Liste des abréviations

A	:	Les sensilles de type A
ACP	:	Analyse en Composantes Principales
A.Str	:	*Aiolopus strepens*
C.B	:	*Calliptamus barbarus*
Ch.alg	:	*Chortipus albomarginatus*
C.W	:	*Calliptamus wattenwylianus*
D	:	*Daphnie gnidium*
D.D	:	*Dociostaurus dantini*
Dg	:	*Dociostaurus genei*
DM	:	*Dociostaurus maroccanus*
H	:	*Hordeum*
LgA	:	Longueur des ailes
LgC	:	Longueur du corps
LgE	:	Longueur des élytres
LgF	:	Longueur du fémur
L	:	*Leontodon hispidus*
M	:	*Medicago polymorpha*
O.Crl	:	*Oedipoda caerulescens*
O.D	:	*Oedaleus decorus*
O.F	:	*Oedipoda fuscocincta*
O.M	:	*Oedipoda miniata*
R1	:	*Rumex crispus*
R	:	*Ruta graveolens*
S.G	:	*Schistocerca gregaria*
S	:	*Scolymus hispanicus*

Sommaire

Dédicaces i
Remerciement ii
Résumé iii
Abstract iv
Liste des figures v
Liste des tableaux vii
Liste des abréviations viii
Introduction général 1
I. Généralités 3
1. Systématique 3
2. Biologie des Acridiens 6
2.1. Description morphologique 6
2.2. Description anatomique 10
2.3. Cycle biologique 11
2.3.1. Développement embryonnaire 11
2.3.2. Développement larvaire 12
2.3.3. Etat imaginal 12
3. Ecologie 12
3.1. Comportement trophique 13
3.2. Activités locomotrices 14
4. Importance économique 14
I. Matériel et méthodes 15
1. Détermination du régime alimentaire 15
1.1. Espèces étudiées 15
1.2. Méthode d'étude 15
1.2.1. Prélèvement des fèces 15
1.2.2. Préparation de l'épidermothèque de référence 15
1.2.3. Analyse des fèces 16
2. Dénombrement des sensilles au niveau du labre 16

2.1. Espèces étudiées 16
2.2. Méthode d'étude 16
3. Morphométrie classique 18
3.1. Paramètres étudiés 18
3.2. Espèces étudiées 18
3.3. Méthodologie 19
II. Résultats 20
1. Détermination du régime alimentaire 20
1.1. Analyse des fèces 20
1.1.1. Station de Séfrou 20
1.1.2. Station de Guigou 22
1.1.3. Station de Mazdou 25
2. Dénombrement des sensilles au niveau du labre 30
2.1. Répertoire des sensilles du labre 30
2.2. Relation entre la taille du labre et les sensilles 35
2.2.1. Relation interspécifique 35
2.2.2. Relation intraspécifique 37
2.3. Relation entre le régime trophique et les sensilles 39
3. Morphométrie classique 40
3.1. Longueur du corps 40
3.2. Capacités des déplacements 41
3.3. Relation entre le régime trophique et les déplacements 43
III. Discussions 45
1. Détermination du régime alimentaire 45
1.1. Analyse des fèces 45
2. Dénombrement de sensilles au niveau du labre 46
2.1. Répertoire des sensilles du labre 46
2.2. Relation entre la taille du labre et les sensilles 46
2.3. Relation entre le régime trophique et les sensilles 47
3. Morphométrie classique 48
3.1. Capacités de déplacement 48

3.2. Relation entre le régime trophique et les déplacements.....48

IV. Conclusion..... 49

Références bibliographiques 51

Annexes 55

Introduction général

Au Maroc, l'ordre des orthoptères est très diversifié et les espèces incluses présentent une large distribution géographique (Benjelloun et *al.*, 2014). Celles-ci sont souvent considérées comme les plus effroyables ennemis de l'Homme. Le pouvoir d'éparpillement, le grand potentiel reproducteur, et notamment le comportement alimentaire et la voracité qui caractérisent certaines espèces, les qualifient comme étant des ravageurs phytophages atroces par excellence. Ces dernières causent des dégâts importants aux productions agricoles et pastorales (Louveaux et *al.*, 1996 ; Reggani, 2010 et Benkenana, 2012).

Le régime trophique de ces insectes est très diversifié. Bien que la majorité soient polyphages, les criquets peuvent manifester des préférences trophiques vers certaines espèces végétales. Ce comportement de choix alimentaire dépond de nombreux facteurs dont la composition chimique des ressources floristiques présentes dans leur biotope et de leur teneur en nutriments indispensables à leur croissance, d'une part, (Reznik et Vaghina, 2013 et Rodrigues et *al.*, 2013) et les capacités des déplacements des insectes, la nature de leurs pièces buccales, la composition de leur labre en chimiorécepteurs, ainsi que leurs capacités à digérer le végétal d'autre part (Rodrigues et *al.*, 2013).

Malgré la richesse spécifique des orthoptères et leur importance économique, leur bioécologie reste très peu étudiée (El Ghadraoui, 2003 et Zaim, 2013), plus particulièrement leur régime alimentaire qui constitue un élément de base dans leur distribution et leur avidité (Duranton et Lecoq, 1990). D'où l'intérêt de la présente étude qui porte sur la compréhension du phénomène du choix trophique de différentes espèces acridiennes issues du Moyen Atlas. Celle-ci fait partie intégrante des études acridologiques continues, réalisées au sein du laboratoire d'Ecologie Fonctionnelle et Environnement, dont les objectifs spécifiques sont :

- l'étude du régime alimentaire des acridiens par la détermination des fractions des végétaux contenus dans les fèces et la composition en sensilles de la face épipharyngiale du labre. Autrement dit, nous cherchons à confirmer et interpréter les variations du nombre de sensilles par le spectre du régime alimentaire de chacune des espèces étudiées.

- L'étude de différents traits morphologiques (approche morphométrique) de ces espèces issues de différentes stations du Moyen Atlas, dans le but de rechercher les caractéristiques morphologiques les plus susceptibles d'assurer les déplacements d'une certaine ampleur. Or nous recherchons à mettre en évidence le rapport existant entre les déplacements de différentes populations acridiennes et leurs natures trophiques.

Le présent rapport regroupe 4 grandes parties, dont la première porte sur une synthèse bibliographique, présentant les aspects biologiques, morphologiques et écologiques des orthoptères; la seconde partie concerne le matériel et méthodes utilisés dans notre étude ; les résultats et discussions en 3^{éme} partie et finalement une conclusion achève ce travail.

I. Généralités

Les orthoptères constituent l'ordre le plus important du super-ordre des Orthoptéroidae. Ils regroupent plus de 20 000 espèces (Louveaux et Ben Halima, 1987) réparties en deux sous ordres : les Ensifères et les Caelifères. Ils sont souvent ornés de couleurs très variables, même entre les individus d'une même espèce. Leur distribution géographique est très étendue, ils sont répartis sur toute la planète (Boitier, 2004 et Reggani, 2010). La nature de leur répartition est très diversifiée, même s'elles sont souvent présentes dans des milieux ouverts, certaines espèces acridiennes sont strictement liées à des milieux spécifiques et d'autres se rencontrent dans une multitude de biotopes auxquels elles ont pu s'adapter. En outre, on en distingue les espèces sédentaires dont les déplacements sont très limités et d'autres migratrices caractérisées par des déplacements de grande ampleur, comme le criquet pèlerin (*Shistocerca gregaria*) qui parcourt des centaines voire des milliers de kilomètres (Duranton et Lecoq, 1990 et Benjelloun et *al.*, 2014). Il a été largement démontré que les capacités locomotrices des acridiens sont influencées par de nombreux facteurs, dont la température, l'humidité, la lumière, le sol, le couvert végétal et le régime trophique (Allen et *al.*, 2006 et Whitman, 2008).

1. Systématique

Depuis longtemps, la systématique des orthoptères acridiens a fait l'objet des études de nombreux chercheurs (Chopard, 1943 et Louveaux et Ben Halima, 1987) et elle a connu plusieurs modifications. La classification la plus admise est celle de Dirsh (1965), modifiée par Uvarov (1966). Celle-ci a subi plusieurs remaniements et de nouvelles espèces ont été décrites (Louveaux et Ben Halima, 1987).

Selon Dirsh (1965) et Uvarov (1966), les orthoptères se différent par un ensemble de caractères morphologiques, classés par ordre d'importance décroissant (Doumandji et Doumandji-mitiche, 1994) à savoir la longueur des antennes, le type d'appareil de ponte, la position des fentes auditives, l'organe tympanique et l'appareil stridulatoire.

Les Ensifères qui regroupent les sauterelles et les grillons, caractérisés par des antennes fines très développées, à l'exception des Gryllotalpidae. L'oviscapte est sous forme de tarière en lame de sabre. Leur organe auditif est situé sur les tibias antérieurs. Le pronotum est robuste et surmonté d'une tête dotée des yeux de taille modeste, ainsi que deux ocelles chez la plupart des sauterelles, trois chez les grillons.

La stridulation est un privilège des mâles, elle s'effectue par le frottement de l'élytre gauche, comportant une râpe, sur le grattoir de l'élytre droit. Le sous-ordre des Ensifères est constitué de trois familles: les Tettigoniidae, les Gryllidae et les Sténopelmatidae.

Figure 1 : Photo d'un ensifère

Les Caelifères ou criquets : appelés aussi locustes ou sautereaux selon leur capacité de déplacement et leur transformation phasaire (grégaires ou solitaires). Ils se distinguent par des antennes courtes, ne dépassant pas le pronotum. Chez les femelles les valves génitales sont courtes et robustes. L'organe stridulant des mâles est constitué par une crête du fémur postérieur frottant sur une nervure intercalaire des élytres. Les organes tympaniques sont placés sur les côtés latéraux du premier segment abdominal.

Figure 2 : Photo d'un Caelifère (Mansouri 2015)

Le sous-ordre des Caelifères est divisé en trois Super familles : Les Tridactyloidae, les Tetrigoidae et les Acridoidae. Les deux premières sous-familles renferment peu d'espèces et sont mal représentées en Afrique du Nord (Duranton et *al.*, 1982 et Louveaux et Ben Halima, 1987). Les Acridoidae étant les plus importants, en rassemblant environ 10 000 espèces (Bonnemaison, 1961). Cette dernière super-famille est divisée en quatre familles et dix-huit sous-familles (Tableau 1):

Tableau 1: Familles et sous-familles de la super-famille des acridoidae

(Louveaux et Ben Halima, 1987)

Super-familles	Familles	Sous-familles	Nbre de genres	Nbre d'espèces
Acridoidea	Acrididae	Egnatiinae	3	8
		Accridinae	8	11
		Oedipodinae	17	74
		Gomphoerinae	9	38
		Dericorythinae	4	15
		Hemiacridinae	1	1
		Tropidopolinae	1	2
		Calliptaminae	2	10
		Truxalinae	1	1
		Eyprepocnemidinae	3	8
		Catantopinae	2	2
		Cyrtacanthacridinae	4	5
		Eremogryllinae	2	7
	Pamphagidae	Akicerinae	2	11
		Pamphaginae	11	78
	Pyrgomorphidae	Chrotogoninae	1	1
		Poekilocerinae	1	1
		Pyrgomorphinae	3	9
	Charilidae		1	1
Total	4	18	70	283

Rapport-gratuit.com
LE NUMERO 1 MONDIAL DU MÉMOIRES

2. Biologie des Acridiens

2.1. Description morphologique

La morphologie des acridiens est l'un des éléments de base dans leur identification. Comme tout insecte, leur corps est fusiforme, divisé en trois parties ou tagmes, qui sont : la tête, le thorax et l'abdomen. Ces différentes parties portent les différents organes vitaux (locomotion, sensoriels…).

Les Caelifères se caractérisent par un polymorphisme sexuel. Généralement, les femelles sont caractérisées par une taille plus importante que les mâles (Louveaux et Ben Halima, 1987), mais l'aspect général est conservé chez les deux sexes.

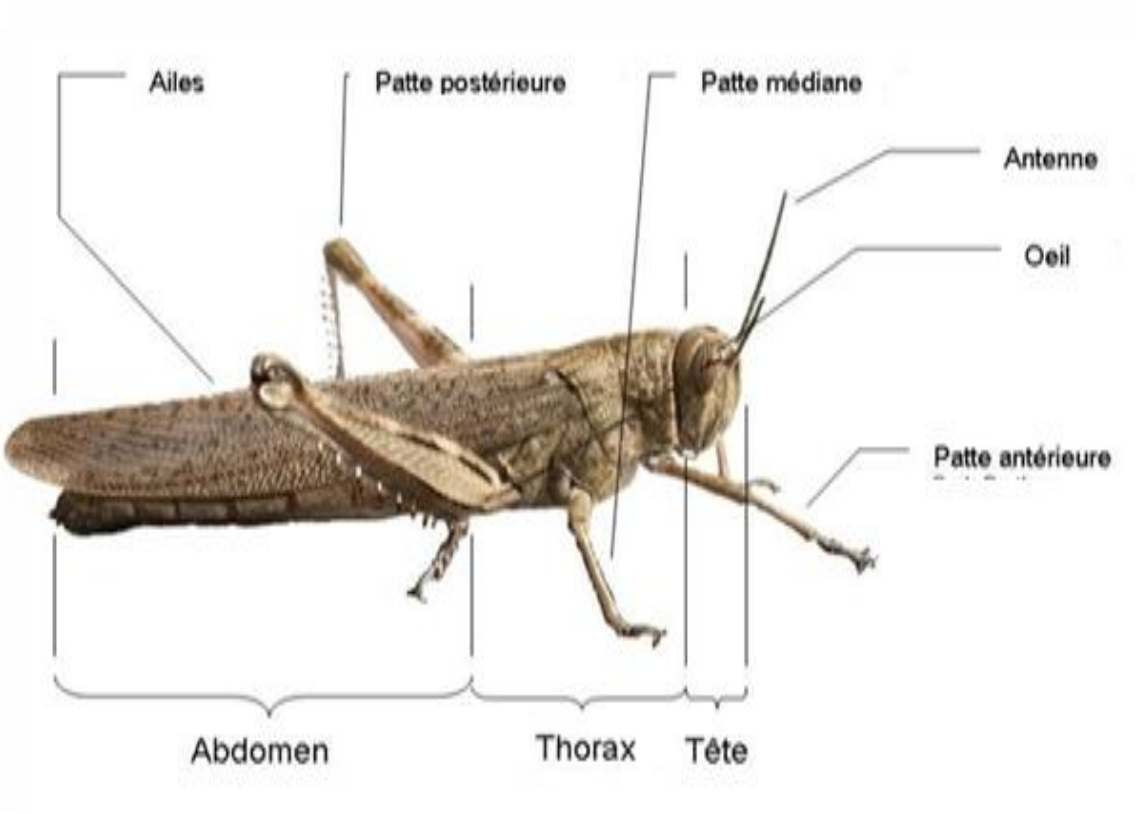


Figure 3 : Morphologie externe des Caelifères

Tête : proportionnellement grande et forme un angle droit avec le reste du corps. Elle se subdivise en deux parties : une partie ventrale constituée par des pièces buccales, articulée sur la capsule céphalique, portant les yeux composés, les ocelles et les antennes. Cette capsule est constituée dorsalement du vertex, prolongée latéralement par les joues. La côte frontale, de configuration variée, à carènes parallèles ou non. La partie antérieure du vertex est le fastigium, limité vers l'arrière par l'espace interoculaire et vers l'avant par les fovéoles. La forme de la tête peut servir comme critère de distinction entre les espèces.

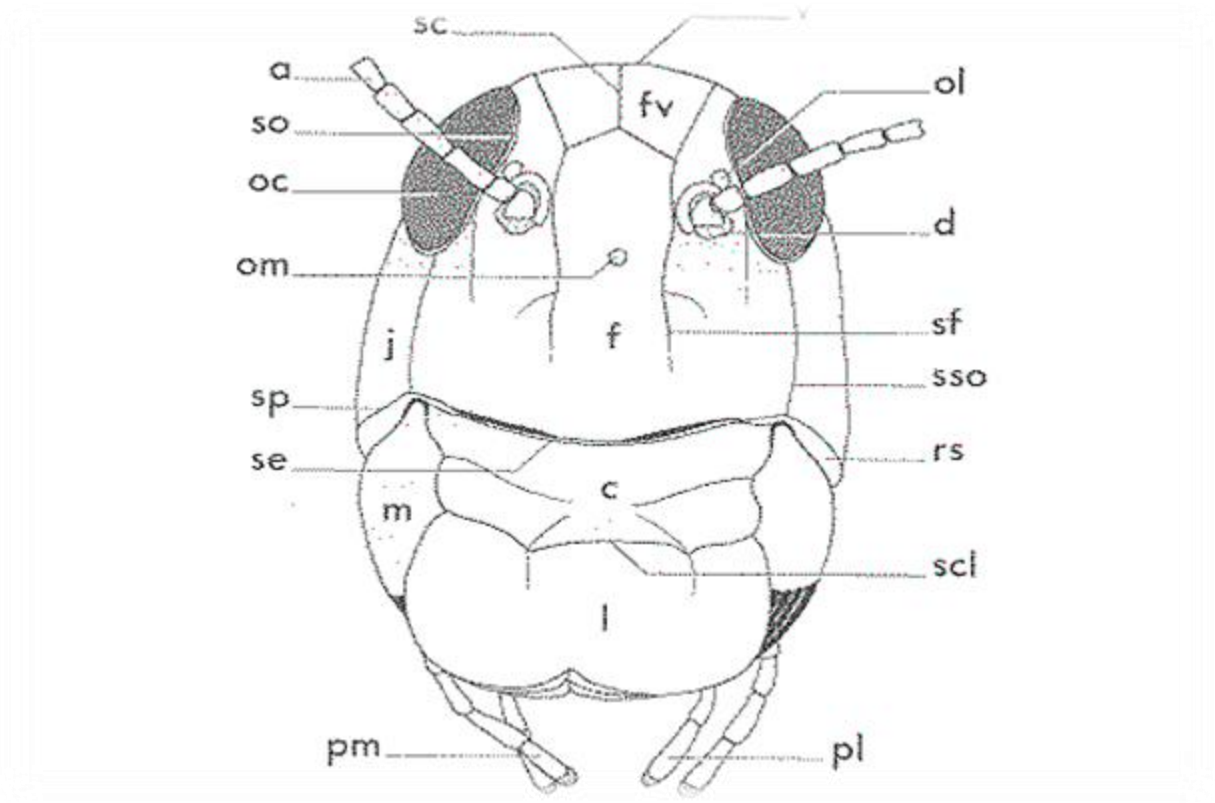


Figure 4 : Schéma de la tête de *Locusta migratoria* (vue de face)

a : antenne, **c** : clypeus, **d** : dépression antennaire, **f** : front, **fv** : fastigium du vertex :joue, **l** : labre, **m** : mandibule, **oc** : œil composé, **ol** : ocelle latéral, **om** : ocelle médian,pl :palpe labial, **pm** : palpe maxillaire, **rs** : région sub-génale, **sc** : suture coronale,**scl** :suture clypéo-labrale, **se** : suture épistomiale, **so** : suture oculaire, **sp** : suture pleurostomiale, **sso** : suture sous-oculaire, **v** : vertex.

Thorax : deuxième tagme du corps, divisé en trois parties: prothorax, mésothorax et métathorax. Le prothorax porte les pattes antérieures et se caractérise par le pronotum. Les élytres et les pattes médianes sont portés par le segment mésothoracique. Le métathorax porte les ailes membraneuses et les pattes postérieures, qui se caractérisent par des fémurs très renflés, adaptés au saut.

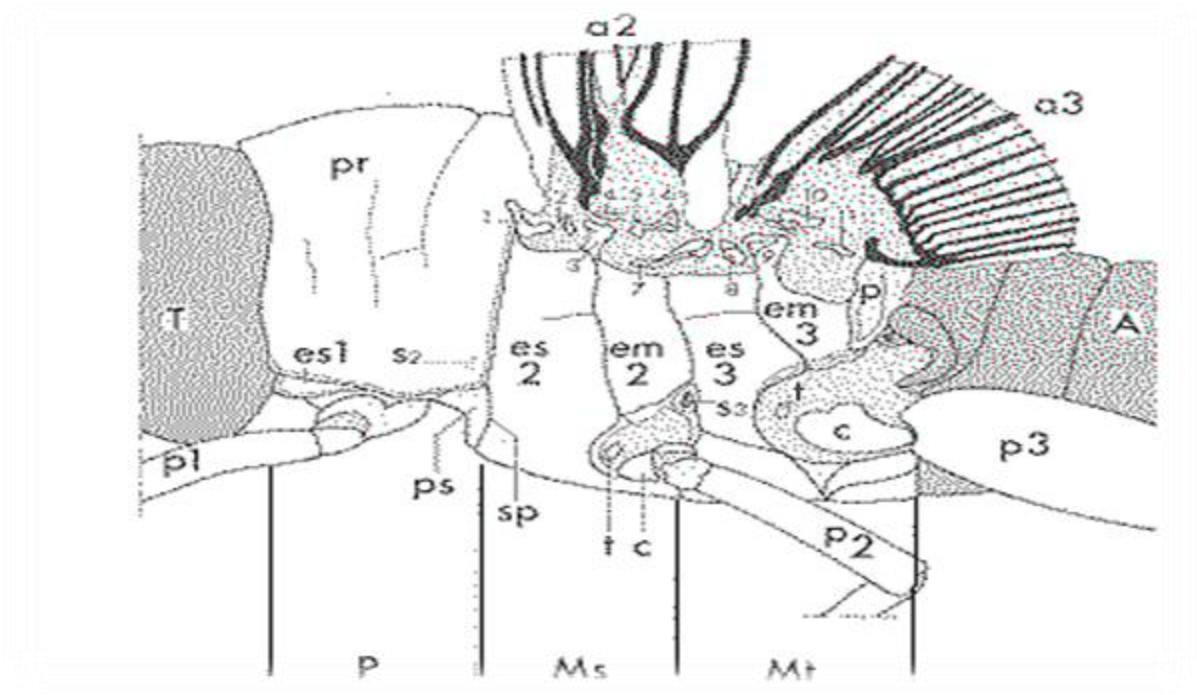


Figure 5 : Schéma du thorax de *Locusta migratoria* (vue latérale gauche)

A : abdomen, **a2-a3** : aile méso (élytre) et métathoracique (membraneuse),**c** :coxa, **em2-em3** : épimérites méso et métathoraciques (pleures), **es1** :épisternite, **es2-es3** :épisternites méso et métathoraciques (pleures), **Ms** :mésothorax, **Mt** :métathorax ,**P** :prothorax, **p1-p2-p3** :pattes pro, méso et métathoraciques, **p** : postnotum métathoracique, **pr** : pronotum, **ps** : présternite mésothoracique, **sp** : suture présternale, **s2** : stigmate mésothoracique (sous les parties latérales du pronotum),**s3** :stigmate métathoracique, **T** : tête, trochantin, **1,2** : 1er et 2e basalaires prothoraciques, **3,9 :** processus pleuraux alaires méso et métathoraciques, **4, 6** : 2e et 3e axillaires mésothoraciques, **5,11** :subalaires méso et métathoraciques, **7, 8** : 1er et 2e basalaires métathoraciques , **10** : 2e axillaire métathoracique.

Abdomen : dernier tagme du corps, typiquement formé de onze segments séparés par des membranes articulaires. L'extrémité, porte du côté ventral, les organes sexuels et permet de différencier facilement les sexes. L'organe copulateur des mâles est placé à l'extrémité de l'abdomen, sous les valves anales, flanqués de deux cerques. Les valves génitales des femelles se situent à l'extrémité de l'abdomen, en position ventrale par rapport aux valves anales.

Les critères systématiques de l'abdomen portent sur la forme de la crête d'une part, et sur les pièces génitales d'autre part (Doumandji et Doumandji-mitiche, 1994 et Benkenana, 2012).

