0	0	0	0
printemps	KA2	P3R1	R1	KA	blé	2	0	0	0	0	0	0	0	0
printemps	KA2	P4R1	R1	KA	blé	0	0	0	0	0	0	0	0	0
printemps	KA2	P5R1	R1	KA	blé	0	0	0	0	0	0	0	0	0

printemps	KA2	P1R2	R2	KA	blé	0	0	0	0	0	0	0	0	0
printemps	KA2	P2R2	R2	KA	blé	2	0	0	0	0	0	0	0	0
printemps	KA2	P3R2	R2	KA	blé	0	0	0	0	0	0	0	0	0
printemps	KA2	P4R2	R2	KA	blé	0	0	0	0	0	0	0	0	0
printemps	KA2	P5R2	R2	KA	blé	0	0	0	0	0	0	0	0	0
printemps	KA2	P1R3	R3	KA	blé	4	0	0	0	0	0	0	0	0
printemps	KA2	P2R3	R3	KA	blé	0	0	0	0	0	0	0	0	0
printemps	KA2	P3R3	R3	KA	blé	0	0	0	0	0	0	0	0	0
printemps	KA2	P4R3	R3	KA	blé	2	0	0	0	0	0	0	0	0
printemps	KA2	P5R3	R3	KA	blé	0	0	0	0	0	0	0	0	0
printemps	KA3	P1R1	R1	KA	artichaut	0	0	0	0	0	0	0	0	1
printemps	KA3	P2R1	R1	KA	artichaut	2	0	0	0	0	0	0	0	0
printemps	KA3	P3R1	R1	KA	artichaut	0	0	0	0	0	0	0	0	0
printemps	KA3	P4R1	R1	KA	artichaut	0	0	0	0	0	0	0	0	0
printemps	KA3	P5R1	R1	KA	artichaut	0	0	0	0	0	0	0	0	0
printemps	KA3	P1R2	R2	KA	artichaut	2	0	0	0	0	0	0	0	0
printemps	KA3	P2R2	R2	KA	artichaut	2	0	0	0	0	0	0	0	0
printemps	KA3	P3R2	R2	KA	artichaut	0	0	0	0	0	0	0	0	0
printemps	KA3	P4R2	R2	KA	artichaut	1	0	0	0	0	0	0	0	0
printemps	KA3	P5R2	R2	KA	artichaut	0	0	0	0	0	0	0	0	0
printemps	KA3	P1R3	R3	KA	artichaut	1	0	0	0	0	0	0	0	0
printemps	KA3	P2R3	R3	KA	artichaut	0	0	0	0	0	0	0	0	0
printemps	KA3	P3R3	R3	KA	artichaut	0	0	0	0	0	0	0	0	0
printemps	KA3	P4R3	R3	KA	artichaut	3	0	0	0	0	0	0	0	0
printemps	KA3	P5R3	R3	KA	artichaut	0	0	0	0	0	0	0	0	0
printemps	KA1	P1R1	R1	KA	orge	3	0	0	0	0	0	0	0	0
printemps	KA1	P2R1	R1	KA	orge	0	0	0	0	0	0	0	0	0
printemps	KA1	P3R1	R1	KA	orge	0	0	0	0	0	0	0	0	0
printemps	KA1	P4R1	R1	KA	orge	0	0	0	0	0	0	0	0	0
printemps	KA1	P5R1	R1	KA	orge	2	0	0	0	0	0	0	0	0
printemps	KA1	P1R2	R2	KA	orge	4	0	0	0	0	0	0	0	0
printemps	KA1	P2R2	R2	KA	orge	2	0	0	0	0	0	0	0	0
printemps	KA1	P3R2	R2	KA	orge	2	0	0	0	0	0	0	0	0
printemps	KA1	P4R2	R2	KA	orge	6	0	0	0	0	0	0	0	0

