

République Algérienne Démocratique et Populaire
Ministère de L'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique
Université- Badji Mokhtar- Annaba-



Faculté Des Sciences
Département de BIOLOGIE

THESE

Présentée en vue de l'Obtention d'un Diplôme de Doctorat en Sciences
Option : Biologie animale

THEME

***Etude du système lézards-parasites-agents
pathogènes en Algérie***

Présenté par :
M^{elle} **SOUALAH-ALILA HANA**

Devant la commission d'examen :

Pr HOUHAMDI Moussa	(Université de Guelma)	(Président)
Pr. BOUSLAMA Zihad	(Université d'Annaba)	(Directeur de thèse)
Pr BOUATTOUR ALI	(Institut Pasteur de Tunis)	(Co-directeur de thèse)
Pr. BENSOUILAH Mourad	(Université Annaba)	(Examineur)
Pr MECHAKRA Salah	(Université de Sétif)	(Examineur)
Dr. BITAM Idir (M.C.A)	(Institut Pasteur d'Alger)	(Examineur)

Mars 2013

REMERCIEMENTS

*J'adresse en premier lieu mes plus chaleureux remerciements à ma directrice de thèse, professeur **Bousslama Zihad**, pour avoir encadré cette thèse, avec beaucoup de compétence et d'enthousiasme.*

Ses conseils avisés, son optimisme et la confiance qu'elle m'a accordée au cours de ces années m'ont permis d'effectuer une thèse dans de très agréables conditions de travail.

Malgré ses diverses occupations entre autres, la charge énorme elle a également su rester disponible jusqu'à la fin.

Qu'elle trouve ici une modeste expression de ma profonde gratitude.

Pour sa précieuse aide scientifique, ses efforts de disponibilité et sa patience pendant mes dernières années de thèse, pour tous les moments agréables qu'on a passé autour d'un thé vert et pour la qualité de sa relation humaine.

Qu'elle trouve ici une modeste expression de mon profond respect et mes vifs remerciements. Ce travail n'aurait pu aboutir sans vos précieux conseils et nos discussions animées ainsi que votre encouragement pour aller toujours plus loin.

J'exprime toute ma gratitude d'avoir mené mes pas vers le chemin de la thèse et de m'avoir guidée avec rigueur, passion et confiance...

*J'adresse de chaleureux remerciements à mon co-encadrant de thèse **Mr. Bouatour** Professeur et directeur du Service d'Entomologie Médicale, pour m'avoir accueilli dans l'institut pasteur de Tunis, ainsi que tous les membres du laboratoire pour m'avoir initié aux techniques du PCR.*

*Je tiens à remercier **Mr Houhamdi** Professeur à l'université de Ghelma, d'avoir bien voulu accepté de présider ce jury de thèse.*

*Je tiens à exprimer ma grande reconnaissance à **Mr. Mechakra** Professeur à l'université de Setif, d'avoir aimablement accepté de se déplacer et bien voulu juger ce travail.*

Vous avez, toute ma gratitude et tout mon respect...

*Je tiens à remercier **Mr.Bitam** Docteur et directeur du Service d'Ecologie des Systèmes Vectoriels, pour m'avoir accueilli dans l'institut pasteur d'Alger, et d'avoir accepté évaluer et juger mon manuscrit, ainsi que tous les membres du laboratoire*

*Je remercie également **Mr. Bensouilah** Professeur à l'université de Annaba d'avoir accepté évaluer et juger mon manuscrit.*

A mes parents, pour leur soutien, leur encouragement, leur confiance, leurs sacrifices et leurs souffrances en silence toutes ces longues années. Je vous remercie pour ce que vous êtes: des parents extraordinaires.

Ce travail est avant tout pour vous.

C'est votre amour qui m'a permis d'être maître de mon avenir et d'être là aujourd'hui.merci.

To my Sisters: Afef, Sara, Serine for being my sisters and my support system from the beginning. . .

Ainsi que toute ma grande famille,

Un grand merci,

*À notre équipe passée et actuelle qui a contribué à ce travail...j'ai profité pleinement des compétences et de la sympathique présence de tous les membres du laboratoire qui ont contribué de près ou de loin à ce travail... en particulier **Khalil B, Badis.B, Khalil.D, Mira.B, Adnen.B, Wafa.A, Mona.G, Imed.D, Raouf.AK**,.....Merci*

*À **Leulmi hamza** (Laboratoire de Microbiologie Clinique, CHU-Timone, Marseille, France) pour le temps qu'elle a généreusement consacré à m'initier à la PCR en temps réel.*

*À **Assia Beneldjouzi** (Institut Pasteur d'Alger) pour l'effectuation du PCR,*

*Je remercie également **Dr Sukanya Narasimhan** (Yale University. USA), **Dr. Scott L** (Laboratoire Manter de Parasitologie -Université Nebraska-Lincoln) pour leur conseils, aides et orientations toute au long de ce travail vers une identification exactes des parasites.*

*Mes **Ami(e)s** en Algérie et ailleurs ont été d'un grand réconfort pour moi ; faute d'espace, je ne pourrais les citer tous, je voudrais qu'ils sachent que je leur suis très reconnaissante.*

Nombreuses sont les personnes qui m'ont aidé à franchir les obstacles et contraintes rencontrées durant la préparation de ce travail, mais je voudrais adresser mes remerciements plus particulièrement à :

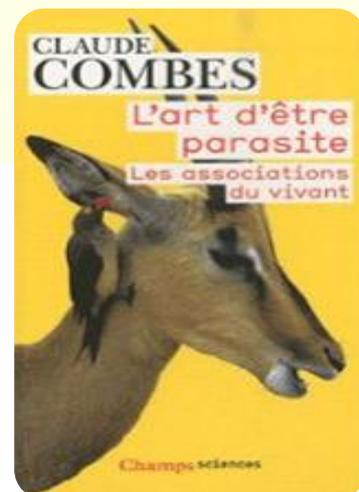
*La population riveraine du village **El Melah, El Ghorra** au P.N.E.K, **Mr Mohamed.D** au Sud, pour leur bon accueil durant mes sorties et pour leur hospitalité abondante, malgré leur niveau de vie modeste.*

Les associations du vivant, qu'elles relèvent du parasitisme ou au contraire du mutualisme, ont joué un rôle clé à certains moments de l'évolution en modifiant profondément la structure et le destin de l'arbre de la vie.

Dans cette véritable course aux armements qu'est l'affrontement des parasites et de leurs hôtes, on chiffre le temps à l'échelle de millions d'années. Comment devient-on parasite ? Comment la profession de parasite s'exerce-t-elle ? Comment un parasite quitte-t-il son hôte ? Comment l'hôte se défend-il ? Comment certains parasites se font-ils finalement exploiter ?

Les Parasites (Bactéries , Virus , Protozoaires, Helminthes...) représentent un panorama de cette "vie secrète " du vivant qui demeure à la fois l'un des grands défis pour l'homme dans sa lutte contre la maladie et une immense source de richesses et de renouvellement pour l'écosystème.

Claude Combes
« L'art d'être Parasite »
2003



LISTE DES FIGURES

N°	Titre	Page
01	<i>les routes des épidémies au cours du 1er millénaire (source oms)</i>	10
02	<i>Diffusion du choléra 1813-1824 d'après les données d'A. de Moreau de Jonès (1824)</i>	11
03	<i>les zones d'expression des maladies émergentes et réémergentes entre 1940-2004 (Jones et al 2008, Nature)</i>	12
04	Origine et nature des principales maladies émergentes (Jones et al 2008, Nature)	13
05	<i>courbe d'évolution de description de nouvelles « espèces » de virus rencontrées chez les humains</i>	13
06	<i>Répartition des espèces animales en fonction des pathogènes identifiés (IRD Daniel Guégan 2012)</i>	14
07	<i>Evolution du nombre de maladies émergentes selon l'origine (Jones et al, 2008, Nature)</i>	15
08	<i>Processus de transmission d'une infection entre un réservoir sauvage (hôte 1) et l'animal domestique (hôte 2 ou 2') ou l'homme (hôte 2 ou 3)</i>	18
09	<i>Mécanismes de l'émergence d'une zoonose à partir d'un réservoir sauvage</i>	19
10	Les différents étages bioclimatiques en Algérie (H.A. Achour & R. Bouguedour, 1999)	22
11	<i>Position géographique de la wilaya d'El Taref (1) Localisation, limites du parc national d'El Kala et les sites d'études (2) (Benyacoub et al, 1998)</i>	24
12	<i>El Ghorra (cliché, Soualah-Alila.h)</i>	26
13	<i>Subéaie de Brabtia (cliché, Soualah-Alila.h)</i>	26
14	<i>Pelouse de Boumalek (cliché, Soualah-Alila.h)</i>	27
15	<i>Maquis de Boumalek (cliché, Soualah-Alila.h)</i>	27
16	<i>Position géographique de la wilaya d'Annaba (1) et Présentation de la zone d'étude le massif de seraidi (l'Edough) (2).</i>	29
17	<i>Bouzizi (cliché, Soualah-Alila.h)</i>	30
18	<i>Huitième (cliché, Soualah-Alila.h)</i>	31
19	Position géographique de la wilaya de Biskra	32
20	Le Ghout de la wilaya de Biskra	32
21	Position géographique de la wilaya d'El Oued	34
22	Le Ghout de la wilaya d'EL Oued (cliché, Soualah-Alila.h)	34
23	Position géographique de la wilaya de Ouargla	36
24	Le Ghout de la wilaya de Ouargla (cliché, Soualah-Alila.h)	36
25	Position de l'ordre des sauriens au sein de la classe des reptiles	37
26	<i>Classification des sauriens</i>	39
27	<i>doigts des Geckos (Cliché provenant du site (imagina science)</i>	44
28	<i>Acanthodactylus erythrurus belli</i>	51
29	<i>Psammodromus algirus algirus (cliché, Soualah-Alila.h)</i>	53
30	<i>Podarcis hispanica vaucheri (cliché, Soualah-Alila.h)</i>	54
31	<i>Lacerta pater (cliché, Soualah-Alila.h)</i>	55
32	<i>Tarentola mauritanica mauritanica (cliché, Soualah-Alila.h)</i>	56

33	<i>Hemidactylus turcicus turcicus</i>	56
34	<i>Acanthodactylus boskianus</i>	57
35	<i>Tarentola neglecta</i>	58
36	<i>Acanthodactylus dumerili</i>	59
37	<i>L'outil employé pour la capture des lézards: noeud (Fahd.2006)</i>	65
38	<i>Composition spécifique des lézards capturés</i>	69
39	<i>Compositions spécifiques des espèces de lézards dans djebel El Ghorra</i>	70
40	<i>Compositions spécifiques des espèces de lézards de Brabtia</i>	70
41	<i>Compositions spécifiques des espèces de lézards de Boumalek</i>	71
42	<i>Compositions spécifiques des espèces de lézards de seraiidi</i>	71
43	<i>Compositions spécifiques des espèces de lézards d'el oued</i>	72
44	<i>Compositions spécifiques des espèces de lézards de Biskra</i>	72
45	<i>Compositions spécifiques des lézards de Ouergla</i>	73
46	<i>Effectif des Lacertidae capturées selon le sexe dans le site d'El Ghorra</i>	75
47	<i>Effectif des Lacertidae capturées selon le stade de développement.</i>	75
48	<i>Effectif des Lacertidae capturées selon le sexe dans le site de Brabtia</i>	76
49	<i>Effectif des Lacertidae capturées selon le stade de développement.</i>	76
50	<i>Effectif des Lézards capturées selon le sexe dans le site de Boumalek</i>	77
51	<i>Effectif des lézards capturés selon le stade de développement.</i>	77
52	<i>Effectif des lézards capturés selon le sexe dans le massif de seraiidi</i>	78
53	<i>Effectif des lézards capturés selon le stade de développement.</i>	78
54	<i>Boite à moustache du test d'ANOVA de Friedman pour la comparaison des tailles de Psammmodromus algirus algirus entre les biotopes</i>	80
55	<i>Boite à moustache du test d'ANOVA de Friedman pour la comparaison des tailles de Podarcis hispanica vaucheri entre les biotopes</i>	81
56	<i>Boite à moustache du test « t » de Student pour la comparaison des tailles de Lacerta pater entre les biotopes</i>	82
57	<i>Variation mensuelle de l'abondance du peuplement des lézards dans la région d'étude</i>	
58	<i>Variation mensuelle de l'abondance du peuplement des lézards dans la région d'étude de Brabtia</i>	83
59	<i>Variation mensuelle de l'abondance du peuplement des lézards dans la région d'étude de Boumalek</i>	84
60	<i>Variation mensuelle de l'abondance du peuplement des lézards de la région d'étude de seraiidi</i>	85
61	<i>Pince fine et tubes identifiés, outils de prélèvement des tiques et mites (Cliché, Soualah-Alila.h)</i>	95
62	<i>La procédure demander pour retire les tiques. (Catherine A. et al.2006)</i>	95
63	<i>Les sites d'attachement des tiques selon Hayashi et al. (1984)</i>	96
64	<i>Site des prélèvements sanguins .La ligne rouge correspond à la position théorique de la veine caudale (Christine et Marie-France.2004).</i>	97
65	<i>Morphologie externe d'une femelle Ixodina (Halos.2005)</i>	101
66	<i>Morphologie externe d'un Ixodina mâle (Halos.2005)</i>	101
67	<i>Ixodes ricinus « nymphe et larve »(1) et gorgée du sang (2) récolté sur les lézards (Cliché, Soualah-Alila.h)</i>	102
68	<i>Mite récolté sur les lézards</i>	102
69	<i>Positions systématiques des parasites identifiés</i>	103
70	<i>Proportions des tiques et mites collectées sur les lézards (N=1210).</i>	104
71	<i>Les sites d'attachement des tiques selon Hayashi et al, 1984</i>	107
72	<i>Répartition d'effectifs des tiques selon les sites d'attachement des</i>	107

	<i>Nymphes (N=669)</i>	
73	<i>Répartition d'effectifs des tiques selon les sites d'attachement des Larves (N=541)</i>	107
74	<i>les différents sites d'attachement des mites (selon Cunha-Brros et al, 2003)</i>	108
75	<i>Répartition d'effectifs des mites selon les sites d'attachement des mites (N=318)</i>	108
76	<i>Variation mensuelle des effectifs des espèces de lézards et les différents stades de tiques</i>	109
77	<i>Corrélation entre le nombre de tiques et la taille des chez Podarcis h.v</i>	110
78	<i>Variation d'infestation parasitaire en fonction de la taille chez Psammodromus algirus algirus</i>	111
79	<i>Corrélation entre le nombre de tiques et la taille des Podarcis hispanica vaucheri</i>	111
80	<i>Corrélation entre le nombre de tiques et la taille des Psammodromus algirus algirus</i>	112
81	<i>globule rouge observé (A) normal, (B) anémié (Cliché, Soualah-Alila.h)</i>	113
82	<i>Relation entre le taux du Globule Rouge et le taux d'infestation par les tiques chez Psammodromus algirus algirus (N=46)</i>	114
83	<i>Relation entre le nombre du Globule Rouge et le taux d'infestation par les tiques chez Psammodromus algirus algirus (N= 96)</i>	115
84	<i>Corrélation entre le nombre de tiques et le taux de globule blancs</i>	117
85	<i>Ixodes ricinus (Pérez-Eid. 2007)</i>	131
86	<i>Aire de distribution d'Ixodes ricinus (Pérez-Eid. 2007)</i>	132
87	<i>Choix de l'hôte en fonction de la stase considérée(Halos.2005)</i>	135
88	<i>Troisième étape de la PCR : Préparation du gel, Coulage des gels et Visualisation (lecture) par Transilluminateur</i>	142
89	Détection des Rickettsia monacensis chez des tiques de lézards	146
90	Détection Anaplasma phagocytophilum chez des tiques de lézards	146
91	Détection Coxiella burnettii chez des tiques de lézards	147
92	Evolution des maladies en fonction des années	148
93	<i>Distribution des cas de Rickettsioses selon les communes de wilaya d'Annaba</i>	149
94	<i>Distribution des cas de Rickettsioses selon les commune da wilaya d'El Tarf</i>	149
95	évolution des cas de Rickettsioses en fonction des années	150
96	<i>Evolution temporelle des Rickettsioses en fonction des sexes dans la wilaya d'Annaba</i>	151
97	<i>Evolution temporelle des Rickettsioses en fonction des sexes dans la wilaya d'el Tarf</i>	151

LISTE DES TABLEAUX

N°	Titre	Page
01	Inventaire et Effectif des peuplements de lézard capturés	68
02	Diversité des peuplements de lézards	74
03	Prévalence et intensité des espècesparasites (N=1528)	105
04	Comparaison du nombre de globules rouges en fonction de l'altitude	113
05	Composition spécifique et numérations des cellules immunitaires (GB) chez P.a.a	115
06	Composition spécifique et numérations des cellules immunitaires (GB) chez P.h.v	116
07	composition spécifique des cellules immunitaire chez L.p	116
08	Composants du mix pour PCR standard	137
09	Séquences des gènes amplifiés et détectés par PCR standard.	139
10	Identification des bactéries détectées dans les tiques de P. a. a « selon le stade de la tique et l'habitat »	145
11	Identification des bactéries détectées dans les tiques de P.h.v « selon le stade de la tique et l'habitat »	145
12	Détection des bactéries par PCR au niveau de la peau des lézards infectés	147

SOMMAIRE

Introduction	01
Chapitre I: Systemes d'étude	08
I. Rôles de la faune sauvage dans l'émergence des maladies infectieuses	08
1.1 Définition d'une émergence	08
1.2 Les maladies infectieuses émergentes : d'hier à aujourd'hui	09
1.3 Les zones d'émergence des maladies infectieuses	12
1.4 L'évolution du nombre de pathogènes découverts	13
1.5 Les menaces des nouvelles maladies d'origine animale	14
1.6 L'émergence de l'émergence...	15
1.7 Processus de transmission d'une infection entre un réservoir sauvage	16
1.8 Déroulement de l'émergence à partir des réservoirs sauvages	18
II. Zones d'étude	22
1.1 Zone humide	23
1.1.1 Parc National d'El-Kala (P.N.E.K)	23
1.1.1.1 El Ghorra	25
1.1.1.2 Subéraie de Brabtia	26
1.1.1.3 Boumalek	27
1.1.2 Annaba	28
1.1.2.1 Site d'étude	28
1.1.2.1.1 Bouzizi	30
1.1.2.1.2 Huitième	30
1.2 Zone semi-aride	31
1.2.1 Biskra	31
1.3 Zone aride	33
1.3.1 El Oued	33
1.3.2 Ouargla	35
III. Modèles biologiques	37
3.1 Hôtes	37
3.1.1 Classification	37
3.1.2 Répartition géographique	40
3.1.3 Biologie	41
3.1.3.1 Morphologie des lézards	41
3.1.3.2 La taille	42
3.1.3.3 La forme	42
3.1.3.4 Les membres	42
3.1.3.5 La queue La queue	43
3.1.3.6 Les doigts	43
3.1.3.7 Le système cardio-vasculaire	44
3.1.3.7.1 Le cœur et les vaisseaux sanguins	44
3.1.3.7.2 Le sang	44
3.1.3.8 Le système respiratoire	45
3.1.3.9 Le système digestif	46
a. La cavité buccale	46
b. Le tube digestif	46
3.1.3.10 Le système musculo-squelettique	46
3.1.3.11 Le système nerveux	46

3.1 .3.12	Les organes sensoriels	47
a.	L'appareil auditif	47
b.	L'appareil visuel	47
c.	Le nez et l'organe de Jacobson	47
3.1.3.13	La peau	48
3.1.3.14	Le Comportement	48
3.1.3.15	Reproduction	49
3.1.3.16	Biotopes et diversités	49
3.2	Les espèces cibles	51
3.2 .1	<i>Acanthodactylus erythrurus belli</i>	52
3.2.2	<i>Psammodromus algirus algirus</i>	53
3.2.3	<i>Podarcis hispanica vaucheri</i>	54
3.2.4	<i>Lacerta pater</i>	55
3.2.5	<i>Tarentola mauritanica mauritanica</i>	56
3.2.6	<i>Hemidactylus turcicus turcicus</i>	56
3.2.7	<i>Acanthodactylus boskianus</i>	57
3.2.8	<i>Tarentola neglecta</i>	58
3.3	Parasites	59
Chapitre II : Caractérisation et Dynamique des populations de lézards		62
I.	Introduction	62
II.	Matériels et méthodes	64
1	Zone d'étude	64
2	Réalisation du travail et description de la méthodologie	64
3	Inventaire des lézards	65
4	Caractérisations des peuplements	65
5	Structure des populations	67
6	Dynamique de la population	67
7	Analyse statistiques	67
III.	Résultats	68
3.1.	Inventaire et effectif	68
3.2.	Composition spécifique de chaque site	69
3.2.1.	P.N.E.K	69
a.	El Ghorra	69
b.	Brabtia	70
c.	Boumalek	71
3.2.2.	Annaba (<i>le massif de Seraidi</i>)	71
3.2.3.	Biskra, El Oued et Ouergla	72
3.3.	Caractérisation des peuplements	73
3.4.	Structure des peuplements	
3.4.1.	Caractérisation selon Sexe ratio / Stade de développement	75
3.3.1.1	P.N.E.K	75
a.	El Ghorra	75
b.	Brabtia	76
c.	Boumalek	77
3.3.1.2	Annaba (seraidi)	78
3.3.2.	Caractérisation selon la taille des lézards	79
3.3.2.1	<i>Psammodromus algirus algirus</i>	80
3.3.2.2	<i>Podarcis hispanica vaucheri</i>	81
3.3.2.3	<i>Lacerta pater</i>	82
3.5	Dynamique des peuplements dans les régions d'étude	83