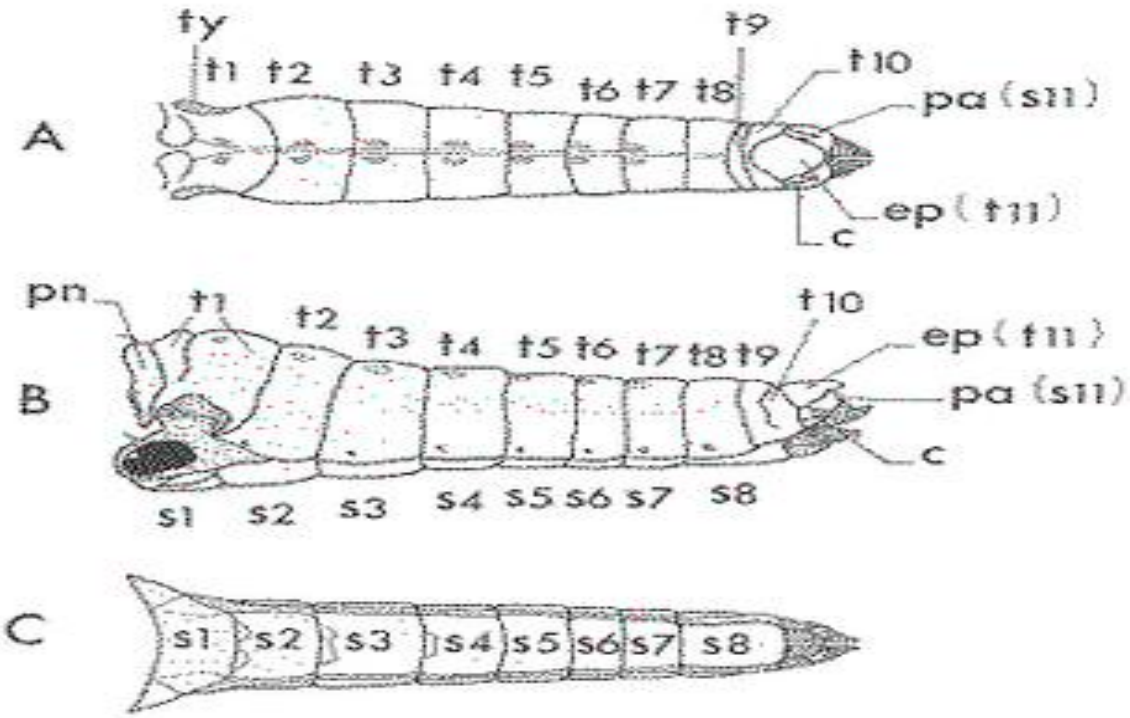


Figure 6 : Morphologie externe de l'abdomen d'une femelle du criquet migrateur

A : vue dorsale, **B** : vue latérale gauche, **C** : vue ventrale, **c** : cerque, **ep** : épiprocte, **pa** : paraprocte, **pn** : postnotum métathoracique, **s1-s8** : sternites abdominaux, **ty** : organe tympanique, **t1-t11** : tergites abdominaux.

2.2. Description anatomique

Les principaux organes internes suivent une implantation précise dans le corps des criquets et répondent à un plan bien respecté. Ceux-ci peuvent être classifiés selon la fonction qu'ils remplissent:

* **Le système nerveux :** un cerveau au niveau de la tête, un collier péri-œsophagien et un double cordon nerveux conduit vers l'arrière, localisé sous le tube digestif. Il joue un rôle de lien entre les organes et/ou avec le milieu extérieur.
* **Le tube digestif :** parcourt tout le corps, de la bouche à l'anus, en emplacement central, et patronne la nutrition.
* **L'appareil excréteur :** essentiellement composé de tubes aveugles, insérés en couronne sur le tube digestif, entre l'intestin moyen et l'intestin postérieur.
* **Le système circulatoire :** occupe toute la longueur du corps et comporte peu de vaisseaux. L'un d'eux forme un cœur aortique parcouru par des contractions rythmiques.
* **le système respiratoire :** formé de tubes flexibles (trachées) de création cuticulaire, prolongés vers les organes par des trachéoles et s'ouvrant à la périphérie du corps par des stigmates.
* **Les organes génitaux :** sont disposés entre le tube digestif et le cœur.

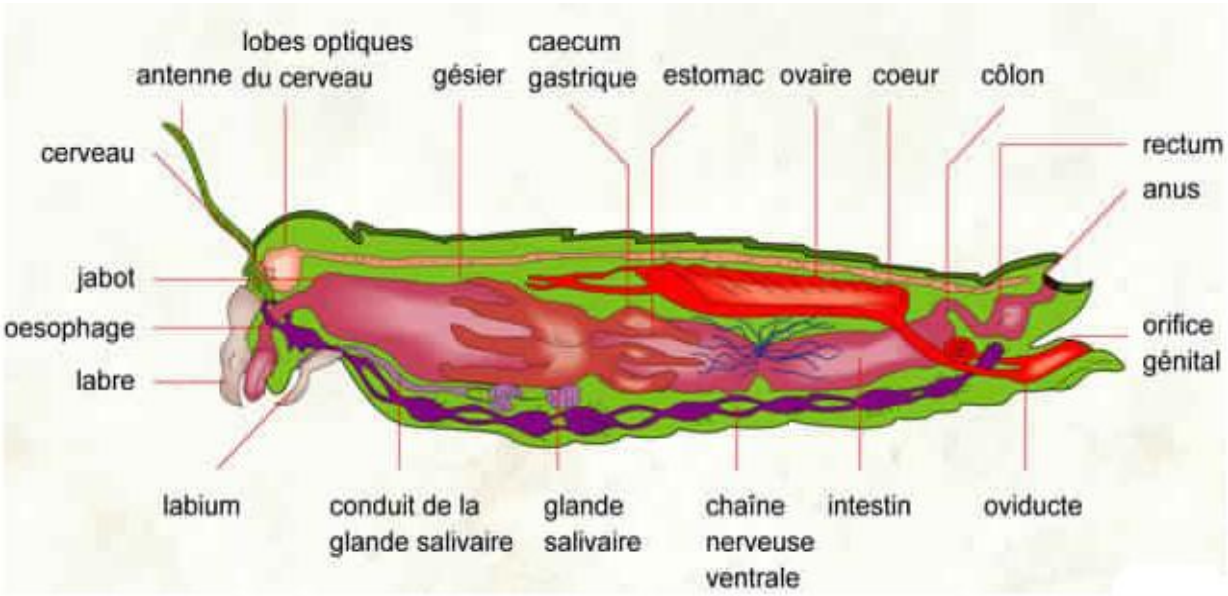


Figure 7 : Schéma montrant les principaux organes internes d'un acridien

2.3. Cycle biologique

Les orthoptères sont typiquement ovipares et leur cycle de vie passe par trois états biologiques successifs (figure 8), qui sont : l'état embryonnaire (hypogé): l'œuf ; l'état larvaire: larve et l'état imaginal: l'ailé ou l'imago (les deux stades sont épigés). La rencontre et l'accouplement des deux sexes, de la plupart des espèces, se réalisent au sol, sur les végétaux et même en vol (Zahradnik et Severa, 1984) pendant la belle saison et disparaissent dès les premiers froids (Douro et *al.*, 2000).

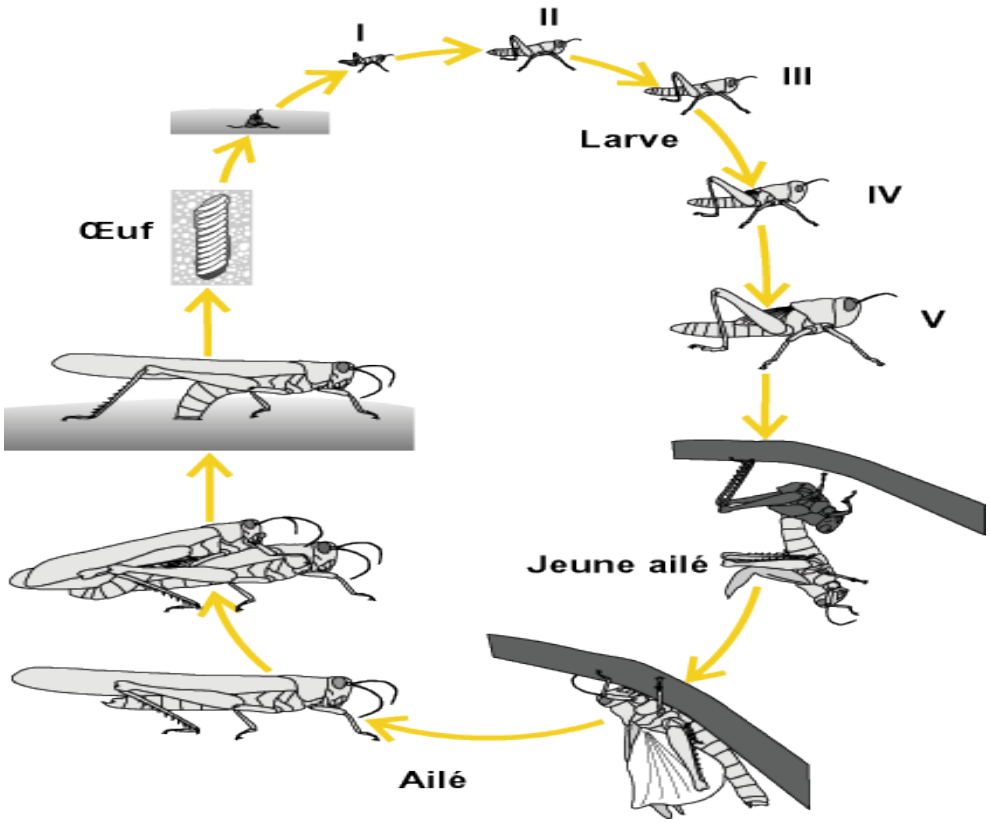


Figure 8 : Cycle biologique du criquet pèlerin

2.3.1. Développement embryonnaire

Après la ponte, l'œuf s'hydrate et augmente de taille. Le développement commence avec la différenciation d'un embryon appelé "bandelette germinative" près du pôle postérieur de l'œuf, sur la face concave (Douro et *al.*, 2000). L'embryon subit un ensemble de mouvements dans l'œuf (blastocinèse) et qui sont inopinés par des segmentations, pour former progressivement les différentes parties du corps (tête, thorax et l'abdomen), (Benkenana, 2012). L'éclosion se produit en fin de développement.

2.3.2. Développement larvaire

Après l'éclosion, les jeunes larves se frayent une sortie en se faufilant le long du cylindre spumeux, jusqu'à la surface du sol. La larve du premier stade est obtenue par la mue intermédiaire ou fausse mue, quoique minuscule, elle ressemble déjà à l'adulte (exceptée d'ailes). Globalement, chez les acridiens on distingue cinq stades larvaires, mais ce nombre peut varier en fonction des espèces (Simbara, 1989 et Douro et *al.*, 2000). La durée du développement larvaire est très variable selon l'espèce et les conditions environnementales de son habitat.

2.3.3. Etat imaginal

La dernière mue donne naissance à un imago. Le tégument se durcit et les ailes se développent. Les jeunes imagos ne sont pas immédiatement fertiles et ne le seront qu'après un temps, plus au moins long (Simbara, 1989). L'ensemble des trois stades ; l'œuf, larve et imago correspond à une génération. Le cycle de vie complet pour la plupart d'entre eux est d'un an.

3. Ecologie

L'environnement des acridiens est une mosaïque spatiotemporelle, résultant des interactions des composantes dynamiques (météorologie et couvert végétale) et celles statiques (nature du sol ou éléments du relief) (Hassani, 2013). Les orthoptères exhibent des privilèges écologiques très divers. A côté des espèces euryèces, qui s'accommodent dans des conditions très variées et colonisent des milieux très divers, se trouvent des espèces sténoèces. Ces dernières ne se développent que dans certains biotopes très spécialisés (Barataud, 2005 et Benkenana, 2012). La densité et la diversité des espèces varient selon le type de l'habitat (Boitier, 2004).

La température, l'altitude et l'hydrologie constituent les principaux facteurs (abiotiques) qui influencent la présence et/ou l'activité des espèces acridiennes (Allen et *al.*, 2006 et Whitman, 2008). Une place privilégiée est réservée au tapis végétal, qui intègre un grand nombre de conditions écologiques locales et forme un intermédiaire entre le milieu et l'acridien (phytophile et phytophage). Les acridiens colonisent des habitats très variés : des zones tropicales aux déserts, des milieux cultivés, des sols dénudés, des terrains boisés, etc.

3.1. Comportement trophique

La phytophagie présente le type trophique fondamental des acridiens (Voisin, 1986). On distingue trois grands ensembles acridiens : Les monophages, les oligophages et les polyphages. Les monophages ne consomment qu'une seule espèce végétale et/ou un nombre restreint d'espèces très proches (du même genre) (Legall, 1989). Les oligophages ayants un spectre trophique rétréci à un genre ou même une famille végétale particulière et les polyphages caractérisés par la diversité des plantes consommées. Ces derniers sont divisés en deux groupes : les acridiens exclusivement consommateurs des Dicotylédones, dénommés forbivores et ceux qui se nourrissent à la fois des Poacées et les Dicotylédones, sont nommés ambivores (Uvarov, 1977).

Globalement, la majorité des acridiens présentent des tolérances alimentaires étendues, et ne sont pas limités dans leur quête de nourriture (Essakhi et *al.*, 2015). Le spectre trophique est lié aux différents paramètres intrinsèques et/ou extrinsèques de l'espèce ; les chimiorécepteurs labiales et palpales, la composition en microorganismes de leur flore intestinale, la nature des plantes présentes dans leur milieu de vie, ainsi que la coïncidence spatiotemporelle des cycles biologiques des espèces végétales et des criquets sur le terrain.

Le choix alimentaire des acridiens résulte de l'équilibre entre la tolérance et les exigences de chaque espèce. Les acridiens utilisent aussi le système visuel et les chimiorécepteurs pour l'interception des plantes (Zaim et *al.*, 2013). Dès le premier contact avec le végétal, l'acridien met en action ses récepteurs mécaniques et chimiques de contact. La dureté et la pilosité, en tant que stimuli physiques et les substances volatiles (attractives et répulsives) en tant que stimuli chimiques, renseignent l'acridien sur la nature de la plante et lui permet d'adopter l'attitude la mieux adéquate.

Un acridien peut s'attaquer à différentes parties de la plante (tige, feuilles ou graine…). Pendant 24 heures, il peut digérer, en matière végétale, l'équivalent de son poids.

Rapport-Gratuit.com

3.2. Activités locomotrices

La capacité de déplacement des acridiens présente une grande importance dans leur répartition géographique, leur dynamique des populations et dans le déterminisme de leur transformation phasaire (El Ghadraoui et *al.*, 2008). Les acridiens peuvent se déplacer par la marche, le saut et le vol, ce qui leur permet de rechercher des habitats dont les caractéristiques répondent le mieux à leurs besoins alimentaires.

On distingue les espèces qui se déplacent sur de grandes distances, telles les espèces migratrices comme *Shistocerca gregaria*, les espèces sédentaires ayant des circuits de moyenne ampleur (*Dociostaurus marocanus*) et les espèces inféodées aux habitats spécifiques et définies par des capacités locomotrices limitées (El Ghadraoui et *al.*, 2008). Ces aptitudes de déplacement paraissent être liées à une multitude de paramètres biologiques dont on souligne la longueur des élytres, des ailes, du corps, du thorax, de l'abdomen, du fémur et la longueur du pronotum (El Ghadraoui et *al.*, 2008).

4. Importance économique

Les acridiens ont toujours été considérés comme des insectes ravageurs, menaçant l'économie de nombreux pays (Tankari, 2001). Ils ont occupé à plusieurs reprises, le premier plan de l'actualité des dévastateurs ; pullulations dans le Sahel en 1974 et 1975, et dans le sud du bassin du lac Tchad en 1979 et 1980 (Appert et Deuse, 1982). En 1986, les pertes culturales causées par les acridiens dans plusieurs pays du Sahel ont été estimées à 77 millions de dollars et le coût de la lutte anti-acridienne est estimé à 31 millions de dollars (Ould-elhadj, 1992).

Les pertes économiques résultent des dégâts infligés par les acridiens aux pâturages et aux cultures. Elles sont de natures très variées (Reggani, 2010) :

- → Les prélèvements alimentaires sur les feuilles, les fleurs, les fruits, les semences, les jeunes écorces, les pousses et les plantules;
- → Les ecchymoses et blessures des plantes consécutives aux morsures, ce qui provoque l'ouverture des voies d'infection aux microorganismes pathogènes et aux maladies végétales et crée ainsi des lésions et fractures entraînant une destruction des tissus.

I. Matériel et méthodes

1. Détermination du régime alimentaire

1.1. Espèces étudiées

Nous avons étudié neuf espèces acridiennes, appartenant à cinq sous familles et qui sont: *Dociostaurus marocanus* et *Dociostaurus genei,* appartenant à la sous-famille des Gomphocerinae ; *Chortipus albomarginatus*, *Euchortipus elegantulus* (s.f. Acridinae); *Calliptamus wattenwylianus* (s.f. Calliptaminae) ; *Oedipoda miniata*, *Oedipoda fuscocincta* et *Acrotylus fischeri* (s.f. Oedipodinae) et *Paraeumigus parvulus* (s.f. Pamphaginae). L'ensemble des espèces sont récoltées dans le Moyen Atlas. Dix mâles et dix femelles sont étudiés pour chacune de ces espèces acridiennes, soit un total de 180 individus.

1.2. Méthode d'étude

La technique utilisée pour la détermination du régime alimentaire des différentes espèces étudiées, se base sur la composition des fèces. Elle consiste à comparer les fragments des végétaux contenus dans les fèces des individus capturés à ceux de l'épidermothèque de référence, préparée à partir des espèces végétales prélevées dans les différentes stations d'étude. Cette méthode a été largement employée par de nombreux chercheurs (Ben Halima, 1983, El Ghadraoui, 2002 et Zaim et *al.*, 2013).

1.2.1. Prélèvement des fèces

Une fois les acridiens sont capturés sur le terrain, les individus sont mis individuellement dans des boites en plastique, portant le nom de l'espèce, le sexe, la date et la station de capture. Les acridiens sont laissés à jeûne pendant 24 h, temps suffisant pour vider leurs tubes digestifs (Ben Halima, 1983). En fin, les fèces récupérées sont conservées à sec dans des tubes eppendorf.

1.2.2. Préparation de l'épidermothèque de référence

Les échantillons des végétaux (feuilles et tiges) ont été récoltés dans les stations d'étude (milieux d'habitats des espèces acridiennes) et ramenés au laboratoire. Des coupes sont ainsi, réalisées et les cuticules fraiches sont détachées délicatement des tissus sous-jacents, sous la loupe binoculaire, à l'aide de pinces fines, ou en plaçant la cuticule à étudier en contact avec une lame de verre, puis en grattant l'autre face jusqu'au tissu interne (Ben Halima, 1983).

Rapport-gratuit.com
LE NUMERO 1 MONDIAL DU MÉMOIRES

Ces épidermes ont été décolorés à l'eau de javel (12°) pendant 20 min, pour l'élimination de la chlorophylle, puis rincés à l'eau distillée. Ils ont été plongés quelques minutes dans différents bains d'alcool (70°,90°,95°) afin de les déshydrater, puis montés entre lame et lamelle, dans une goutte de glycérine gélatinée, pour une meilleure conservation. Les épidermes ont été photographiés à l'aide d'un microscope relié à un appareil numérique.

1.2.3. Analyse des fèces

Les fèces récupérées sont ramollies pendant 24 heures dans de l'eau, additionnée de mouillant (polysorbate 80 ou tween 80) et sont ensuite passées dans une série de bains : l'eau de javel à 12°, pendant 20 minutes pour l'élimination de la chlorophylle, dans de l'eau distillée pour éliminer l'excès d'eau de javel et ensuite dans de l'éthanol à 75% afin de les déshydrater. Les échantillons sont ensuite montés entre lame et lamelle et sont fixés dans une goutte de glycérine gélatinée. Les fragments d'épiderme sont alors, examinés au microscope optique.

2. Dénombrement des sensilles au niveau du labre

2.1. Espèces étudiées

Pour le dénombrement des sensilles, nous avons utilisé dix espèces acridiennes, appartenaient à quatre sous-familles: *Calliptamus barbarus* et *Calliptamus wattenwylianus,* (Calliptaminae); *Oedipoda miniata, Oedipoda fuscocinta, Oedipoda caerulescens, Oedaleus decorus* (Oedipodinae), les Gomphocerinae sont présentées par *Dociostaurus maroccanus, Dociostaurus genei, Dociostaurus dantini* et *Schistocerca gregaria* (Cyrtacanthacridinae). Le criquet pèlerin est fourni par le laboratoire d'Ecologie fonctionnelle et Environnement. Au total, Nous avons analysé 200 adultes (soit 10 mâles et 10 femelles pour chaque espèce).

2.2. Méthode d'étude

Pour compter le nombre de sensilles sur la face interne du labre chez les espèces étudiées, nous avons utilisé la technique employée par El Ghadraoui (2002) et Zaim (2013). Cette technique consiste à l'extraction du labre de l'orthoptère, sous une loupe binoculaire, en utilisant une paire de pinces et un cutter ou ciseaux.

Le labre isolé est trempé dans une solution KOH, diluée à 50% dans l'eau distillée, pendant 4 à 6 heures en fonction de sa taille, pour alléger les spécimens, ensuite rincé dans de l'eau distillée pendant 15 min. Cette procédure nettoie le labre et facilite le comptage des sensilles. Chaque labre est ensuite placé entre lame et lamelle et fixé par le glycérol gélatiné. Après la solidification du glycérol (sous la température ambiante), le labre a été placé sous le microscope optique pour compter les sensilles. Quatre types de sensilles sont mis en évidence ; A_1, A_2, A_3 et A_{10} (figure 9) (Thomas, 1996 et El Ghadraoui *et al.*, 2002). La largeur du labre a été mesurée et les résultats sont répertoriés.

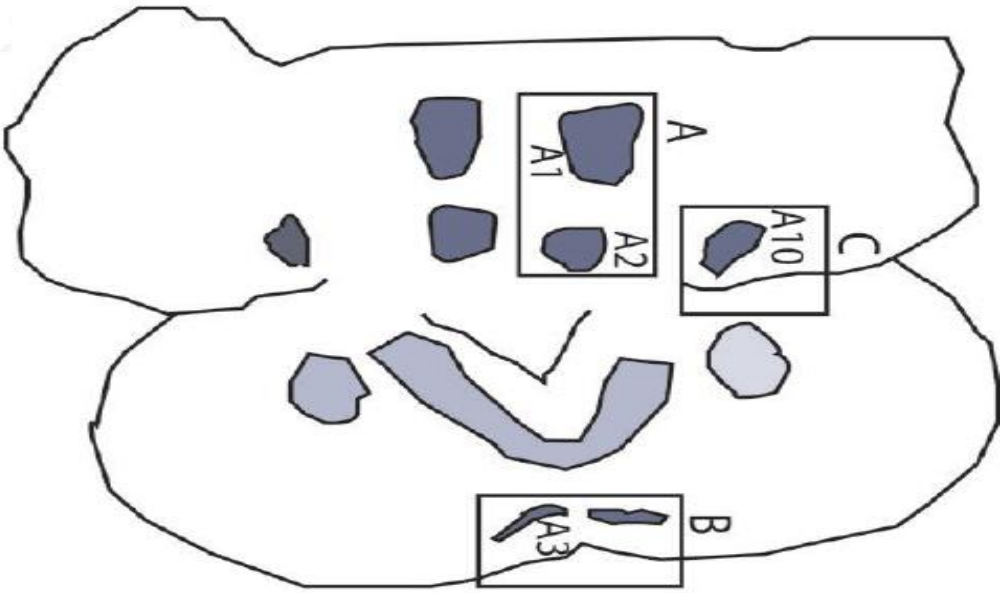


Figure 9 : Arrangement des différents types de sensilles sur la face épipharyngiale du labre d'un acridien.

A : les sensilles de type A_1etA2. **B**: type A_3. **C**: type A_{10}.

3. Morphométrie classique

3.1. Paramètres étudiés

Les aptitudes de déplacement des acridiens paraissent être liées à une multitude de paramètres biologiques dont on souligne la longueur des élytres, des ailes, du corps, du thorax, de l'abdomen, du fémur et la longueur du pronotum (El Ghadraoui et *al.*, 2008).

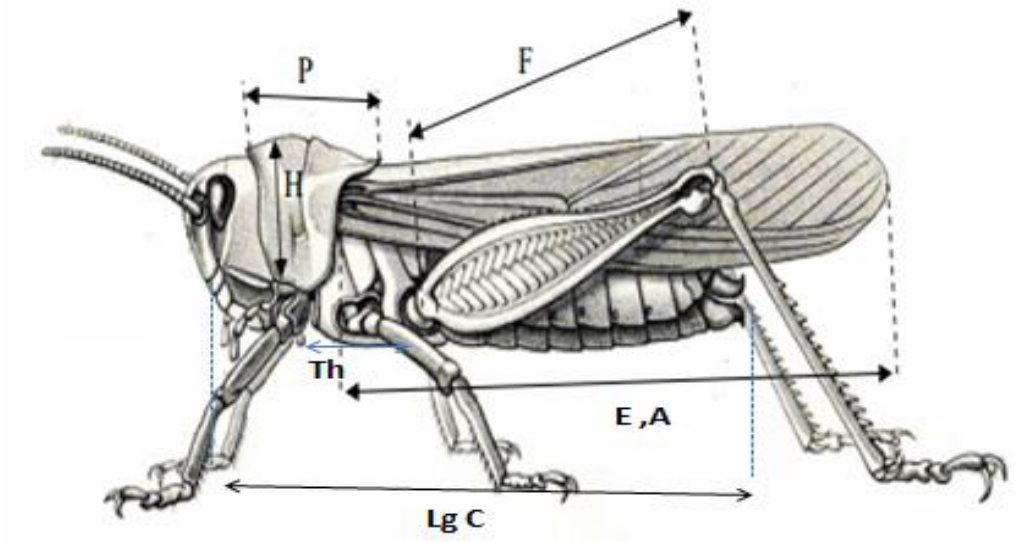


Figure 10 : Schéma d'un acridien montrant les différents traits morphologiques étudiés

A: ailes, **E**: élytres, **F**: fémur, **LgC**: Longueur du corps, **P** : pronotum, **Th** : thorax

3.2. Espèces étudiées

L'étude des traits morphologiques a été réalisée sur 12 espèces acridiennes, appartenant à différentes sous familles: *Calliptamus barbarus* et *Calliptamus wattenwylianus,* (Calliptaminae); *Oedipoda miniata, Oedipoda fuscocincta, Oedipoda caerulescens, Oedaleus decorus* et *Aiolopus strepens,* (Oedipodinae), les Gomphocerinae sont présentées par *Dociostaurus maroccanus, Dociostaurus genei, Dociostaurus dantini, Chorthippus albomarginatus,* et le Criquet pèlerin *Schistocerca gregaria* (Cyrtacanthacridinae). Cette dernière espèce est fournie par le laboratoire d'Ecologie Fonctionnelle et Environnement. Au total, nous avons étudié 240 adultes (soit 10 mâles et 10 femelles pour chaque espèce).