printemps	KA1	P5R2	R2	KA	orge	6	0	0	0	0	0	0	0	0
printemps	KA1	P1R3	R3	KA	orge	0	0	0	0	0	0	0	0	0
printemps	KA1	P2R3	R3	KA	orge	0	0	0	0	0	0	0	0	0
printemps	KA1	P3R3	R3	KA	orge	0	0	0	0	0	0	0	0	0
printemps	KA1	P4R3	R3	KA	orge	3	0	0	0	0	0	0	0	0
printemps	KA1	P5R3	R3	KA	orge	0	0	0	0	0	0	0	0	0
printemps	UTQ1	P1R1	R1	UTQ	blé	0	0	0	0	0	0	0	0	0
printemps	UTQ1	P2R1	R1	UTQ	blé	1	0	0	0	0	0	0	0	0
printemps	UTQ1	P3R1	R1	UTQ	blé	0	0	0	0	0	0	0	0	0
printemps	UTQ1	P4R1	R1	UTQ	blé	0	0	0	0	0	0	0	0	0
printemps	UTQ1	P5R1	R1	UTQ	blé	1	0	0	0	0	0	0	0	0
printemps	UTQ1	P1R2	R2	UTQ	blé	0	0	0	0	0	0	0	0	0
printemps	UTQ1	P2R2	R2	UTQ	blé	0	0	0	0	0	0	0	0	0
printemps	UTQ1	P3R2	R2	UTQ	blé	0	0	0	0	0	0	0	0	0
printemps	UTQ1	P4R2	R2	UTQ	blé	1	0	0	0	0	0	0	0	0
printemps	UTQ1	P5R2	R2	UTQ	blé	0	0	0	0	0	0	0	0	0
printemps	UTQ1	P1R3	R3	UTQ	blé	0	0	0	0	0	0	0	0	0
printemps	UTQ1	P2R3	R3	UTQ	blé	0	1	0	0	0	0	0	0	0
printemps	UTQ1	P3R3	R3	UTQ	blé	0	0	0	0	0	0	0	0	0
printemps	UTQ1	P4R3	R3	UTQ	blé	1	1	0	0	0	0	0	0	0
printemps	UTQ1	P5R3	R3	UTQ	blé	2	0	0	0	0	0	0	0	0
printemps	UTQ2	P1R1	R1	UTQ	blé	0	0	0	0	0	0	0	0	0
printemps	UTQ2	P2R1	R1	UTQ	blé	0	0	0	0	0	0	0	0	0
printemps	UTQ2	P3R1	R1	UTQ	blé	0	0	0	0	0	0	0	0	0
printemps	UTQ2	P4R1	R1	UTQ	blé	0	0	0	0	0	0	0	0	0
printemps	UTQ2	P5R1	R1	UTQ	blé	0	0	0	0	0	0	0	0	0
printemps	UTQ2	P1R2	R2	UTQ	blé	1	4	0	0	0	0	0	0	0
printemps	UTQ2	P2R2	R2	UTQ	blé	0	3	0	0	0	0	0	0	0
printemps	UTQ2	P3R2	R2	UTQ	blé	0	0	0	0	0	0	0	0	0
printemps	UTQ2	P4R2	R2	UTQ	blé	0	0	0	0	0	0	0	0	0
printemps	UTQ2	P5R2	R2	UTQ	blé	0	2	0	0	0	0	0	0	0
printemps	UTQ2	P1R3	R3	UTQ	blé	0	4	0	0	0	0	0	0	0
printemps	UTQ2	P2R3	R3	UTQ	blé	0	6	0	0	0	0	0	0	0
printemps	UTQ2	P3R3	R3	UTQ	blé	0	2	0	0	0	0	0	0	0