3.5.1	P.N.E.K	83
a.	El Ghorra	83
b.	Brabtia	83
c.	Boumalek	84
3.5.2	Annaba (Seraidi)	85
VI.	Discussion	86
	Chapitre III : Etude du système Parasites - lézards	92
I.	Introduction	92
II.	Matériels et méthodes	94
1	Zone d'étude	94
2	Méthodologie générale	94
2.1	Collecte des ectoparasites	94
2.2	Identification des parasites	95
2.3	Indices parasitaires	96
2.4	Typologie	96
2.5	Prélèvement sanguin	97
2.6	Réalisations des frottis sanguin	97
2.7	Numération et identification des cellules sanguines	98
3	Analyses statistiques	99
III.	Résultats	100
3.1	Parasites	100
3.1.1	Inventaire, Identification	100
a.	Tiques	100
b.	Mites	102
3.1.2	Quantification	104
3.1.3	Prévalence et intensité des espèces parasites	104
3.2	Parasites – Hôtes	107
3.2.1	Typologie d'infestation par les tiques	107
3.2.2	Typologie d'infestation par les mites	108
3.2.2	Période d'infestation	109
3.3	Variation d'infestation parasitaire en fonction de la taille des lézards	110
3.3.1.	Seraidi	110
a.	<i>Podarcis hispanica vaucheri</i>	110
b.	<i>Psammodromus algirus algirus</i>	110
3.3.2	El Ghorra	111
a.	<i>Podarcis hispanica vaucheri</i>	111
b.	<i>Psammodromus algirus algirus</i>	112
3.4	La formule sanguine	112
3.4.1	Nature des Globule rouges	112
3.4.1.1	Différents formes observées	112
3.4.1.2	Dénombrement des globules rouges	113
3.4.2	Impact des ectoparasites sur nombre de globule rouge	114
3.4.2.1	El Ghorra	114
3.4.2.2	Le massif de seraidi	114
3.4.3	Impacts des tiques sur l'immunité cellulaire des populations de lézards	115
a.	<i>Psammodromus algirus algirus</i>	115
b.	<i>Podarcis hispanica vaucheri</i>	116
c.	<i>Lacerta pater</i>	116
3.4.4	Corrélations entre le nombre de tiques et le nombre de leucocytes des populations de lézards	117

VI.	Discussion	118
	Chapitre IV : Etude du système-Tiques- lézards-pathogènes	128
I.	Introduction	128
II.	Matériels et méthodes	130
2.1	Zone d'étude	130
2.2	Modèles biologiques	130
2.2.1	Modèle hôte	130
2.2.2	Modèle parasite : Tiques (<i>Ixodes ricinus</i>)	131
2.2.2.1	Distribution géographique	131
2.2.2.2	Cycles parasitaires	132
2.2.2.3	Occupation de nombreux biotopes	133
2.2.2.4	Des hôtes très divers	134
2.3	Méthodologie générale	136
2.3.1	Récolte et conservation des tiques	136
2.3.2	L'échantillonnage des tissus	136
2.3.3	Recherche des agents pathogènes chez la tique	137
2.3.3.1	Première étape	137
2.3.3.2	Seconde étape	137
	a Préparation du mix	137
	b Programmation du thermocycleur	140
	c Préparation du gel d'Agarose pour l'électrophorèse	140
	d Visualisation au Transilluminateur	141
	e PCR en temps réel	143
	f Epidémiologie	144
III.	Résultats	144
3.1.	Bactéries détectée	144
3.2.	Détection des bactéries dans les biopsies de lézards capturés	147
3.3.	Epidémiologie	148
3.3.1	Maladie rencontrées dans les deux sites	148
3.3.3	Evolution temporelle en fonction des sexes	150
VI.	Discussion	152
	Discussion générale et conclusion	163
	Références bibliographiques	173
	Annexes	
	Publication	

INTRODUCTION

En 1969, William H. Stewart, un chirurgien général New Yorkais affirmait :

“ Le temps est venu de fermer le livre des maladies infectieuses”.

A la fin des années 60, le développement des antiviraux et les progrès toujours croissant de la médecine, offraient au monde des promesses de vie éternelle. Mais la nature est ainsi faite que rien ne peut jamais être considéré comme acquis, et, aujourd’hui, les paroles de monsieur Stewart semblent résolument optimistes et présomptueuses.

Dès 1980, la pandémie du SIDA étale son spectre à travers le monde ; des épidémies localisées d’infection par le virus Ebola concourent à créer un climat généralisé d’inquiétude, et l’apparition de plus en plus fréquente d’antibiorésistance redonne aux bactéries le potentiel morbide qu’on leur croyait perdu. A l’aube du troisième millénaire, les épidémies de SARS et de grippe aviaire laissent penser que les microorganismes infectieux ont encore de longues années devant eux. Le mot d’ordre est maintenant de «s’attendre à l’inattendu » (Martha Granström, Karolinska hospital, Stockholm, citation orale troisième congrès de l’ «European Society for Emerging Infections») et le concept d’**émergence** est devenu un maître mot.

La notion d’émergence est employée dans des domaines très divers (pays émergent, média émergent, forme artistique émergente, maladie émergente...). Elle imprègne toutes les sciences et peut connaître des acceptions très diverses. Prise dans son contexte épidémiologique, elle renvoie à des définitions aux frontières souvent floues et pas toujours consensuelles. Au point qu’il n’est pas rare, dans certaines publications, d’entendre parler d’émergence sans que ne soit discuté le sens même de ce terme. Que doit-on entendre par « maladies émergentes » ? Quand peut-on qualifier un phénomène « d’émergent » ? Ne cherche-t-on pas davantage à expliquer les facteurs à l’origine de ces émergences ? (Christelle et al.2012)

Autant d'interrogations qui nous incitent à préciser une notion, encore somme toute à l'état de discussion, et qui nourrit notamment de vives controverses dans le monde scientifique en raison du degré de complexité des phénomènes dont elle veut rendre compte. Parmi les définitions qui retiennent notre attention, celle proposée à la fin des années 1980 par les *Centers for Disease Control and Prevention* des Etats-Unis fait figure de référence pour qualifier un phénomène sanitaire : « *Les maladies infectieuses émergentes sont des maladies infectieuses dont l'incidence chez l'Homme a augmenté au cours des deux dernières décennies ou qui menace d'augmenter dans un avenir proche* » (CDC, 1998). Cependant, d'autres auteurs ont essayé de formaliser la notion d'émergence, ne trouvant pas cette première définition assez satisfaisante pour couvrir la variété des situations épidémiologiques. Dans *Les maladies émergentes, dérives des rapports de l'homme avec la nature*, M. Fassi Fehri (2001) propose la définition suivante : « *il s'agit de maladies transmissibles nouvellement identifiées, d'extension rapide, susceptibles de poser des problèmes de santé publique à l'échelle locale, régionale ou internationale* ». Plus récemment, les vétérinaires B. Toma et E. Thiry (2003) ont appliqué la notion d'émergence à une maladie dont « *l'incidence réelle augmente de manière significative dans une population donnée, d'une région donnée et pendant une période donnée, par rapport à la situation épidémiologique habituelle de cette maladie* ». Ils soulignent que « *par définition une maladie n'est émergente que dans un cadre spatio-temporel donné* ». Pour ces deux auteurs, les caractéristiques d'espace et de temps correspondant à cette émergence doivent être précisées systématiquement dès lors que l'on emploie l'expression « *maladie émergente* ».

L'indicateur essentiel de reconnaissance du caractère émergent d'une maladie serait à rechercher dans les taux d'incidence. Or, de ce point de vue, « *tout phénomène épidémique peut [alors] être considéré comme une émergence* », remarque F. Rodhain (2000) ; celui-ci estimant préférable d'utiliser le terme d'émergence pour qualifier l'apparition brusque d'une maladie due à un agent infectieux inconnu jusqu'alors [ou d'une souche (ou variant) particulière d'un germe connu] (Christelle Méha.2012).

Des études récentes concernant l'impact des modifications globales de l'environnement sur les dynamiques d'agents pathogènes et de leur distribution géographiques illustrent parfaitement la pertinence des études à large échelle pour mieux comprendre la persistance et la pertinence des études à large échelle pour mieux comprendre la persistance et la cinétique

des micro-organismes dans les populations d'hôtes qu'elles soient d'origine humaine, animale ou végétale. Tout comme dans le domaine de la mécanique classique, changer le référentiel d'étude permet de mettre en évidence des phénomènes insoupçonnés aux échelles habituelles et pourtant très importants, voire même essentiels, afin de comprendre les modalités de transmission des agents pathogènes.

L'analyse des risques à large échelle nécessite l'intégration de connaissances provenant de disciplines différentes, sollicitant ainsi une approche de recherche de type holistique nommé « écologie de la santé ». Cette approche présente de nombreuses hypothèses sur la manière dont les patrons d'organisation à large échelle peuvent interférer avec des problèmes de santé à des échelles plus fines.

A l'aide de souvent à l'interface entre l'écologie des populations et des communautés et l'épidémiologie, nous discutons de la nécessité d'une utilisation plus large de l'outil macroscopique qui permet en évidence l'explication des mécanismes en santé. L'adoption d'une telle approche, en complémentarité avec les méthodes plus traditionnelles, peut permettre de répondre à certaines questions posées en santé publiques internationales aujourd'hui.

Le dernier rapport sur les maladies infectieuses humaines a montré qu'il existe près de 1407 agents pathogènes touchant l'espèce humaine travers le monde. Parmi eux, 800 soit 58% sont provoquées par des agents pathogènes **zoonotiques** transmis aux personnes par les animaux. Une autre étude a identifié 335 maladies infectieuses humaines ayant émergées depuis les 6 dernières décennies. Ce chiffre représente 25% de toutes les maladies infectieuses humaines. Parmi ces 335 maladies humaines ayant récemment émergées, 202 (60%) sont causées par des agents pathogènes zoonotiques et 144 (43%) sont causées par des agents pathogènes dont la source principale est la **faune sauvage**. Le taux d'émergence des maladies a augmenté dans les six dernières décennies (OIE,2010).

Le terme de **faune sauvage** a une signification différente en fonction des personnes et des contextes. En anglais, **wildlife** peut s'appliquer toutes les plantes et les animaux sauvages. Cependant, l'OIE n'est concernée que par la faune sauvage, les maladies et les agents pathogènes des « animaux terrestres », Les animaux sauvages peuvent être une source

d'infection directe pour les personnes cause d'agents pathogènes qui peuvent être responsables de maladies humaines (pathogènes zoonotiques).

Pour l'ensemble de ces affections, **la faune sauvage est-elle réservoir, vectrice** active ou accidentelle ou quelquefois **victime** ? Suivant les conditions d'apparition de ces maladies, la situation géographique du ou des foyers, les productions animales touchées et en fonction des résultats des examens biologiques effectués, l'intervention de la faune sauvage pourra être écartée, suspectée ou formellement prouvée.

Comme toute espèce vivante et depuis notre apparition sur Terre, nous dépendons de ce qui nous entoure de manière plus ou moins évidente, donc plus ou moins consciente. Nous sommes en effet en interaction permanente avec les milieux terrestres ou aquatiques et la grande diversité d'animaux, de végétaux et de micro-organismes qui les composent.

Sur le plan médical, on entend par vecteur tout organisme qui intervient dans la transmission d'un agent pathogène, transmission qui peut être inter-humaine ou de l'animal à l'homme. Dans la pratique, on a tendance à considérer que les vecteurs sont des hématophages qui ingèrent un germe pathogène présent dans le sang qu'ils prélèvent sur un hôte infecté et l'injectent ensuite à un nouvel hôte à l'occasion de leur prochain repas de sang. En règle générale, l'association vecteur-germe pathogène est très spécifique. Quel que soit le groupe biologique auquel le vecteur appartient, la distribution de la ou des maladies qu'il transmet dépend directement de l'écologie de ce vecteur. C'est dans la niche écologique de l'espèce vectorielle que la transmission est la plus intense, devenant plus instable vers les limites de l'aire de distribution du vecteur. Un deuxième point important tient au rôle déterminant que l'eau joue dans l'écologie de la plupart des vecteurs, sinon de quelques-uns. Les limites de la zone de distribution de la maladie sont en grande partie déterminées par cette association.

Sur le plan écologique, les maladies infectieuses peuvent être considérées comme une extension des relations hôte-parasite. Les parasites sont généralement de petite taille des organismes qui exploitent leur hôte à la fois comme une ressource alimentaire et comme habitat. Ils affectent négativement leur hôte, soit parce qu'ils modifient des fonctions physiologiques spécifiques ou parce qu'elles se multiplient et de développer des populations importantes au sein de leur hôte; individuellement, leur effet est souvent très faible. Même

collectivement, leur biomasse et la quantité de matière et d'énergie qu'ils processus est souvent beaucoup plus petite que la biomasse et les flux de matières et d'énergie de leur hôte. Cela explique pourquoi les parasites ont été traditionnellement ignorés par l'écologie des écosystèmes: ils sont cachés au sein de leur hôte, et leur impact sur les écosystèmes directs est apparemment négligeable. Pourtant, leur impact indirect sur les processus des écosystèmes peuvent être considérables par leur effet sur leur hôte. Nous explorons ici quelques-unes des façons dont ils exercent une forte influence indirecte sur la biodiversité et le fonctionnement des écosystèmes. Parmi les vecteurs de maladies figurent les moustiques, les tiques, Les réduves(ou triatomes sont des punaises hématophages).

Les tiques sont considérées actuellement comme le deuxième vecteur des maladies infectieuses humaines dans le monde, derrière les moustiques. De par leur répartition géographique mondiale, la diversité des espèces, la variabilité de leur comportement, la spécificité de leurs hôtes, les tiques sont capables de transmettre de nombreuses maladies bactériennes, virales et parasitaires à l'homme. Selon la pathologie, elles jouent un simple rôle de vecteur, ou sont également le réservoir d'agents pathogènes (Boudebouch & Sarih, 2008). Les tiques, largement répandues, sont de plus en plus incriminées comme vecteurs de maladies humaines et animales (Breitschwerdt, 2001 ; Persing, 2001 ; Shaw et al., 2001).

Un grand nombre d'espèces de tiques parasitent les reptiles spécialement les lézards (Bernard et al, 2000). Ces derniers lorsqu'ils sont parasités par des tiques (Ixodes) sont considérés comme réservoirs compétents de *Borrelia* (Jakimov, 1915; Lainson, 1968; Matuschka et al,1990et1991; Lane et al,1989; Hayashi et al, 1984; Belova,1971; Manweiler et al, 1992 Levin et al,1997; Eisen et al; 2001, Rebecca et al, 2003; Giery et al, 2006) et dans quelques exceptions un réservoir incompetents (Levin et al,1996; Clark et al,2005; Dsouli et al, 2006; Majlathova et al,2006 ; Sean et al,2006) .

Les lézards sont les reptiles les plus répandus dans le monde. Ils sont aussi les plus diversifiés, car ils occupent des habitats très variés depuis les zones désertiques jusqu'aux forêts d'altitude et humides en passant par tous les types de biotopes intermédiaires que l'on peut rencontrer. Les lézards ont ainsi développé des adaptations uniques, en réponse à l'environnement dans lequel ils vivent, et montrent une plus grande diversité. La distribution régionale des différentes espèces est un paramètre important dans la dynamique des

différentes populations et des facteurs qui la régissent. En effet, les interactions entre biotope-faune sont sous contrôle de facteurs environnementaux tels que les variables climatiques. La connaissance de ces interactions permet de mieux cerner les exigences des différentes espèces. Dans cette approche nous avons tenté d'analyser la distribution obtenue des différentes espèces, tenant compte des particularités à la fois des espèces et des milieux qui les hébergent.

Les Reptiles algériens sont ainsi constitués de 80 espèces qui se répartissent en 16 familles dont les plus importantes sont celles des Scincidés (16 espèces), les Lacertidés (16 espèces) et les Colubridés (14 espèces). En Algérie, les premières investigations herpétologiques ont commencé vers la fin du XIXe siècle, avec l'apparition des premières notes de Gervais (1835, 1836). En 1891, Boulenger publia son catalogue concernant les Reptiles et les Amphibiens de ce qu'il appelait la "Barbarie" (la région de la Kabylie en Algérie). Un peu plus tard paraissait l'excellent travail de Doumergue (1901) sur les Reptiles de l'Oranais, qui reste une référence en la matière pour beaucoup d'espèces, et dans lequel figurent plusieurs notes sur l'ensemble de l'Algérie. En dehors de cette période, les seuls travaux ont concerné essentiellement la faune saharienne (Gauthier 1967, Grenot et Vernet 1972, Grenot et Vernet 1973).

Les études sur les reptiles sont très rares et sont habituellement consacrés à la systématique, écologie et ou à la dynamique de certaines populations. Dans le Parc National d'El Kala après l'inventaire des reptiles (Rouag ,1999), deux travaux ont été fait sur les parasites chez les reptiles : les hémoparasites des tortues (Tiar, 2008) et les ectoparasites des lézards (Soualah-Alila, 2009).

Suite aux résultats obtenu et publié (Soualah-Alila, 2009) sur l'étude du système lézards-tiques, nous proposons d'explorer cette approche pour plus de données issues de la surveillance continue pour avoir des connaissances fondamentales sur le système proposé en Algérie et mettre en valeur l'importance des Ixodes dans l'épidémiologie autant que vecteur primaire de plusieurs maladie bactériennes et virale et le rôle important que jouerait le lézard dans le maintien et la circulation des .

C'est dans ce contexte qu'on va enrichir la connaissance de la diversité des parasites (Quantification et identification) chez les lézards ainsi que leur effet sur les populations étudiées.

Une première partie de ce manuscrit décrit le rôle de la faune sauvage dans la transmission des maladies ainsi la présentation des modèles biologiques (**Chapitre 1**), d'analyser la distribution et la dynamique obtenue des différentes espèces, tenant compte des particularités à la fois des espèces et des milieux qui les hébergent (**Chapitre 2**). La troisième partie est consacrée à la connaissance de la diversité des parasites (Quantification et identification) chez les lézards ainsi que leur effet sur les populations étudiées et le statut immunitaire de notre modèle face à ces risques (**Chapitre 3**). La dernière partie (**Chapitre 4**) présente des connaissances les risques de transmission des maladies bactériennes à tiques ainsi qu'aux risques épidémiologiques. Une discussion générale clôtura notre travail laquelle une synthèse des résultats sera présentée.

Pour cela nous nous proposons d'étudier le portage des agents pathogènes bactériens par les tiques dures collectés sur les lézards en milieu naturel, afin d'évaluer les facteurs de risque de transmission de ces agents, et d'autre part évalué l'évolution de ces agents en santé publique depuis le début du troisième millénaire.

CHAPITRE I : SYSTEMES D'ETUDE

I. RÔLES DE LA FAUNE SAUVAGE DANS L'ÉMERGENCE DES MALADIES INFECTIEUSES

Au cours des trois dernières décennies, de nombreuses maladies ont été reconnues par la communauté scientifique comme ayant émergé dans ou à partir de la faune sauvage.

Un certain nombre de ces maladies émergentes de la faune sauvage ont suscité un important battage médiatique (morbilliviroses des phoques en Mer du Nord ou des lions dans le Sérengeti, Chytridomycose des amphibiens tropicaux...) (*Marc Artois et al.2003*).

L'évaluation de la gravité de ces maladies (*Daszak et al., 2000, Dobson et Foufopoulos, 2001*) fait apparaître des conséquences pour la santé de l'homme (zoonoses), l'économie de l'élevage (maladies des animaux de rente), les activités cynégétiques (raréfaction de gibiers) ou la conservation d'espèces menacées (*Cleaveland et al., 2002*).

1.1. Définition d'une émergence

Une maladie émergente se définit comme une infection nouvelle, causée par l'évolution ou la modification d'un agent pathogène ou d'un parasite existant, qui se traduit par un changement d'hôtes, de vecteur, de pathogénicité ou de souche. Le terme s'applique aussi à l'apparition d'une infection ou d'une maladie non encore signalée. On parle de maladie ré-émergente lorsqu'une maladie connue fait irruption dans un nouveau contexte géographique, élargit sa gamme d'hôtes ou enregistre une forte progression de sa prévalence.

Deux typologies (*Bernard Vallat.2011*)

Mirko Grmek

- **Un apport de nouvelles connaissances scientifiques** sur les pathologies infectieuses
- **Une phase d'explosion** de l'incidence de pathogènes
- **La propagation d'un pathogène** au sein d'une population donnée
- **Le franchissement de la barrière d'espèces** par un agent infectieux
- **Un phénomène d'évolution virale**
- **L'apparition d'un agent infectieux jamais identifié** jusqu'alors.