3.3. Méthodologie

Les mesures de différents traits morphologiques ont été prises à l'aide d'un pied à coulisse électronique, sous la loupe binoculaire. Les individus sont fixés sur une plaque de polyesterine. L'intérêt des mesures sous la loupe, c'est qu'elles procurent une précision surtout pour les espèces de petite taille. Les valeurs obtenues sont répertoriées et classées en fonction de l'espèce et du sexe.

Figure 11 : Image d'un pied à coulisse électronique servant d'outil pour mesurer les différents paramètres morphologiques

II. Résultats

1. Détermination du régime alimentaire

1.1. Analyse des fèces

L'analyse des fèces des acridiens étudiés a montré une variation au niveau de leur régime trophique. En comparaison avec les épidermothèques de référence, nous avons remarqué que certaines espèces acridiennes manifestent des préférences dans leur choix alimentaire, vers certaines espèces végétales. Ainsi, les taux des fragments identifiés dans les fèces de différentes espèces sont proportionnels.

Dans l'analyse des fèces, nous avons tenu compte des stations de récolte.

1.1.1. Station de Séfrou

Au niveau de cette station trois espèces acridiennes sont étudiées; *Paraeumigus parvulus*, *Chortipus paralellus* et *Euchortipus biguttulus*. Les résultats obtenus lors de l'analyse des fèces sont présentés ci-dessous, selon l'espèce :

A. *Paraeumigus parvulus*

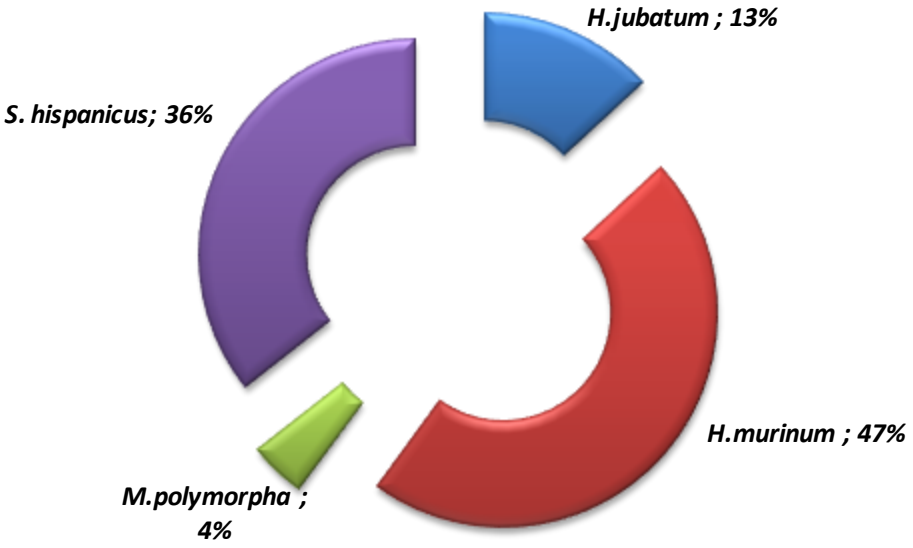


Figure 12 : Pourcentage des plantes consommées par *Paraeumigus parvulus*

Quatre espèces végétales sont consommées par *Paraeumigus parvulus*. Celles-ci sont réparties entre trois familles dont les Poacées, les Astéracées et les Fabacées. La plante la plus ingérée est *Hordeum murinum* (Poacées) avec un taux de 47%, suivie par *Scolymus hispanicus* (Astéracées) avec un taux de 36%, *Hordeum jubatum* (Poacées) étant en troisième position avec 13%, *Medicago polymorpha* (Fabacées) se place la 4ème avec un Taux de 4%.

B. *Chortipus paralellus*

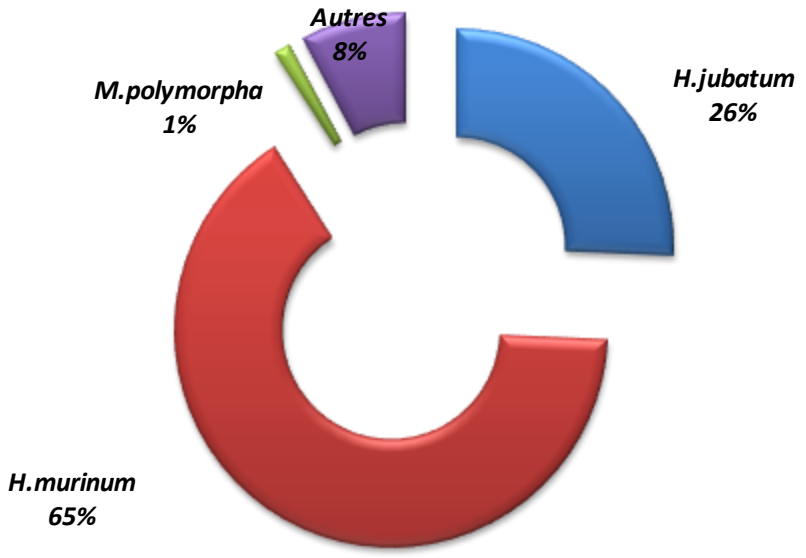


Figure 13 : Pourcentage des plantes consommées par *Chortipus paralellus*

Quatre espèces végétales sont consommées par *Chortipus paralellus*. Celle-ci montre une préférence envers *d'Hordeum murinum* (Poacées) avec un taux de 65%, suivie par *Hordeum jubatum* (Poacées) avec un taux de 26% et *Medicago polymorpha* (Fabacées) avec 1%, comme l'espèce la moins consommée. Plusieurs fragments restent non identifiés avec un taux de 8%. En analysant la diversification du régime alimentaire de *Chortipus paralellus*, celle-ci peut être considérée comme oligophage.

C. *Euchortipus biguttulus*

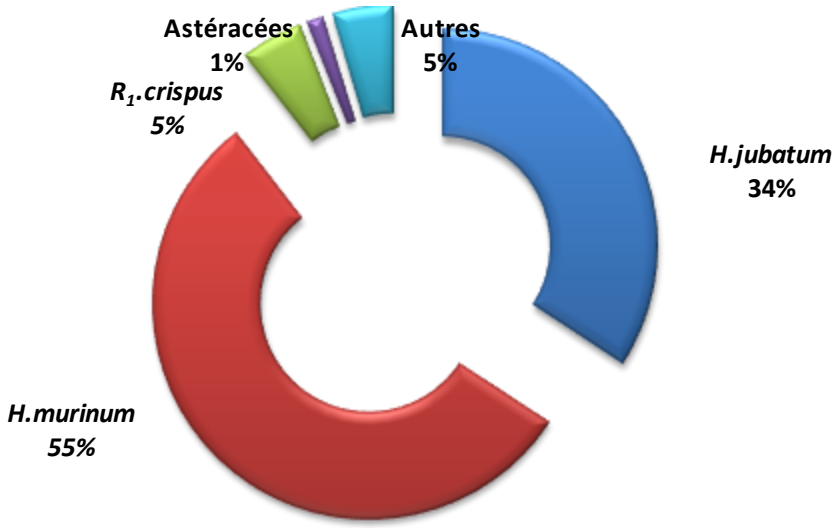


Figure 14 : Pourcentage des végétaux consommés par *Euchortipus biguttulus*

Plusieurs plantes forment le cortège floristique d'*Euchortipus biguttulus* (figure 14). L'espèce végétale la plus consommée est *Hordeum murinum* (Poacées) 55%, suivie par *Hordeum jubatum* (Poacées) 34%. La 3ème et la 4ème position sont occupées respectivement par *Humex crispus* (Polygonacées) 5% et une plante astéracée. D'autres fragments restent non identifiés avec un Taux de 5%.

Remarque :

En examinant le recouvrement intégral des végétaux consommés par ces trois espèces, au niveau de la station de Séfrou, il ressort que *Hordeum murinum* (Poacées) est l'espèce végétale la plus consommée par ces acridiens. On outre, ces 3 espèces acridiennes se montrent plus ou moins polyphages, avec au moins quatre espèces végétales (appartenant à différentes familles).

1.1.2. Station de Guigou

Au niveau de cette station, nous avons étudié trois autres espèces acridiennes qui sont : *Calliptamus wattenwylianus*, *Dociostaurus marocanus* et *Oedipoda miniata*. Les résultats obtenus sont représentés dans les figures ci-dessous, selon l'espèce :

A. *Calliptamus wattenwylianus*

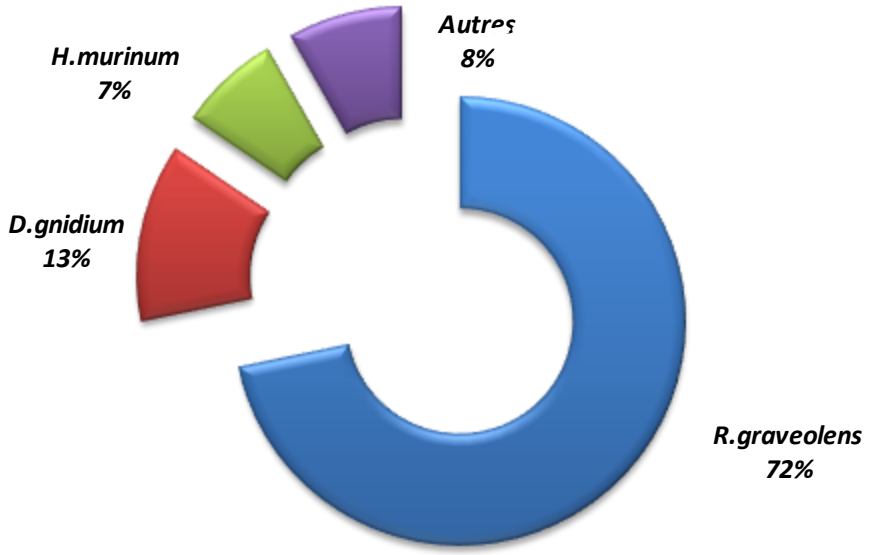


Figure 15 : Pourcentage des plantes consommées par *Calliptamus wattenwylianus*

Le cortège floristique de *Calliptamus wattenwylianus* est formé de plusieurs espèces végétales. La plante la plus consommée étant *Daphnie gnidium* (Thyméléacées) avec un taux de 72%, suivie par *Hordeum murinum* (Poacées) avec un taux de 13%, *Ruta graveolens* (Rutacées) vient en troisième position avec 7%. Plusieurs fragments restent non identifiés, avec un Taux de 8%. Ces épidermes nous ont permis de souligner l'élargissement exact du spectre trophique de l'espèce acridienne.

B. *Dociostaurus marocanus*

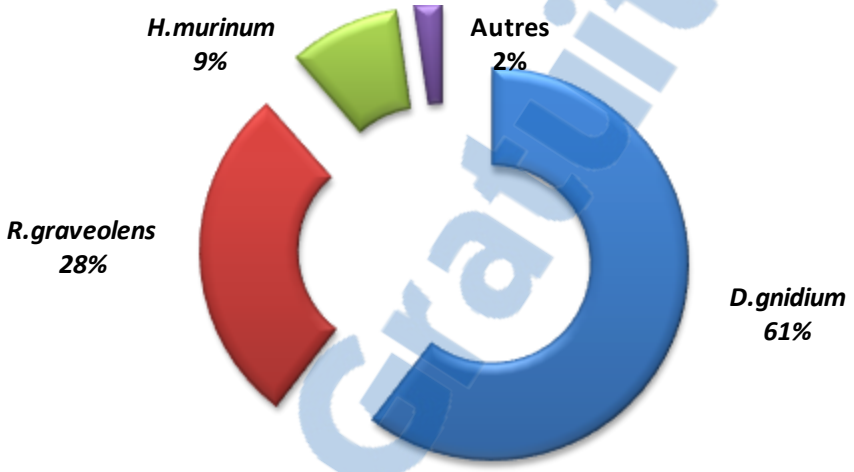


Figure 16 : Pourcentage des végétaux consommés par *Dociostaurus marocanus*

Au niveau de cette station, *Dociostaurus marocanus* montre un spectre trophique moyennement important, composé de quatre plantes, identifiées dans ses fèces. *Daphnie gnidium* (Thyméléacées) est la plus consommée avec un taux de 61%, suivie par *Ruta graveolens* (Rutacées) avec un taux de 28%, vient en troisième position *Hordeum murinum* (Poacées) avec un taux de 9%, comme l'espèce la moins consommés. Peu de fragments avec un taux de 2% restent non identifiés et par conséquence ils peuvent augmenter le spectre trophique de cette espèce et confirmer de plus sa polyphagie.

Rapport-Gratuit.com

C. *Oedipoda miniata*

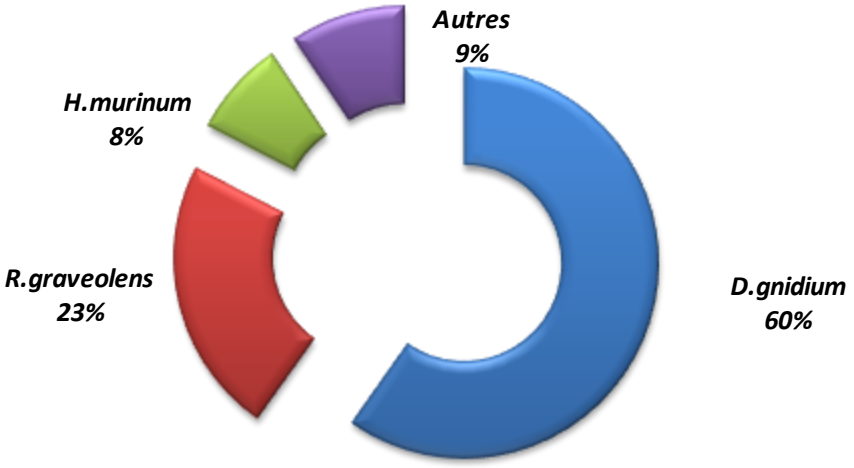


Figure 17 : Pourcentage des végétaux consommés par *Oedipoda miniata*

Oedipoda miniata est au même degré que les deux premiers acridiens, concernant le nombre de plantes consommées (figure 17). *Daphnie gnidium* (Thyméléacées) est la plus ingérée avec un taux de 60%, suivie par *Ruta graveolens* (Rutacées) avec 23%, et *Hordeum murinum* (Poacées) avec 8%, en troisième position. Plusieurs autres épidermes, avec un Taux de 9%, restent non reconnus.

Remarque :

La comparaison du recouvrement global des espèces végétales consommées par les acridiens de la station de Guigou, montre que *Daphnie gnidium* (Thyméléacées) est la plante la plus consommée par ces espèces (différente de la station de Séfrou ou les graminées sont les plus ingérées). En outre, ces acridiens ont une même intensité de polyphagie (le nombre d'espèces végétales consommées dépasse 4 pour chaque espèce acridienne) et ressemblent aux espèces étudiées au niveau de la station de Séfrou.

1.1.3. Station de Mazdou

La station de Mazdou est la plus riche et diversifiée de point de vue floristique, avec 11 espèces, réparties en 7 familles : les Astéracées, les Poacées, les Fabacées, les Papavéracées, les Lamiacées, les Polygonacées et les Brassicacées. La consommation de ces espèces diffère d'une espèce acridienne à l'autre, comme le montre les résultats figurés ci-dessous.

A. *Euchortipus biguttulus*

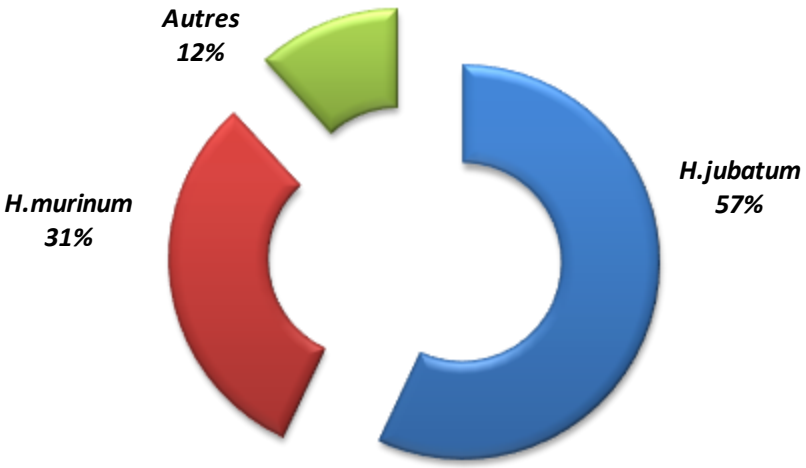


Figure 18 : Pourcentage des plantes consommées par *Euchortipus biguttulus*

Deux espèces végétales forment le cortège floristique préférable d'*Euchortipus biguttulus* (figure 18). L'espèce préférablement consommée est *Hordeum jubatum* (Poacées) avec un taux de 57%, suivie par *Hordeum murinum* (Poacées) avec 31%, mais plusieurs autres fragments restent non identifiés, avec un Taux de 12%. Ce constat peut augmenter le spectre de plantes consommées par cette espèce acridienne. Généralement, le régime trophique d'*Euchortipus biguttulus* reste rudimentaire, en se basant sur la diversité floristique signalée au niveau de la station.

Rapport-gratuit.com
LE NUMERO 1 MONDIAL DU MÉMOIRES

B. *Dociostaurus marocanus*

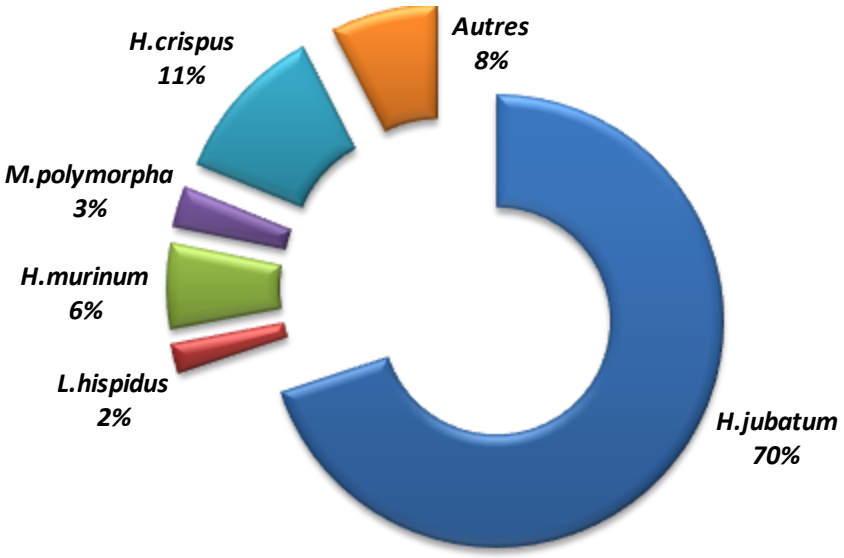


Figure 19 : Pourcentage des plantes consommées par *Dociostaurus marocanus*

Au niveau de cette station, le cortège floristique de *Dociostaurus marocanus* est très diversifié, cinq espèces végétales consommées, avec des pourcentages très variables. L'espèce choisie étant *Hordeum jubatum* (Poacées) avec un taux de 70%, suivie par *Humex crispus* (Polygonacées) avec un taux de 11%, la 3ème place est prise par *Hordeum murinum* (Poacées) avec 6%. Les espèces mineures sont *Medicago polymorpha* (Fabacées) et *Leontodon hispidus* (Astéracées) avec des taux de 3 et 2% respectivement.

Les 8 % des fragments restant non identifiés peuvent confirmer la polyphagie de *Dociostaurus marocanus*. En comparaison avec la station précédente, cette espèce montre un spectre plus élargi au niveau de cette station.

C. *Oedipoda fuscocincta*

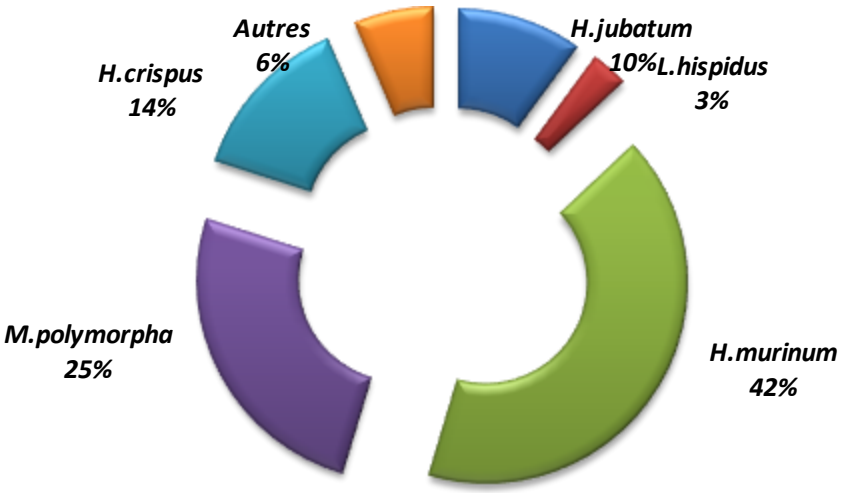


Figure 20 : Pourcentage des plantes consommées par *Oedipoda fuscocincta*

Oedipoda fuscocincta est rencontrée seulement au niveau de cette station. Le régime trophique de cette espèce est très diversifié, 5 plantes sont consommées, avec des pourcentages très différents. *Hordeum murinum* (Poacées) est l'espèce de choix (42%), suivie par *Medicago polymorpha* (Fabacées) avec 25%, la 3ème est *Humex crispus* (Polygonacées) avec 14%. Les taux de 10% et 3% mettent *Hordeum jubatum* (Poacées) et *Leontodon hispidus* (Astéracées) en 4ème et 5ème place successivement. les fragments qui restent non identifiés présentent un taux de 6%, et peuvent augmenter le spectre de son régime trophique.

D. *Acrotylus fischeri*

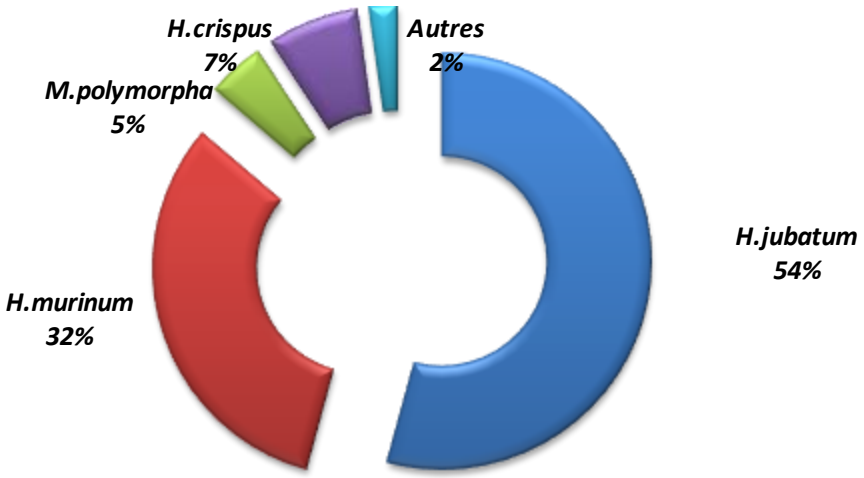


Figure 21 : Pourcentage des plantes consommées par *Acrotylus fischeri*

Pour *Acrotylus fischeri* (figure 21), la plante principalement consommée est *Hordeum jubatum* (Poacées) avec un taux de 54%, suivie par *Hordeum murinum* (Poacées) avec 32%, en 3ème place, *Humex crispus* (polygonacées) avec 7%, et *Medicago polymorpha* (Fabacées) (5%) en 4ème position. 2% de fragments non identifiés.

E. *Paraeumigus parvulus*

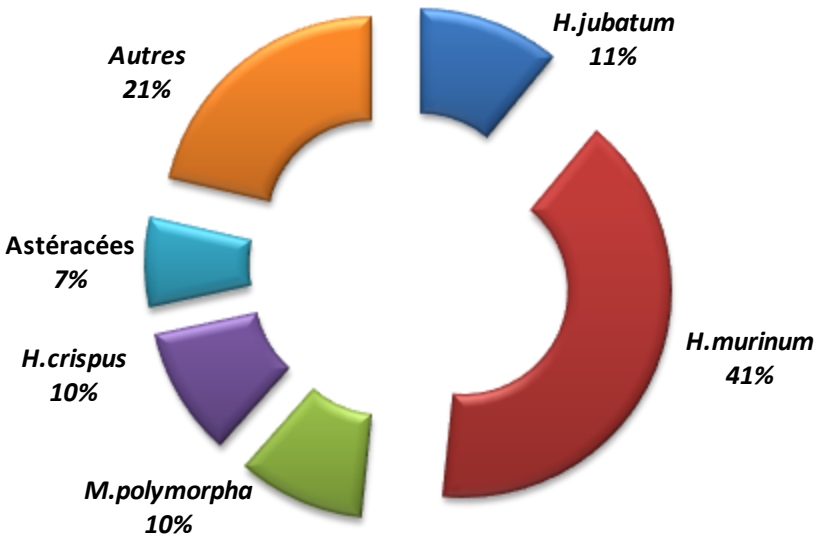


Figure 22 : Pourcentage des végétaux consommés par *Paraeumigus parvulus*

Paraeumigus parvulus est rencontrée au niveau de deux stations. Dans la station de Séfrou, cette espèce a montré une polyphagie concernant son régime trophique.