printemps	UTQ2	P4R3	R3	UTQ	blé	0	3	0	0	0	0	0	0	0
printemps	UTQ2	P5R3	R3	UTQ	blé	0	0	0	0	0	0	0	0	0
printemps	UTQ3	P1R1	R1	UTQ	blé	0	0	0	0	0	0	0	0	0
printemps	UTQ3	P2R1	R1	UTQ	blé	0	0	0	0	0	0	0	0	0
printemps	UTQ3	P3R1	R1	UTQ	blé	0	0	0	0	0	0	0	0	0
printemps	UTQ3	P4R1	R1	UTQ	blé	0	0	0	0	0	0	0	0	0
printemps	UTQ3	P5R1	R1	UTQ	blé	0	0	0	0	0	0	0	0	0
printemps	UTQ3	P1R2	R2	UTQ	blé	0	0	0	0	0	0	0	0	0
printemps	UTQ3	P2R2	R2	UTQ	blé	0	0	0	0	0	0	0	0	0
printemps	UTQ3	P3R2	R2	UTQ	blé	1	0	0	0	0	0	0	0	0
printemps	UTQ3	P4R2	R2	UTQ	blé	1	0	0	0	0	0	0	0	0
printemps	UTQ3	P5R2	R2	UTQ	blé	0	0	0	0	0	0	0	0	0
printemps	UTQ3	P1R3	R3	UTQ	blé	0	0	0	0	0	0	0	0	0
printemps	UTQ3	P2R3	R3	UTQ	blé	0	0	0	0	0	0	0	0	0
printemps	UTQ3	P3R3	R3	UTQ	blé	1	0	0	0	0	0	0	0	0
printemps	UTQ3	P4R3	R3	UTQ	blé	0	0	0	0	0	0	0	0	0
printemps	UTQ3	P5R3	R3	UTQ	blé	1	0	0	0	0	0	0	0	0
printemps	UTQ4	P1R1	R1	UTQ	pois chiche	0	0	0	0	0	0	0	0	0
printemps	UTQ4	P2R1	R1	UTQ	pois chiche	0	0	0	0	0	0	0	0	0
printemps	UTQ4	P3R1	R1	UTQ	pois chiche	0	0	0	0	0	0	0	0	0
printemps	UTQ4	P4R1	R1	UTQ	pois chiche	0	0	0	0	0	0	0	0	0
printemps	UTQ4	P5R1	R1	UTQ	pois chiche	0	0	0	0	0	0	0	0	0
printemps	UTQ4	P1R2	R2	UTQ	pois chiche	0	0	0	0	0	0	0	0	0
printemps	UTQ4	P2R2	R2	UTQ	pois chiche	0	0	0	0	0	0	0	0	0
printemps	UTQ4	P3R2	R2	UTQ	pois chiche	0	0	0	0	0	0	0	0	0
printemps	UTQ4	P4R2	R2	UTQ	pois chiche	0	0	0	0	0	0	0	0	0
printemps	UTQ4	P5R2	R2	UTQ	pois chiche	0	0	0	0	0	0	0	0	0
printemps	UTQ4	P1R3	R3	UTQ	pois chiche	2	0	0	0	0	0	0	0	0
printemps	UTQ4	P2R3	R3	UTQ	pois chiche	0	0	0	0	0	0	0	0	0
printemps	UTQ4	P3R3	R3	UTQ	pois chiche	0	0	0	0	0	0	0	0	0
printemps	UTQ4	P4R3	R3	UTQ	pois chiche	0	0	0	0	0	0	0	0	0
printemps	UTQ4	P5R3	R3	UTQ	pois chiche	0	0	0	0	0	0	0	0	0
été	GEM1	P1R1	R1	GEM	pom terre	0	0	0	0	0	0	0	1	0
été	GEM1	P2R1	R1	GEM	pom terre	0	0	0	0	0	0	0	1	0