Michael B.A. Oldstone

- **L'évolution microbienne** (les virus sont susceptibles de modifier leurs comportements et leur virulence)
- **Une vulnérabilité accrue des organismes-hôtes** liée au développement de pratiques sociales et comportementales réduisant leurs systèmes immunitaires.
- **Des contacts fréquents et prolongés avec les vecteurs** des maladies infectieuses (ex : moustiques, tiques, animaux sauvages)
- **Le processus d'identification** des différents pathogènes par les scientifiques
- **La « zone aveugle »/ le facteur « mystère » / le résidu** (apparition imprévisible d'un agent infectieux, par exemple, Ebola dans les années 1990)

1.2. Les maladies infectieuses émergentes : d'hier à aujourd'hui

Pour conforter ce compte, il est important de se reporter à l'histoire des épidémies qui ont frappé l'humanité. Sur l'échelle du temps long, les hommes ont franchi plusieurs transitions épidémiologiques (Armelagos et al., 2005). La première est apparue il y a environ 10 000 ans quand les populations du paléolithique, alors dispersées et mobiles, ont commencé à pratiquer une économie de subsistance agricole, source d'inégalités sociétales. Tandis qu'elles avaient, semble-t-il, jusqu'alors fait face aux pathogènes qu'elles partageaient avec leurs ancêtres primates, ces populations ont été ensuite frappées par des maladies endémiques d'origine zoonotique.

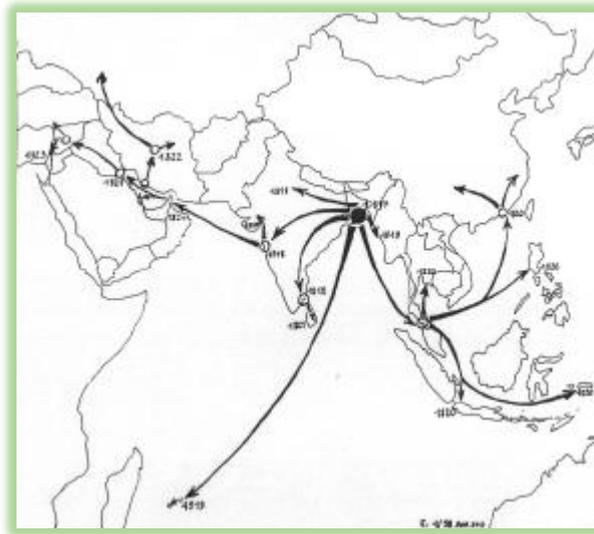


Figure 02 : Diffusion du choléra 1813-1824 d'après les données d'A. de Moreau de Jonès (1824)

La seconde transition épidémiologique est advenue à la fin du XIXe siècle grâce aux progrès de la médecine et de l'alimentation. Afin de protéger les populations contre les épidémies, les Etats se sont organisés dès le XIVe siècle par des moyens de santé publique (quarantaine, bureaux de santé), puis, à partir de la fin du XVIIIe siècle, par des moyens biologiques (vaccination jénérienne contre la variole, vaccination pasteurienne contre la rage).

Avec la multiplication des vaccins, puis des antibiotiques, des maladies autrefois destructrices – comme la scarlatine, la rougeole, la rubéole, les oreillons, le tétanos ou la diphtérie – ont vu leur impact sur la mortalité des populations des pays industrialisés reculer de manière spectaculaire. La poliomyélite n'existe plus en Occident et la variole a été éradiquée du globe au début des années 80.

A la fin des années 70, l'apparition du SIDA, de la légionellose, de la maladie de Lyme, des bactéries résistantes ou ultra-résistantes ont en outre continué à miner cette tranquille certitude de la toute-puissance de la médecine moderne. L'humanité entrerait ainsi dans une troisième transition avec la réémergence de maladies qui étaient depuis un siècle sous contrôle et qui sont favorisées par de nouveaux facteurs. Les maladies du sommeil et de la peste, tel qu'on peut les observer en Amérique, en Asie et en Afrique, montrent bien l'apparition récente depuis la fin des années soixante de cette nouvelle transition épidémiologique (Fabienne .K. 2012).

1.3. Les zones d'émergence des maladies infectieuses

A s'en tenir aux statistiques globales d'émergence des 330 nouvelles maladies infectieuses apparues entre 1940 et 2004, il semblerait, comme le montre la carte ci-dessous, que celles-ci soient plus importantes au Nord plutôt qu'au Sud.

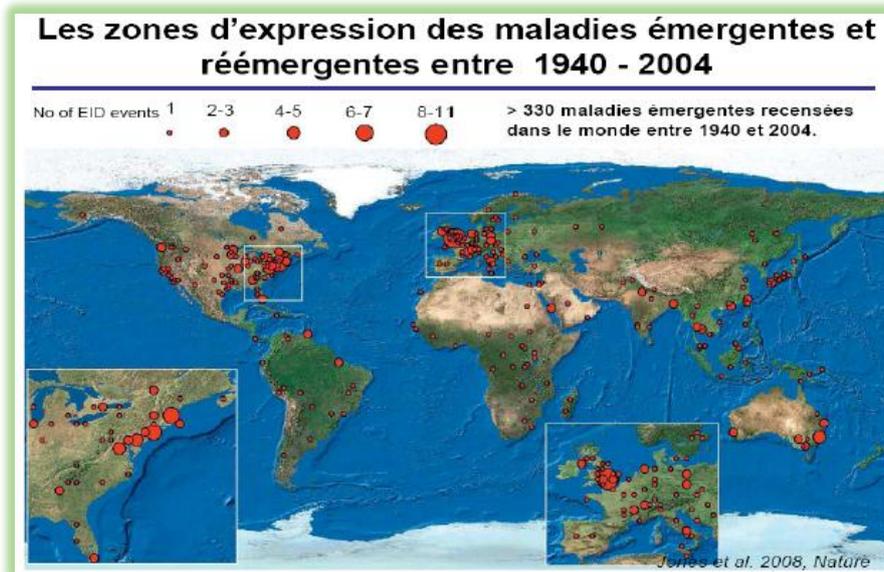


Figure 03 : les zones d'expression des maladies émergentes et réémergentes entre 1940-2004 (Jones et al 2008, Nature)

En réalité, il faut se méfier des statistiques, car elles reflètent aussi la plus grande capacité des pays du Nord à observer l'apparition de nouvelles maladies. Mais c'est surtout dans les pays du Sud que réapparaissent des maladies « oubliées » comme la fièvre hémorragique virale, le Monkeypox, le Chikungunya, le SIDA, la Peste, la Tuberculose, le Choléra ou la Trypanosomiase Humaine Africaine. Parmi les 335 nouvelles maladies infectieuses découvertes entre 1940 et 2004, 60 % sont des zoonoses provenant à 72 % de la faune sauvage. 54 % de ces maladies relèvent des bactéries ou des ricketties comme l'indiquent les cartes ci-dessous (Fabienne .K.2012).

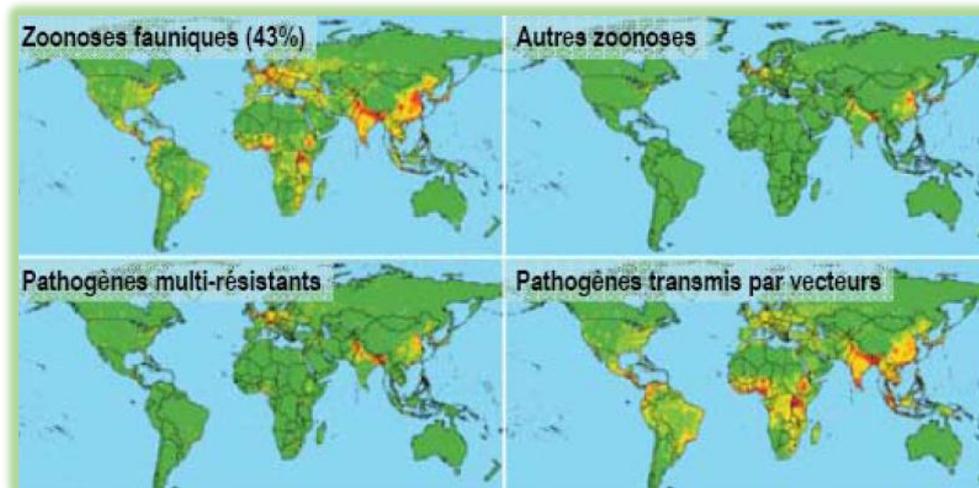


Figure 04 : Origine et nature des principales maladies émergentes (Jones et al 2008, Nature)

1.4. L'évolution du nombre de pathogènes découverts

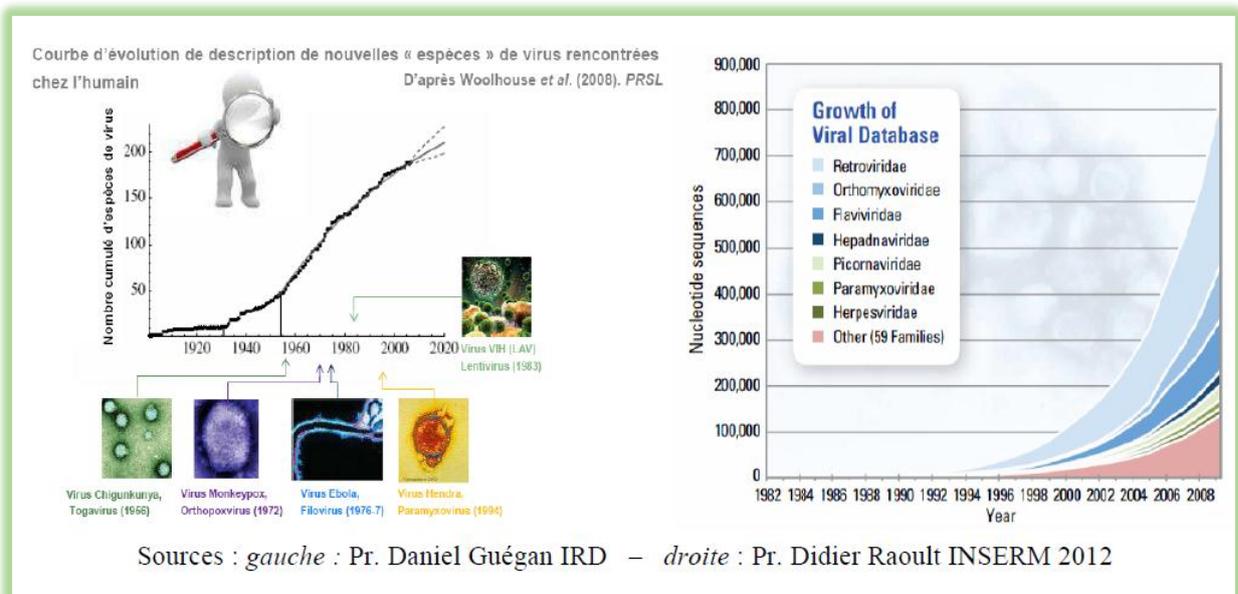


Figure 05 : courbe d'évolution de description de nouvelles « espèces » de virus rencontrées chez les humains

La courbe d'évolution de description de nouvelles espèces de virus rencontrées chez l'humain – dont les plus connus (Chikungunya, Monkeypox, Orthopovirus, Ebola, Filovirus, VIH) ont été découverts seulement à partir de la deuxième moitié du XXème siècle - est une courbe exponentielle comme le montrent les graphiques ci-dessous.

C'est pour l'essentiel le résultat à la fois de l'utilisation de nouveaux outils pour pallier le manque de connaissances et de la découverte de nouveaux organismes : virus à ARN,

organismes résistants. Il faut aussi souligner que 90 % des virus et des bactéries identifiés aujourd'hui n'étaient pas connus il y a 30 ans, mais aussi que 70 % des séquences de l'environnement de l'homme restent inconnus. C'est dire si l'incertitude sur l'origine des pathogènes des futures épidémies est immense (Fabienne .K.2012).

1.5. Les menaces des nouvelles maladies d'origine animale

Si l'on s'intéresse à l'origine des principaux agents pathogènes ayant émergé ces trente dernières années, on constate que, entre **70 et 75 % d'entre eux sont d'origine animale** et que la tendance actuelle est à la part de plus en plus importante de micro-organismes d'origine tellurique comme responsable des maladies émergentes comme le montre le graphique suivant.

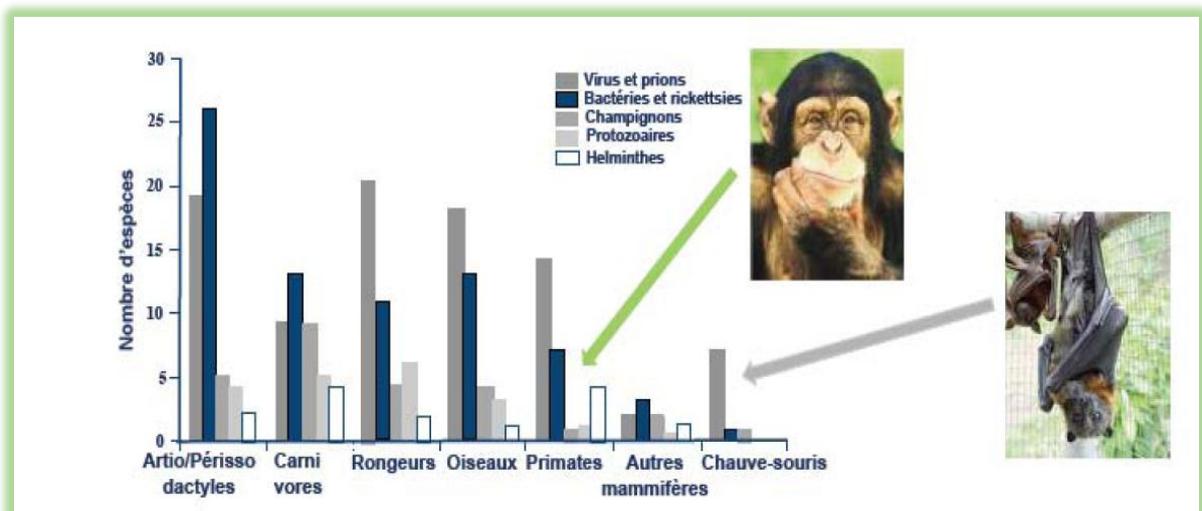


Figure 06 : Répartition des espèces animales en fonction des pathogènes identifiés (IRD Daniel Guégan 2012)

Si on se rapporte maintenant au nombre d'évènements relatifs à une maladie infectieuse émergente entre 1940 et 2000, on constate également que les $\frac{3}{4}$ de ces évènements proviennent de la faune sauvage.

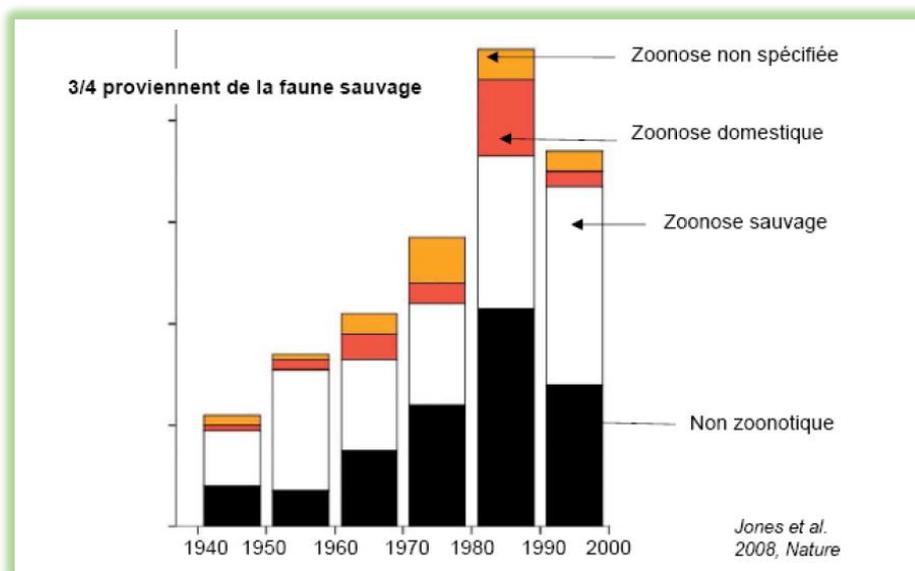


Figure 07 : Evolution du nombre de maladies émergentes selon l'origine (Jones et al, 2008, Nature)

S'il semble désormais assez clairement établi que les principales menaces des maladies émergentes ou ré-émergentes tiennent à l'existence de zoonoses, sauvages ou domestiques, il en résulte alors un intérêt tout particulier pour les relations entre la santé animale et la santé humaine, entre la médecine animale et la médecine humaine (KELLER .F.2012).

1.6. L'émergence de l'émergence...

Pour C. Brown (1997, citation en exergue), la maladie émergente est caractérisée par la nouveauté des problèmes qu'elle pose aux autorités sanitaires. Cet élément est le principal critère retenu par l'OMS (1997) qui incorpore dans sa définition des maladies infectieuses émergentes, les maladies nouvellement identifiées. Bien qu'ayant fréquemment fait référence aux maladies émergentes, l'OIE n'a toutefois pas encore adopté de définition du terme, mais incorpore à son activité régulière un groupe de travail chargé d'étudier les maladies de la faune sauvage ! De nombreux auteurs se sont efforcés de décrire et de classer les facteurs du risque d'émergence (Brown, 1997 ; Chomel, 1998 ; Cleaveland *et al.*, 2001 ; Gubler, 1999 ; Morse, 1994 ; Taylor *et al.*, 2001). Selon eux, l'augmentation réelle de l'incidence d'une maladie peut trouver son origine dans les facteurs suivants :

1. Capture par un agent pathogène infectieux ou parasitaire d'un nouvel hôte, puis, éventuellement, adaptation et propagation au sein de populations nouvellement infectées (mécanisme pouvant avoir pour origine ou conséquence immédiate, une modification du génome de l'agent pathogène, par divers mécanisme dont la mutation, le transfert ou la recombinaison). Lederberg (1997, 1998) décrit en détail les très nombreux mécanismes qui peuvent entraîner des échanges de matériel génétique entre espèces ou conduire à la modification, durable ou non, du génome ; implicitement, cet auteur relativise la notion de « barrière d'espèce » dont l'étanchéité n'est pas systématique.
2. Certaines barrières de nature physique, géographique ou comportementale entre un microbe et un hôte réceptif sont franchies à la faveur des modifications des équilibres écologiques au sein des agroécosystèmes, des modifications des modes de vie ou de production des populations humaines.
3. A ces facteurs s'ajoute la multiplication des moyens de transport ; la quantité de personnes ou de biens transportés a augmenté au cours des dernières décennies, ainsi que les distances parcourues et la rapidité des échanges. Aucun foyer émergent ne peut donc être considéré comme totalement et durablement isolé du reste du monde.

Louise Taylor et ses collaborateurs (2001) indiquent qu'une majorité (75%) de maladies infectieuses émergentes de l'homme sont des zoonoses, ou initialement due à des agents pathogènes d'origine animale. Ceci avait été maintes fois évoqué, mais L. Taylor et coll. sont les premiers à avoir réalisé une évaluation quantifiée de cette hypothèse. Selon ces auteurs, les virus et les protozoaires sont plus fréquemment impliqués dans un phénomène d'émergence que d'autres agents pathogènes infectieux ou parasitaires. Toutefois, le mode de transmission de ces agents exerce une influence difficile à évaluer dans la probabilité d'émergence, car la transmission n'est pas indépendante de la nature de l'agent pathogène. Les zoonoses ont en particulier un risque significativement plus élevé de transmission indirecte (hôte intermédiaire, vecteur) que dans le cas d'autres maladies humaines transmissibles.

1.7. Processus de transmission d'une infection entre un réservoir sauvage

Nous nous intéressons ici à l'implication de la faune sauvage dans l'apparition de maladies ou de problèmes sanitaires. Certains auteurs ont spécifiquement passé en revue les maladies émergentes de la faune sauvage : Daszak *et al.*, 2000 ; Williams *et al.*, 2002.

Nous nous tiendrons à une conception très large du terme de maladie émergente, en raison notamment de la difficulté technique à trancher entre l'hypothèse d'une augmentation réelle, ou simplement apparente, de l'incidence lorsque les cas doivent être mesurés dans une population sauvage.

Lorsqu'une maladie émergente trouve sa source dans la faune sauvage, les mécanismes cités précédemment peuvent jouer un rôle épidémiologique : un agent pathogène naturellement et insidieusement porté par une espèce sauvage contamine l'homme ou un animal familier ou de rente et se propage dans la population « domestique » parfois à une vitesse fulgurante, comme l'a montré l'épisode du SRAS au début de l'année 2003.

Mais un problème plus spécifique à la faune sauvage peut surgir lorsque, à la faveur des changements dits « globaux », une espèce hôte se développe et amplifie une maladie de telle sorte que sa probabilité de transmission à l'homme ou à l'animal domestique devienne élevée: ces maladies peuvent être anciennement connues, comme la rage du Renard qui a pris au milieu du siècle précédent un nouveau visage, ou des maladies nouvellement découvertes, comme certaines Hantaviroses.

Des modifications ou interférences avec les pratiques d'élevage favorisent une transmission d'agents pathogènes entre espèces domestiques et sauvages : l'engouement pour la consommation de produits « naturels », par exemple, a conduit en France à la multiplication d'élevages de porcs en plein air qui sont à l'origine de la réémergence de brucellose porcine à partir du Sanglier : [Garin-Bastuji *et al.*, 2000].

En résumé, le mécanisme épidémiologique d'une émergence à partir de la faune sauvage peut revêtir deux modalités (fig.8) : soit un processus anadémique qui voit une source sauvage « unique », le réservoir, alimenter la population « domestique » en cas, soit un processus véritablement épidémique qui voit un agent pathogène initialement confiné au réservoir sauvage se propager et s'adapter aux populations « domestiques ».