Au niveau de la station de Mazdou, cet acridien consomme plusieurs plantes, qui sont classées par ordre d'importance : *Hordeum murinum* (Poacées) avec un taux de 41%, *Hordeum jubatum* (Poacées) avec 11%, *Medicago polymorpha* (Fabacées) et *Humex crispus* (Polygonacées) avec un taux de 10%, la famille des Astéracées (7%) et il reste encore plusieurs fragments indéterminés (21%).

F. *Dociostaurus genei*

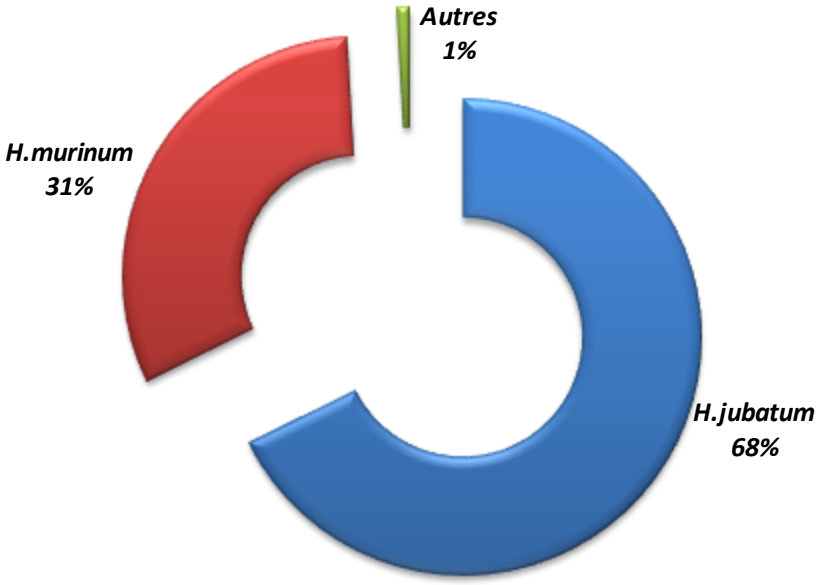


Figure 23 : Pourcentage des plantes consommées par *Dociostaurus genei*

La figure ci-dessus montre que cortège floristique préférable par *Dociostaurus genei* est rudimentaire, deux espèces végétales de poacées sont consommées. *Hordeum jubatum* en première place, avec un taux de 68%, suivie par *Hordeum murinum* avec 31%. Une fraction restreinte (1%) non identifiées.

Remarque :

Au niveau de cette station la famille des poacées forme la base nutritive des acridiens étudiés. Les espèces sont polyphages, à l'exception de *Dociostaurus genei* qui se nourrit spécifiquement des poacées, représentées par le genre *Hordeum*.

2. Dénombrement des sensilles au niveau du labre

2.1. Répertoire des sensilles du labre

Quatre groupes principaux de sensilles (chimiorécepteurs) sont identifiés sur la face épipharyngiale du labre : les sensilles de type A_1, A_2, A_3 et A_{10}. Ceux-ci présentent une similarité concernant la disposition et leur localisation au niveau du labre, chez les différentes espèces étudiées.

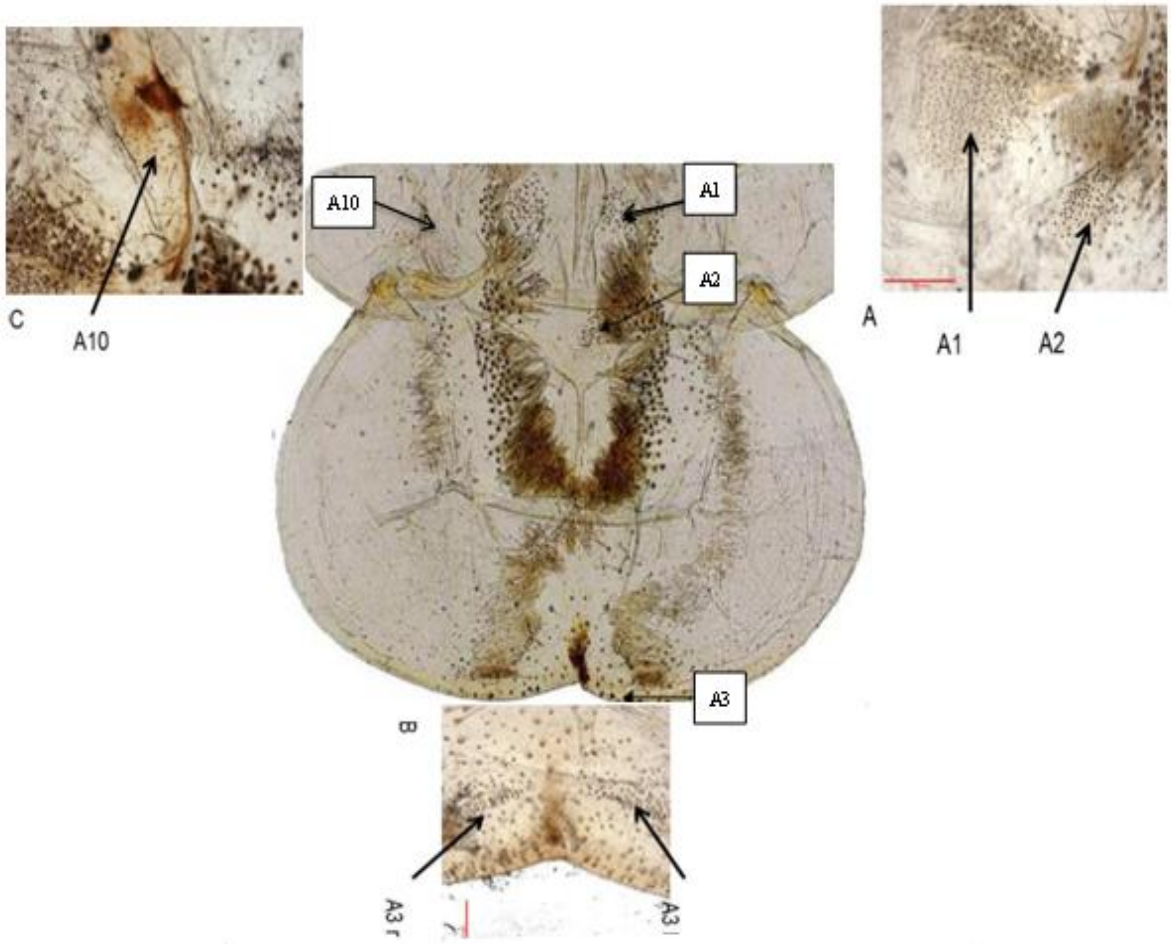


Figure 24 : Localisation des différents types de sensilles sur la face épipharyngiale du labre d'*Oedaleus decorus*

A : les sensilles de type A_1etA_2. **B** : type A_3, **r** : droit, **l** : gauche. **C** : type A_{10}

(Échelle rouge= 350µm).

Nous avons compté les différents types de sensilles pour les deux sexes (10 individus mâles et 10 femelles) pour chacune des espèces acridiennes étudiées. La longueur et la largeur du labre ont également été mesurées. Les résultats sont mentionnés dans le tableau ci-dessous.

Tableau 2: Nombre moyen de sensilles de type A au niveau du labre de différentes espèces étudiées (femelles)

Espèces	A1	A2	A3	A10
Shistocerca gregaria	254	128	90	24
Calliptamus wattenwylianus	167	122	74	45
Oedipoda fuscocinta	140	74	56	13
Dociostaurus marocanus	125	96	52	31
Calliptamus barbarus	127	69	55	15
Oedaleus decorus	119	97	57	38
Oedipoda caerulescens	108	72	45	11
Oedipoda miniata	102	64	46	12
Dociostaurus dantini	95	79	55	16
Dociostaurus genei	77	61	50	12

Tableau 3: Nombre moyen de sensilles de type A au niveau du labre de différentes espèces étudiées (mâles)

Espèces	A1	A2	A3	A10
Shistocerca gregaria	290	151	102	38
Calliptamus wattenwylianus	147	116	77	20
Oedipoda fuscocinta	132	73	52	14
Dociostaurus marocanus	106	86	37	19
Calliptamus barbarus	127	69	55	15
Oedaleus decorus	109	87	58	21
Oedipoda caerulescens	95	67	39	11
Oedipoda miniata	102	64	46	13
Dociostaurus Dantini	82	71	47	11
Dociostaurus genei	77	61	50	12

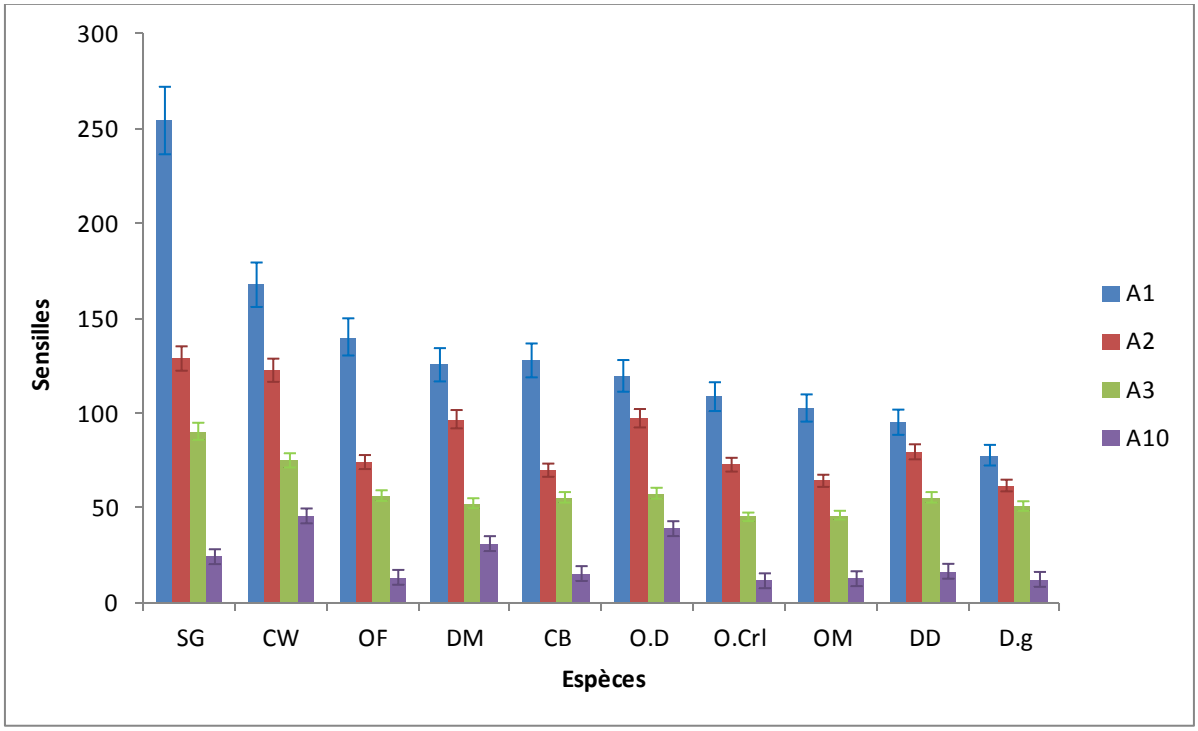


Figure 25 : Représentation graphique du nombre moyen des sensilles de type A des 10 espèces acridiennes (femelles) étudiées

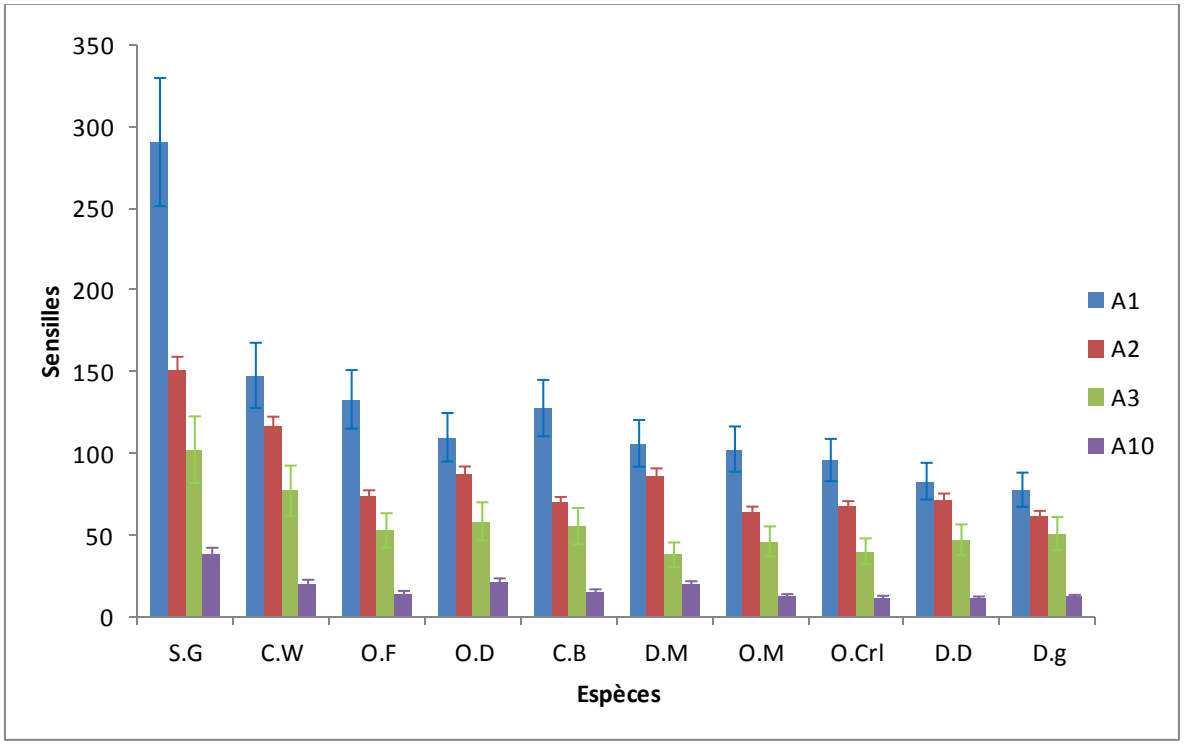


Figure 26 : Représentation graphique du nombre moyen des sensilles de type A des 10 espèces acridiennes (mâles) étudiées

D'après les figures 25 et 26, une grande variabilité est repérée concernant le nombre de sensilles du labre. Les sensilles de type A_1 sont les plus abondants, suivis du type A_2, puis A_3, les sensilles du type A_{10} sont les moins nombreux chez toutes les espèces acridiennes étudiées.

Chez les mâles comme chez les femelles, le nombre de sensilles varie D'une espèce à l'autre. *Schistocerca gregaria* s'individualise par le plus grand nombre de sensilles (de différents types) suivie par *Calliptamus wattenwylianus*. Les autres espèces présentent un nombre moyen de sensilles (figures 26) (limitées par *Oedipodae caerulescens* du côté gauche). *Dociostaurus dantini* et *Dociostaurus genei*, se caractérisent par le faible nombre concernant les 4 catégories de sensilles (A_1, A_2, A_3 et A_{10}) (figures 25 et 26).

*** Analyse multivariée du nombre de sensilles de type A de différentes espèces étudiées**

Cette méthodologie nous a permis d'obtenir une représentation statistique des espèces acridiennes en fonction de différents types de sensilles, dans un espace à deux dimensions (réduction), dans le but de faciliter l'analyse et l'interprétation des résultats.

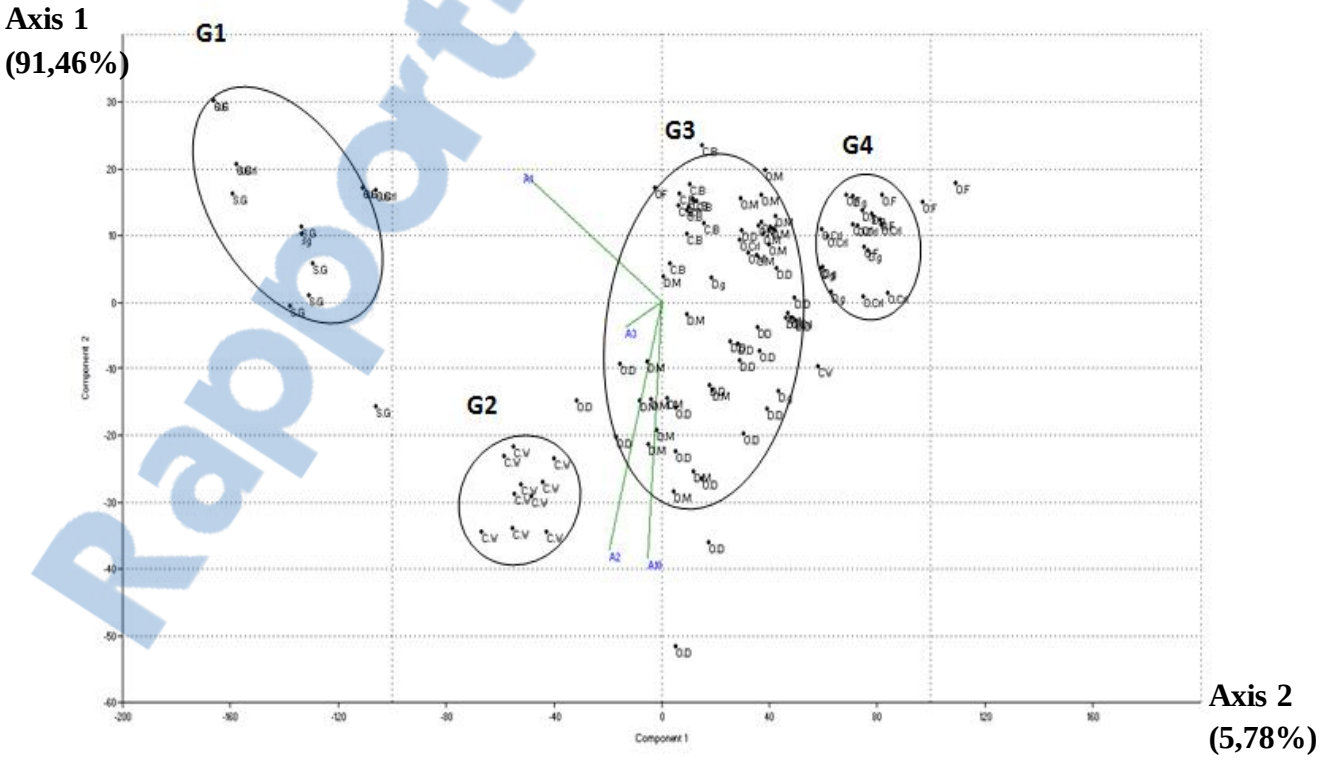


Figure 27 : Analyse en Composantes Principales (ACP) du nombre de sensilles de type A des femelles de différentes espèces étudiées

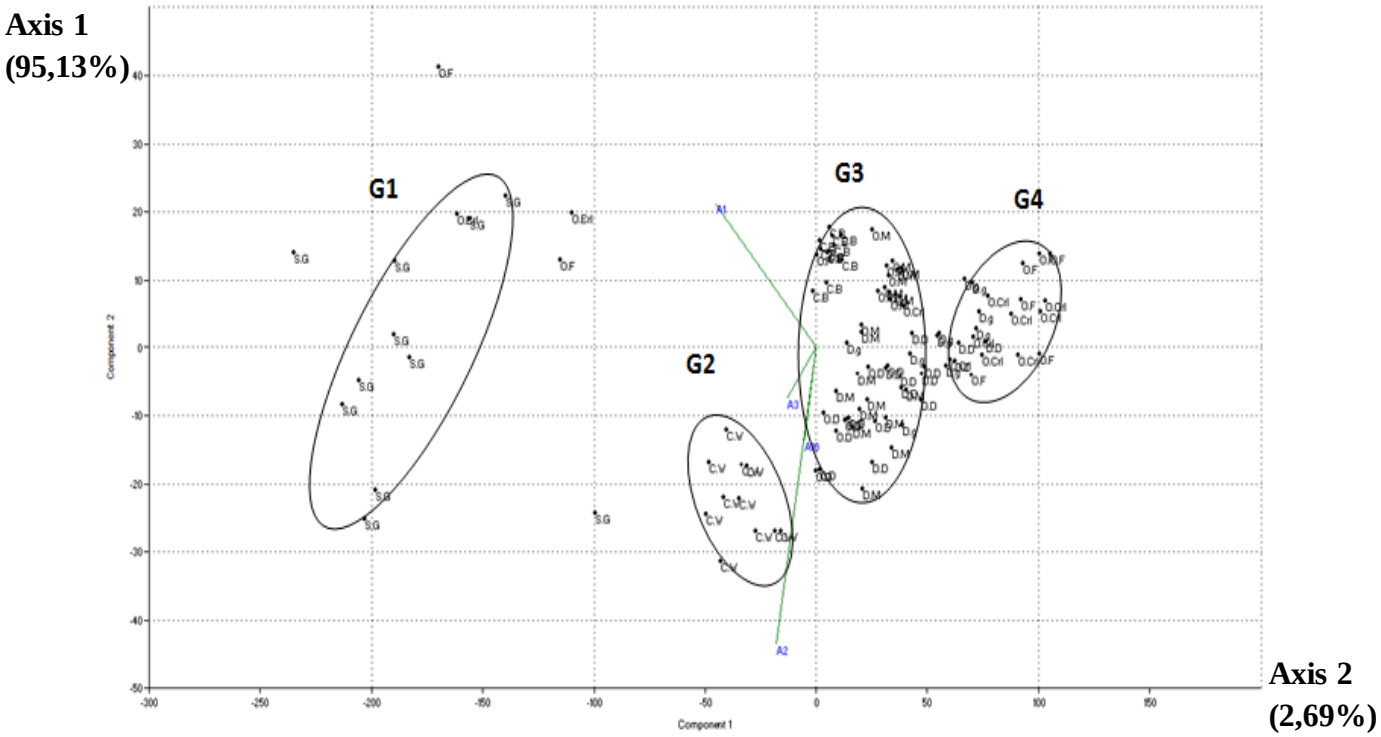


Figure 28 : Analyse en Composantes Principales (ACP) du nombre de sensilles de type A des mâles de différentes espèces étudiées

L'analyse des figures 27 et 28, représentant la projection des données obtenues du comptage des sensilles sur les deux premiers axes, permet de distinguer 4 groupes acridiens. Le premier groupe représenté par *Shistocerca gregaria*, se caractérise par un grand nombre de sensilles et plus particulièrement le type A_1. Le groupe 2 formé par *Calliptamus Wattenwylianus*, se caractérise par un nombre important de sensilles et diffère du *Shistocerca gregaria* par la réduction des sensilles de type A_1. Le troisième groupe est le plus important, avec 6 espèces, qui sont : *Oedipoda fuscocinta, Oedipoda miniata, Oedaleus decorus, Dociostaurus marocanus, Dociostaurus dantini* et *Calliptamus barbarus.* Celles-ci ne présentent pas une grande différence au niveau du nombre moyen de différentes catégories de sensilles. *Oedipoda Caerulescens* et *Dociostaurus genei,* forment le dernier groupe (G 4) et disposent d'un nombre réduit de sensilles (plus particulièrement chez les mâles).

Généralement, le nombre de sensilles au niveau de la face épipharyngiale du labre varie en fonction de l'espèce. Ainsi, l'espèce la plus grande (*Shistocerca gregaria*) présente un nombre plus important de sensilles en comparaison avec les autres espèces étudiées.

2.2. Relation entre la taille du labre et les sensilles

L'analyse multivariée du nombre de sensilles (figures 27 et 28) a révélé une relation incertaine entre l'espèce et le répertoire de chimiorécepteurs, notamment entre la taille de l'espèce et le nombre de sensilles. Pour confirmer cette liaison, Nous avons mené une analyse de covariance. Le nombre de sensilles est pris comme variables dépendantes, la taille de l'espèce représentée par la taille du labre comme covariable.

2.2.1. Relation interspécifique

L'étude de la corrélation entre la taille du labre et le nombre de sensilles d'une espèce à l'autre a été réalisée sur 6 acridiens : *Shistocerca gregaria, Oedipoda fuscocincta, Oedipoda caerulescens, Oedaleus decorus, Dociostaurus marocanus* et *Dociostaurus dantini.* Les moyennes de la largeur du labre, de chaque espèce (10 individus/sexe), sont considérées comme covariables et les sensilles comme variables ; les résultats sont présentés ci-dessous.