été	GEM1	P3R1	R1	GEM	pom terre	0	0	0	0	0	0	0	0	0
été	GEM1	P4R1	R1	GEM	pom terre	0	0	0	0	0	0	0	0	0
été	GEM1	P5R1	R1	GEM	pom terre	0	0	0	0	0	0	0	1	0
été	GEM1	P1R2	R2	GEM	pom terre	0	0	0	0	0	0	0	0	0
été	GEM1	P2R2	R2	GEM	pom terre	0	0	0	0	0	0	0	0	0
été	GEM1	P3R2	R2	GEM	pom terre	0	0	0	0	0	0	0	1	0
été	GEM1	P4R2	R2	GEM	pom terre	0	0	0	0	0	0	0	0	0
été	GEM1	P5R2	R2	GEM	pom terre	0	0	0	0	0	0	0	0	0
été	GEM1	P1R3	R3	GEM	pom terre	0	0	0	0	0	0	0	0	0
été	GEM1	P2R3	R3	GEM	pom terre	0	0	0	0	0	0	0	8	0
été	GEM1	P3R3	R3	GEM	pom terre	0	0	0	0	0	0	0	1	0
été	GEM1	P4R3	R3	GEM	pom terre	0	0	0	0	0	0	0	0	0
été	GEM1	P5R3	R3	GEM	pom terre	0	0	0	0	0	0	0	1	0
été	GEM2	P1R1	R1	GEM	pom terre	4	0	0	0	0	0	0	0	0
été	GEM2	P2R1	R1	GEM	pom terre	2	0	0	0	0	0	0	0	0
été	GEM2	P3R1	R1	GEM	pom terre	17	0	0	0	0	0	0	0	0
été	GEM2	P4R1	R1	GEM	pom terre	10	1	0	0	0	0	0	0	0
été	GEM2	P5R1	R1	GEM	pom terre	4	0	0	0	0	0	0	0	1
été	GEM2	P1R2	R2	GEM	pom terre	0	0	0	0	0	0	0	0	3
été	GEM2	P2R2	R2	GEM	pom terre	0	0	0	0	0	0	0	5	0
été	GEM2	P3R2	R2	GEM	pom terre	0	0	0	0	0	0	0	0	5
été	GEM2	P4R2	R2	GEM	pom terre	0	0	0	0	0	0	0	0	3
été	GEM2	P5R2	R2	GEM	pom terre	1	0	0	0	0	0	0	0	0
été	GEM2	P1R3	R3	GEM	pom terre	1	0	0	0	0	0	0	0	0
été	GEM2	P2R3	R3	GEM	pom terre	4	0	0	0	0	0	0	0	0
été	GEM2	P3R3	R3	GEM	pom terre	17	0	0	0	0	0	0	0	0
été	GEM2	P4R3	R3	GEM	pom terre	23	0	0	0	0	0	0	0	0
été	GEM2	P5R3	R3	GEM	pom terre	5	0	0	0	0	0	0	0	0
été	GEM3	P1R1	R1	GEM	pom terre	0	0	0	0	0	0	0	0	0
été	GEM3	P2R1	R1	GEM	pom terre	1	0	0	0	0	0	0	0	0
été	GEM3	P3R1	R1	GEM	pom terre	0	0	0	0	0	0	0	0	0
été	GEM3	P4R1	R1	GEM	pom terre	0	0	0	0	0	0	0	0	0
été	GEM3	P5R1	R1	GEM	pom terre	0	0	0	0	0	0	0	0	0
été	GEM3	P1R2	R2	GEM	pom terre	0	0	0	0	0	0	0	0	0