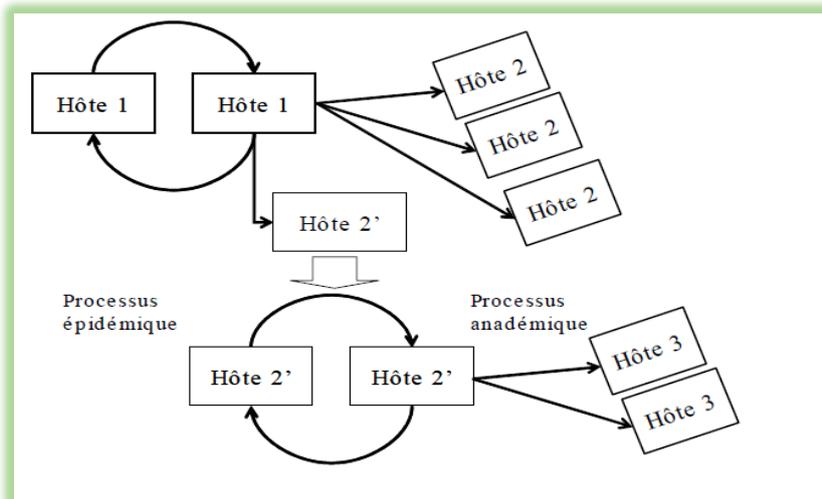


Figure 08 : Processus de transmission d'une infection entre un réservoir sauvage (hôte 1) et l'animal Domestique (hôte 2 ou 2') ou l'homme (hôte 2 ou 3)

1.8. Déroulement de l'émergence à partir des réservoirs sauvages

Il nous restera donc à aborder les mécanismes d'émergence dont l'agent infectieux est transmis par contagion directe ou indirecte, à l'homme ou l'animal. La figure (fig. 9) résume et illustre ce paragraphe qui porte sur la partie détectable de la courbe d'accroissement de l'incidence.

Examinons tout d'abord la situation où un agent pathogène déjà connu pour infecter l'homme ou d'autres espèces, se développe au sein d'un réservoir sauvage et donne un nouveau visage épidémiologique à une maladie ancienne. Sa détection soulève principalement des difficultés techniques :

- difficulté de définition du cas par manque d'observations ou impossibilité d'obtenir certains prélèvements, en tout cas des prélèvements de bonne qualité biologique ; de façon générale, manque d'information précise sur la prévalence des maladies dans la faune sauvage ;
- qualité des tests de dépistage lorsqu'ils sont appliqués à des animaux sauvages, parfois très différents de ceux auxquels le test est originellement destiné, risque de perte de sensibilité (tuberculose, brucellose, virus de la fièvre du Nil Occidental) ; méconnaissance d'agents infectieux qui peuvent entraîner des réactions croisées, risque de manque de spécificité des tests (présence de Pest virus spécifiques de la faune sauvage détectés lors d'enquêtes sur la peste porcine classique ou la maladie des muqueuses et donnant des réponses faussement positives) ;

- prévalence détectable élevée en raison de la difficulté d'échantillonner un nombre suffisant d'individus atteints dans des classes de population dont le prélèvement ou la capture est techniquement difficile ; risque de ne pas détecter des infections, même enzootiques, à faible prévalence (ordre du % ou en deçà) (Marc Artois et al.2003).

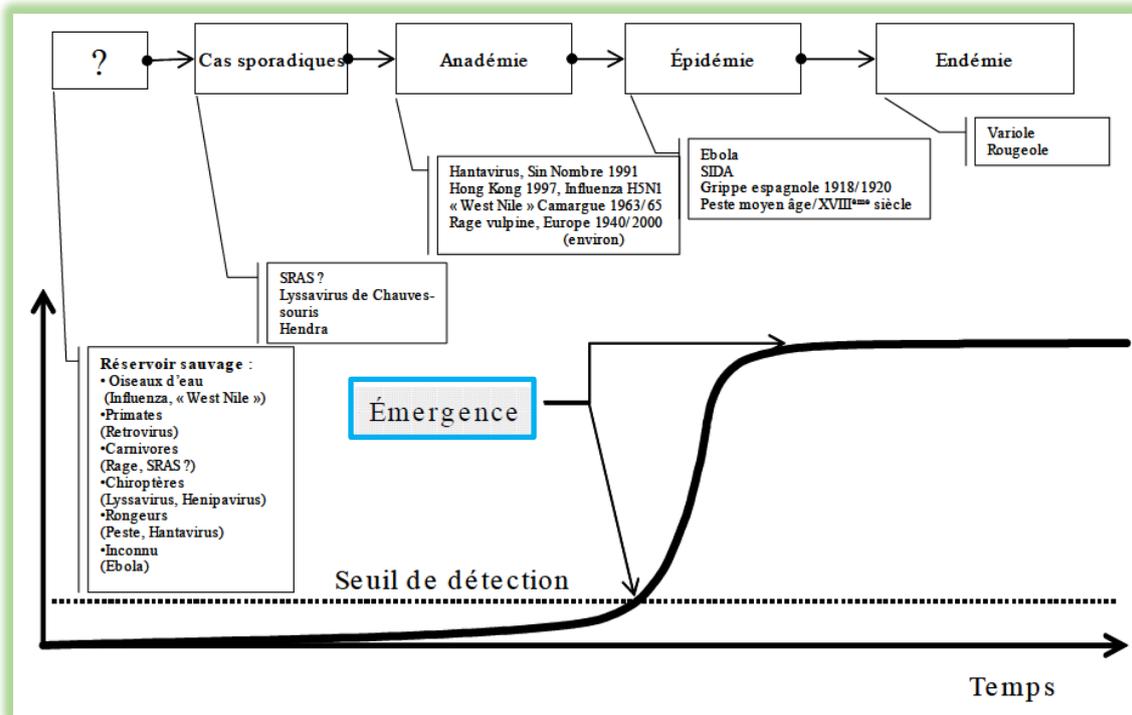


Figure 09 : Mécanismes de l'émergence d'une zoonose à partir d'un réservoir sauvage

Examinons ensuite le cas de la capture de nouveaux hôtes, « domestiques » par un agent pathogène de la faune sauvage, n'ayant pas ou peu fait l'objet d'investigations scientifiques.

Adoptant une métaphore de Combes [1995], on peut admettre qu'à la faveur des mécanismes décrits au paragraphe précédent, le « filtre de rencontre » entre ces agents pathogènes et les « nouvelles » espèces victimes s'ouvre, permettant l'infection de ces dernières. Si le « filtre de compatibilité » est également ouvert, les tissus de l'espèce victime sont permissifs pour le développement de ce « nouvel agent pathogène », la capture du nouvel hôte par l'agent pathogène est opérée, créant entre eux une nouvelle interaction, plus ou moins durable.

Certains agents pathogènes circulent au sein d'écosystèmes « dits naturels » sans même avoir été inventoriés (découverte des Hantavirus dans les années 1970 à la suite de l'apparition de la

fièvre de Corée, puis découverte de l'existence de nombreux Hanta virus aux Amériques à la suite de l'épidémie des « Four corners » en 1991 [Le Guenno, 1997] ; création de la famille des Henipa virus dans la sous famille des Paramyxovirinae (respirovirus) à la suite de l'émergence des infections à virus Hendra et Nipah respectivement en 1994 et 1998 [Wang et Eaton, 2001]). Ils ne diminuent ni durablement, ni de façon perceptible, l'effectif de leurs hôtes naturels (rage des chiroptères, peste porcine classique du sanglier, herpès et rétro-virus simiens...cf. la revue de Tompkins *et al.*, 2002).

L'attention des biologistes des populations et celle des épidémiologistes se concentrent sur les infections, parasites ou maladies qui sont mesurables ; ce qui signifie souvent « ceux qui se voient » au sens où la variabilité de la prévalence est mesurée à l'échelle du temps que l'observateur peut consacrer à l'étude. Ceci explique le caractère cryptique de ces infections qui préoccupent peu la majorité des personnes qui s'intéressent aux espèces sauvages (cynégètes, biologistes, écologues...)

La première étape de l'émergence vraie d'une **infection à partir de la faune sauvage réservoir** aboutit donc à l'apparition de cas sporadiques, peu ou pas reconnus par les autorités sanitaires ou vétérinaires (premiers cas d'infection humaine par le virus VIH en Afrique, cas isolés d'infection par la fièvre Ebola, foyer isolé de tuberculose bovine dans la faune sauvage...). A ce stade, le processus de transmission du réservoir à la victime reste de nature essentiellement anadémique (contamination de personnes au contact de chevaux infectés par le virus Hendra, d'oiseaux infectés par un virus influenza ou de porcs infectés par le virus Nipah), voire anazootique (infection du cheval ou du porc à partir de virus de roussettes) limité à la fois par l'ampleur de la source d'émission et par la fréquence de l'exposition (fig9).

L'étape suivante est cruciale dans l'émergence vraie, elle implique un changement de nature dans la transmission : l'agent pathogène peut être spontanément capable, ou capable de devenir, par sélection génétique, apte à se répliquer puis d'être excrété par le « nouvel hôte ». L'infection par les virus influenza répond bien à ce modèle [Webster et al. 1993, Chillaud 2001] : un vaste réservoir de virus est constitué d'oiseaux aquatiques, domestiques et sauvages ; la variabilité génétique des virus aviaires est faible comparativement à ceux des mammifères ; de façon encore imprévisible des fragments de génome, voire des virus entiers peuvent être échangés entre espèces, aboutissant parfois à une épizootie ou une épidémie d'ampleur variable.

A ce stade, la propagation peut devenir contagieuse, empruntant parfois la voie d'un hôte amplificateur (rôle de porcs co-infectés par des influenza animales et humaines dans la genèse de souches pathogènes pour l'homme [Brown, 2001], amplification du virus Nipah par le porc (Mohd Nor et al., 2000). Il s'en suit l'apparition d'une véritable épidémie, comme l'exemple historique de la peste bubonique l'a enseigné (rat > puce > homme, peste à bubon > forme pulmonaire, contagieuse) ; l'épidémie de SIDA constitue aujourd'hui la plus dramatique illustration de ce processus. Celui-ci pouvant aboutir à une étape finale, celle de l'endémicité : l'incidence cesse d'augmenter, l'émergence prend alors fin, une nouvelle maladie est née (figure 9)...

Nous avons donc deux situations contrastées de maladies émergentes de la faune sauvage qui conduisent à des difficultés différentes en matière d'étude et de gestion : les maladies dues à des agents pathogènes généralistes, qui s'entretiennent dans les populations sauvages et se propagent ensuite au compartiment domestique. Les maladies apparemment nouvelles qui prennent naissance par capture d'un nouvel hôte contaminé par un animal sauvage (Marc Artois et al.2003).

II. ZONES D'ÉTUDE

L'Algérie se caractérise par une grande diversité physionomique constituée des éléments naturels suivants réparties sur des divisions biogéographiques délimitées, des bioclimats variés (de l'humide au désertique) et une abondante végétation méditerranéenne et saharienne qui se distribue du Nord au Sud selon les étages bioclimatiques. D'après les informations climatiques de notre pays, quatre étages bioclimatiques ont été obtenus caractérisés par des véritables mosaïques paysagères et richesses faunistique et floristique. :

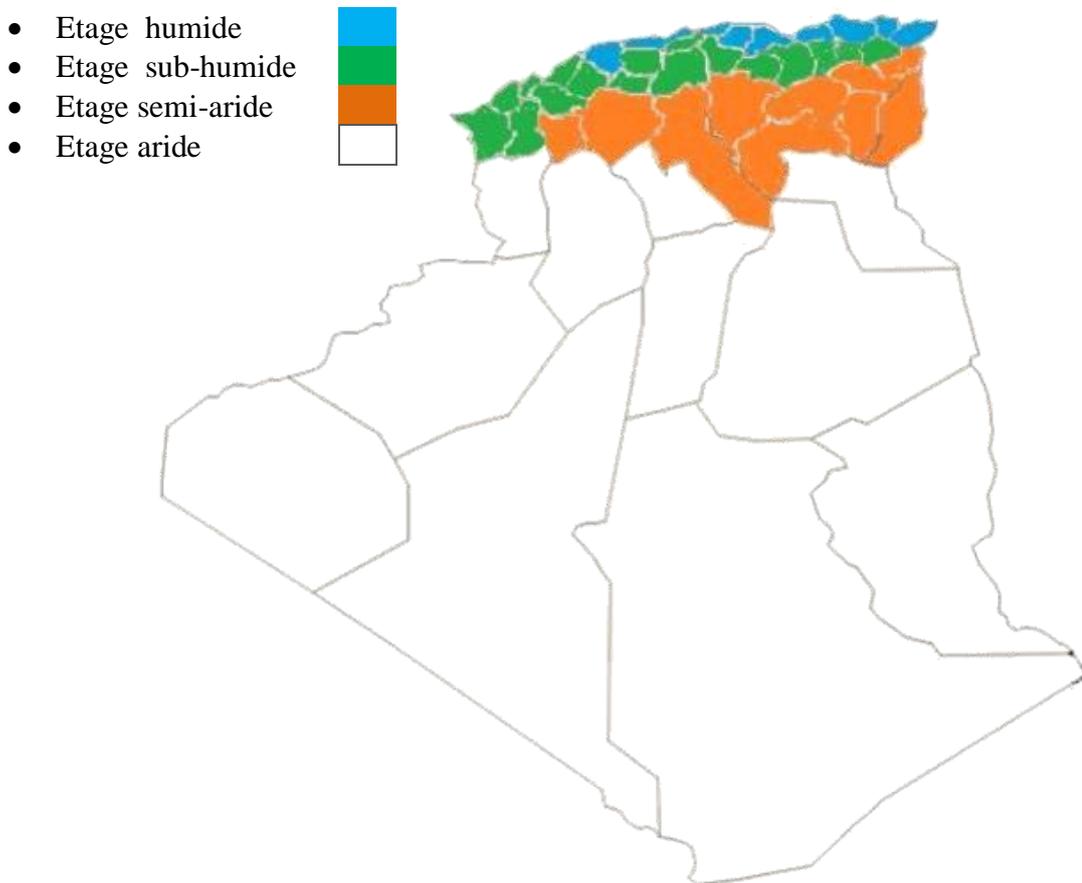


Figure 10 : Les différents étages bioclimatiques en Algérie (H.A. Achour & R. Bouguedour, 1999)

Nous avons porté notre choix sur des régions situées à l'Est réparties selon deux gradients :

Selon la latitude du Nord vers le Sud :

-Zone humide : (P.N.E.K, Annaba)

- Zone Sub-Aride : Biskra

- Zone Aride : El Oued, Ouargla

Selon l'altitude dans la région du Nord : P.N.E.K (Brabtia, Boumalek, El Ghorra) et Annaba (le massif de seraidi)

1.1. Zone humide

1.1.1. Parc National d'El-Kala (P.N.E.K)

L'étude a été réalisée au niveau du Parc National d'El-Kala (P.N.E.K) qui abrite le complexe de zones humides le plus important du pays. Le PNEK est l'un des plus grands parcs d'Algérie, caractérisé par de nombreux écosystèmes et une importante richesse biologique et paysagère. Cette région a fait l'objet de nombreux travaux qui ont été synthétisés par Benyacoub et al. (1998), dans le cadre d'un plan de gestion du PNEK. Nous nous baserons sur ces travaux pour décrire sommairement la région.

Le PNEK est localisée à l'extrême Nord-Est algérien, il est limité par la mer méditerranée au Nord, les monts de Medjerda au Sud, la frontière algéro-tunisienne à l'Est et les plaines d'Annaba à l'Ouest. Le relief de la région se compose d'une série de dépressions, dont certaines sont occupées par des formations lacustres et palustres et des hautes collines aux formes variées : des dômes, escarpements, alignements de crêtes généralement couverts par une végétation dense (De Belair, 1990). La région est caractérisée par un réseau hydrologique important formé de sources (Bouredim, Bougles et Oum El-Bhaim), d'oueds (El-Kebir, Bougous et El-Aroug), de nappes et de lacs dont certains sont classés d'importance internationale par la convention de Ramsar.

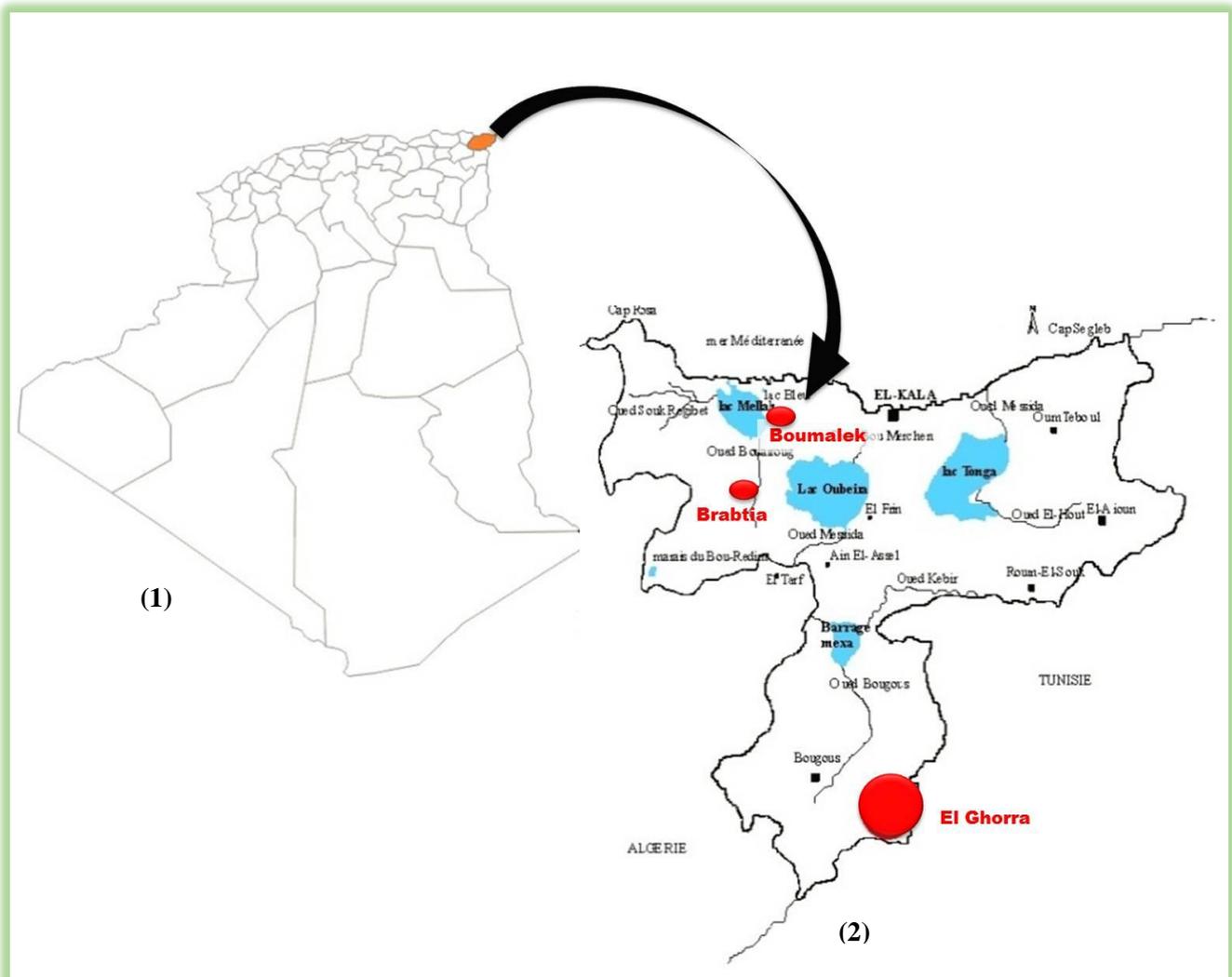


Figure 11 : Position géographique de la wilaya d'El Tarf (1) Localisation, limites du parc national d'El Kala et les sites d'études (2) (Benyacoub et al, 1998)

Le climat de la région est du type méditerranéen, avec alternance d'une saison pluvieuse et d'une saison sèche, due à l'action combinée de différents facteurs climatiques. La température de la région est influencée d'une part par la mer et d'autre part par les formations marécageuses et lacustres qui s'y trouvent. Ainsi la température moyenne annuelle maximale au niveau de la région d'El-Kala est de 22.36 °C avec une température moyenne de 18.61°C (station météorologique d'El-Kala).

Enfin, la particularité de la région réside aussi dans la présence de populations relictuelles d'espèces végétales et animales dont l'aire de distribution actuelle est tropicale ou européenne (Benyacoub & al, 1998). Ces populations seraient maintenues depuis au moins le tertiaire grâce à la présence de 25000 hectares de zones humides combinée à une température

moyenne élevée. Junqua (1954) et Joleau (1936) (in Bouslama, 2003) insistent sur le caractère biogéographique particulier de cette région, où des traces de l'ancien climat tropical Nord-africain côtoient une faune et une flore aux affinités européennes.

Pour les besoins d'étude on a choisi trois sites en fonction de l'altitude et du biotope : El Ghorra, Brabtia et boumalek.