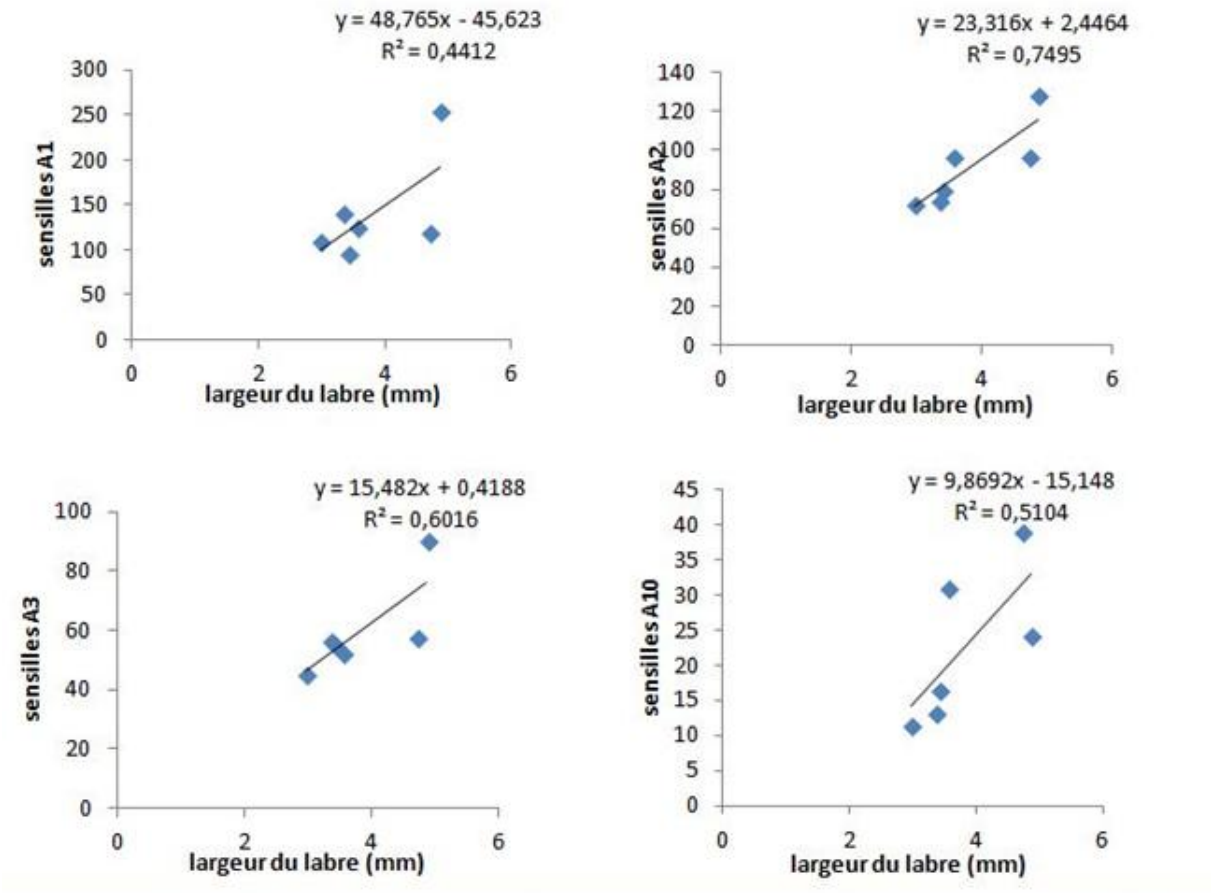


Figure 29: Corrélation entre la largeur du labre et le nombre de sensilles chez les femelles des acridiens étudiés

Rapport-gratuit.com
LE NUMERO 1 MONDIAL DU MÉMOIRES

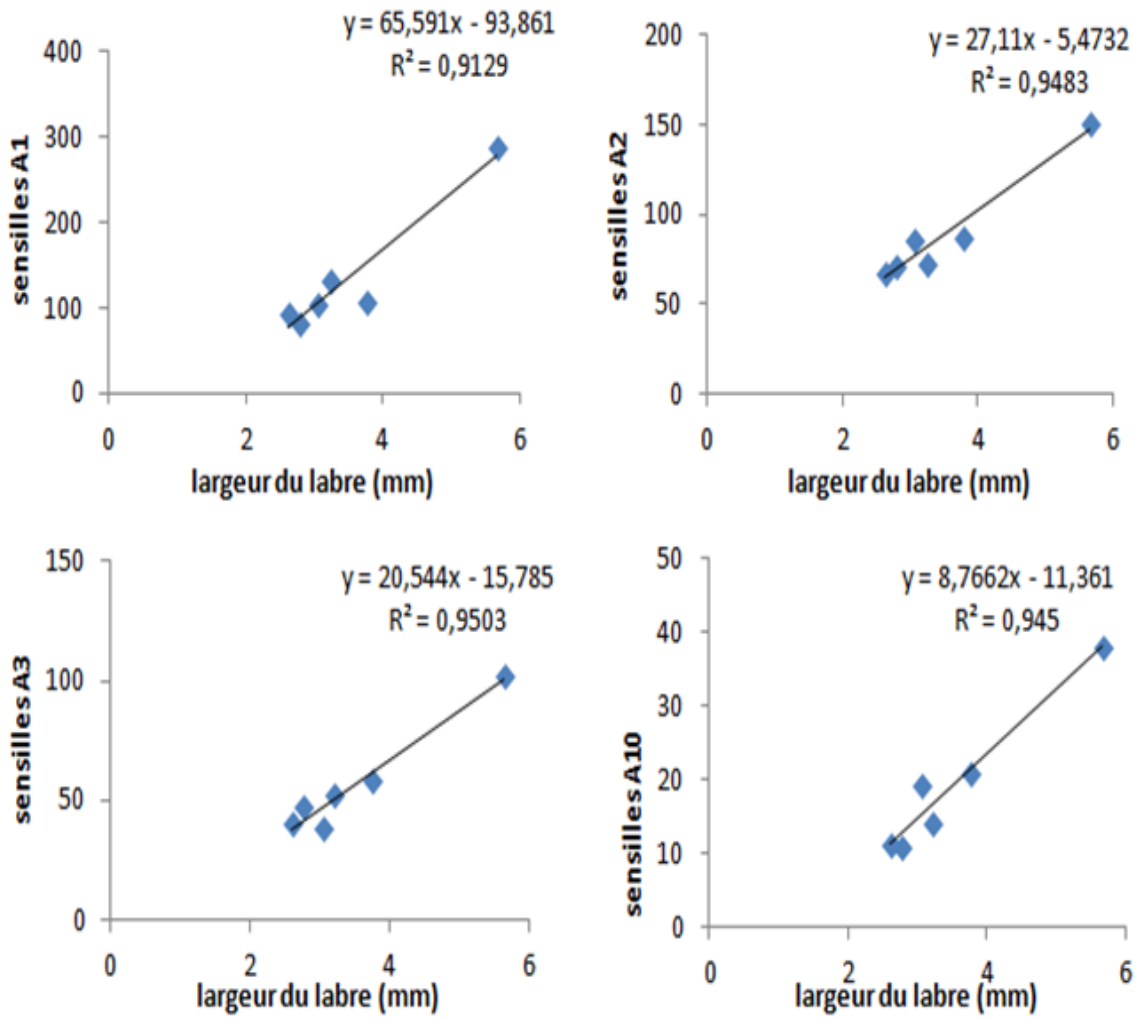


Figure 30 : Corrélation entre la largeur du labre et le nombre de sensilles chez les mâles des acridiens étudiés

Les résultats obtenus (figures 29 et 30) montrent que le nombre de sensilles, d'une espèce à l'autre, est fortement corrélé avec la taille du labre, et par conséquence avec la taille de l'espèce. Ainsi, les coefficients de régression confirment cette forte corrélation pour les différents types de sensilles. La valeur la plus faible ($\mathbf{r^2}$= 0,66) est marquée chez les femelles pour les sensilles de type A_1. Chez les mâles, la corrélation est à son optimum (le coefficient de corrélation est de l'ordre de 0,94) pour tous les types de sensilles. Donc d'une espèce à l'autre, plus la taille du labre augmente, plus le nombre de sensilles devient important, mais ce constat révèle un effet éventuel de la position systématique de l'espèce acridienne.

2.2.2. Relation intraspécifique

Pour vérifier que le nombre de sensilles est typiquement dépendant de la taille de l'espèce et non pas de sa position systématique, nous avons étudié ces deux paramètres au sein de l'espèce elle-même. Le test a été réalisé sur les mêmes espèces (6 espèces) que le test précédent, mais d'une manière isolée. La valeur de la largeur du labre de chaque individu (10 individus/sexe) est considérée comme covariable et le nombre de sensilles comme variable et les résultats sont présentés dans les figures ci-dessous.

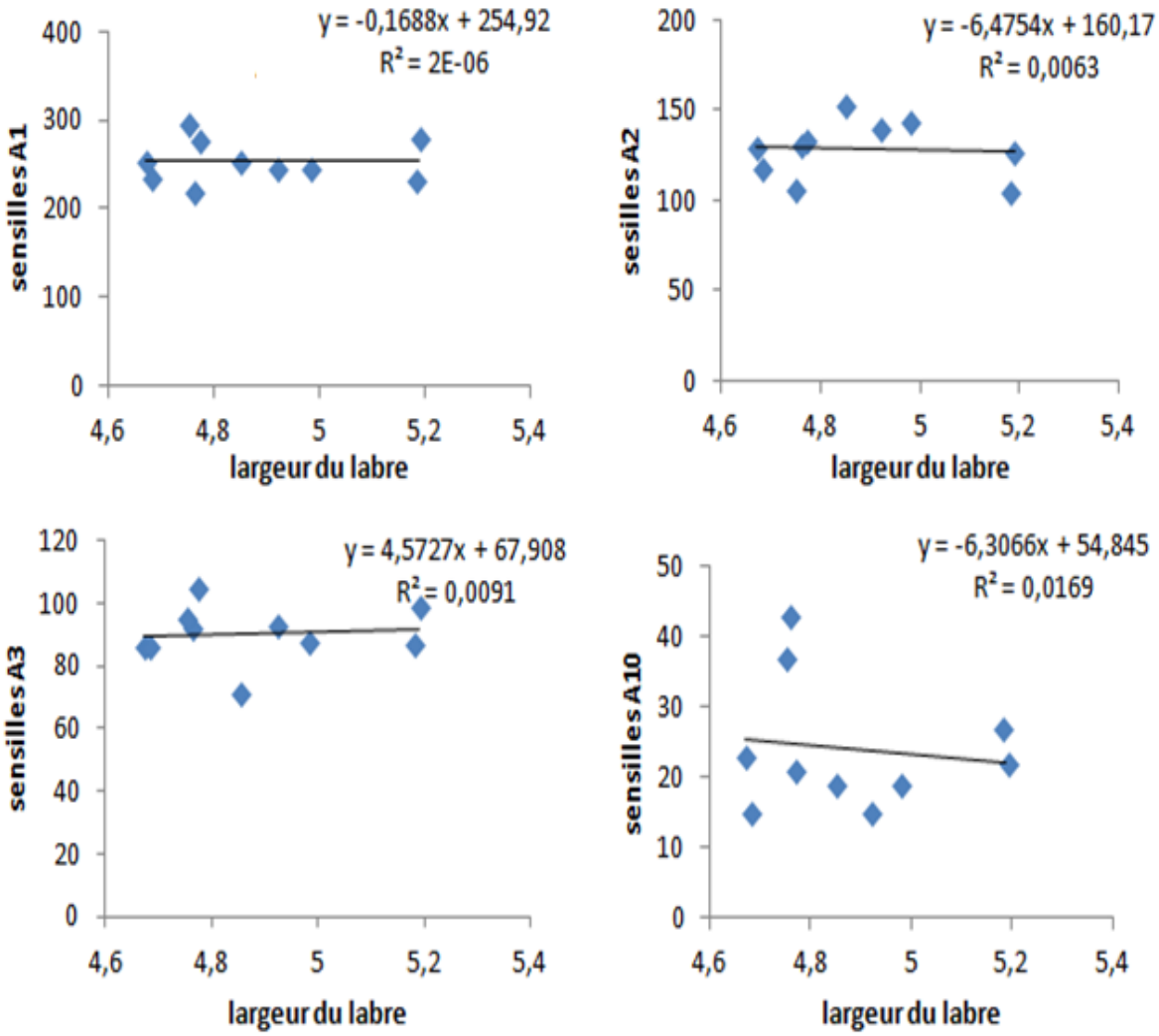


Figure 31 : Corrélation entre la largeur du labre et le nombre de sensilles chez les femelles de *Shistocerca gregaria*

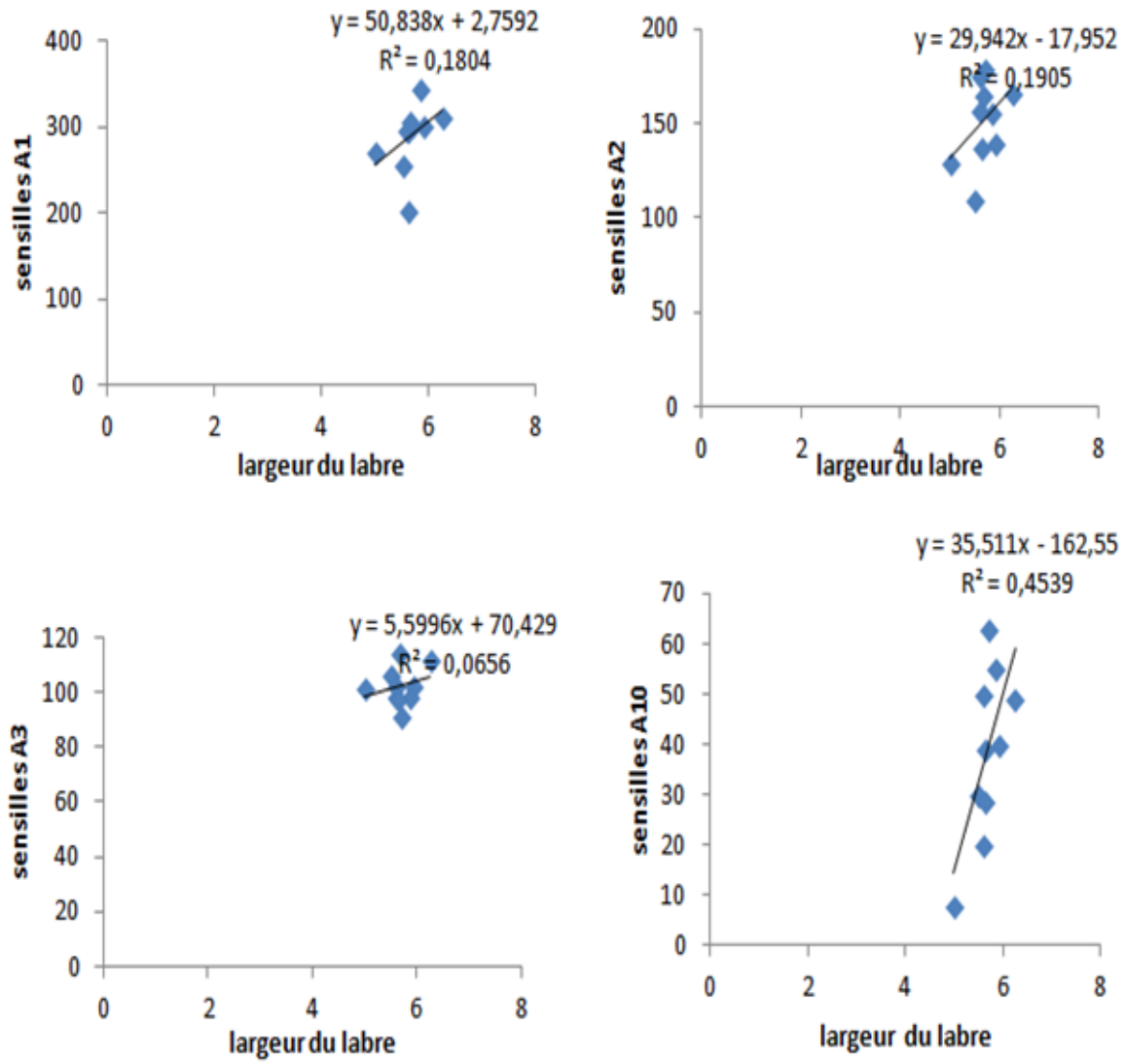


Figure 32 : Corrélation entre la largeur du labre et le nombre de sensilles chez les mâles de *Shistocerca gregaria*

D'après les résultats obtenus (les coefficients de corrélation), pour les espèces étudiées, on peut dire que le nombre de sensilles n'est pas dépendant de la taille du labre au sein de l'espèce. Ainsi, sur les 6 espèces étudiées, seules *Oedipoda Fuscocinta* et *Oedipoda Caerulescens* présentent des corrélations très fortes (**r^2 >0,9**), pour les mâles comme les femelles, et pour tous les catégories de sensilles. Ce constat nous permet de dire que l'augmentation de la taille de l'individu (reflétée par la taille du labre) de chaque espèce, n'implique pas forcément un nombre supérieur de sensilles.

2.3. Relation entre le régime trophique et les sensilles

Six espèces acridiennes appartenant à différentes sous-familles (pour éviter l'effet probable de la systématique) sont choisies, pour tester l'éventuelle relation entre le nombre de sensilles et le régime alimentaire, les résultats sont présentés ci-dessous:

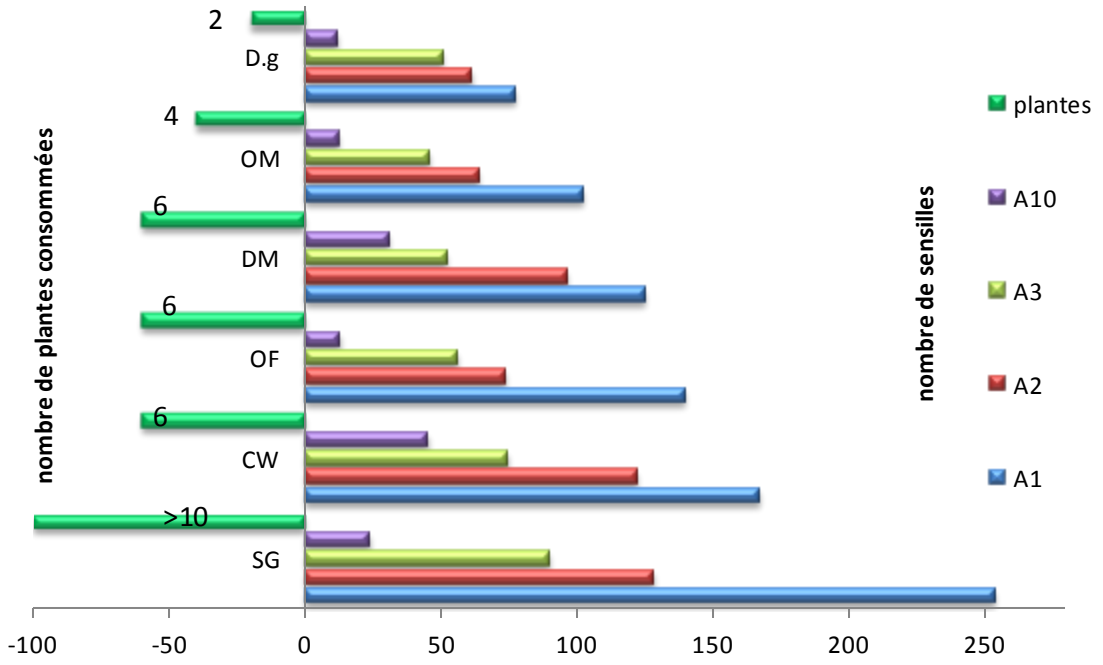


Figure 33 : Représentation graphique de la relation entre les sensilles et le régime trophique chez 6 acridiens étudiés

- La partie gauche représente le nombre de plantes consommées : -10 unités=espèce

Les résultats obtenus (figure 33) dévoilent une relation certaine entre le nombre de sensilles et le régime trophique de l'espèce. En effet, plus le nombre de sensilles est important plus le régime trophique est large. Ainsi, *Shistocerca gregaria* ayant un nombre maximal de sensilles, se caractérise par un régime alimentaire plus diversifié (11 espèces végétales) (Reggani, 2010), par contre, *Dociostaurus genei* ayant un nombre très faible de sensilles, présent un spectre trophique très réduit. Elle peut être classée comme espèce monophage avec 2 espèces végétales, appartenant au même genre.

3. Morphométrie classique

3.1. Longueur du corps

Les résultats obtenus sur les mesures de la longueur du corps des différentes espèces sont représentés sur la figure ci-dessous :

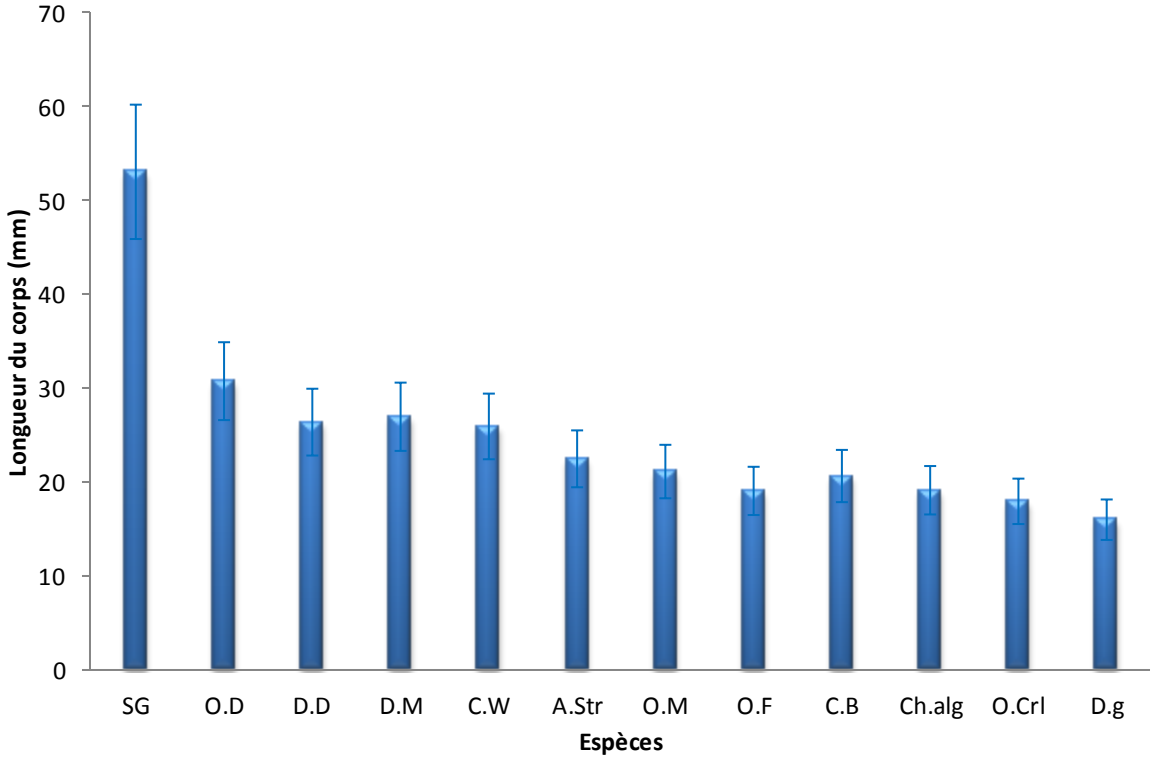


Figure 34 : Représentation graphique de la longueur moyenne du corps de différentes espèces acridiennes étudiées

Les résultats obtenus montrent une variation importante au niveau de l'étendue moyenne du corps des acridiens. Chaque espèce est caractérisée par une longueur moyenne du corps particulière. La longueur de leurs corps diminue de la gauche vers le côté droit du graphe (figure 34). Ainsi, *Shistocerca gregaria* est l'espèce type, caractérisée par une taille du corps la plus importante, suivie par *Oedaleus decorus*. Chez les autres espèces acridiennes, la variation de la longueur du corps est moyennement importante et relativement semblable, à l'exception de *Dociostaurus genei* et *Oedipoda caerulescens*, caractérisées par des tailles les plus réduites en comparaison avec l'ensemble des acridiens étudiés (figure 34).

3.2. Capacités des déplacements

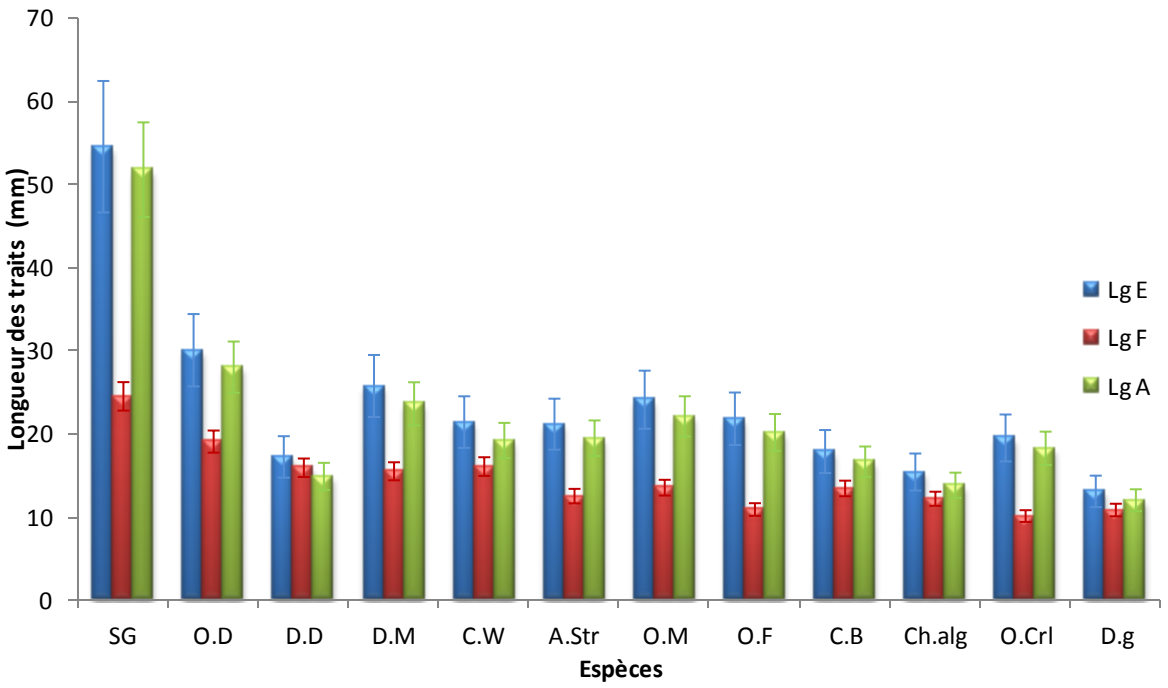


Figure 35 : Représentations graphiques de la longueur moyenne des organes de déplacement de différentes espèces acridiennes

LgA : longueur des ailes, **LgE** : longueur des élytres, **LgF** : longueur des fémurs.