été	GEM3	P2R2	R2	GEM	pom terre	0	0	0	0	0	0	0	0	0
été	GEM3	P3R2	R2	GEM	pom terre	2	0	0	0	0	0	0	0	0
été	GEM3	P4R2	R2	GEM	pom terre	0	0	0	0	0	0	0	0	0
été	GEM3	P5R2	R2	GEM	pom terre	0	0	0	0	0	0	0	0	0
été	GEM3	P1R3	R3	GEM	pom terre	0	0	0	0	0	0	0	0	0
été	GEM3	P2R3	R3	GEM	pom terre	0	0	0	0	0	0	0	0	0
été	GEM3	P3R3	R3	GEM	pom terre	2	0	0	0	0	0	0	0	0
été	GEM3	P4R3	R3	GEM	pom terre	0	0	0	0	0	0	0	0	0
été	GEM3	P5R3	R3	GEM	pom terre	5	0	0	0	0	0	0	0	0
été	GEM4	P1R1	R1	GEM	pom terre	1	0	0	0	0	0	0	0	0
été	GEM4	P2R1	R1	GEM	pom terre	0	0	0	0	0	0	0	0	0
été	GEM4	P3R1	R1	GEM	pom terre	0	0	0	0	0	0	0	0	0
été	GEM4	P4R1	R1	GEM	pom terre	1	0	0	0	0	0	0	0	0
été	GEM4	P5R1	R1	GEM	pom terre	0	0	0	0	0	0	0	0	0
été	GEM4	P1R2	R2	GEM	pom terre	0	0	0	0	0	0	0	0	0
été	GEM4	P2R2	R2	GEM	pom terre	0	0	0	0	0	0	0	0	0
été	GEM4	P3R2	R2	GEM	pom terre	0	0	0	0	0	0	0	0	0
été	GEM4	P4R2	R2	GEM	pom terre	0	0	0	0	0	0	0	0	0
été	GEM4	P5R2	R2	GEM	pom terre	0	0	0	0	0	0	0	0	0
été	GEM4	P1R3	R3	GEM	pom terre	1	0	0	0	0	0	0	0	0
été	GEM4	P2R3	R3	GEM	pom terre	0	0	0	0	0	0	0	0	0
été	GEM4	P3R3	R3	GEM	pom terre	0	0	0	0	0	0	0	0	0
été	GEM4	P4R3	R3	GEM	pom terre	0	0	0	0	0	0	0	0	0
été	GEM4	P5R3	R3	GEM	pom terre	0	0	0	0	0	0	0	0	0
été	KA2	P1R1	R1	KA	blé	0	0	0	0	0	0	0	0	0
été	KA2	P2R1	R1	KA	blé	0	0	0	0	0	0	0	0	0
été	KA2	P3R1	R1	KA	blé	0	0	0	0	0	0	0	0	0
été	KA2	P4R1	R1	KA	blé	0	0	0	0	0	0	0	0	0
été	KA2	P5R1	R1	KA	blé	0	0	0	0	0	0	0	0	0
été	KA2	P1R2	R2	KA	blé	0	0	0	0	0	0	0	0	0
été	KA2	P2R2	R2	KA	blé	0	0	0	0	0	0	0	0	0
été	KA2	P3R2	R2	KA	blé	0	0	0	0	0	0	0	0	0
été	KA2	P4R2	R2	KA	blé	0	0	0	0	0	0	0	0	0
été	KA2	P5R2	R2	KA	blé	0	0	0	0	0	0	0	0	0