1.1.1.1. El Ghorra

À proximité de la frontière algéro-tunisienne et au sud de l'arrière-pays d'El-kala, apparaissent les monts de la Medjerda. Ils sont assimilés à la formation Kroumire tunisienne en raison de l'affleurement des grès et argiles numidiens. Ils constituent un socle sédimentaire caractéristique du tell algérien. Le relief de la région se caractérise par un pendage important; disséqué par un chevelu hydrographique dense, alimenté par une pluviométrie abondante en période hivernale. Dans cet environnement, s'installe la vaste forêt de Chêne zeen du djebel Ghorra. Le Chêne zeen est une espèce marcescente essence. Elle constitue un peuplement forestier homogène sur des superficies relativement étendues; dans sa partie algérienne du djebel El Ghorra, elle a une superficie d'environ 1000 ha. Le zéenaie d'El Ghorra se caractérise par son aspect primitif, accentué par la présence de nombreux arbres morts à terre ou sur pied; recouvert de mousses et lichens. La strate arborée est monospécifique avec quelques chênes lièges en concurrence avec le chêne zéen dans les endroits les plus défavorables. La hauteur moyenne des arbres varie entre 20 et 30 m avec une moyenne de 17.60 m et un recouvrement au sol qui varie de 60 à 80 % avec une valeur moyenne de 68 %. Cette station, située à une altitude moyenne de 958 m, a un sous-bois peu développé; il se caractérise par la présence de *Cytisus triflorus*, *Rubus ulmifolius*, *Rosa canina*, *Crataegus monogyna*,... Les liannisants très présents sont présentée par *Hedera helix* et *Smilax aspera*. Le sous-bois a un recouvrement au sol très hétérogène, variant de 1 à 50% pour une moyenne de 22% et une hauteur moyenne de 1m. La strate herbacée est représentée par des espèces sciaphiles telles que *Pteris aquilina*, *Osmunda regalis*; des graminées, des composées et quelques pieds d'Asphodèles. Il s'effectue juste avant le débourrement des arbres et conduit alors à un recouvrement de 63% en moyenne (in Benyacoub 1993).



Figure 12 : El Ghorra (cliché, Soualah-Alila.h)

1.1.1.2.Subéraie de Brabtia

Elle se situe au Sud-Ouest du lac Mellah. La région dans son ensemble a été déclarée réserve naturelle en 1979 en tant que zone d'expérimentation dans le domaine des techniques forestières. Elle se situe à l'intérieur d'une zone de forêt. La conjugaison de plusieurs circonstances naturelles, la proximité de la vallée d'Oued Bouaroug qui se jette dans le Lac Mellah après avoir traversée le site du Sud vers le Nord, a doté la réserve d'un ensemble de milieux et de types de végétation exceptionnels, circonscrits dans un secteur de 350 Hectares. La strate arborée mono spécifique, constituée de *Quercus suber* est d'une hauteur et d'un recouvrement relativement importants. La strate buissonnante est dense et d'une hauteur importante. Elle est composée essentiellement de *Calycotome villosa*, *Pistacia lentiscus*, *Erica arborea* avec un fort recouvrement qui varie de 50-70 %. Quant à la strate herbacée, elle est marquée par une diversité importante, et constituée essentiellement de *Linum usitatissimum*, *Centaurea africana*, *Briza maxima*, *Asparagus acutifolius*...



Figure 13: Subéraie de Brabtia (cliché, Soualah-Alila.h)

1.1.1.3. Boumalek

Le milieu constitue un stade de dégradation de la subéraie donnant une formation ligneuse poussant sur un sol pauvre, conditionné par une forte humidité due à la présence du Lac El Mellah. Le site d'étude a été partagé en deux strates:

Pelouse: la strate arbustive est représentée essentiellement par *Quercus coccifera* à faible densité. En dépit d'un recouvrement important, la strate herbacée présente une faible richesse. Elle est dominée par *Rumex bucephalophorus*, *Cynodon dactylon*, *Fillago gallica*,...



Figure 14 : Pelouse de Boumalek (cliché, Soualah-Alila.h)

Maquis : caractérise par la dominance des espèces ligneuse indicatrice de la dégradation du milieu, *Calycotome villosa*, *Quercus coccifera*, *Juniperus oxycedruce*, *Erica arborea*, *Cistus monspelliensis*, *Cistus salvifolius*, ainsi que la présence de quelques *Pistacia lentiscus*, *Lavandula stoechas*, poussant sur sol sableux.

Remarque : L'activité humaine est intense dans la zone d'étude caractérisée par l'agriculture et le pâturage, c'est une partie intégrante du milieu.



Figure 15 : Maquis de Boumalek (cliché, Soualah-Alila.h)

1.1.2. Annaba

Annaba (ancienne Hippone, Bône) 36° 54' 15" Nord 7° 45' 07" Est, Superficie 49 km², est la quatrième ville d'Algérie en nombre d'habitants après la capitale Alger, Oran et Constantine, chef-lieu de la wilaya d'Annaba, située à 152 km au nord-est de Constantine, à 246 km à l'est de Jijel et à environ 100 km à l'ouest de la frontière tunisienne. Annaba est également une métropole littorale dont la population dépasse 600 000 habitants². Annaba se situe sur la rive sud du bassin méditerranéen, au nord-est de sa wilaya, au Nord-Est de l'Algérie, à 420 km de la capitale Alger et à 100 km de la frontière tunisienne. La ville s'élève au fond d'une baie ouverte à l'est sur le golfe d'Annaba. Elle est dominée à l'ouest par la chaîne de montagne de l'Edough (1008 m d'altitude). Annaba bénéficie d'un climat méditerranéen. Elle est connue par ses longs étés chauds et secs. Les hivers sont doux et humides, la neige est rare mais pas impossible. Les pluies sont abondantes et peuvent être diluviennes. Il fait généralement chaud surtout de la mi-juillet à la mi-août.

1.1.2.1. Site d'étude

Notre travail a été réalisé dans la région de Séraïdi (djebel l'Edough, Annaba). L'Edough est un massif forestier culminant à plus de 1000 m d'altitude. La chaîne montagneuse s'étend de la presqu'île du Cap de Garde jusqu'au massif du Cap de Fer. Le point le plus haut du massif de l'Edough, culminant à 1008 m d'altitude, est le mont Bou Zizi appelé par les anciens le Kef Sbaâ (rocher du lion). Sur les hauteurs du massif se trouve Séraïdi, un village forestier situé à 850 m d'altitude et à peine 12 Km d'Annaba.

La montagne de l'Edough (Thomas, 1977), qui porta autrefois le nom de mont Ragoug (Capitaine Maitrot, 1912), dans le département de Constantine et à une douzaine de kilomètres de Bône, est d'une altitude de 1000 m. Elle est le point culminant, à l'extrémité est de la Kabylie, d'une chaîne complètement isolée des autres massifs de la région par la plaine de Bône, ce qui explique qu'elle n'ait pas été un lieu de passage ou d'établissement autrefois. A proximité se trouve la colline dite de « La tête de l'Egyptienne » (ou de « La Mauresque »). L'Edough domine la mer, le lac Fetzara et la riche plaine agricole de Bône. L'ensemble comprenait dans les années cinquante 176 sources homologuées et cartographiées, dont certaines connues depuis l'occupation romaine, qui permettent d'assurer l'alimentation en eau potable de la plaine (Arnaud, 1953).

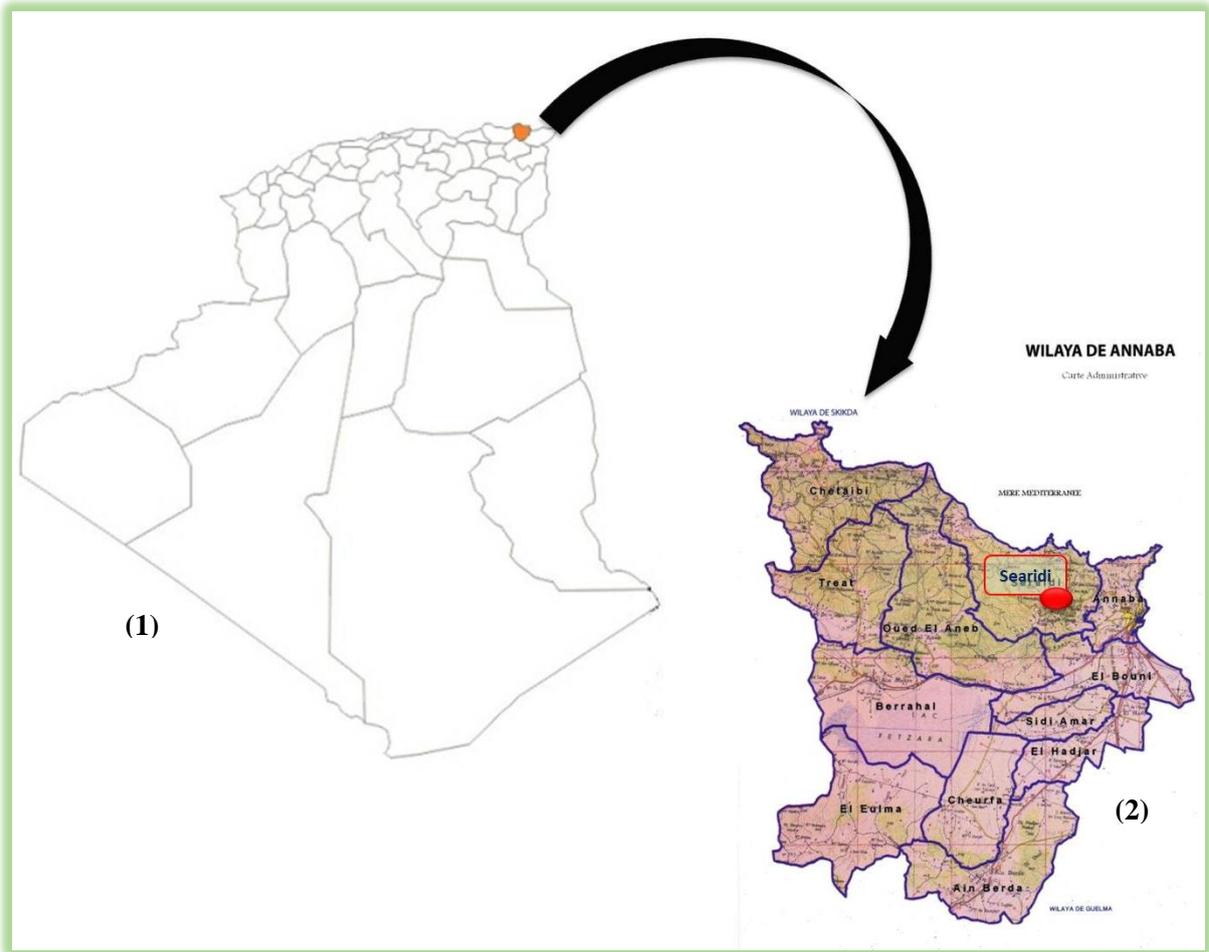


Figure 16 : Position géographique de la wilaya d'Annaba (1) et Présentation de la zone d'étude le massif de seraidi (l'Edough) (2).

Situé au nord-est algérien, le massif cristallophyllien de l'Edough est bordé au nord et au nord-est par le lac Fetzara et les plaines d'Annaba, par la plaine de Senhadja et les massifs de Chétaïbi au nord-ouest. Sa masse principale, allongée en direction N55°E correspond au djebel Edough proprement dit. La ligne de crêtes, longue de 26 km, atteint 1008 m au Kef Sebaâ, point culminant de la région, redescend à 867 m vers le village de Séraïdi puis s'abaisse jusqu'à l'extrémité de la presqu'île du Cap de garde au nord d'Annaba (Hani et *al.*, 1997).

Pour les besoins de l'étude, nous avons retenus deux sites très différents dans leurs biodiversités : Huitieme et Bouzizi.

1.1.2.1.1. Bouzizi

Situé sur une pente d'un dénivelé de 6% à une altitude maximale de 921m et une altitude minimale de 721m, entre les coordonnées suivantes 36°54'41,77''N - 7°38'45,68''E, pour la hauteur minimale, et 36°54'13,53''N - 7°38'16,35''E, pour la hauteur maximale. Notre travail a englobé un terrain d'une surface avoisinant 1,112km². Ce site est le site le plus haut de la zone d'étude il correspond à «la forêt» au sens propre avec la présence des trois strates fondamentale. Son taux de recouvrement végétal de 96%, composé à 2% de strate herbacée avec la présence de : *asphodélus microcarpus*, *chamaerops humilis* ; 18% de strate buissonnante caractérisé par la présence de : *Calycotomes cistus*, *Rubusulmifolius*, *Erica arborea* ; et 90% de strate arborée composée du chêne zéen (*Quercus canariensis*) et surtout le chêne-liège (*Quercus suber*) dont les sujets peuvent atteindre 8m. Possédant un puits et donc très abondant en eau, ce site est fréquenté par des troupeaux composés d'ovins, caprins et quelques bovins.



Figure 17 : Bouzizi (cliché, Soualah-Alila.h)

1.1.2.1.2. Huitième

Situé sur une pente d'un dénivelé de 10% à une altitude maximale de 660m et une altitude minimale de 239m, entre les coordonnées suivantes 36°54'45,32''N - 7°41'44,19''E, pour la hauteur minimale, et 36°56'12,83''N - 7°42'42,94''E, pour la hauteur maximale. Les transects parcourus, englobaient une superficie de 2,145 km². Son taux de recouvrement végétal de 95%, composé à 5% de strate herbacée caractérisée essentiellement par les graminées : *Asphodélus microcarpus*, *chamaerops humilis* ; 70% de strate buissonnante caractérisé par la présence de cortège typique des groupements xérophytes

Calycotomes ; et 25% de strate arborée mono spécifique essentiellement le chêne-liège (*Quercus suber*). Possédant un puits et donc très abondant en eau, ce site est fréquenté par des troupeaux composés d'ovins, caprins et quelques bovins.



Figure 18: Huitième (cliché, Soualah-Alila.h)

1.2. Zone semi-aride

1.2.1. Biskra

La ville de Biskra (34°51'N 5°44'E) se situe au Sud-est de l'Algérie, elle occupe une superficie de 21.671 Km², son altitude est de 128 mètre/au niveau de la mer. Elle est caractérisée par un climat froid en hiver, chaud et sec en été. La wilaya de Biskra est limitée par : Le Nord : Wilaya de Batna et M'sila. Le Sud : Wilaya de Ouargla et El-Oued. L'Est : Wilaya de Khenchela. L'Ouest : Wilaya de Djelfa.

La ville est traversée par oued "Sidi Zarzour" qui descend des Aurès et qui va jusqu'à Chot Melrira au sud-est de la wilaya. Relief : le climat de Biskra est un climat saharien, sec en été et très agréable en hiver. La pluviométrie est en moyenne entre 120 et 150 mm/an. La température moyenne sur toute l'année est de 20,9 °C. On trouve une chaîne montagneuse et les hauts plateaux au nord ; avec l'altitude de djebel Tekriout 1942 m. les grands plateaux se trouvent au sud de la wilaya notamment sur la région de Ouled Djellal ; et Sidi Khaled. Les plaines steppiques s'étendent sur l'axe El-Outaya et Doucen.

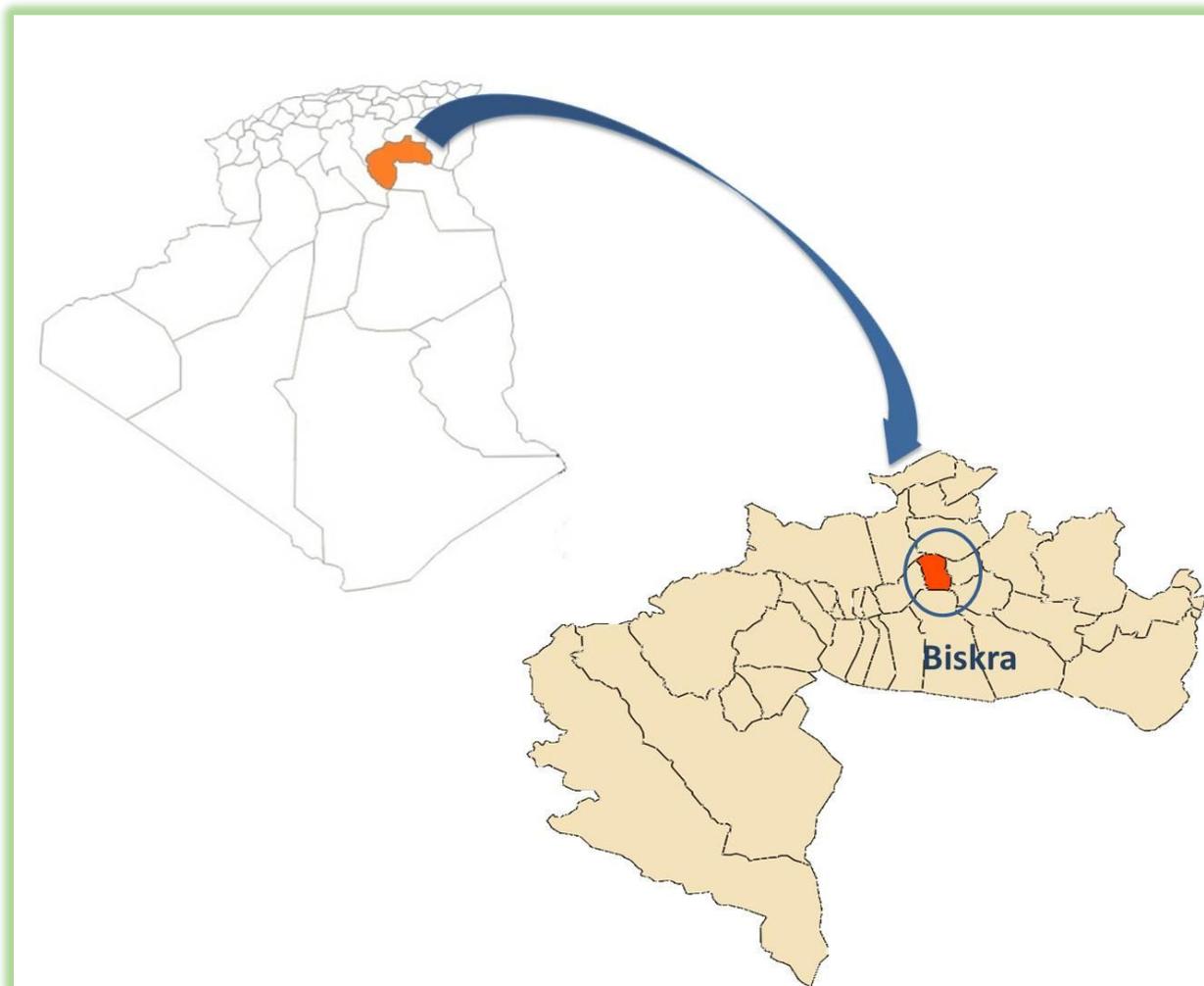


Figure 19 : Position géographique de la wilaya de Biskra



Figure 20 : Le Ghout de la wilaya de Biskra (cliché, Soualah-Alila.h)

1.3. Zone aride

1.3.1. El Oued

Le relief d'El Oued, très simple dans sa disposition générale, est caractérisé par les massifs dunaires où prédominent les formes douces. Celles-ci, dont certaines atteignent par endroit 100 m de hauteur, forment des collines de sable en forme de cratères où subsistent, selon la direction des vents dominants, des couloirs propices à la circulation. La couverture végétale du Souf est l'œuvre artificielle de ses habitants. Les palmeraies sont enfouies dans d'énormes entonnoirs, faits de mains d'homme, au fond desquels s'épanouissent les palmiers-dattiers dont les racines s'alimentent directement à la nappe phréatique; l'irrigation est inutile.

Climat : L'aridité et la chaleur sont ses caractères essentiels. Les vents, par l'évaporation qu'ils provoquent, ajoutent à son aridité. Leurs régularités sont souvent contrariées.

L'agitation de l'air est souvent provoquée, localement, par les contrastes de températures, qu'aucune humidité n'atténue. Les mois d'été sont très chauds, et les températures atteignent 49° à l'ombre et plus de 50° les jours de sirocco. La couche superficielle du sable frôle les 60°, mais la température diminue notablement avec la profondeur, ce qui permet à quelques animaux fouisseurs de survivre (reptiles, rongeurs...). Les variations diurnes sont considérables et, en peu d'instant, la température chute à la nuit tombante d'une vingtaine de degrés. En revanche, l'hiver est relativement froid tandis que le gel n'est pas rare ; et parfois la température peut descendre au-dessous de 0°, notamment la nuit. La température moyenne annuelle, avoisinant les 25°, reste parmi les plus élevées de la région.

Les Précipitations : sont caractérisées par leur rareté et leur extrême variabilité, de 50 à 100 mm, avec une moyenne annuelle de 80 mm (maxima:160 mm ; minima:20 mm). Il peut arriver qu'elles soient violentes et ravageuses et tombent parfois en une seule averse torrentielle. Les vents les plus violents soufflent jusqu'à 80 km/h et sont fréquents surtout durant la période de mars à juin. Quand le vent de sable (simoun) se déchaîne, en quelques minutes le paysage devient méconnaissable.