Le graphe (figure 35) représentant la longueur moyenne des élytres, les ailes et les fémurs, comme organes déterminant les capacités de déplacement des acridiens, montre une variation dans un seul sens. Les espèces de grandes tailles se définissent par des organes de déplacement de taille importante. *Shistocerca gregaria*, distinguée par un corps élancé, se caractérise par des organes de déplacement (élytres, ailes et fémurs) de grande taille. *Dociostaurus genei*, caractérisée par une taille très réduite, est définie par des organes de déplacement de taille rudimentaire. Les autres espèces sont situées entre les deux états précédents (cas extrêmes) concernant la taille et les organes de déplacement.

*** Analyse multivariée de différents traits morphologiques**

L'analyse multivariée en composantes principales est la plus appropriée dans ce cas, car elle concerne un tableau de 6 mesures quantitatives. Cette technique permet de visualiser, sur un seul plan, les corrélations entre les paramètres (les différentes parties du corps) visualisés par des vecteurs. Ainsi, chaque espèce est projetée sur ce même plan. Un assemblage de points désigne un groupe particulier.

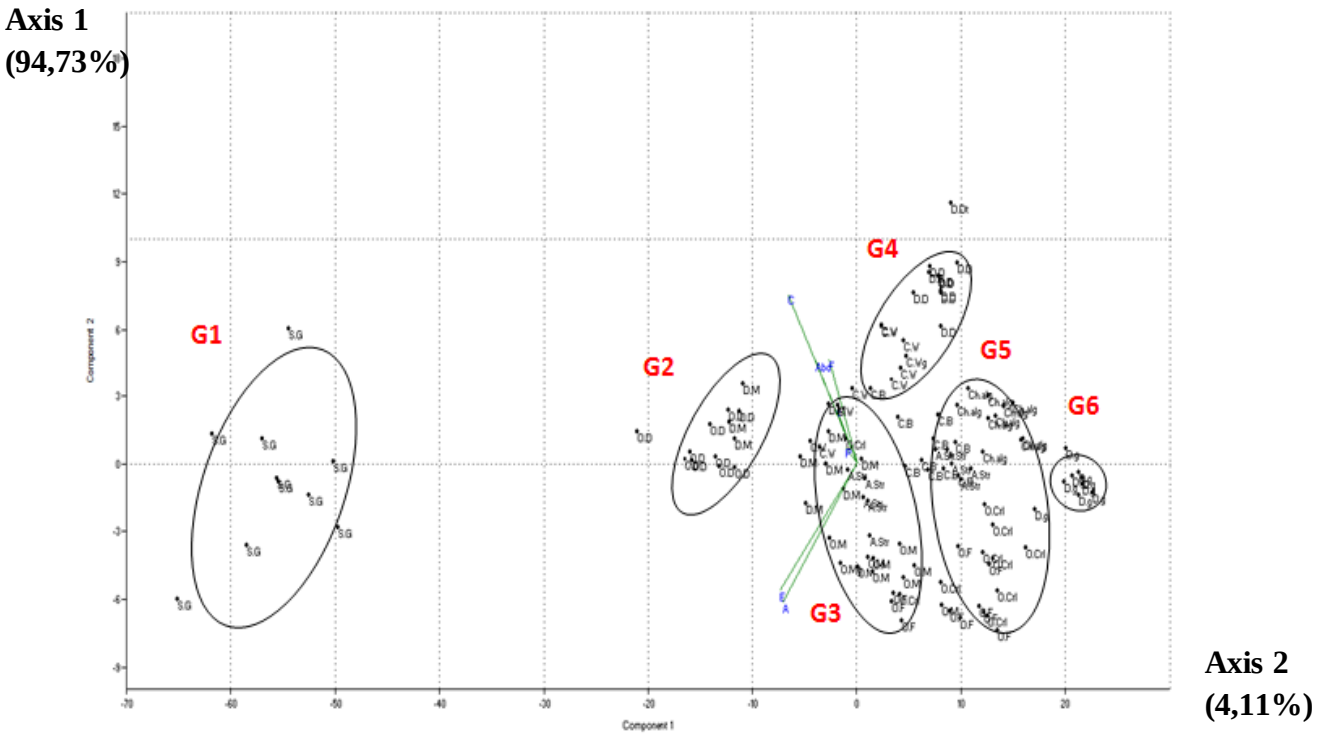


Figure 36 : Analyse en Composantes Principales (ACP) des mesures morphométriques de différentes parties du corps chez les femelles de 12 acridiens testés

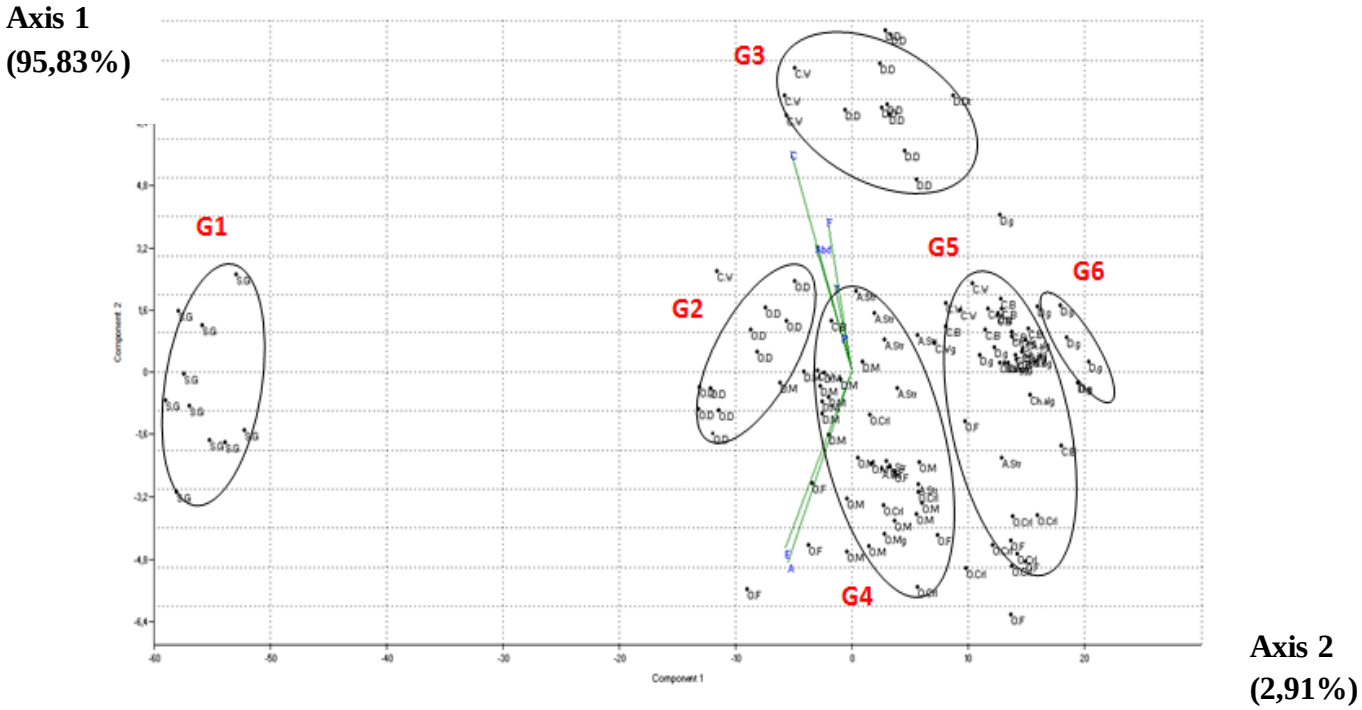


Figure 37 : Analyse en Composantes Principales (ACP) des mesures morphométriques de différentes parties du corps chez les mâles de 12 acridiens testés

Les résultats obtenus à partir des mesures de différents traits morphologiques étudiés, sont projetés sur les deux premiers axes (figure 36 et 37), ce qui permet de visualiser une distinction nette entre les alliés d'individus appartenant à différentes espèces acridiennes, chez les femelles comme les mâles.

Cette méthode a mis en évidence 6 ellipses chez les deux sexes, correspondant chacune à un assemblement d'individus. L'ellipse du côté gauche (G1) (figures 36 et 37) met en apparence le premier groupe correspondant à *Shistocerca gregaria*, caractérisée par l'élongation maximale du corps et accompagnée d'un développement important des ailes, des élytres et les fémurs par rapport aux autres espèces (pour les deux sexes). Ces distinctifs constituent le pilastre des déplacements de grande ampleur de cette espèce migratrice. Le deuxième groupe (G2), caractérisé par une longueur importante du corps ainsi que des autres paramètres, est formé par *Oedaleus decorus*. Celle-ci est largement connue par ses déplacements occasionnels qui peuvent être de grande ampleur. Les troisièmes, quatrièmes et cinquièmes ellipses (G3, G4 et G5) forment le troisième groupe et inclues plusieurs espèces acridiennes (*Dociostaurus dantini* et *Calliptamus wattenwylianus* pour G3, *Dociostaurus marocanus* et *Aiolopus strepens* pour G4 et *Oedipoda fuscocincta*, *Oedipoda miniata*, caerulescens, *Chortipus albomarginatus* et *Calliptamus barbarus* pour G5). Celles-ci se caractérisent par des mesures moyennes des différents organes étudiés. Leurs capacités de déplacements peuvent êtres moyennes à limitées.

Dociostaurus genei et Oedipoda Caerulescens forment le dernier groupe (G6) chez les mâles, alors que chez les femelles (figure 36), l'ellipse est formée seulement de *Dociostaurus genei*. Ces deux espèces sont généralement de très petite taille, ce qui limite la longueur de leurs organes de vol. Ce sont des espèces dont les déplacements sont très réduits en comparaison avec les autres espèces étudiées.

3.3. Relation entre le régime trophique et les déplacements

Pour mettre en évidence la relation existante entre les déplacements et le régime trophique chez les acridiens, les espèces étudiées pour leur activité locomotrice (exeptées d'*Aiolopus strepens* et *Chortipus albomarginatus*) sont prises comme plateforme pour faciliter l'analyse (figure 38).

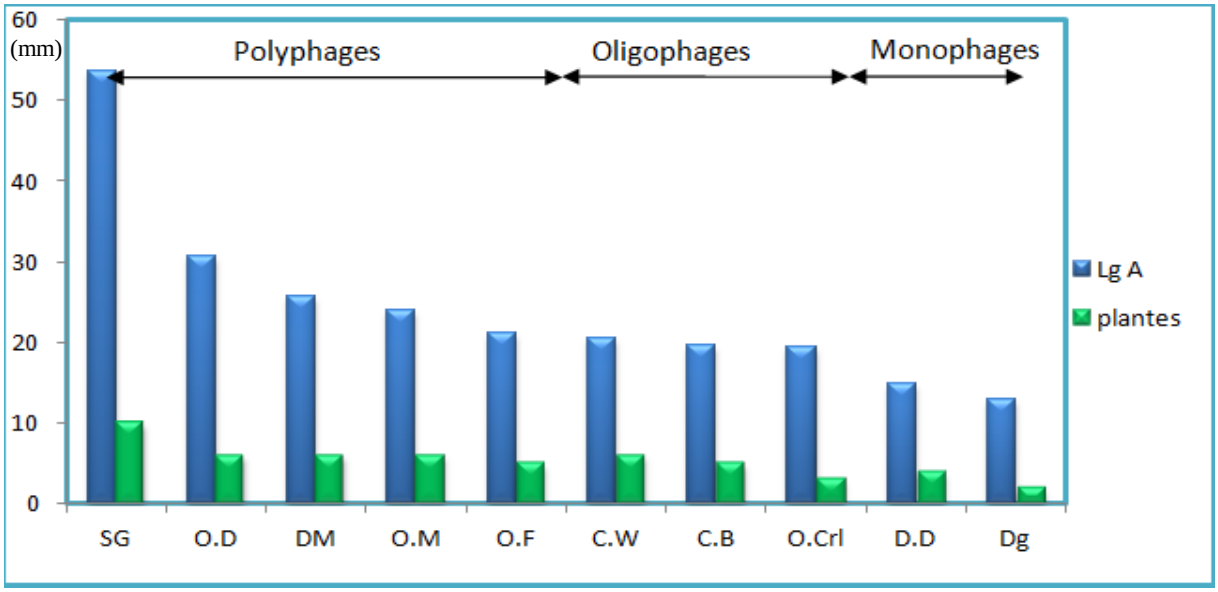


Figure 38 : Rapport entre le régime trophique et les capacités de déplacements des acridiens étudiés

L'analyse de la figure ci-dessus, montre une relation existante entre les capacités de déplacement des espèces acridiennes et leur régime trophique. En effet, les espèces disposant d'ailes de grande taille, comme *Shistocerca gregaria*, ont des régimes alimentaires très diversifiés (polyphages), par contre les espèces caractérisées par des déplacements limités (reflétés par leurs ailes), ne consomment que peu d'espèces végétales (le genre *Hordeum*). *Dociostaurus genei* comme espèce monophage confirme cette conclusion, ses ailes sont très rudimentaires et dispose d'un spectre trophique très réduit.

Tableau 4 : Régime trophique des acridiens non inventoriés

Espèce	Régime trophique	Auteurs
Oedaleus decorus (Germar, 1825)	polyphage	(Gangwere and Morales-Agacino, 1973)
Calliptamus barbarus (Costa, 1836)	Poly-oligophage	(Benzara et *al.*, 2003)
Schistocerca gregaria (Forskål, 1775)	Polyphagous	(Guendouz-Benrima et *al.*, 2010).

III. Discussions

1. Détermination du régime alimentaire

1.1. Analyse des fèces

Dans toutes les stations prospectées, les différentes espèces acridiennes étudiées, ont montré généralement des régimes alimentaires élargis, avec un minimum de quatre plantes ingérées, donc ces espèces peuvent être considérées comme euryphages selon la classification trophique soulignée par les auteurs (Mesli, 2007 et Hassani, 2013). Dans le même sens, en se basant sur les synthèses citées par Picaud et *al.*, (2003) et Chapco et Contreras (2011) : *Paraeumigus parvulus, Euchortipus biguttulus* dans la station de Séfrou, *Acrotylus fischeri, Oedipoda fuscocincta* et *Dociostaurus marocanus* de Mazdou, peuvent être considérées comme polyphages à tendance graminivore, car ce premier groupe s'appuie sur la famille des Poacées dans leur régime trophique (plus de 50% des débris identifiés), alors que *Calliptamus wattenwylianus, Dociostaurus marocanus, Oedipoda miniata* de la station de la station de Mazdou peuvent être définies comme espèces polyphages forbivores à cause de leur régime basé sur *Daphnie gnidium* et *Ruta graveolens*. *Dociostaurus genei* (figure 23) est la seule espèce qui a montré la monophagie, en se basant strictement sur les graminées dans son alimentation. L'ensemble de ces résultats, mettent en évidence la rareté des acridiens spécialistes, ce même constat est déjà cité par plusieurs Auteurs (Picaud et *al.* 2003).

En prenant *Dociostaurus marocanus,* comme espèce type, pour expliquer la différence du régime trophique entre les stations. Mesli (2007) a confirmé qu'un Acridien peut être qualifié d'euryphage, comme de sténophage en fonction de la richesse du milieu en végétation, c'est exactement le cas, chez cette espèce consommant plus de 6 plantes en Mazdou et 3 espèces végétales dans la station de Guigou, donc la base du régime trophique d'un acridien est fortement influencée par le recouvrement des végétaux. Pour le type de plantes, graminées (Mazdou et Séfrou) ou autres *(Daphnie gnidium* au niveau de Guigou), Hassani (2013) à reporté que la dominance des végétaux est parmi les facteurs qui peuvent expliquer les tendances trophiques des acridiens, à ce niveau, nous pouvons dire que la tendance graminivore dans la station de Mazdou et forbivore au niveau de Guigou, est contrôlée par la prédominance végétale dans chaque station. Mais le fait que plusieurs autres plantes ne sont pas consommées dans toutes les stations, suppose l'existence d'autres facteurs (chimiorécepteurs, flore intestinale…) déterminant le choix trophique des acridiens.

Rapport-gratuit.com
LE NUMERO 1 MONDIAL DU MÉMOIRES

2. Dénombrement de sensilles au niveau du labre

2.1. Répertoire des sensilles du labre

Les espèces acridiennes étudiées présentent une diversité au niveau des sensilles de type A, de la face épipharyngiale de leur labre (figures 25, 26, 27 et 28). Ceux-ci présentent une similarité concernant la localisation. Le type A_1 est le plus abondant chez toutes les espèces analysées. Ainsi, on distingue des espèces ayant un grand nombre de chimiorécepteurs comme *Shistocerca gregaria* (dispose du nombre le plus supérieur de sensilles de type A_1, A_2, A_3 et A_{10}), formant un groupe à part (G1). *Calliptamus wattenwylianus* est caractérisée par un niveau relativement élevé de sensilles, et forme le deuxième groupe (G2). Le 3ème groupe, rassemblant *Oedipoda Fuscocincta, Oedipoda Miniata, Oedipoda caerulescens, Oedaleus Decorus, Dociostaurus marocanus, Dociostaurus dantini* et *Calliptamus barbarus*, est défini par un niveau moyen de sensilles. Le dernier groupe (G4) formé par *Dociostaurus genei*, dispose d'un faible nombre de sensilles. L'ensemble de ces résultats sont en accord avec les synthèses citées par d'autres auteurs (El Ghadraoui et *al.*, 2002 et Zaim et *al.*, 2013), qui ont montré d'une part que les sensilles de type A_1 sont supérieurs chez les espèces acridiennes, et d'autre part, l'ensemble de ces chimiorécepteurs présentent une similarité concernant leur localisation. Mais, Benkenana (2012) a démontré que cette répartition est différente selon la position systématique.

Le deuxième point concerne la variation intra et interspécifique des chimiorécepteurs, ces variations sont constatées aussi bien chez les mâles que chez les femelles. Les résultats révélés s'accordent avec plusieurs études d'autres chercheurs (Benkenana et *al.*, 2013 et Zaim et *al.*, 2013), de même cette variation peut être due à la différence de taille entre les espèces étudiées et les deux sexes (Chapman et Thomas, 1978 et El Ghadraoui et *al.*, 2002).

2.2. Relation entre la taille du labre et les sensilles

Chez les 6 espèces étudiées, quand le nombre de sensilles (de type A) est tracés en fonction la largeur du labre (Figure 29 et 30), les coefficients de corrélation confirment que plus la taille du labre est grande, plus le nombre de sensilles augmente, plus particulièrement d'une espèce à l'autre, donc la taille de l'espèce influence le répertoire de chimiorécepteurs.
Pareillement, El Ghadraoui et *al.*, (2002) et Benkenana et *al.*, (2013) ont souligné la dépendance positive entre la taille de l'espèce et le nombre de sensilles dans leurs travaux sur plusieurs espèces acridiennes appartenant à différentes sous familles.

Les coefficients de corrélation intraspécifique, ne montrent pas une dépendance entre la taille de l'individu (reflétée par la largeur du labre) et la densité de sensilles (figure 31 et 32), ce qui suggère l'effet de la position taxonomique à côté de la taille de l'espèce, sur le nombre des sensilles. Ces constatations, sont déjà citées par Benkenana (2012), qui a montré que la famille des Pamphagidae dispose d'un nombre supérieur de sensilles plus que les Acrididae. Généralement, les deux premières hypothèses (taille et position taxonomique) ne sont pas les seules critères pour l'explication du nombre de sensilles au niveau de la face épipharyngiale du labre, le régime trophique de l'espèce peut jouer aussi un rôle fondamental (Zaim et *al.* 2013).

2.3. Relation entre le régime trophique et les sensilles

Les résultats obtenus (figure 33) de l'étude comparative du nombre de sensilles de type A et le spectre du régime trophique chez les 6 acridiens analysés, révèlent la dépendance de ces deux éléments, plus le nombre de sensilles labriales est important, comme le cas de *Schistocerca gregaria*, plus le nombre de plantes consommées est supérieur. Donc un large spectre trophique chez l'acridien est soutenu par un nombre important de sensilles. Ces résultats se montrent contre les spéculations inspirant que le nombre de sensilles est déterminé par la taille de l'espèce (Chapman et Thomas, 1978 et El Ghadraoui et *al.*, 2002). De nombreuses études récentes ont montré l'existence d'une forte relation entre le régime trophique et les chimiorécepteurs chez les Orthoptères, celle-ci est reflété par les acridiens polyphages disposant d'un nombre important de sensilles de type A, en face des espèces monophages présentant moins de chimiorécepteurs (Benkenana et *al.*, 2013 et Zaim et *al.*, 2013). D'une manière générale, il semble que les deux facteurs, le régime trophique et la taille de l'espèce influencent le nombre de sensilles chacun de sa part.

3. Morphométrie classique

3.1. Capacités de déplacement

D'après l'analyse en composantes principales des capacités de déplacement, les résultats montrent une grande distinction morphologique, soulignée entre l'espèce migratrice *Shistocerca gregaria* et les autres espèces. Celle-ci réalise des déplacements de très grande ampleur (Hassani, 2013). Ceux-ci peuvent expliquer le développement important de ses organes de vol, pour qu'elle puisse traverser de long trajets (Mokhlesse et *al.*, 2007). Pour les autres espèces, leurs aptitudes migratoires peuvent être expliquées par *Dociostaurus marocanus*. Celle-ci peut réaliser des micro-migrations, mais sans être engagée dans une tendance vers des possibilités migratoires (El Ghadraoui et *al.*, 2008). Cet élément (micro-migration) semble être l'explication de la réduction des organes de vol (longueur de l'aile, de l'élytre) chez les espèces proches de *Dociostaurus marocanus* (figure 35, 36 et 37). L'isolement de *Dociostaurus genei* vers l'extrême droit (figure 36 et 37), traduit l'effet conjoint d'une réduction importante de la longueur des ailes, des élytres et des fémurs comme organes locomoteurs, ce même constat est remarqué chez *Chortipus paralellus* et plusieurs autres espèces de taille réduite caractérisées par des paramètres de vol de même taille que *Dociostaurus genei,* (Mokhlesse et *al.*, 2007 et El Ghadraoui et *al.*, 2008).

3.2. Relation entre le régime trophique et les déplacements

Dans ses travaux sur les déplacements des acridiens, El Ghadraoui et *al.*, (2008) a signalé une probable relation entre le régime alimentaire et les déplacements chez ces insectes. Le présent travail révèle une relation positive entre les déplacements et le spectre trophique des acridiens, les espèces ayant des capacités de déplacements de grandes ampleurs montrent des régimes trophiques très diversifiés. En effet, *Shistocerca gregaria,* comme espèce migratrice consomme plus de 11 plantes (Kherbouche et *al.*, 2010 et Reggani, 2010) et *Dociostaurus genei,* avec des capacités de déplacement très limités ne consomme que deux plantes appartenant au même genre (*Hordeum*). La variation du régime trophique chez l'espèce est une sorte d'accommodation avec l'habitat (Moussi et *al.*, 2014). De même, les espèces migratrices doivent disposer de spectres très larges concernant les végétaux appétés, car les déplacements impliquent que de nouveaux tapis végétaux seront confrontés, alors sans spectre élargi, ces acridiens ne peuvent pas subsister dans ces nouveaux milieux colonisés ou traversés.

IV. Conclusion

Les principaux résultats obtenus dans ce travail sont synthétisés. Les éléments de réponse à la problématique générale de l'étude sont présentés. Des perspectives de recherche à court et moyen termes sont aussi proposées.

Notre travail témoigne d'abord, d'une grande richesse en espèces acridiennes appartenant à différentes sous familles, au niveau de différentes stations du Moyen Atlas. Concernant le régime trophique, d'après l'analyse des fèces de 9 espèces acridiennes, il ressort que tous ces acridiens manifestent des préférences envers certaines plantes plus que d'autres. Dans le même sens, ces acridiens se caractérisent par des spectres trophiques généralement élargis, à l'exception de *Dociostaurus genei*, consommant seulement deux plantes graminées, de même genre (*Hordeum*). La variation du régime trophique d'une station à l'autre est essentiellement due au couvert végétal dominant au niveau de chaque station. En effet, la base trophique des acridiens est les graminées dans les stations de Séfrou et Mazdou, celles-ci sont les plus dominantes au niveau de ces stations.