été	KA2	P1R3	R3	KA	blé	0	0	0	0	0	0	0	0	0
été	KA2	P2R3	R3	KA	blé	0	0	0	0	0	0	0	0	0
été	KA2	P3R3	R3	KA	blé	2	0	0	0	0	0	0	0	0
été	KA2	P4R3	R3	KA	blé	0	0	0	0	0	0	0	0	0
été	KA2	P5R3	R3	KA	blé	0	0	0	0	0	0	0	0	0
été	KA3	P1R1	R1	KA	artichaut	0	0	0	0	0	0	0	0	0
été	KA3	P2R1	R1	KA	artichaut	0	0	0	0	0	0	0	0	0
été	KA3	P3R1	R1	KA	artichaut	0	0	0	0	0	0	0	0	0
été	KA3	P4R1	R1	KA	artichaut	1	0	0	0	0	0	0	0	0
été	KA3	P5R1	R1	KA	artichaut	0	0	0	0	0	0	0	0	0
été	KA3	P1R2	R2	KA	artichaut	0	0	0	0	0	0	0	0	0
été	KA3	P2R2	R2	KA	artichaut	0	0	0	0	0	0	0	0	0
été	KA3	P3R2	R2	KA	artichaut	0	0	0	0	0	0	0	0	0
été	KA3	P4R2	R2	KA	artichaut	0	0	0	0	0	0	0	0	0
été	KA3	P5R2	R2	KA	artichaut	0	0	0	0	0	0	0	0	0
été	KA3	P1R3	R3	KA	artichaut	0	0	0	0	0	0	0	0	0
été	KA3	P2R3	R3	KA	artichaut	1	0	0	0	0	0	0	0	0
été	KA3	P3R3	R3	KA	artichaut	0	0	0	0	0	0	0	0	0
été	KA3	P4R3	R3	KA	artichaut	0	0	0	0	0	0	0	0	0
été	KA3	P5R3	R3	KA	artichaut	0	0	0	0	0	0	0	0	0
été	KA1	P1R1	R1	KA	orge	19	0	0	1	2	0	0	0	0
été	KA1	P2R1	R1	KA	orge	0	0	0	1	0	0	0	0	0
été	KA1	P3R1	R1	KA	orge	0	0	0	0	0	0	0	0	0
été	KA1	P4R1	R1	KA	orge	0	0	0	0	0	0	0	0	0
été	KA1	P5R1	R1	KA	orge	0	0	0	1	0	0	0	0	0
été	KA1	P1R2	R2	KA	orge	1	0	0	0	0	0	0	0	0
été	KA1	P2R2	R2	KA	orge	0	0	0	0	0	0	0	0	0
été	KA1	P3R2	R2	KA	orge	1	0	0	0	0	0	0	0	0
été	KA1	P4R2	R2	KA	orge	0	0	0	0	0	0	0	0	0
été	KA1	P5R2	R2	KA	orge	0	0	0	0	0	0	0	0	0
été	KA1	P1R3	R3	KA	orge	1	0	0	0	0	0	0	0	0
été	KA1	P2R3	R3	KA	orge	3	0	0	0	0	0	0	0	0
été	KA1	P3R3	R3	KA	orge	0	0	0	0	0	0	0	0	0
été	KA1	P4R3	R3	KA	orge	0	0	0	0	0	0	0	0	0