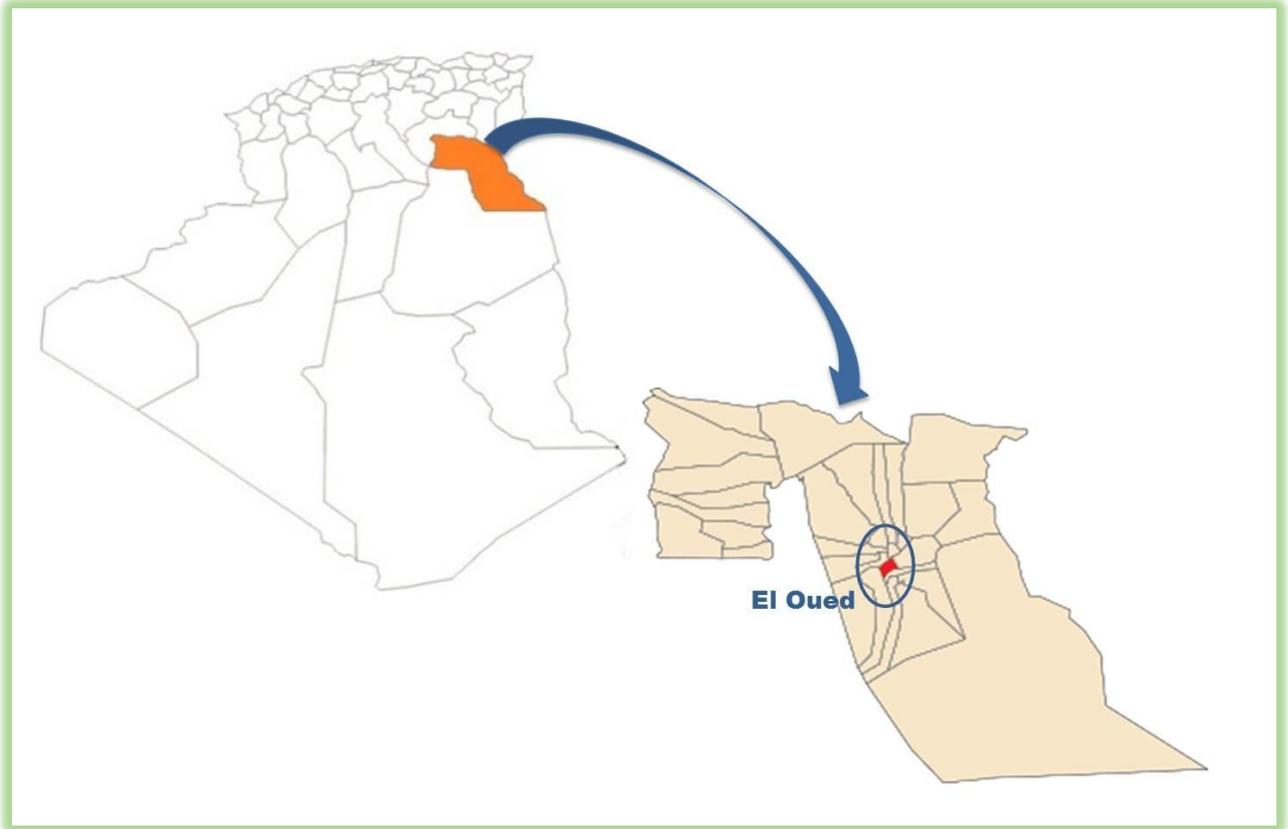


Figure 21 : Position géographique de la wilaya d'El Oued



Figure 22 : Le Ghout de la wilaya d'EL Oued (cliché, Soualah-Alila.h)

Pour les besoin d'étude nous avons choisis La ville d'EL-Oued ou se retrouve les oasis. Les oasis : offrent à la vie sédentaire des points d'eau, des palmeraies et des jardins. A la lisière des palmeraies se dressent des villages construits avec les matériaux du bord extraits sur place (plâtre et pierres). Les procédés d'irrigation n'en sont pas moins originaux, les Ghout sont

creusés en forme d'entonnoirs au fond desquels les palmiers s'alimentent directement à la nappe phréatique, tandis que les jardins potagers, séparés des palmeraies et plantés à même le sol, sont irrigués par des puits à balancier. Les palmiers produisent des dattes d'excellente qualité grâce à la fumure obtenue par l'engrais animal acheté aux nomades et composé de crottes de chameaux.

1.3.2. Ouargla

La Wilaya de Ouargla est située au Sud-Est du pays couvrant une superficie de 163230 Km². Elle demeure une des collectivités administratives les plus étendues du pays. La Wilaya de Ouargla est située dans l'immense bassin saharien, caractérisé par la prédominance de dépôts plio-quaternaires, des affleurements éocènes et crétacés se rencontrent néanmoins à l'Est. Elle se trouve dans une région très peu accidentée, tectoniquement stable. La wilaya de Ouargla est caractérisée par un climat saharien, avec une pluviométrie très réduite, des températures élevées, une forte évaporation et par une faiblesse de la vie biologique de l'écosystème.

Les températures moyennes mensuelles enregistrées au mois le plus chaud (juillet) sont de 48° C à Touggourt et de 50° C à Hassi Messaoud. Alors que celles du mois le plus froid (janvier) sont de 10,8°C à Touggourt et de 9,7° C à Ouargla.

Les précipitations sont rares et irrégulières et varient entre 1 mm et 180 mm par année exceptionnelle. Les précipitations moyennes annuelles sont de 77 mm/an à Touggourt et de 48.8 mm/an à Ouargla. Le Sirocco (vent chaud et sec) peut être observé à toute époque de l'année. L'humidité relative enregistre des taux tournant de 23 à 77 %. Alors que l'évaporation est très importante (513mm à Ouargla et 420 mm à Hassi Messaoud).

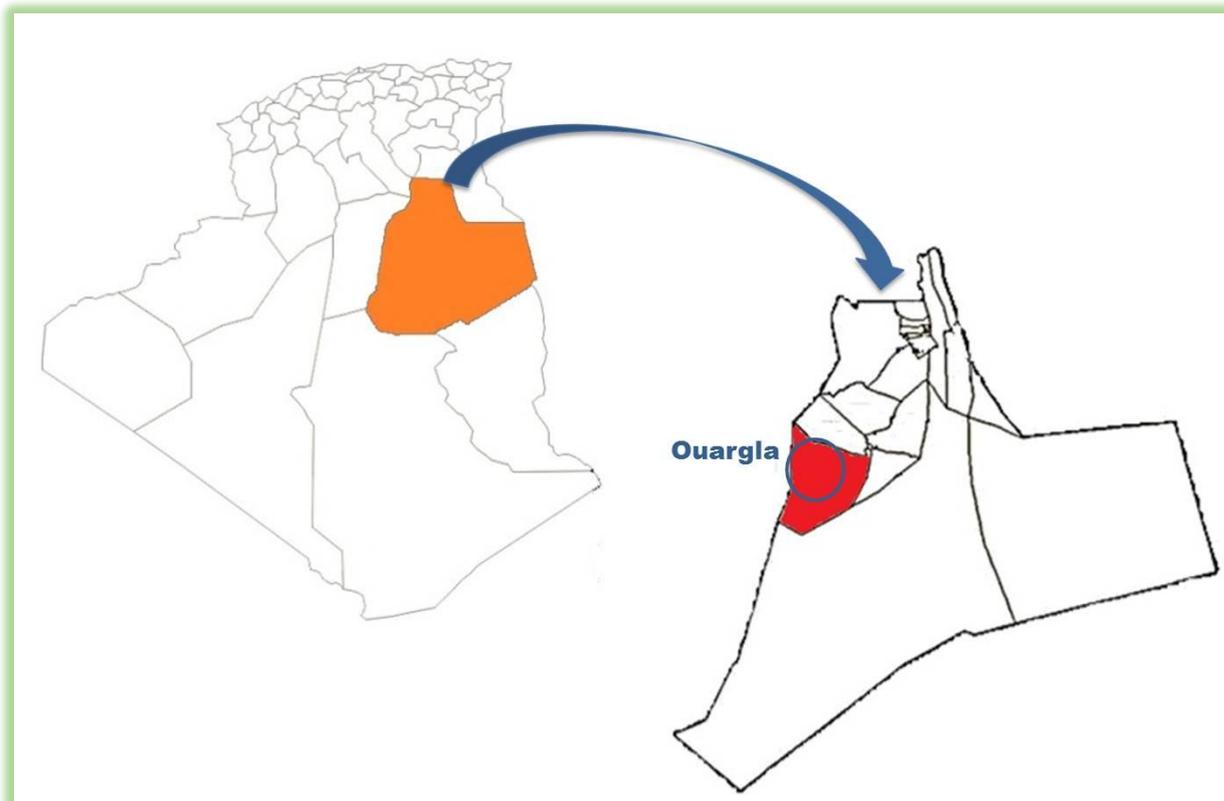


Figure 23 : Position géographique de la wilaya de Ouargla



Figure 24: Le Ghout de la wilaya de Ouargla (cliché, Soualah-Alila.h)

III. MODÈLES BIOLOGIQUES

3.1. HÔTES

Les lézards sont des reptiles de forme allongée possédant en général quatre membres bien développés. Avec plus de trois mille espèces, les lézards constituent le plus grand groupe vivant de reptiles. Leur corps est entièrement couvert d'écailles qui peuvent être, selon les familles, lisses, tuberculeuses ou épineuses. Leur couleur est adaptée au milieu dans lequel ils vivent. Les lézards des steppes ou des déserts sont en général bruns, alors que les lézards des forêts sont souvent verts. Certains, comme les caméléons, peuvent modifier leur couleur en fonction de stimuli externes. Les lézards mesurent en moyenne de 15 à 80 cm.

3.1.1. Classification

Les lézards sont des animaux vertébrés appartenant à la classe des Reptiles (du latin *reptilis* «rampant»). Ils constituent le sous-ordre des Sauriens (du grec *sauros* « lézard») dans l'ordre des Squamates (du latin *squamata* « écailles »)

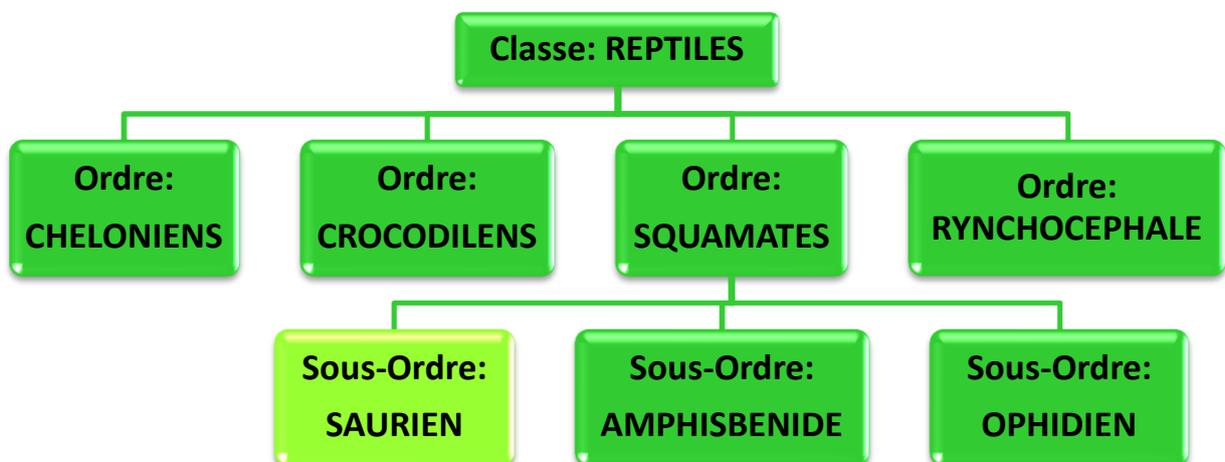


Figure 25: Position de l'ordre des sauriens au sein de la classe des reptiles

Les lézards diffèrent des serpents et amphisbaenidés de par la présence de quatre pattes et de paupières amovibles. Il est vrai que certaines espèces de lézards ont perdu leurs pattes du fait de leur mode vie, mais ils ont conservé les ceintures pelvienne et thoracique auxquelles les pattes étaient rattachées. Au contraire, les serpents ne possèdent que la ceinture pelvienne. Les amphisbaenidés, en plus d'avoir perdu leurs pattes, si l'on excepte le genre *Bipes*, diffèrent anatomiquement des lézards sur d'autres critères comme l'arrangement annulaire de leurs écailles.

Les espèces actuelles de lézards sont regroupées en différentes branches très proches les unes des autres. Il est généralement convenu qu'il existe cinq lignées ancestrales de lézards.

On reconnaît 19 familles de lézards (Zug *et al.*, 2001).

Le groupe *Iguania* comprend trois familles. Les familles des *Agamidae* et *Chamaeleonidae* (lézards de l'Ancien Monde) possèdent une dentition acrodontes (dents placées sur le rebord des mâchoires), tandis que la famille des *Iguanidae* (lézards de Nouveau Monde) exhibe une dentition pleurodonte (dents placées sur la surface interne des os de la mâchoire).

L'infra-ordre des *Gekkota* inclut aussi trois familles. Il s'agit principalement de lézards nocturnes. Les *Pygopodidae* et les *Dibamidae* ressemblent aux serpents. Ils ne possèdent pas de membres antérieurs et leurs membres postérieurs sont réduits à de simples morceaux de peau contenant quelques phalanges. Ils ne diffèrent que de par l'absence de vision des *Dibamidae*.

L'infra-ordre des *Scincomorpha* est celui composé du plus grand nombre de familles : sept. Dans cet infra-ordre apparaît une tendance à l'atrophie des membres et à l'aspect serpentiforme comme les individus appartenant à la famille des Cordylidés.

L'infra-ordre des *Diploglossa* comprend trois familles.

L'infra-ordre des *Plantynota* est divisé lui aussi en trois familles, dont tous les individus du groupe des Varans. La famille des Héliodermatidés se réduit à deux espèces de lézards, les deux seuls vénéneux : le monstre de Gila (*Heloderma suspectum*) et le lézard perlé (*Heloderma horridum*). La famille des Lanthanotidés est atypique puisqu'elle ne comprend qu'une seule espèce : le lézard de Bornéo (*Lanthanotus borneensis*). La dernière famille est celle qui comprend tous les varans : la famille des Varanidés.

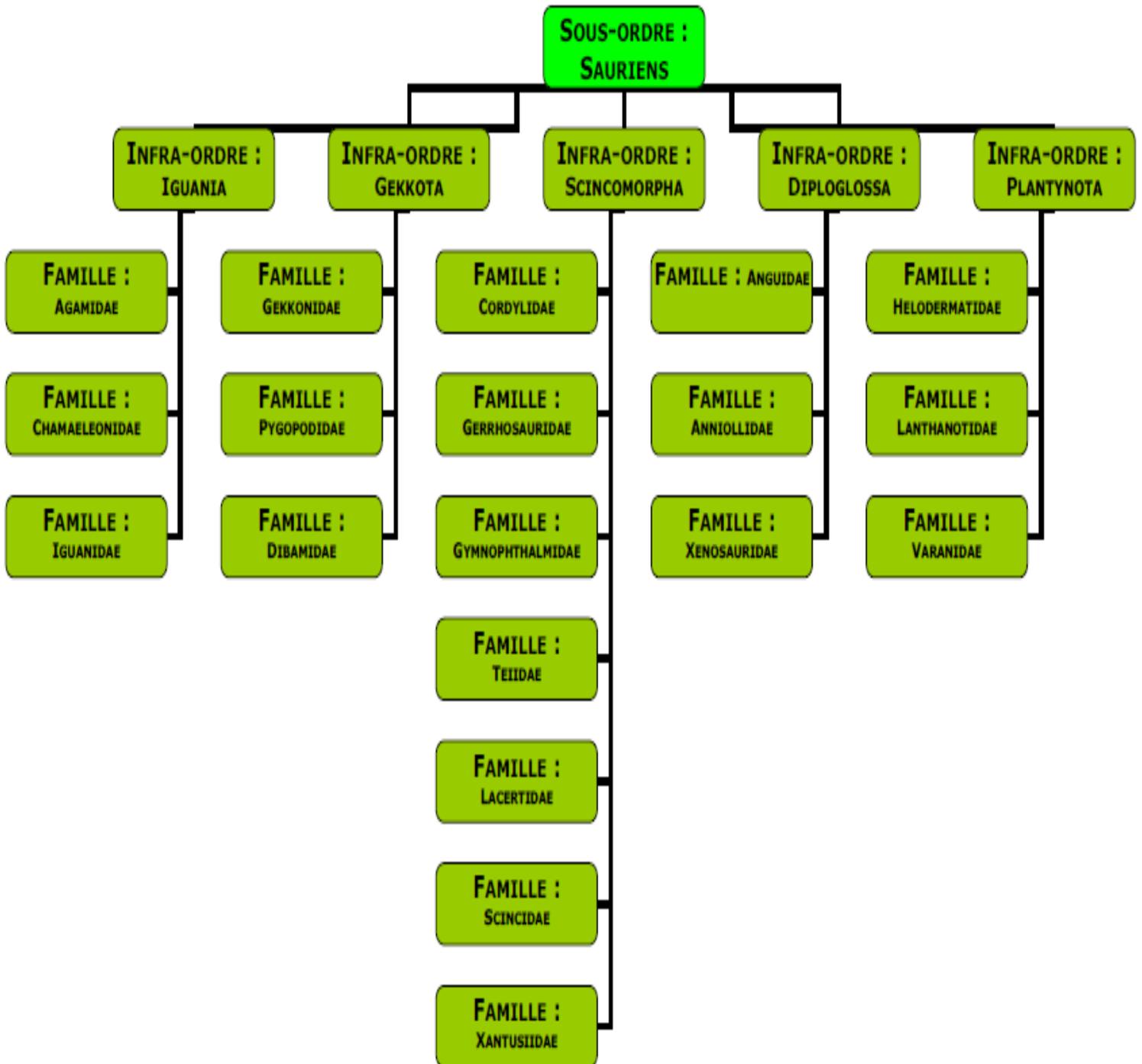


Figure 26: Classification des sauriens

3.1.2. Répartition géographique

Les lézards ont colonisé presque tous les continents à l'exception des régions polaires. Les recherches sur les fossiles ont permis de mieux déterminer la distribution des reptiles de la période de Carbonifère jusqu'à nos jours. Celle-ci est principalement due à la dérive et la formation des continents pendant le Jurassique, jusqu'à la fin du Crétacé, à la compétition avec d'autres groupes d'animaux et aux facteurs climatiques. Plus récemment, l'homme a eu un effet considérable sur leur répartition.

Les familles de lézards peuvent être classées dans trois catégories en fonction de l'espace qu'elles occupent (Mattison, 1989) :

1. Les familles cosmopolites comme les geckos, les scinques, et, dans une moindre mesure, les anguidés.
2. Les familles, dont la distribution est assez importante dans une large région du monde, comme les lacertidés, les agamidés, les iguanidés, les caméléons, les téiidés, les cordylidés et les varanidés.
3. Les familles qui occupent un territoire restreint, ou, dont les individus sont isolés un peu partout à travers le monde, comme les xantusiidés, les dibamidés, les xénosaures, les hélodermes et les lanthanotidés.

Selon Chris Mattison, les familles de lézards très répandues doivent leur succès à l'une de ces deux raisons :

- elles peuvent appartenir à de très anciennes familles qui existaient alors que les continents étaient coalescents (la Pangée), il y a 250 millions d'années. Ainsi, ils ont pu se répandre sur l'ensemble du globe.
- elles peuvent contenir des espèces qui ont traversé mers et océans juchées sur des végétaux et autres débris qui se détachent parfois de la terre et dérivent sur la mer.

La distribution actuelle des scinques et des geckos cadre avec ces deux hypothèses.

En effet, ces deux groupes sont très anciens (les fossiles de la famille des Gekkonidae datent de l'Éocène), mais ils sont aussi largement distribués sur de petites îles volcaniques et atolls qui n'ont jamais appartenu au continent unique, et, qui n'ont pu être colonisés qu'en dérivant sur les mers. L'absence de pattes chez les anguidés laisse supposer qu'il est peu probable

qu'ils aient pu coloniser les continents en dérivant sur les mers. Aussi, la première explication permet de comprendre la distribution de ces espèces dans le monde. L'absence d'anguidés en Australie, premier continent « autonome » à s'être formé, semble confirmer cette hypothèse.

Les familles, qui occupent un territoire plus limité, sont tout aussi prospères. Elles semblent être apparues après la formation des différents continents sur lesquels, elles ont évolué. C'est pourquoi les iguanes ne vivent presque qu'exclusivement aux Amériques alors que les très semblables (morphologiquement et écologiquement) agamidés ne se trouvent qu'au niveau de l'Ancien Monde élargi à l'Australie. De même, les familles des *Teiidae* et *Lacertidae* n'occupent, aussi, qu'un territoire restreint correspondant respectivement au Nouveau et à l'Ancien Monde *sensu stricto*. Les varans semblent être apparus en Asie du Sud-Est, centre à partir duquel ils se sont dispersés pour coloniser l'Afrique à l'Ouest et l'Australie à l'Est. Deux familles ont sûrement éclos en Afrique : les Cordylidés, confinés dans la moitié sud de ce continent, et les Caméléonidés, à Madagascar, où on retrouve le plus grand nombre de ces espèces qui ont ensuite étendu leur territoire beaucoup plus loin (Inde, Europe du Sud...).

Enfin, les familles restreintes comprennent des lézards parfaitement adaptés à leur niche écologique et qui, pour des raisons inconnues, n'ont jamais colonisé d'autres territoires ou se sont éteintes ailleurs. Les Xantusiidés sont confinés dans une petite zone d'Amérique du Nord et Centrale, les Dibamidés et les Lanthanotidés ne sont retrouvés qu'en Asie du Sud-Est, en particulier dans de petites îles, et, les hélodermes vivent uniquement dans les zones désertiques ou semi-désertiques d'Amérique du Nord et Centrale. Pour finir, on ne trouve des xénozaures que dans des aires limitées d'Amérique Centrale et du Sud de la Chine. Cette étrange distribution laisse penser que cette famille occupait un bien plus grand territoire, mais qu'elle a subi une importante extinction.