Concernant les sensilles de type A, les résultats exhibent que les espèces de très grande taille (reflétée par la largeur du labre) disposent d'un nombre supérieur de sensilles d'une part, d'un autre côté les sensilles sont liés au régime trophique de l'acridien. Les espèces disposant d'un régime trophique diversifié comme *Shistocerca gregaria* et *Dociostaurus marocanus*, se caractérisent par des niveaux supérieurs de sensilles.

Le dernier axe étudié s'intéresse aux capacités de déplacement, les résultats révélés montrent une dépendance de la taille des acridiens et la taille des organes (ailes, élytres et fémurs) déterminant leurs capacités migratoires. Ainsi, *Shistocerca gregaria et Calliptamus wattenwylianus*, caractérisées par des corps élancés, se trouvent disposer des organes de vol de grande envergure, par contre, *Dociostaurus genei* caractérisée par une petite taille, dispose des organes de vol réduits. Concernant le lien avec le régime trophique, les acridiens réalisant de grands déplacements, se caractérisent par des spectres trophiques les plus larges qui peuvent être une sorte d'adaptation de l'appart acridien pour faire face aux variations du couvert végétal au niveau de différentes stations de leurs circuits.

Notre travail porte une certaine originalité sur le régime alimentaire des espèces étudiées, et le lien entre ce régime et les capacités de déplacement. Mais, il reste encore incomplet. Nous envisageons d'élargir les échantillonnages à d'autres régions du Royaume et faire une étude détaillée de chacune des espèces inventoriées.

Dans les perspectives, il faut envisager de développer les études sur les acridiens à différents niveaux, la biologie, l'écologie et la lutte à l'échelle nationale. Il serait utile d'établir des cartes de répartition des espèces acridiennes Marocaines. De même, il serait nécessaire d'approfondir les travaux systématiques même s'il faudrait utiliser de nouvelles techniques, comme la biologie moléculaire, pour déterminer les espèces et sous-espèces.

Enfin, un travail complémentaire sur les déterminismes de leur régime trophique et les stratégies adaptatives devrait être engagé.

Références bibliographiques

Allen C.R., Garmestani A.S., Havlicek T.D., Marquet P.A., Peterson G.D., Restrepo C., Stow C.A. et Weeks B.E., 2006. Patterns in body mass distribution: shifting among alternative hypotheses. Ecologie letters. 630-643 Pp.

Appert J. et Deuse J., 1982. Les ravageurs des cultures vivrières et maraîchères sous les tropiques. Ed. Maisonneuve et La rose, Paris, p 420.

Barataud J., 2005. Orthoptères et milieux littoraux, Influence de la gestion des habitats herbacés et enjeux pour la biodiversité. BTS Gestion des Espaces Naturels. Session 2003 – 2005, p 48.

Ben Halima T., 1983. Etude expérimentale de la niche trophique de *Dociostaurus maroccanus* (Thunberg, 1815) en phase solitaire au Maroc. Thèse Doc Ingénieur, Paris, p 178.

Ben Halima T. et Louveaux A., 1987.Catalogue des Orthoptères Acridoidea d'Afrique du Nord-Ouest. Bull. Soc. Ent. France. Vol. 3-4, n° 91. Pp 73-87.

Benjelloun M., El Ghadraoui l., Essakhi D., Alfiguigui J., et Errabhi N., 2014. Contribution à l'étude de la diversité des orthoptères acridiens dans le Moyen Atlas (Maroc). Conf. Internationale sur les ravageurs en agriculture, Montpellier.

Benkenana N., 2012. Inventaire et Analyse bio systématique de la famille des Pamphagidae (Orthoptera, Caelifera) de l'Est algérien. Thèse de Doctorat. Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie, Université Constantine 1, Algérie.

Benkenana N., Harrat A. and Petit D., 2013. Labrum sensilla analysis and the diet of grasshoppers belonging to Pamphagidae family. Eur. J. Entomol. 110 355‑364

Benzara A., Doumandji S., Rouibah M. et Voisin J.F., 2003. Etude qualitative et quantitative de l'alimentation de *Calliptamus barbarus* (Costa, 1836) (Orthoptera: Acrididae). Revue Ecol. 58 187‑196.

Boitier E., 2004. Caractérisation écologique et faunistique des peuplements d'orthoptères en montagne auvergnate. Matériaux Orthoptériques et Entomocénotiques, pp 43-78.

Bonnemaison L., 1961. Les ennemis des plantes cultivées et des forêts. Editions Sep. Paris. Vol. 1, p 190.

Chapco W. and Contreras D., 2011. Subfamilies Acridinae, Gomphocerinae and Oedipodinae are "fuzzy sets": a proposal for a common African origin. JOR 20 173-190.

Chapman R.F. and Thomas J.G., 1978. The numbers and Distribution of sensilla on the mouth parts of Acridoidea. Acrida 7 115-148.

Chopard L., 1943. Orthoptéroïdes de l'Afrique du Nord. Faune de l'empire français 1. Paris (Librairie Larose), p 450.

Dirsh V. M., 1965.The African genera of Acridoidea. Cambrige. University Press, Cambridge, 1-579 pp.

Doumandji S., et Doumandji –Mitiche B., 1994. Criquets et sauterelles (Acridologie), Ed. OPU. (Office de Publications Universitaire), p 99.

Douro Kpindoua1 O., K., Lomera1 C.J., Langewalda1 J. and Boccoa1 Y., 2000.Cycle biologique et Durée des Stades Larvaires du Criquet Puant, *Zonocerus variegatus* (Linne,1758) (Orthoptera: Pyrgomorphidae) au Sud du Bénin : International Journal of Tropical Insect Science. Volume 20, pp 109-116.

Duranton J.F., Launois M., Launois-Luong M.H. et Lecoq M., 1982.Manuel de prospection acridienne en zone tropicale sèche. Ed. Cirad / Prifas, Départ. G.E.R.D.A.T, Paris, TI, pp 130-184.

Duranton J.F. et Lecoq M., 1990.Le criquet pèlerin au Sahel. Coll. : Acridologie opérationelle, n°6.Ministère des affaires étrangères des Pays-Bas, Ed. La Hague/Montpellier, p 183.

El Ghadraoui L., 2002. Etudes bioécologiques du criquet marocain (*Dociostaurus maroccanus*) dans le site AL-Azghar du Moyen Atlas. Thèse de Doctorat d'Etat. Université de Fès, Maroc.

El Ghadraoui L., Petit D., Picaud F. and ElYamani J., 2002. Relationship between labrum sensilla number in the Moroccan locust *Dociostaurus maroccanus* and the nature of its diet. J. Orth. Res.11 11–18.

El Ghadraoui L., Petit D. and ElYamani J., 2003. Le site Al-Azaghar (Moyen-Atlas, Maroc): un foyer grégarigène du criquet marocain (*Dociostaurus maroccanus*) (Thunb., 1815). Bull. Inst. Sci.Rabat. Sec Sci. Vie. 25 81–86.

El Ghadraoui L., Petit D., Mokhles R., Azouzi A. et Lazraq A., 2008. Situation du criquet marocain "*Dociostaurus maroccanus* Thunb., 1815" par rapport aux différentes espèces acridiennes : morphométrie et capacités de déplacements. Afrique Science 04(1). Pp 125 – 137. ISSN 1813-548X.

Essakhi D., El Harchli E.H., Benjelloun M., Maazouzi N., Mansouri I., Azzouzi A. et El Ghadraoui L., 2015.Contribution à L'Étude du Régime Alimentaire des Orthoptères acridiens dans Le Moyen Atlas (Maroc). International Journal of Engineering And Science. Vol.5, Issue 2, pp 60-66.

Gangwere S.K. and Morales-Agacino E., 1973. Food selection and feeding behaviour in Iberian Orthopteroidea. An. Inst. Nal. Invest. Agr. (Spain) Ser. Prot. Veg. 3 251‑337.

Guendouz-Benrima A., Duranton J.F. et Doumandji-Mitiche B., 2010. Préférences alimentaires de *Schistocerca gregaria* (Forskal, 1775) à l'état Solitaire dans les biotopes du Sud Algérien. J. Orth. Res. 19 7‑14.

Hassani F., 2013. Etude des Caelifères (Orthoptères) et caractérisation floristique (biodiversité floristique) de leur biotope dans des stations localisées à Tlemcen et Ain Temouchent. Régime alimentaire de *Calliptamus barbarus* et *Sphingonotus rubescens* .Thèse de Doctorat. Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie, des Sciences de la Terre et de l'Univers ; Université de Tlemcen.

Kherbouche Y., Sekour M. et Doumandji-Mitiche B., 2010. Variation du Régime Alimentaire des mâles et des femelles de *Schistocerca gregaria* (Acrididae, Cyrtacantacridinae) dans le sahara centrale d'Algérie. Séminaire International sur la Biodiversité Faunistique en Zones Arides et Semi-arides. Université Kasdi Merbah Ouargla, Algérie.

Legall P., 1989. Le choix des plantes nourricières et la spécialisation trophique chez les Acridoidea (Orthoptera). Bull. écol, T. 20, pp 245-261.

Louveaux et Ben Halima., 1987. Catalogue des orthoptères Acridoidae d'Afrique du Nord-ouest. Bull. Soc .Ent. France, T.91, pp : 3-67.

Mesli L., 2007. Contribution à l'étude bioécologique et régime alimentaire des principales espèces dans la wilaya de Tlemcen. Thèse Doc.Univ.Tlemcen, p 102.

Mokhlesse R., Lazraq A., Azouzi A, Petit D. and El Ghadraoui L., 2007. Etude des capacités des déplacements des acridiens à Al-Azaghar (Moyen Atlas, Maroc). Bull. Inst. Sci. Rabat. Sect. Sci.Vie. Pp 7–291.

Moumen K., 1997. La transformation phasaire chez le criquet pèlerin *S. gregaria* (Forskål, 1775).Mécanisme et action de l'alimentation. Thèse de DEA, Fac., Scien., Biol., Univ., Tunis, p 36.

Moussi A., Abd Errahmane A., Harrat A. and Petit D., 2014. Description of *Dociostaurus biskrensis sp*. nov. and male allotypes of four species: *Pamphagulus bodenheimeri dumonti, P. uvarovi, Sphingonotus ebneri* and *Notopleura pygmaea* (Orthoptera: Acridoidea) in the region of Biskra, Algeria. Magnolia Press. Zootaxa 3755 (4).

Ould Elhadj M.D., 1992. Bioécologie des sauterelles et sauteriaux des trois Zones au Sahara. Thèse. Magister Inst. Nat. Agro, El-Harrach, p 85.

Picaud F., Bonnet E., Gloaguen V., et Petit D., 2003. Decision Making for Food Choice by Grasshoppers (Orthoptera : Acrididae) : Comparaison Between a Specialist Species on a Shrubby Legume and Three Graminivorous Species. Plant-Insect Interactions. Facul des Scien. E.A. 3176, 123, av. A. Thomas, 87060 Limoges, France.

Reggani M.E.A., 2010.Contribution à l'étude de la bio-écologie du criquet pèlerin *Schistocerca gregaria* (Orthoptera, Orthoptera- Acrididae) (Forskål, 1775) dans la région d'Adrar. Mémoire de fin d'études. Université Kasdi Merbah- Ouargla (Algérie).

Reznik, S.Y. and Vaghina N. P., 2013. Effects of photoperiod and diet on diapauses tendency, maturation and fecundity in *Harmonia axyridis* (Coleoptera: Coccinellidae). J. Appl. Entomol. 137. 452-461 Pp.

Rapport-Gratuit.com

Rodrigues, A.R.D., Spindola A.F., Oliveira J.E.D. and Torres J.B., 2013. Dietary effects upon biological performance and lambdacyhalothrin susceptibility in the multicolored Asian lady beetle, *Harmonia axyridis*. Phytoparasitica 41. 285-294 Pp.

Simbara A., 1989.Comparaison Orthoptérologique des stations de Léré et Same (Bamako-Mali) et de Mitidja (Algérie). Thèse. Ing. Agro. Inst. Nat. Agro. Al Harrache. P102.

Uvarov. B., 1966. Grasshoppers and locusts. Ed. Cambridge Univ., Press, T. 1. P 481.

Tankari Dan Bajo A., 2001.Cycle biologie de *Schistocerca grégaria* (Forskal, 1775) (Orthoptera , Cyrtacantacridinae) sur *Brassica oleracea* (Crucifère). Etude comparatives de la toxicité de 3 plantes acridifuges chez les larves du cinquième stade et les adultes de cet acridien. Thèse. Ing. Agr. Inst. Nat. Form. Sup. Agro. Sah. Ouargla , p 89.

Thomas J.G., 1996. The sense organs on the mouth parts of the desert locust (*Schistocerca gregaria*). J. Zool. (London) 148,420–448 pp.

Uvarov B., 1966. Grasshoppers and locusts, Ed. Cambrige Univ., Press, T. 1, 481 p.

Uvarov B., 1977. Grasshoppers and Locusts. Centre for Overseas Pest Research. University Press, Cambridge, vol 2, 613 p.

Voisin J.F., 1986. Une méthode simple pour caractériser l'abondance des Orthoptères en milieux ouvert. L'entomologiste, n° 42, pp 113-119.

Whitman D.W., 2008. Indeed, The significance of body size in the Orthoptera:J. Ortho Res. 17(2), 117-134 pp.

Zahradnik J. et Severa F., 1984.Guide des insectes. Adaptation française par Kahn et Joelle Milieu. Edit. Maison Rustique, p 318.

Zaim A., 2013. Etude bioécologique des acridiens du Moyen Atlas, Perspectives de lutte biologique par des extraits des plantes. Thèse de Doctorat. Faculté des sciences et techniques ; Université de Fès Maroc.

Zaim A., Petit D. and ELGhadraoui L., 2013 Dietary diversification and variations in the number of labrum sensilla in grasshoppers: Which came first?J. Biosci. 38 339‑349

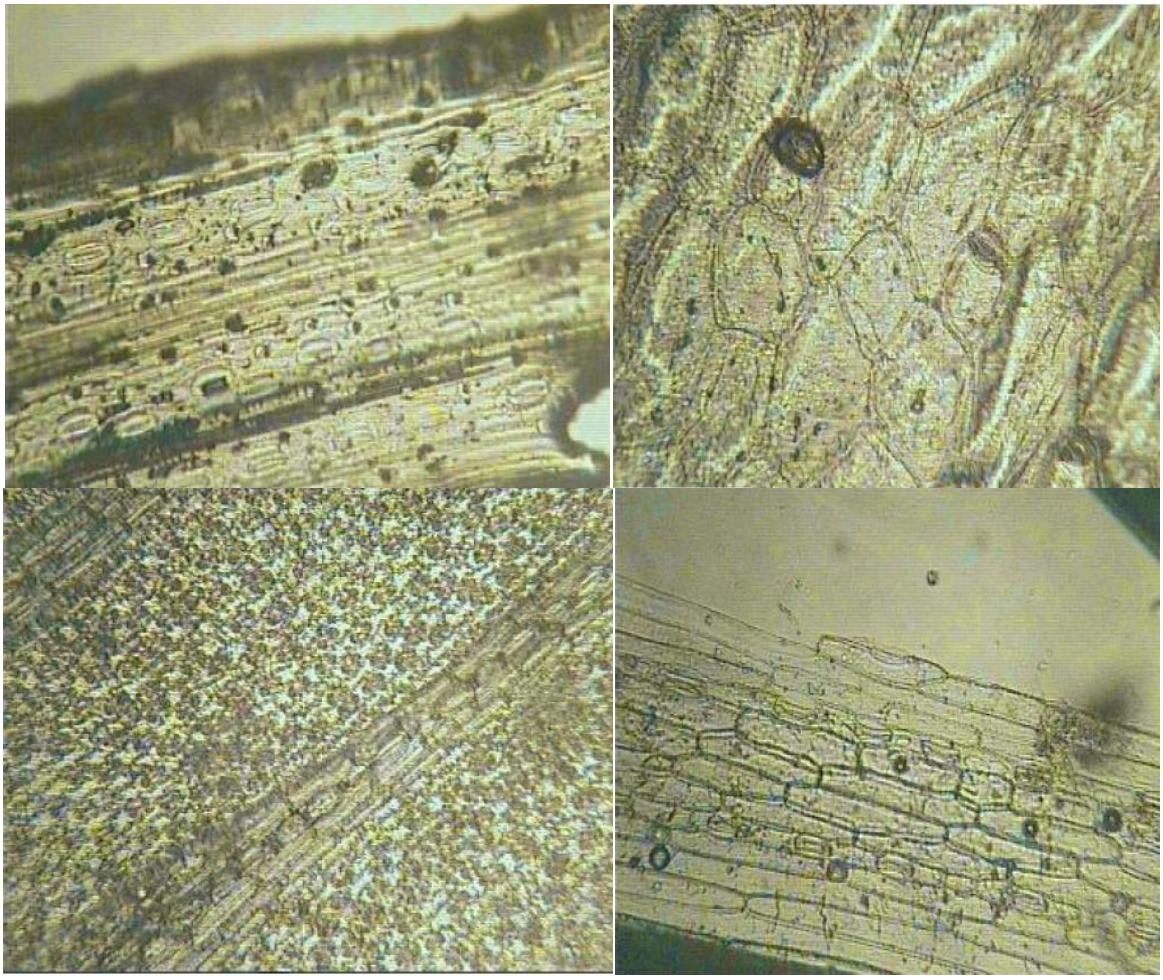
Annexes

Rapport-gratuit.com
LE NUMERO 1 MONDIAL DU MÉMOIRES

Annexe 1 : Composition floristique par familles et espèces des 3 stations d'étude

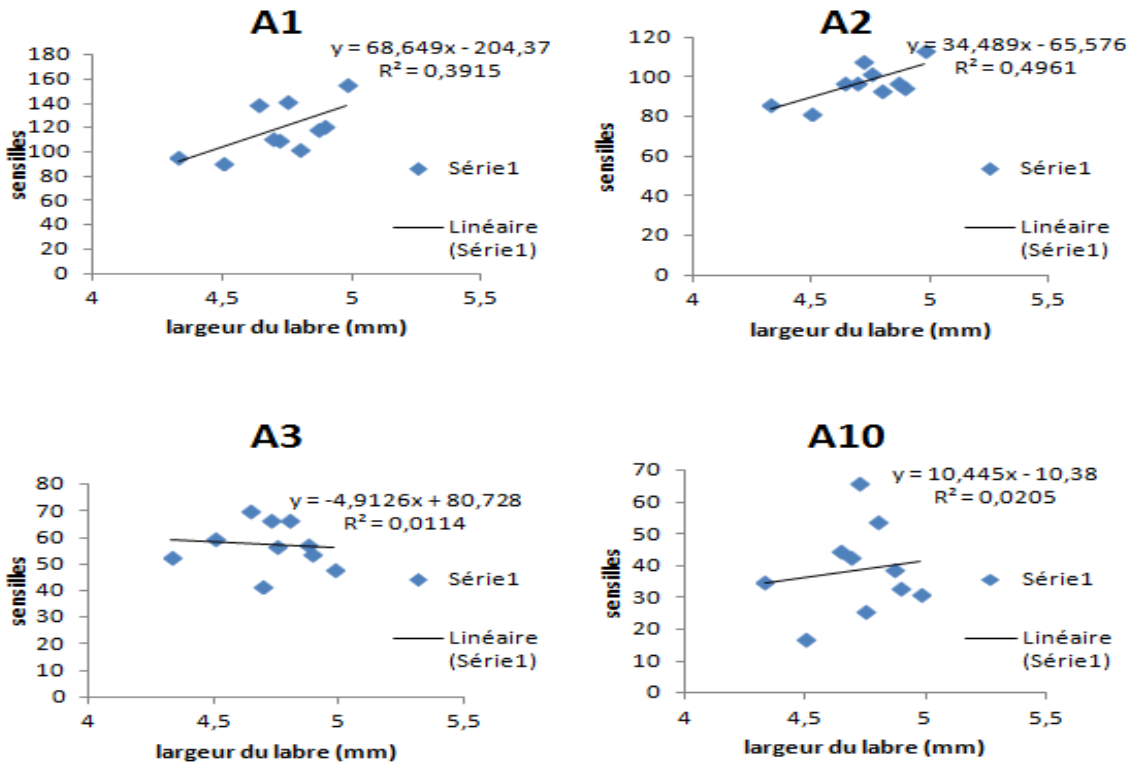
Stations	**Familles**	**Genres et espèces**
Séfrou	Asteraceae	*Leontodon automnalis* *Chrysanthemum* *Anacyclu sclavatus* *Scolymus hisponicus*
	Fabaceae	*Ononis spinosa* *Medicago polymorpha*
	Poaceae	*Hordeum vulgare (orge)* *Hordeum murinum* *Hordeum maritimum* *Hordeum jubatum*
	Papaveraceae	*Papaver rhoeas*
	brassicacee	*Diplotaxis muralis*
Mazdou	Asteraceae	*Leontodon hispidus* *Leontodon automnalis* *Anacyclus clavatus*
	Fabaceae	*Medicago polymorpha*
	Poaceae	*Hordeum jubatum* *Hordeum murinum* *Avena sp*
	Papaveraceae	*Papaver rohoeas*
	Lamiaceae	*Thymus praecose*
	Polygonaceae	*Rumex crispus*
	Brassicaceae	*Diplotaxis muralis*
Guigou	Asteraceae	*Silybum marianum* *Scolymus hispanicus*
	Fabaceae	*Medicago polymorpha*
	Poaceae	*Hordeum murinum*
	Rutaceae	*Ruta graveolens*
	Zygophyllaceae	*Peganun harmala*
		Daphnie gnidium

Annexe 2: Exemples des épidermes de référence (genre *Hordeum*) (x400)

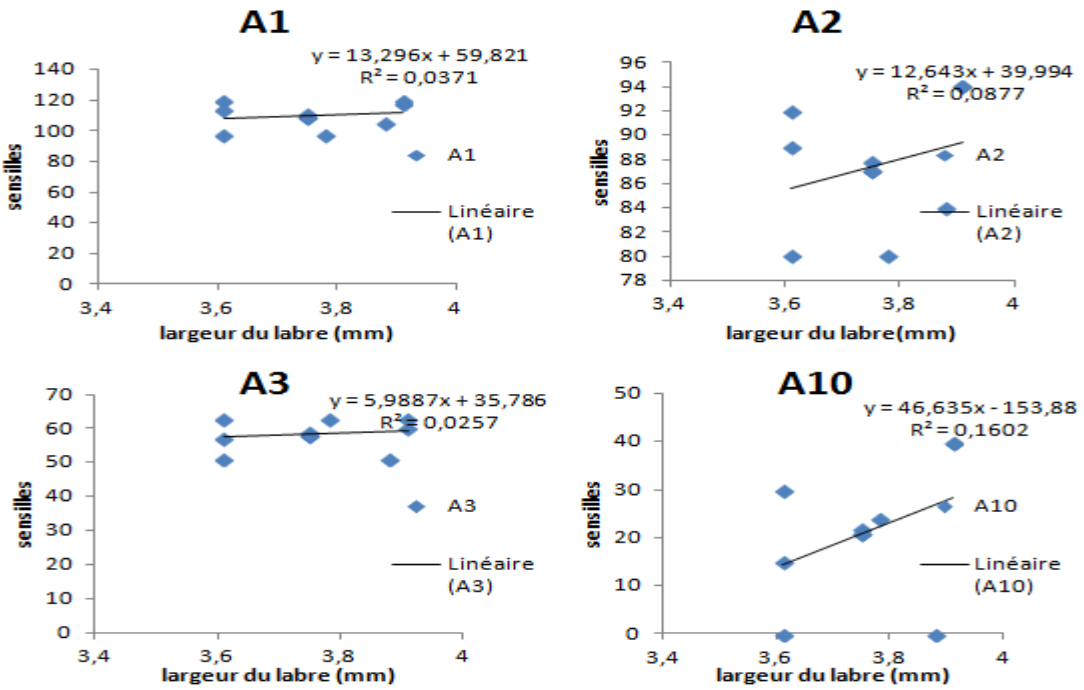


Annexe 3: Corrélation entre la largeur du labre et le nombre de sensilles chez *Oedaleus decorus*