été	KA1	P5R3	R3	KA	orge	0	0	0	0	0	0	0	0	0
été	UTQ1	P1R1	R1	UTQ	blé	0	0	0	0	0	0	0	0	0
été	UTQ1	P2R1	R1	UTQ	blé	0	0	0	0	0	0	0	0	0
été	UTQ1	P3R1	R1	UTQ	blé	0	0	0	0	0	0	0	0	0
été	UTQ1	P4R1	R1	UTQ	blé	0	0	0	0	0	0	0	0	0
été	UTQ1	P5R1	R1	UTQ	blé	0	0	0	0	0	0	0	0	0
été	UTQ1	P1R2	R2	UTQ	blé	1	1	0	0	0	0	0	0	0
été	UTQ1	P2R2	R2	UTQ	blé	2	4	0	0	0	0	0	0	0
été	UTQ1	P3R2	R2	UTQ	blé	0	0	0	0	0	0	0	0	0
été	UTQ1	P4R2	R2	UTQ	blé	0	0	0	0	0	0	0	0	0
été	UTQ1	P5R2	R2	UTQ	blé	1	0	0	0	0	0	0	0	0
été	UTQ1	P1R3	R3	UTQ	blé	0	0	0	0	0	0	0	0	0
été	UTQ1	P2R3	R3	UTQ	blé	0	0	0	0	0	0	0	0	0
été	UTQ1	P3R3	R3	UTQ	blé	1	0	0	0	0	0	0	0	0
été	UTQ1	P4R3	R3	UTQ	blé	1	0	0	0	0	0	0	0	0
été	UTQ1	P5R3	R3	UTQ	blé	0	0	0	0	0	0	0	0	0
été	UTQ2	P1R1	R1	UTQ	blé	0	0	0	0	0	0	0	0	0
été	UTQ2	P2R1	R1	UTQ	blé	0	0	0	0	0	0	0	0	0
été	UTQ2	P3R1	R1	UTQ	blé	0	0	0	0	0	0	0	0	0
été	UTQ2	P4R1	R1	UTQ	blé	0	0	0	0	0	0	0	0	0
été	UTQ2	P5R1	R1	UTQ	blé	0	0	0	0	0	0	0	0	0
été	UTQ2	P1R2	R2	UTQ	blé	0	2	0	0	0	0	0	0	0
été	UTQ2	P2R2	R2	UTQ	blé	3	0	0	0	0	0	0	0	0
été	UTQ2	P3R2	R2	UTQ	blé	1	0	0	0	0	0	0	0	0
été	UTQ2	P4R2	R2	UTQ	blé	0	0	0	0	0	0	0	0	0
été	UTQ2	P5R2	R2	UTQ	blé	1	0	0	0	0	0	0	0	0
été	UTQ2	P1R3	R3	UTQ	blé	0	0	0	0	0	0	0	2	0
été	UTQ2	P2R3	R3	UTQ	blé	1	0	0	0	0	0	0	0	0
été	UTQ2	P3R3	R3	UTQ	blé	0	0	0	0	0	0	0	0	0
été	UTQ2	P4R3	R3	UTQ	blé	2	0	0	0	0	0	0	0	0
été	UTQ2	P5R3	R3	UTQ	blé	1	0	0	0	0	0	0	0	0
été	UTQ3	P1R1	R1	UTQ	blé	0	1	0	0	0	0	0	0	0
été	UTQ3	P2R1	R1	UTQ	blé	0	3	0	0	0	0	0	0	0
été	UTQ3	P3R1	R1	UTQ	blé	0	0	0	0	0	0	0	0	0

été	UTQ3	P4R1	R1	UTQ	blé	0	0	0	0	0	0	0	0	0
été	UTQ3	P5R1	R1	UTQ	blé	0	0	0	0	0	0	0	0	0
été	UTQ3	P1R2	R2	UTQ	blé	0	0	0	0	0	0	0	0	0
été	UTQ3	P2R2	R2	UTQ	blé	1	0	0	0	0	0	0	0	0
été	UTQ3	P3R2	R2	UTQ	blé	0	0	0	0	0	0	0	0	0
été	UTQ3	P4R2	R2	UTQ	blé	0	0	0	0	0	0	0	0	0
été	UTQ3	P5R2	R2	UTQ	blé	0	0	0	0	0	0	0	0	0
été	UTQ3	P1R3	R3	UTQ	blé	0	0	0	0	0	0	0	0	0
été	UTQ3	P2R3	R3	UTQ	blé	0	0	0	0	0	0	0	0	0
été	UTQ3	P3R3	R3	UTQ	blé	0	0	0	0	0	0	0	0	0
été	UTQ3	P4R3	R3	UTQ	blé	0	0	0	0	0	0	0	0	0
été	UTQ3	P5R3	R3	UTQ	blé	0	0	0	0	0	0	0	0	0
été	UTQ4	P1R1	R1	UTQ	pois chiche	0	0	0	0	0	0	0	0	0
été	UTQ4	P2R1	R1	UTQ	pois chiche	0	0	0	0	0	0	0	0	0
été	UTQ4	P3R1	R1	UTQ	pois chiche	0	0	0	0	0	0	0	0	0
été	UTQ4	P4R1	R1	UTQ	pois chiche	0	0	0	0	0	0	0	0	0
été	UTQ4	P5R1	R1	UTQ	pois chiche	0	0	0	0	0	0	0	0	0
été	UTQ4	P1R2	R2	UTQ	pois chiche	0	0	0	0	0	0	0	0	0
été	UTQ4	P2R2	R2	UTQ	pois chiche	0	0	0	0	0	0	0	0	0
été	UTQ4	P3R2	R2	UTQ	pois chiche	0	0	0	0	0	0	0	0	0
été	UTQ4	P4R2	R2	UTQ	pois chiche	0	0	0	0	0	0	0	0	0
été	UTQ4	P5R2	R2	UTQ	pois chiche	0	0	0	0	0	0	0	0	0
été	UTQ4	P1R3	R3	UTQ	pois chiche	0	0	0	0	0	0	0	0	0
été	UTQ4	P2R3	R3	UTQ	pois chiche	0	0	0	0	0	0	0	0	0
été	UTQ4	P3R3	R3	UTQ	pois chiche	0	0	0	0	0	0	0	0	0
été	UTQ4	P4R3	R3	UTQ	pois chiche	0	0	0	0	0	0	0	0	0
été	UTQ4	P5R3	R3	UTQ	pois chiche	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Liste des communications et des publications