3.1.3. Biologie

3.1.3.1. Morphologie des lézards

Il existe une grande diversité de lézards que ce soit du point de vue de la forme, de la taille ou encore de la couleur. Cela va de la minuscule créature au massif varan. Ils peuvent posséder quatre, deux voire aucune patte et arborent souvent des crêtes, cornes ou collerettes. Ce sont les individus les mieux adaptés à leur environnement, de par les mutations subies, qui ont été sélectionnés (Cécile Savey, 2009).

3.1.3.2. La taille

La taille des lézards varie fortement au sein des familles et espèces. La plupart mesurent entre quinze et soixante centimètres de long. Les plus petits sont principalement les geckos et particulièrement les membres sud-américains de cette famille. Le plus petit, *Sphaerodactylus ariasae* retrouvé en République Dominicaine, mesure environ seize millimètres de long. D'autres familles (les scinques, les téiidés et les xantusiidés) comptent parmi elles de petites espèces. L'espèce la plus grande est le dragon de Komodo, *Varanus komodoensis*, avec ces trois mètres de long. Ce dernier est célèbre pour avoir tué et dévoré des humains bien qu'il s'agisse normalement d'un charognard (Cécile Savey, 2009).

3.1.3.3. La forme

Comme chez les primates, on trouve chez les lézards des individus petits et forts et d'autres longs et minces, avec toutes les variations possibles entre les deux. Les extrêmes sont certainement représentés d'une part par le lézard cornu, *Phrynosoma* spp. D'Amérique du Nord qui a la forme d'une soucoupe et d'autre part par le lézard apode australien, *Lialis burtoni* qui mesure plus de cinquante centimètres et n'est pas plus épais qu'un crayon. La silhouette générale du corps est associée au mode de vie ainsi qu'à la méthode de locomotion. Les espèces qui se déplacent rapidement à travers de végétations denses ou dans le sable et le sol pour chasser sont sveltes ; à l'inverse, celles qui capturent facilement leurs proies ou se nourrissent de plantes sont plus massives (Cécile Savey, 2009).

3.1.3.4. Les membres

Les lézards typiques possèdent quatre pattes bien développées avec les membres postérieurs généralement plus longs et plus puissants, principalement dans le cas des espèces arboricoles. Ces dernières ont aussi les articulations du bassin et des épaules très mobiles afin d'augmenter leur souplesse. Ce développement des pattes postérieures est parfois extrême avec des membres excessivement musclés. Lors d'un déplacement rapide, on observe chez ces espèces le soulèvement du haut du corps, les pattes antérieures ne touchant plus le sol. Ce type de locomotion est appelé « bipède » et est particulièrement connu chez les iguanes, agames et varans. Le basilic, un iguanidé, a développé cette technique afin de pouvoir se déplacer à la surface de l'eau ce qui lui vaut le surnom de lézard « Jésus Christ ».

La stratégie inverse, consistant en une réduction de la taille des membres parfois jusqu'à leur disparition est aussi observée. Cette transformation s'accompagne invariablement d'un allongement du corps. Cette modification morphologique est observée chez des espèces appartenant aux familles suivantes : Pygopodidae, Teiidae, Scincidae, Cordylidae, Dibamidae, Anguidae et Annielidae. (Mattison, 1989)

3.1.3.5. La queue

Il s'agit d'un organe à part entière avec une utilité précise chez la majorité des espèces de lézards. (Mattison, 1989)

Rôle dans la locomotion : Chez les espèces à locomotion bipède, elle sert de contrepoids ou de balancier pour conserver l'équilibre. Elle est alors plutôt longue. Chez les lézards arboricoles, elle joue parfois le rôle d'un véritable « cinquième membre » permettant à l'animal de s'agripper pour grimper. Il la déploie pour saisir les éléments qui l'entourent.

Rôle de réserve nutritive : Certaines espèces de lézards se servent de leur queue comme un organe de réserve de graisse pour hiberner ou survivre durant les périodes de sécheresse ou de disette.

Rôle de protection et de défense : L'autotomie de la queue est une stratégie de protection bien connue des lézards. Mais toutes les espèces n'ont pas la capacité de perdre ou de régénérer leur queue : chez les iguanes, elle repousse de façon irrégulière, alors que chez le dragon barbu (*Pogona vitticeps*), elle ne repousse pas. Celle-ci est souvent de couleur intense pour attirer l'attention des prédateurs lorsque le lézard peut la perdre. D'autres lézards possèdent à ce niveau des glandes qui secrètent un mucus malodorant.

3.1.3.6. Les doigts

Chez certaines espèces arboricoles comme les caméléons, les doigts sont en partie soudés entre eux, constituant une véritable pince, ce qui facilite l'agrippement aux branches. Deux doigts externes et trois internes sont soudés sur les pattes avant et trois externes et deux internes sur les pattes arrière. Tous les doigts sont munis d'une griffe incurvée.

Les geckos sont bien connus pour leur capacité à courir sur des surfaces verticales parfaitement lisses voire sur les plafonds. Chaque doigt est évasé à son extrémité et les coussinets plantaires sont recouverts de soies microscopiques. Bien que la pointe des soies ait

une forme de ventouse, elle n'agit pas exactement comme telle, car cela empêcherait le gecko de se mouvoir. On suppose que la surface présente de petites irrégularités agissant comme un « velcro ». Pour se « détacher », il suffit à l'animal d'incurver l'extrémité de ses doigts ce qui désengage les soies. Les doigts des espèces vivant dans les dunes de sable (*Acanthodactylus* spp.) ont une rangée d'écailles allongées (Cécile Savey, 2009).

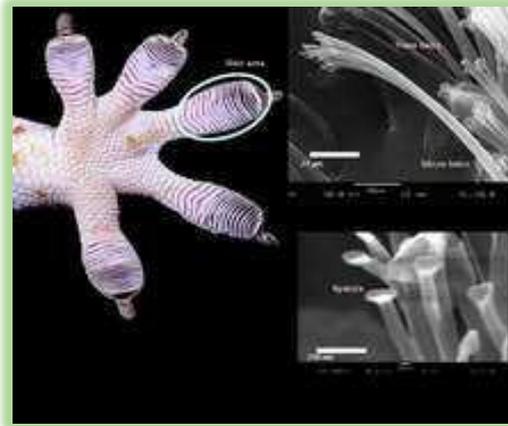


Figure 27: doigts des Geckos (Cliché provenant du site (imagina science)

3.1.3.7. Le système cardio-vasculaire

3.1.3.7.1. Le cœur et les vaisseaux sanguins

Le cœur des lézards est essentiellement une structure comprenant trois chambres : deux atria (droit et gauche) qui surmontent un unique ventricule partiellement divisé par un septum interventriculaire (Kashyap, 1960). La majorité du sang non oxygéné est envoyée dans le tronc pulmonaire et celui oxygéné se retrouve dans le tronc systémique. Les sangs veineux et artériels se mélangent a minima du fait de la présence de crêtes musculaires et du minutage des contractions du ventricule qui tendent à le diviser en trois sous-chambres appelées cavité artérielle, cavité veineuse et cavité pulmonaire (KIK *et al.*, 2005). Les arcs aortiques droit et gauche fusionnent caudalement au cœur pour former l'aorte dorsale (Voir Annexe).

3.1.3.7.2. Le sang

Le volume sanguin représente environ cinq pour cent du poids corporel des lézards. Ces derniers tolèrent une perte allant jusqu'à dix pour cent du volume sanguin total soit 0,5 % de

leur poids vif en pratique. Contrairement aux mammifères, toutes les cellules sanguines des reptiles sont nucléées, y compris les érythrocytes et les thrombocytes.

Les érythrocytes matures des reptiles sont des cellules ellipsoïdes avec un noyau ovale central. Des globules rouges immatures sont souvent rencontrés dans le sang périphérique de ces animaux et plus particulièrement chez les jeunes individus ou ceux souffrant d'anémie. Ces cellules ont la capacité de se diviser. Les thrombocytes peuvent se transformer en hématies (Campbell, 1996). Les granulocytes sont classifiés en hétérophiles, éosinophiles et basophiles. Les hétérophiles sont les homologues des neutrophiles des mammifères. Ils ont un rôle de phagocytose et participent à la réponse immunitaire innée associée aux infections microbiennes et parasitaires, et, aux inflammations non spécifiques. Leur taux dans le sang est variable, mais peut atteindre jusqu'à quarante pour cent des leucocytes. En général, on ne trouve que peu d'éosinophiles chez les lézards avec au maximum vingt pour cent du total des leucocytes. Ce nombre semble varier en fonction des saisons : plus faible en été, il culmine durant l'hibernation. Enfin, les basophiles peuvent représenter jusqu'à quarante pour cent de la formule sanguine (Campbell, 1996).

Les lymphocytes sont les principaux leucocytes du sang périphérique et du tissu hématopoïétique de la majorité des reptiles. Comme pour les éosinophiles, on observe des variations du taux dans la formule sanguine avec les saisons. Elles évoluent dans le sens inverse de celui des éosinophiles. Ce taux est également influencé par le sexe (plus élevé chez les femelles de certaines espèces), le statut nutritionnel (diminution lors de malnutrition) et certaines affections pathologiques (l'inflammation, la guérison de plaies, des infections parasitaires ou virales sont généralement accompagnées d'une lymphocytose) (Campbell, 1996). Les monocytes ne se trouvent généralement qu'en faible nombre. Il ne représente pas plus de dix pour cent du nombre de leucocytes. Mais du fait de leur participation active aux réactions inflammatoires et aux interactions antigène-spécifique, leur nombre augmente lors de maladies infectieuses (Campbell, 1996).

3.1.3.8. Le système respiratoire

Les lézards peuvent respirer à la fois par le nez et par la bouche. Les narines internes sont situées sur la partie antérieure du palais. Il s'agit d'un site où s'accumulent fréquemment les sécrétions. C'est pourquoi on y réalise des écouvillons lors d'infections respiratoires. Les

poumons sont toujours localisés dorsalement au foie contre la paroi dorsale de la cavité coelomique. Les lézards ne disposent pas de diaphragme et les mouvements respiratoires s'effectuent par la contraction des muscles intercostaux et des membres (Cécile Savey, 2009).

3.1.3.9. Le système digestif

a. La cavité buccale

L'intérieur de cette cavité est toujours coloré. Le plus souvent, elle est rose pâle, mais il arrive aussi qu'elle soit violette. La dentition des lézards est le plus souvent pleurodonte : les dents sont insérées sur les bords inférieurs de l'os maxillaire. Les dents pleurodentes sont régulièrement perdues et remplacées, contrairement aux acrodontes qui ne sont remplacées que de façon exceptionnelle chez les jeunes spécimens (Barten, 1996).

La langue des lézards varie selon l'espèce. Le plus souvent mobile et pouvant faire protrusion, elle ne présente que peu de papilles gustatives à sa surface. La plupart des papilles se situent au niveau du pharynx. La protrusion de la langue permet principalement de déposer des particules récoltées à l'extérieur sur l'organe de Jacobson pour l'olfaction (Mattison, 1989).

b. Le tube digestif

Celui-ci n'est que peu spécialisé. L'estomac est simple et le plus souvent tubulaire. Il sécrète des enzymes et de l'acide chlorhydrique. Bien qu'il soit peu musculéux, les lézards ne doivent pas avaler du gravier (grit) pour faciliter la digestion (Barten, 1996). Les intestins sont relativement courts et un caecum est présent chez plusieurs espèces (Porter, 1972).

3.1.3.10. Le système musculo-squelettique

Ce système présente quelques particularités. La capacité d'autotomie de la queue a déjà été mentionnée. Des côtes partent de chaque vertèbre sauf au niveau de la queue. Elles sont le plus souvent cartilagineuses ce qui permet de limiter la douleur lors de chutes. La colonne vertébrale est dotée d'une extrême souplesse (Cécile Savey, 2009).

3.1.3.11. Le système nerveux

Le cerveau des reptiles est plus évolué que celui des amphibiens ou des poissons. Il se compose d'un encéphale plus large que prolonge un cervelet très développé. La taille relative

du cerveau est cependant plus petite que chez les mammifères. Il n'excède pas un pour cent de la masse corporelle (Barten, 1996). Il s'agit du premier groupe de vertébrés à posséder douze nerfs crâniens une paire de nerfs optiques particulièrement développés. Contrairement aux mammifères, la moelle épinière s'étend sur toute la longueur de la colonne vertébrale. Elle contient les centres de contrôle de la locomotion et conserve une autonomie considérable par rapport à l'encéphale (Schaeffer, 1996).

3.1.3.12. Les organes sensoriels

a. L'appareil auditif

Les lézards ne possèdent pas de pavillons auriculaires externes. La membrane tympanique se présente généralement sous la forme d'une faible dépression sur le côté de la tête, derrière les yeux bien qu'il arrive qu'elle soit recouverte par des écailles. La couche externe de la fine peau transparente qui la recouvre mue. Ce sont les tissus mous et les os du crâne qui jouent le rôle du tympan en transmettant les vibrations sonores (Mattison, 1989).

b. L'appareil visuel

La vision est le plus important des sens chez la majorité des lézards. Elle intervient dans la localisation des proies ou autres formes de nourriture, des prédateurs et joue un rôle essentiel dans la communication entre les membres d'une population. Les objets stationnaires sont moins facilement détectés que ceux en mouvement. Les lézards, contrairement aux serpents, possèdent pour la majorité des paupières. La plupart des geckos ne possèdent pas de paupières mobiles. À la place, leurs yeux sont couverts par une écaille transparente appelée « spectacle » qui trouve son origine dans la fusion des paupières supérieure et inférieure comme chez les serpents. En d'autres termes, les yeux sont clos en tout temps et le lézard voit à travers une fenêtre constituée par les paupières modifiées. Celle-ci est maintenue propre par un nettoyage constant des poussières avec la langue et par le fait qu'elle mue en même temps que la peau (Mattison, 1989).

c. Le nez et l'organe de Jacobson

L'odorat est un sens important pour les lézards à la fois pour détecter le danger et pour tester la nourriture. De plus, ces reptiles marquent leur territoire et utilisent ce sens pour en reconnaître les limites. En plus de l'appareil olfactif « classique », ils recueillent des informations olfactives via l'organe de Jacobson situé au niveau du palais et composé de deux

cavités. Les particules odorantes sont transférées par la langue sur ces cellules sensorielles particulières connectées directement au cerveau et recouvertes d'une fine couche de mucus (Mattison, 1989).

3.1.3.13. La peau

Les lézards ont une peau relativement épaisse, constituée par les deux couches rencontrées chez tous les vertébrés : l'épiderme superficiel et le derme profond. La couche basale de l'épiderme produit les écailles, constituées de kératine, qui recouvre l'ensemble du corps des reptiles. À la différence des serpents, chez les lézards, les écailles des faces dorsales et ventrales sont identiques. La couche, la plus superficielle, est constituée de cellules mortes, très kératinisées. Celle-ci ne croît plus et est renouvelée lors de la mue qui se produit à une fréquence régulière. L'animal se débarrasse de son ancienne peau devenue rigide et sèche, l'exsuvie. Une mue normale indique que l'animal est en bon état de santé tandis que la persistance de lambeaux de peau ancienne ou une mue de durée anormalement longue sont le signe de maladies ou de malnutrition. La fréquence de ce phénomène varie avec l'espèce, la température, l'humidité, la nutrition et l'âge. De jeunes lézards en croissance rapide muent toutes les deux semaines (Harkewicz, 2002).

La forme, la taille et l'arrangement des écailles présentent des variations notables allant de grandes « tuiles » imbriquées à de petites granules. Chez la majorité des lézards, elles diffèrent selon leur emplacement sur le corps et selon l'espèce. Mais, le plus souvent, celles situées sur la tête sont grandes et agencées de façon symétrique tandis que celles implantées sur le reste du corps sont plus petites.

Mais, on trouve l'opposé extrême chez certains geckos dont la peau est très fragile, seulement recouverte de quelques petites écailles granulaires créant une impression de velours au toucher (Cécile Savey, 2009).

3.1.3.14. Le Comportement

La majorité des espèces est diurne! Seul les geckos et les hélodermes ne sont actifs que la nuit. Le régime alimentaire des lézards est très variable selon les espèces : il peut être herbivore, omnivore, insectivore, ou encore carnivore. Les plus petites espèces, comme les geckos, mangent préférentiellement des insectes, tandis que les plus grosses sont plutôt carnivores. C'est le cas, par exemple, des varans. Il n'existe que deux espèces de lézard

venimeux, les hélodermes américains, qui ne possèdent toutefois pas de dents spécialisées dans l'inoculation du venin. Celui-ci n'est utilisé qu'en cas de défense. D'autres espèces utilisent différentes techniques. Certaines espèces peuvent volontairement se couper la queue (c'est l'autotomie) : celle-ci continue alors à s'agiter quelques instants, ce qui détourne l'attention du prédateur, laissant au lézard le temps de s'enfuir. Les lézards qui ne possèdent pas de défense particulière sont très rapides et agiles, et disparaissent rapidement sous la végétation ou les rochers (Cécile Savey, 2009).

3.1.3.15. Reproduction

Il existe souvent un dimorphisme sexuel, c'est-à-dire que les mâles et les femelles ont un aspect différent. Ainsi, les mâles peuvent arborer des couleurs vives et être pourvus de cornes. La fécondation est interne, et la majorité des lézards est ovipare, c'est-à-dire qu'ils pondent des œufs. Cependant, certains ovovipares (les œufs éclosent à l'intérieur du corps de la femelle) ou encore vivipares (les jeunes naissent développés). En général, les femelles qui pondent des œufs les abandonnent: elles les enterrent ou les déposent sous une pierre. Comme la plupart des reptiles, les lézards ne manifestent pas de comportement parental prononcé. Les jeunes naissent identiques à leurs parents, mais plus petits (Cécile Savey, 2009).

3.1.3.16. Biotopes et diversités

Les lézards sont les reptiles les plus répandus dans le monde. Ils sont aussi les plus diversifiés, car ils occupent des habitats très variés depuis les zones désertiques (*Pogona vitticeps*, Australie) jusqu'aux forêts tropicales humides (*Rhacodactylus ciliatus*, Nouvelle-Calédonie) en passant par tous les types de biotopes intermédiaires que l'on peut rencontrer. Les lézards ont ainsi développé des adaptations uniques, en réponse à l'environnement dans lequel ils vivent, et montrent une plus grande diversité dans les habitats tropicaux. Leur anatomie et leur physiologie diffèrent de celles des autres ordres de Reptiles, mais varient aussi largement entre les familles et les espèces d'une même famille. Cela se vérifie notamment par l'éventail des tailles rencontrées sur le terrain : du plus petit : *Sphaerodactylus ariasae*, République Dominicaine, d'environ seize millimètres, au plus grand : *Varanus komodoensis*, Île de la Sonde, jusqu'à plus de trois mètres de long. Finalement, les lézards pourraient être divisés en deux groupes « écologiques » : les « Généralistes » et les « spécialistes » (Mattison, 1989).

Ces derniers représentent les espèces qui se sont adaptées à un habitat et à un mode de vie très particuliers jusqu'à modifier leur conformation et leur comportement. *Xantusia henshawi* est un petit lézard d'Amérique centrale qui vit uniquement dans des crevasses rocheuses étroites. Son corps est très aplati. Son activité est nocturne, car il vit sous des climats extrêmement chauds. Un lézard d'Afrique de Sud : *Platysaurus broadleyi* a subi le même type d'évolution dans un environnement similaire, bien qu'il soit actif durant le jour. Aucun de ces lézards n'a été retrouvé dans un autre écosystème, probablement en raison de cette adaptation très spécifique. Cela leur vaut une très faible compétition avec d'autres espèces. D'un autre côté, beaucoup d'espèces de lézards ne sont pas restreintes à un seul type d'environnement et peuvent donc être trouvées un peu partout. Ce sont les lézards de type « généralistes » qui incluent, par exemple, les Lacertidés européens du genre *Podarcis* et les Téliidés nord-américains du genre *Cnemidophorus*. Ce sont des lézards « typiques », c'est-à-dire cylindriques, avec quatre pattes et une longue queue. Ils peuvent tout autant vivre dans des plaines que grimper sur les roches ou dans les arbres et même parfois nager. Ce sont des opportunistes. Peu de lézards occupent un habitat aquatique. En réalité, seule une espèce peut être considérée comme réellement aquatique : l'iguane marin des Galapagos (*Amblyrhynchus cristatus*). D'autres espèces vivent en partie dans un environnement aquatique comme le dragon d'eau (*Physignathus* spp.) du Sud de l'Asie et d'Australie, certains basilics (*Basiliscus* spp.), varans (*Varanus* spp.) ou encore scinques (famille des scincomorphes). Mais aucune ne présente de réelles adaptations à la vie en milieu aquatique, quoique certains varans aient aussi une queue aplatie et des narines situées sur le dessus de leur tête.

De même, les forêts des régions tempérées sont habituellement pauvres en lézards du fait d'un climat relativement froid rendant difficile le maintien de la température corporelle à un niveau acceptable. Au contraire, les forêts tropicales regorgent d'espèces arboricoles, terrestre... Les espèces arboricoles ont généralement subi des transformations leur permettant de mieux vivre dans les arbres dont l'exemple le plus flagrant est les pseudo-ailes des dragons volants (*Draco* spp.) ou des geckos volants (*Ptychozoon* spp.). De longs ongles ou encore une queue préhensile sont des adaptations couramment observées.