A) Les femelles

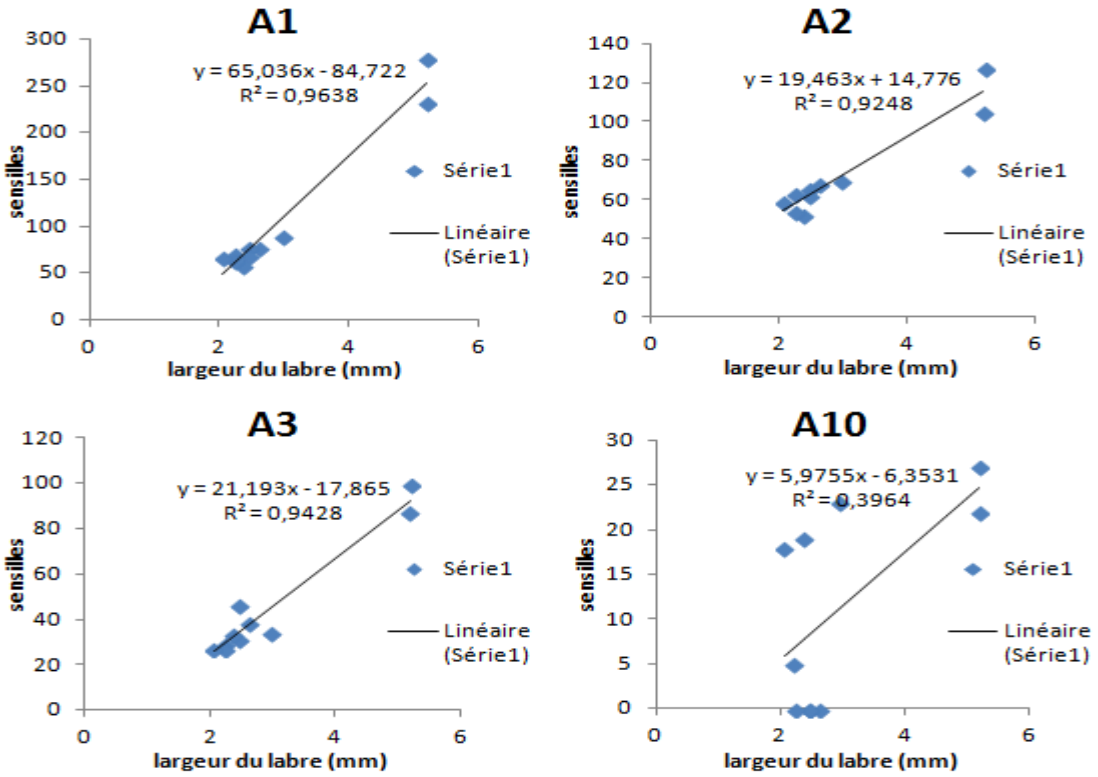


B) les mâles

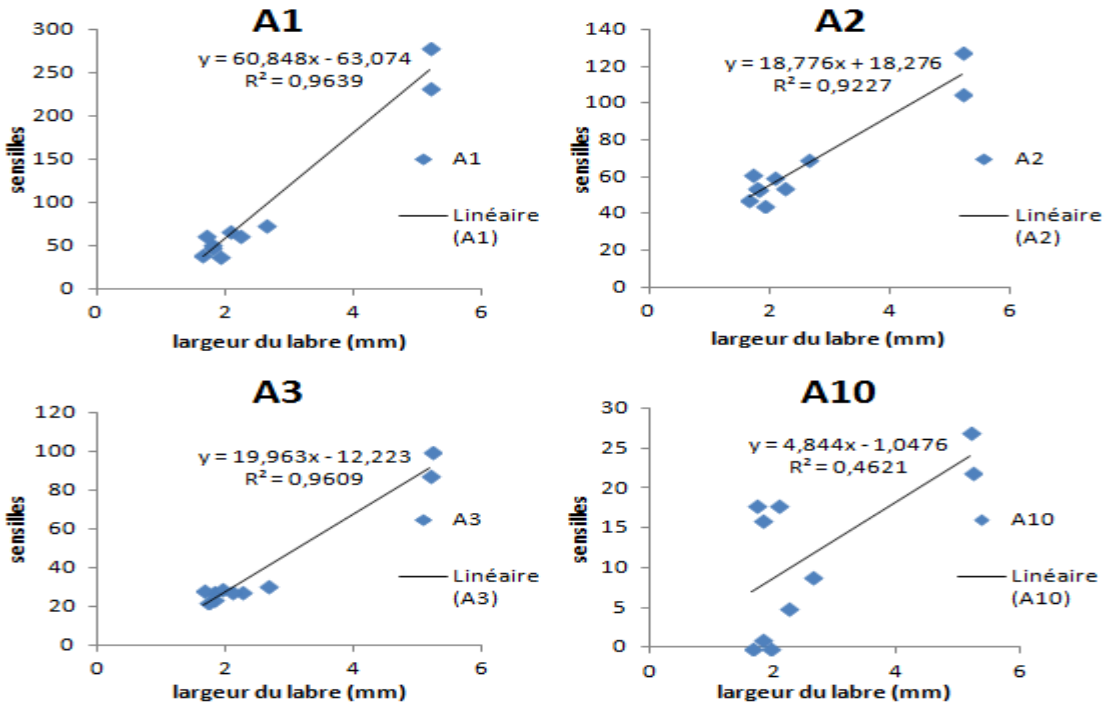


Annexe 4: Corrélation entre la largeur du labre et le nombre de sensilles chez *Oedipoda caerulescens*

A) les femelles

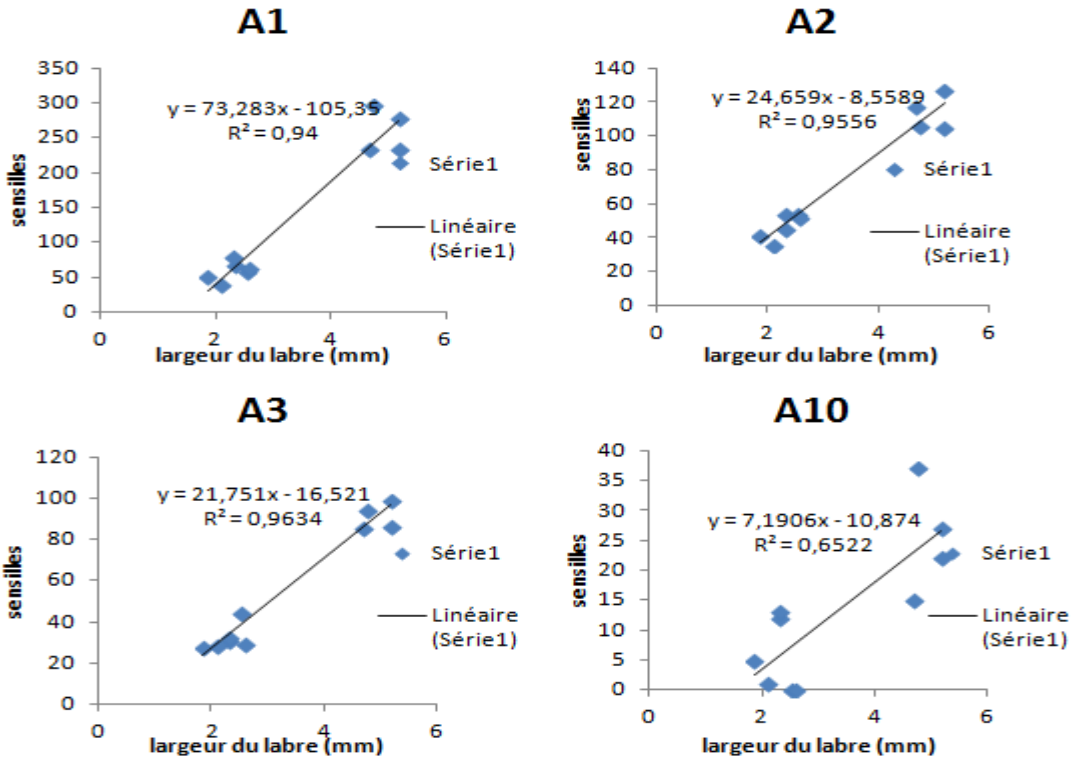


B) les mâles

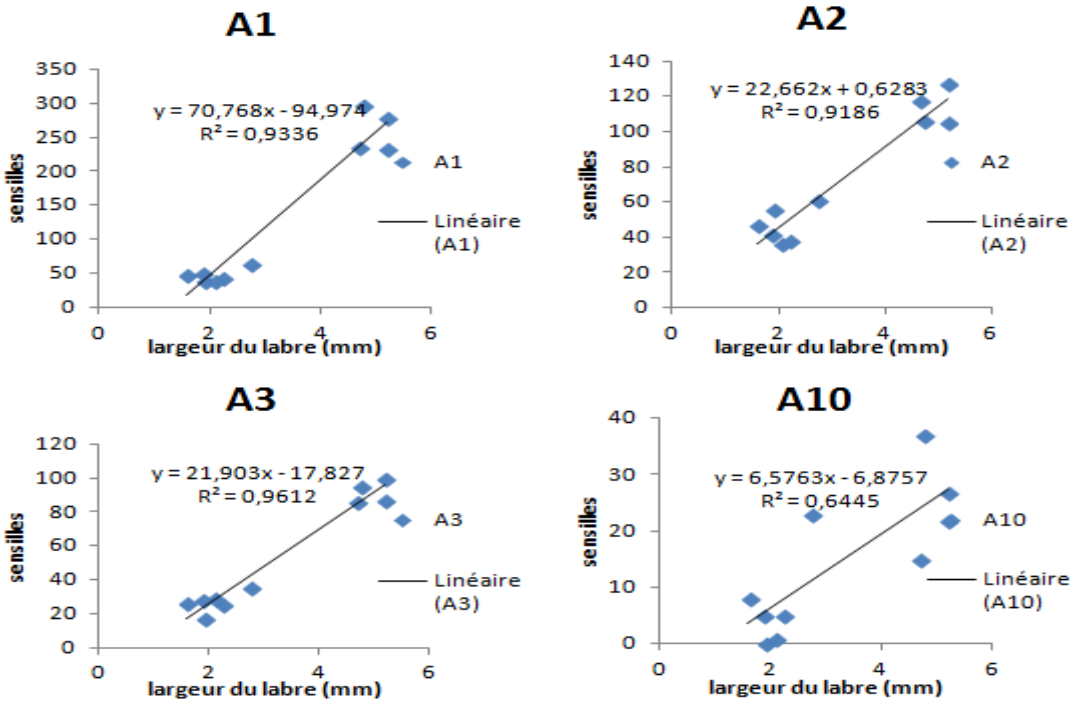


Annexe 5: Corrélation entre la largeur du labre et le nombre de sensilles chez *Oedipoda fuscocincta*

A) les femelles

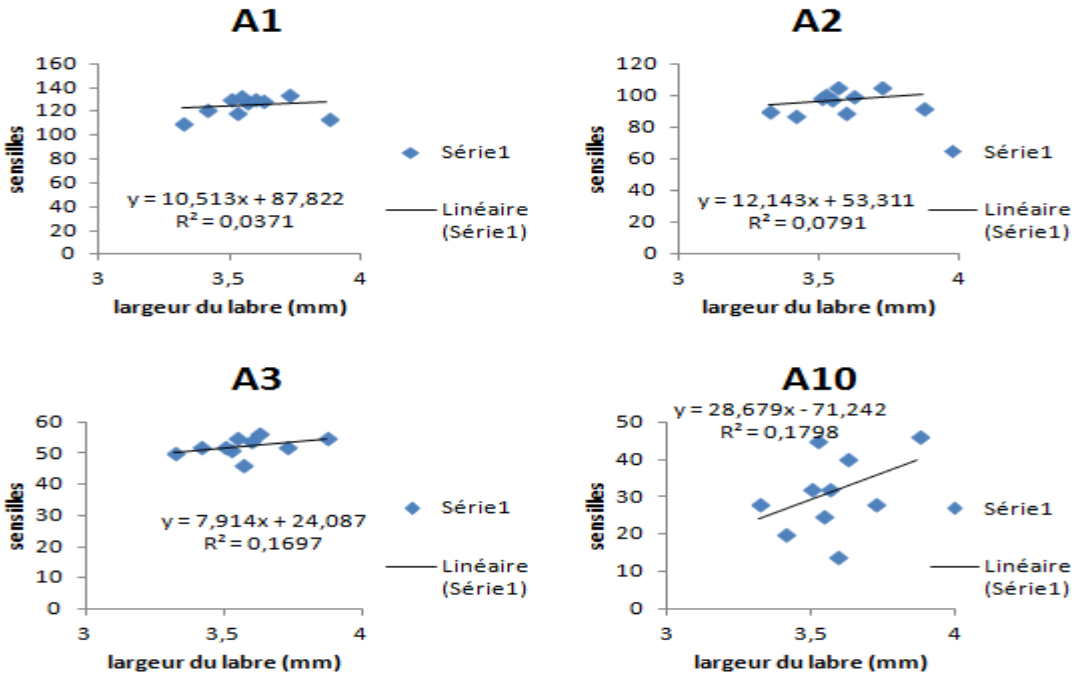


B) les mâles

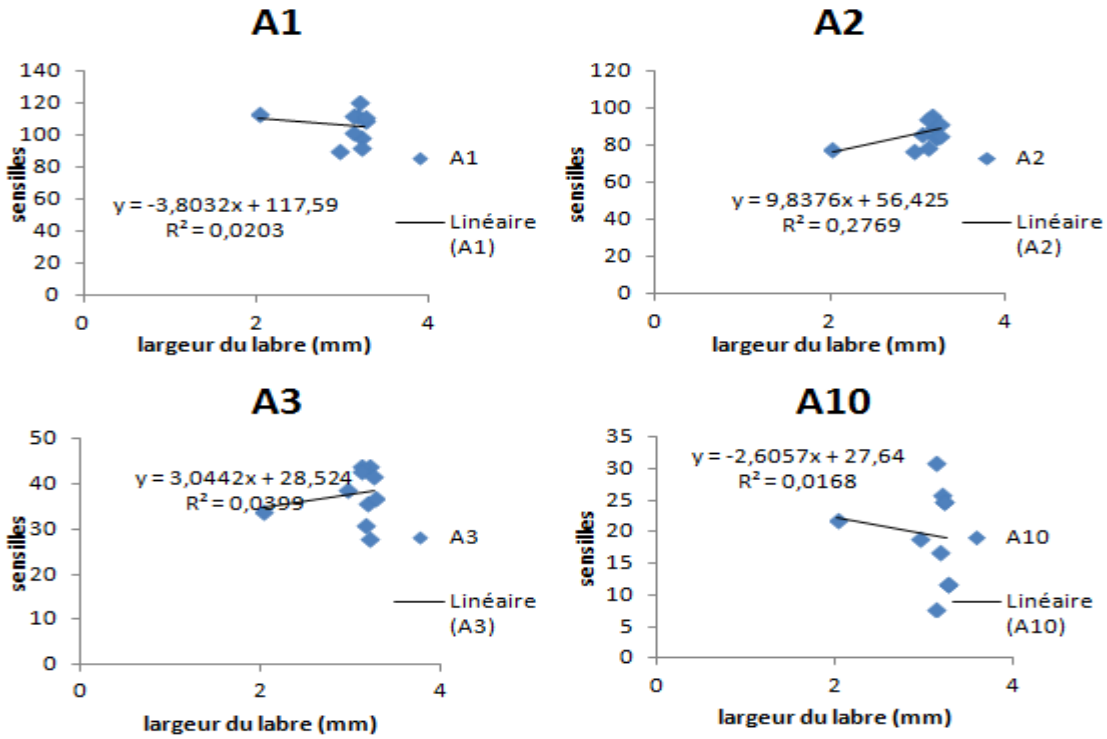


Annexe 6: Corrélation entre la largeur du labre et le nombre de sensilles chez *Dociostaurus marocanus*

A) les femelles

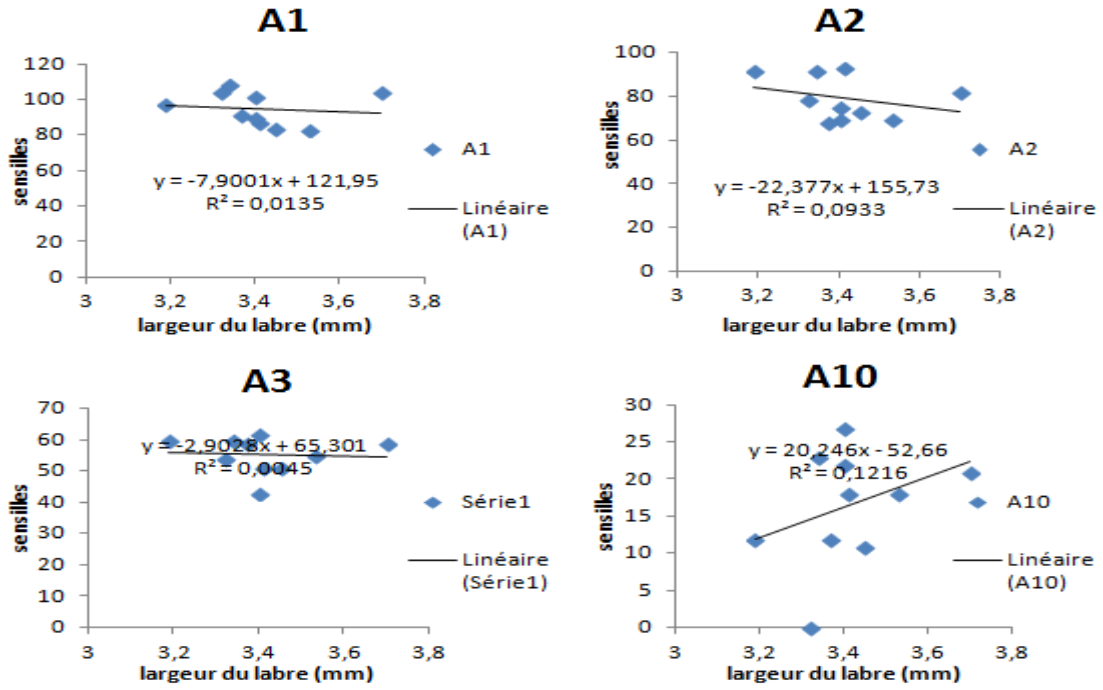


B) les mâles

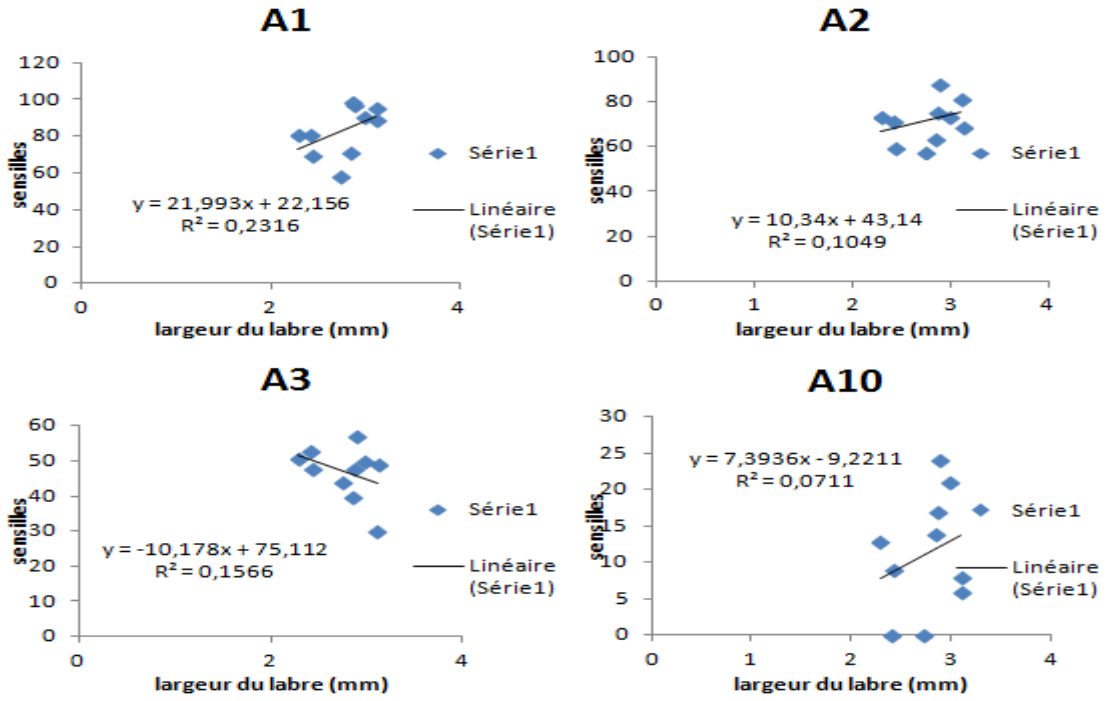


Annexe 7: Corrélation entre la largeur du labre et le nombre de sensilles chez *Dociostaurus dantini*

A) les femelles



B) les mâles



Annexe 8 : Mesures de la taille du labre (largueur et longueur) chez les mâles et les femelles des acridiens étudiés

Espèces	individus	Longueur	largeur	individus	Longueur	largeur
S.G 1	male 1	5,32	4,99	femelle 1	5,13	4,92
S.G 2	male 2	5,89	5,9	femelle 2	4,94	4,77
S.G 3	male 3	5,42	5,59	femelle 3	5	4,67
S.G 4	male 4	5,49	5,49	femelle 4	5,18	4,76
S.G 5	male 5	5,89	5,68	femelle 5	4,84	4,85
S.G 6	male 6	5,77	5,58	femelle 6	4,87	4,98
S.G 7	male 7	6,29	6,24	femelle 7	4,68	4,68
S.G 8	male 8	5,67	5,64	femelle 8	4,9	4,75
S.G 9	male 9	5,78	5,84	femelle 9	4,94	5,18
S.G 10	male 10	5,87	5,61	femelle 10	5,01	5,19
Moyenne		5,739	5,656		4,949	4,875
D.D 1	male 1	3,11	2,88	femelle 1	3,52	3,4
D.D 2	male 2	3,35	2,98	femelle 2	3,51	3,34
D.D 3	male 3	2,43	2,29	femelle 3	4,09	3,7
D.D 4	male 4	2,76	2,41	femelle 4	3,34	3,19
D.D 5	male 5	3,32	2,86	femelle 5	3,63	3,41
D.D 6	male 6	3,5	3,1	femelle 6	3,53	3,4
D.D 7	male 7	3,19	2,73	femelle 7	3,65	3,32
D.D 8	male 8	2,68	2,42	femelle 8	3,89	3,45
D.D 9	male 9	3,06	2,84	femelle 9	3,73	3,37
D.D 10	male 10	3,56	3,11	femelle 10	4,05	3,53
Moyenne		3,096	2,762		3,694	3,411
D.M 1	male 1	3,3	3,2	femelle 1	4,57	3,87
D.M 2	male 2	3,31	3,16	femelle 2	4,2	3,52
D.M 3	male 3	3,1	2,03	femelle 3	3,97	3,41
D.M 4	male 4	3,24	3,18	femelle 4	4,07	3,56
D.M 5	male 5	3,41	3,21	femelle 5	3,98	3,59
D.M 6	male 6	3,42	3,12	femelle 6	4	3,62
D.M 7	male 7	3,03	3,11	femelle 7	3,91	3,32
D.M 8	male 8	3,04	3,26	femelle 8	3,8	3,5
D.M 9	male 9	3,21	3,25	femelle 9	4,22	3,72
D.M 10	male 10	2,97	2,95	femelle 10	3,99	3,54
Moyenne		3,203	3,047		4,071	3,565

Rapport-Gratuit.com

Espèces	individus	Longueur	largeur	individus	Longueur	largeur
O.F 1	male 1	1,73	1,59	femelle 1	2,3	2,32
O.F 2	male 2	2,22	2,23	femelle 2	2,52	2,31
O.F 3	male 3	2,94	2,74	femelle 3	2,12	2,53
O.F 4	male 4	2,33	1,9	femelle 4	2,7	2,58
O.F 5	male 5	2,33	2,08	femelle 5	2,1	2,08
O.F 6	male 6	1,94	1,86	femelle 6	1,94	1,86
O.F 7	male 7	2,5	4,68	femelle 7	4,8	4,68
O.F 8	male 8	4,9	4,75	femelle 8	4,9	4,75
O.F 9	male 9	4,94	5,18	femelle 9	4,94	5,18
O.F 10	male 10	5,01	5,19	femelle 10	5,01	5,19
Moyenne		3,084	3,22		3,333	3,348
O.Crl 1	male 1	1,97	1,8	femelle 1	3,07	2,96
O.Crl 2	male 2	1,64	1,65	femelle 2	2,63	2,61
O.Crl 3	male 3	2,59	2,62	femelle 3	2,48	2,45
O.Crl 4	male 4	1,57	1,78	femelle 4	2,51	2,45
O.Crl 5	male 5	1,93	1,7	femelle 5	2,31	2,23
O.Crl 6	male 6	1,9	1,91	femelle 6	2,46	2,36
O.Crl 7	male 7	2,03	2,22	femelle 7	2,3	2,22
O.Crl 8	male 8	2,06	2,06	femelle 8	2,06	2,06
O.Crl 9	male 9	1,8	5,18	femelle 9	5,4	5,18
O.Crl 10	male 10	5,01	5,19	femelle 10	5,01	5,19
Moyenne		2,25	2,611		3,023	2,971
O.D 1	male 1	3,88	3,78	femelle 1	5,26	4,64
O.D 2	male 2	4,13	3,88	femelle 2	5,02	4,72
O.D 3	male 3	3,84	3,61	femelle 3	5,49	4,98
O.D 4	male 4	3,98	3,91	femelle 4	5,27	4,8
O.D 5	male 5	3,81	3,61	femelle 5	4,98	4,69
O.D 6	male 6	3,92	3,75	femelle 6	5,39	4,89
O.D 7	male 7	4,13	3,91	femelle 7	5,21	4,75
O.D 8	male 8	3,81	3,61	femelle 8	4,32	4,33
O.D 9	male 9	3,93	3,75	femelle 9	4,87	4,5
O.D 10	male 10	3,93	3,75	femelle 10	5,43	4,87
Moyenne		3,936	3,756		5,124	4,717