Liste des communications par affiche et orale

C.A.1. FRAJ M. SOUTY GROSSET C. & CHARFI-CHEIKHROUHA F. : Biodiversité des arthropodes et types de culture dans la basse vallée de Majerda (Tunisie). 1ére Conférence Internationale de l'Association Tunisienne de Taxonomie. Cité des Sciences, Tunis. Tunisie. 23 Avril 2010.

C.A.2. FRAJ M. CHARFI-CHEIKHROUHA F. & SOUTY GROSSET C: Terrestrial isopods diversity related to irrigation and agricultural practices in North-East of Tunisia. International soil science congress: Management of natural resources to sustain soil health and quality. Samsun. Turquie. 26-28 Mai 2010.

C.A.3. FRAJ M. CHARFI-CHEIKHROUHA F. & SOUTY GROSSET C: Variation saisonnière de la biodiversité des Isopodes terrestres dans l'agroécosystème Majerda (Tunisie). 2éme Congrès Franco-Maghrebin de Zoologie & les 4èmes Journées Franco-Tunisiennes de Zoologie. Zarzis. Tunisie. 4-9 Novembre 2010.

C.A.5. FRAJ M. CHARFI-CHEIKHROUHA F. & SOUTY GROSSET C: Is Isopod diversity influenced by cultivation types? 8th International Symposium of Terrestrial Isopod Biology. Bled. Slovenia. 19-23 June 2011.

C. O. 1. FRAJ M. CHARFI-CHEIKHROUHA F. & SOUTY GROSSET C: Diversité des Oniscoïdes : Comparaison des agrosystèmes sous influence marine ou lagunaire. 12èmes Journées Tunisiennes des Sciences de la Mer (Association Tunisienne des Sciences de la Mer. Hammamet. Tunisie. 18-21 Décembre 2010.

C. O. 2. FRAJ M. CHARFI-CHEIKHROUHA F. & SOUTY GROSSET C: Terrestrial isopods diversity in Bizerte agrosystem. 8th International Symposium of Terrestrial Isopod Biology. Bled. Slovenia. 19-23 June 2011.

Liste des publications

PU. 1. FRAJ M. CHARFI-CHEIKHROUHA F. & SOUTY GROSSET C. 2010. Terrestrial isopods diversity related to irrigation and agricultural practices in North-East of Tunisia. Anadolu Journal of Agricultural Sciences, 25 : 217 - 223.

PU. 2: FRAJ-LAGHA M., FREYSSINEL G., RAIMOND R. CHARFI-CHEIKHROUHA F. & SOUTY-GROSSET C. 2013 Isopods biodiversity in Majerda agroecosystems (Tunisia). Terre et vie, 67 : 1 – 13.

PU. 3: FRAJ M. CHARFI-CHEIKHROUHA F. & SOUTY-GROSSET C. 2013:: Terrestrial isopods diversity in Bizerte agroecosystems (N-E of Tunisia) (accepté avec corrections à Crustaceana).