Les zones rocailleuses sont souvent très riches en lézards spécialement dans les zones désertiques et semi-désertiques. Ces régions procurent de nombreux refuges de qualités aussi bien pour lutter contre la chaleur et le froid que pour échapper aux prédateurs, ainsi qu'une

source de nourritures variées (insectes et autres). Les adaptations particulières à cet environnement ont été pour la plupart déjà mentionnées : corps aplati, couleur « roche », longues griffes et coussinets aux orteils leur permettant de grimper plus facilement. Les espèces utilisant les crevasses des rochers pour se cacher peuvent aussi posséder une armure dissuasive telle que des épines solides sur le corps.

Un grand nombre de lézards vivent dans le sol où ils creusent par exemple des tunnels. Ces espèces sont souvent reconnaissables par leur corps allongé et cylindrique, leurs fines écailles et leur museau pointu.

Les hautes montagnes disposent de peu d'habitats convenant aux lézards. En effet, il y fait froid, spécialement la nuit. Seul un petit nombre d'espèces vit à haute altitude : dans les Andes se trouvent des membres des genres *Liolaemus* et *Centrura* jusqu'à plus de trois mille mètres. Du fait du climat, la majorité de ces espèces est vivipare et de couleur foncée.

3.2. LES ESPÈCES CIBLES

Neuf espèces ont fait l'objet de notre travail

3.2.1. *Acanthodactylus erythrurus belli*



Figure 28 : *Acanthodactylus erythrurus belli*

Le corps est relativement trapu. La tête est bien détachée, relativement petite, le sommet en est couvert de grandes écailles. Les plaques pariétales se rejoignent directement en arrière, seule l'interpariétale les séparent partiellement. L'écaille occipitale étant très réduite ou

souvent absente (Nouira ,1995). Seulement deux écailles supraoculaire au-dessous de chaque œil. Le ventre et le dos sont recouverts de petites écailles granuleuses. Les écailles dorsales sont petites et lisses à l'avant, grandes carénées à l'arrière. La queue verticillée, grosse près de sa base se rétrécit brusquement pour devenir très mince, parfois deux fois longue que la distance du museau au cloaque. Les doigts et les orteils sont munis d'écailles écailleuses. Beaucoup de spécimens ont des franges d'écailles épineuses qui forment des raquettes très utiles pour courir sur le sable pulvérulent c'est d'ailleurs de cette caractéristique que dérive le nom « Acanthodactyle ».

La coloration, la face ventrale est blanc grisâtre. La coloration dorsale est grisâtre, brun ou brun-jaunes avec six à dix fines lignes longitudinales blanchâtres, jaunes ou brun clair, séparés par de nombreux points, et sur les flancs par des points ou des ocelles blancs (souvent bleus chez le male) bordés de noir. Les dessins sont très variables chez les adultes.

Les jeunes sont très caractéristiques la tête relativement plus grosse et plus ronde, les yeux plus grands et la queue plus courte que les adultes. Les points manquent, le dos est sombre, presque noir avec des lignes blanches ou jaunâtres, la queue et les cuisses sont rouge vif.

L'Acanthodactyle se déplace d'un buisson ou d'une touffe de végétation à une autre avec une agilité et une rapidité stupéfiante. Adapte à courir, il ne se réfugie pas comme d'autres lézards sous des pierres mais s'embusque plutôt à la base des buissons et se retire dans la végétation épineuse ou dans de profondes galeries qu'il creuse dans le sol au pied des buissons quand il est sérieusement poursuivi. *A.erythrurus belli* est un lézard terrestre, faisant preuve d'une bonne tolérance aux températures élevées pouvant courir sur le sable fin avec une température de surface de plus de 40°C. On le trouve particulièrement dans les zones sablonneuses dégagées à végétation buissonnante clairsemée, et occasionnellement en des endroits tout à fait dénudés, comme les plages, les pelouses, et les plaines rocheuses. Il fréquente donc des biotopes chauds et ensoleillés. Au niveau de la zone d'étude, les densités maximales ont été enregistrées au niveau des milieux dunaires, 4,33 ind./km, l'espèce est totalement absente des formations altitudinales (Rouag,1999)

3.2.2. *Psammodromus algirus algirus*



Figure 29 : *Psammodromus algirus algirus* (cliché, Soualah-Alila.h)

L'espèce est caractéristique du bassin méditerranéen occidental, puisqu'on la trouve en Afrique du Cap Bon au nord de la Tunisie jusqu'à la vallée d'Oued Sousse au Maroc. En Europe elle est présente du détroit de Gibraltar à la vallée du Rhône.

Dans le parc national d'El Kala *Psammodromus algirus algirus* est Lacertidae le plus commun de la région, il se rencontre depuis le niveau de la mer jusqu'à plus de 1000m d'altitude (El Ghorra). Il passe la plus grande partie de son temps autour des pieds des végétaux, sur les rochers ou perché sur les branches de la bruyère, le lentisque ou la filaire. Il évite les zones découvertes sans végétation. Une importante différence de taille existe entre les populations de plaine et de montagne; en effet, *Psammodromus algirus* des formations d'altitude sont les plus robustes. La longueur total est de 18 à 27 cm ou le 2/3 pour la queue. Il peut atteindre 31cm. La coloration de la face dorsale est brune, parfois brun foncé cuivrée ou olivâtre, plus sombre sur les côtes qui sont bordés de deux lignes jaune ou blanchâtres. En arrière de l'épaule, deux à trois taches bleues sont visibles, surtout chez le mâle. La face ventrale est blanche luisant, à reflets irisés, blanc verdâtre ou rougeâtres. Bien que les mâles soient un peu plus petits que les femelles, le dimorphisme sexuel est surtout visible à la période de la reproduction. Les mâles présentent alors 2 ou 3 taches bleues en arrière de l'épaule et une gorge rouge brique.

Actif le jour et très héliophile, il peut grimper sur les buissons ou sortir à découvert pour se chauffer au soleil. Très craintif et fousseur, il est remarquable par la vitesse à laquelle il s'enfonce dans le sable pour échapper à un poursuivant.

3.2.3. Podarcis hispanica vaucheri



Figure 30 : *Podarcis hispanica vaucheri* (cliché, Soualah-Alila.h)

Le complexe *P. h .v* est présent presque partout dans la Péninsule Ibérique, le sud de la France et du nord de l'Afrique (du Maroc à la Tunisie). À l'ouest des Pyrénées est à la limite du Pays basque français, tandis que la partie est atteinte, dans le sud de la France, les Cévennes et le Rhône. Au Maroc est présent dans les régions montagneuses, ainsi que dans les zones côtières du nord et les îles Chafarinas. Il est situé dans le nord de la Tunisie et l'Algérie. Sa répartition altitudinale Ibérien en va de niveau de la mer jusqu'à 3.481 mètres dans la Sierra Nevada. Couvrant un large éventail d'habitats naturels et humanisés. La situation est toutefois différente dans l'est et le sud de la péninsule, où ils risquent d'être la seule espèce du genre *Podarcis* présents. Ensuite, ont également pris la parole et formations arbustives, de l'absence d'affleurements rocheux. Dans le parc national d'El Kala cette espèce est localise principalement dans le massif d'El Ghorra où elle est inféodée aux milieux fermés caractérisés par une humidité élevée et végétation dense. Ces lézards grimpent souvent sur les arbres où ils chassent les petits invertébrés dans les cervasses des écorces notamment de chêne liège et de chêne zeen (Rouag, 1999).

3.2.4. Lacerta pater



Figure 31 : *Lacerta pater* (cliché, Soualah-Alila.h)

Petites et moyennes diurnes, héliothermique, lézards terrestres, tous dotés de pattes et une queue généralement beaucoup plus longue que le corps. Les Lacértides sont conservateurs dans la morphologie, et aucune espèce n'a perdu des membres, les oreilles ou les yeux. Elles sont petites et de moyennes dimensions avec élancée organes bien développés branches, et une longue queue qui orientaux en herbe lézards peut être près de cinq fois plus longtemps que la tête et le corps. Les dorsaux barèmes sont généralement faibles, lisse et granuleuse (bien que dans certains genres, ils sont grands, rugueux, et les chevauchements). Le ventre échelles est toujours grand et quadrangulaire et presque toujours disposés en différentes lignes longitudinales et transversales. La tête est couverte de grandes écailles symétriques qui ont osteoderms, et la plupart des espèces ont un pinéale "œil" sur le dessus de la tête. La langue est assez profondément échancrée. Fémorale pores sont généralement présents dans les deux sexes. La queue à verticilles de langues échelles, qui peut être épineux, la queue est facilement hangar, mais peut être régénéré. La plupart des espèces sont arboricoles. Tous sont diurnes heliotherms. L'exceptionnellement longue queue des lézards est préhensibles pour leur permettre de grimper dans la végétation. Principalement insectivore. Cette famille se trouve partout en Afrique et dans la plupart de l'Eurasie. Quelques espèces sont présentes sur quelques îles au large des côtes, y compris les îles britanniques, les Canaries, Madère, de nombreuses îles de la Méditerranée, de Socotra, au Sri Lanka, et de nombreuses îles du détroit de la Sonde. Les membres de cette famille se retrouvent à partir de la toundra et les prairies de haute montagne à travers la lande, la végétation méditerranéenne, les forêts tropicales, semi-arides, motels et des prairies de montagne.

3.2.5. Tarentola mauritanica mauritanica



Figure 32 : *Tarentola mauritanica mauritanica* (cliché, Soualah-Alila.h)

Ils sont très costaud, grand et ont des écailles pointues, et en forme de petite corne, des grands yeux et des doigts en forme de petits disques sur toutes les pattes. Ils ont des jambes longs et des pupilles verticaux. Ils peuvent atteindre 20 à 25 cm. Plus souvent vu à 10 cm (queue inclus pour les deux mesures). Ils peuvent vivre jusqu'à 8 ans. Jeune: Comme adultes mais sont souvent beaucoup plus vif en couleur et motifs. Adulte: Ils sont gris, parfois marron, avec des motifs légèrement plus foncés sur le dos. Leur queue est noire et blanc. Ils ont des pupilles verticaux et le ventre blanchâtre. Actif la nuit, dès la nuit tombe, ils commencent leur travail, ils attendent sous les lumières, les insectes dont ils mangent sont attirés vers la lumière. Ils peuvent être vus lorsqu'il fait plus que 15°C. Quand ils sont dérangés ils grimpent le mur. Si attraper, certains spécimens mordent. Se nourrit d'insectes. Habitat: Trouvé sous 400 m d'altitude. Se trouve dans et aux alentours des habitations humaines.

3.2.5. Hemidactylus turcicus turcicus



Figure 34: *Hemidactylus turcicus turcicus*

C'est le lézard littoral des pays méditerranéens, au sud jusqu'au Kenya, à l'est jusqu'au nord-ouest de l'Inde. Taille: 10 à 12 cm, rarement plus grand. Habitat: rochers, murs, murets de pierre, arbres, cabanes, maisons, pierriers, se réfugie souvent sous des planches posées au sol durant la journée. Nocturne, s'expose rarement au soleil. Dimorphisme: difficile à identifier, petits pores pré-anaux chez le mâle. Nourriture: divers insectes volants et rampants de petite taille. S'observe facilement le soir autour des sources lumineuses des habitations. Reproduction: la femelle dépose au sol deux œufs ronds, blancs, à coquille dure qui mesure entre 10 et 12 mm. Il peut y avoir plusieurs pontes par année. Les jeunes mesurent environ 4 cm à l'éclosion, l'incubation dure environ 6 semaines.

3.2.7 *Acanthodactylus boskianus*



Figure 35 : *Acanthodactylus boskianus*

A. boskianus se distingue par 3 rangées d'écailles acropodiales et par quatre supraoculaires complètes. Les écailles dorsales sont larges et fortement carénées notamment au milieu et dans la région postérieure du corps. Généralement 4 bandes longitudinales (lignes) plus ou moins marquées sur un fond beige à marron permettent de distinguer facilement ces animaux très actifs pendant la saison d'activité. Les juvéniles de cette espèce sont caractérisés par une queue rouge sur sa face ventrale. *A.boskianus* est un animal ovipare, insectivore qui exerce une pression de prédation importante sur la faune des Invertébrés.

Acanthodactylus boskianus a la plus large répartition de tous les Acanthodactyles, Elle englobe toutes les zones désertiques et subdésertiques de la Mauritanie, le Sahara occidental et le Maroc, l'Algérie, le Mali, le Niger, la Tunisie, la Libye, le Tchad, Nigeria, le Soudan, l'Ethiopie, l'Egypte, Israël, la Jordanie, la Syrie, la Turquie, l'Iraq, l'Arabie Saoudite, le Yémen, Oman et les Emirats. En Tunisie, les populations de cette espèce s'échelonnent du Semi-aride au Saharien supérieur et leurs biotopes sont toujours constitués de sables ; ils se localisent dans les lits majeurs des oueds, les plages, les lisières des champs d'oliviers, les regs à buttes de sable.

3.2.8. Tarentola neglecta



Figure 36 : *Tarentola neglecta*

C'est une tarente de taille moyenne, dont les doigts ne sont pas bordés d'écailles latérales épineuses et dont l'extrémité est modérément dilatée. Les écailles ventrales sont un peu plus grandes que les dorsales. La coloration dorsale varie de jaune ocre à brun rouge, avec un dessin constitué de fines lignes brun foncé. La tête porte quatre lignes parallèles sur le museau, et deux lignes convergentes, formant souvent un V sur le front. Entre les épaules et le bassin, on note six à sept tâches en forme de selle. En Algérie, elle est signalée à El Goléa, Ghardaia, Ouargla, Beni Abbés, Touggourt, M'ghaier, Biskra, El Oued, elle est aussi connue de Batna, dans les Aurès.

2.2.8. Acanthodactylus dumerili



Figure 37 : *Acanthodactylus dumerili*

Habite les steppes arides et tout particulièrement les aires plus ou moins sablonneuses, notamment en périphérie des ergs. Cette espèce se rencontre, en Libye, au Mali, au Maroc, en Mauritanie, au Sénégal et en Tunisie. En Algérie, elle occupe la majeure partie du Sahara.

3.3. PARASITES

Les reptiles sont l'hôte d'une incroyable variété de microparasites et de macroparasites. Les microparasites des reptiles comprennent les virus, les bactéries et les champignons ainsi que les protistes eucaryotes unicellulaires. Ces microbes et protistes sont capables de réplication et de développement rapide dans l'hôte. En outre, plusieurs microbes sont des agents étiologiques de maladies infectieuses sérieuses de populations sauvages de reptiles. Les microbes devraient être reconnus comme élément significatif de la diversité biologique et ne devraient pas être ignorés, particulièrement étant donné leur potentiel de pathogénicité sérieuse chez les reptiles. (Goater et al, 2007). L'herpétofaune peut être l'hôte d'une variété d'hémoparasites coccidiens intracellulaires et de parasites intestinaux, de même que de flagellés sanguicoles extracellulaires, et de ciliés. On retrouve parmi les exemples communs les *Plasmodium* spp., un genre commun de parasites intracellulaires dans le sang des lézards, et l'agent étiologique de la malaria. (par ex. Schall, 1983; 1990). À vrai dire, environ la moitié des espèces décrites du *Plasmodium* sont des parasites des lézards (Schall, 1990). Les helminthes comprennent ce qu'on appelle les « vers » parasites en fait une diversité d'animaux qui parasite l'herpétofaune. Pour des références spécifiques aux helminthes chez les espèces de lézards Goldberg et Bursey (1991) présentent des données sur les anguidés et Esch et Gibbons (1967),

On trouve aussi chez les reptiles des hôtes aux ectoparasites arachnides – les tiques et les acariens. Ce système ectoparasites-lézards est important sur le plan médical parce que ce sont des vecteurs de pathogènes dont la plus important est la bactérie spirochète de la maladie de Lyme (Schall et al. 2000).

Les tiques seraient apparues il y a environ 225 millions d'années, à une époque où elles parasitaient exclusivement les reptiles et ont subi depuis une longue évolution (Klompen et al. 1996). Dans cette étude nous nous intéresserons exclusivement à la famille des Ixodidae qu'il semble la « tiques dures », la plus répandues chez les lézards (Schall et al. 2000).

Les tiques dures sont des acariens leur corps est globuleux, aplati, de taille relativement grande (véritables géants parmi les acariens) et de coloration terne variant du gris-jaunâtre au roux plus ou moins foncé. Le rostre, qui leur sert à la fixation sur leurs hôtes, est formé d'une pièce allongée (hypostome) souvent bifide, armée de plusieurs rangées de dents dirigées en arrière et supportant deux chélicères mobiles, terminées en crochets. Leurs palpes sont creusées à leur face externe; ils ont des pattes de longueur normale, leurs hanches antérieures présentent deux épines et présentent une terminaison sensorielle, chémoréceptrice enclose dans une capsule du tarse de la première paire de pattes (organe de Haller) qui fait fonction d'antenne des Insectes. Leur céphalothorax est non distinct de l'abdomen. Un bouclier dorsal couvre tout le corps du mâle et la partie antérieure du corps de la femelle qui est sensiblement plus grande.

Ce sont des individus dont le cycle de vie présente trois phases : une phase larvaire (larve hexapode), une deuxième nymphale (nymphe octopode) et enfin une phase adulte séparée par deux mues. A chaque phase et après une vie libre plus ou moins longue, l'animal se fixe sur un vertébré passant à sa portée et enfonce son rostre dans la peau pour se gorger de sang et s'en détache avant la mue suivante. La durée totale des trois phases fixées varie de 6 à 25 jours. C'est la femelle adulte que l'on trouve fixée à la peau des oisillons. Elle se gorge de sang et prend une forme globuleuse où son poids devient 200 fois plus grand. Ce sont des ectoparasites temporaires et obligatoires, leur cycle comporte une phase parasitaire sur leur hôte (phase alimentaire) et une phase libre au sol où elles subissent des métamorphoses pondent des œufs qui se développent au sol.

Les mites sont aussi les parasites le plus fréquemment rencontré chez les reptiles en captivité. Elles sont très communes et très contagieuses. La mite du serpent, *Ophionyssus natricis*, est la mite qu'on retrouve également chez les lézards. Cette mite est spécifique aux reptiles et ne peut donc pas infester les chiens ou les chats. Elle peut être rouge, grise ou noire. Les mites se logent entre les écailles, dans le cloaque et autour des yeux. Ils se nourrissent de sang et peuvent également transmettre des maladies aux lézards. Les bains tuent une partie des mites présentes sur le corps de l'animal. La mite, quoique visible à l'oeil nu, est relativement petite. On voit marcher de petites graines sur l'animal. Les mites peuvent être de plusieurs tailles différentes tout dépendant de leur âge. La mite de reptile vu au microscope est très poilue (ceci peut aider pour son identification). (Boissonneaut, 2007)

CHAPITRE II : CARACTÉRISATION ET DYNAMIQUE DES POPULATIONS DE LÉZARDS

I. INTRODUCTION

La biodiversité englobe différents niveaux d'organisation biologique (gène, espèce, écosystème) et ne peut être évaluée par le biais d'indicateurs universels simples (Loreau, 2006). Elle évoque également la diversité du vivant ainsi que les interactions entre les éléments biotiques et abiotiques qui assurent l'équilibre des écosystèmes. La biodiversité est l'essence de la vie actuelle et la garantie des potentialités futures si les moyens d'exercer cette potentialité restent intacts (Blondel, 2003).

Le bassin méditerranéen est catalogué comme une zone de haute biodiversité en raison de ses niveaux élevés de plantes, insectes, poissons, amphibiens, oiseaux, reptiles et Mammifères. La biodiversité la plus élevée du bassin méditerranéen est localisé au nord de l'Afrique, avec un pic de concentration au nord-est de l'Algérie (Myers et al. 2000). On dénombre 355 espèces de reptiles (238 sont des lézards), dont 170 sont endémiques (40% des Gekkomidae, 60% des Lacertidae).

Lorsque les termes « diversité biologique », « crise de la biodiversité » ou « biologie de conservation » sont utilisés, un groupe nous vient d'ordinaire à l'esprit : les amphibiens et les reptiles. Cela parce que de nombreuses espèces d'amphibiens et de reptiles de partout le monde ont été recensées comme subissant des déclin alarmants de population, des réductions de leur étendue et même des disparitions (par ex. Wake, 1991; Blaustein et al. 1994a, b; Blaustein et Wake, 1995; Gibbons et al, 2000).

Les reptiles constituent une composante importante de la faune Vertébrée des écosystèmes. Ils jouent un rôle important dans l'équilibre de ces écosystèmes par la place qu'ils occupent dans les chaînes et réseaux trophiques en tant que prédateurs majeurs particulièrement d'Insectes et petits Invertébrés (cas des lézards insectivores), mais également de petits Mammifères et

oiseaux, (cas des couleuvres carnivores)... et en tant que proies de plusieurs Rapaces et autres Reptiles.

Les Reptiles algériens sont ainsi constitués de 80 espèces qui se répartissent en 16 familles dont les plus importantes sont celles des Scincidés (16 espèces), les Lacertidés (16 espèces) et les Colubridés (14 espèces). En Algérie, les premières investigations herpétologiques ont commencé vers la fin du XIXe siècle, avec l'apparition des premières notes de Gervais (1835, 1836). En 1891, Boulenger publia son catalogue concernant les Reptiles et les Amphibiens de ce qu'il appelait la "Barbarie" (la région de la Kabylie en Algérie). Un peu plus tard paraissait l'excellent travail de Doumergue (1901) sur les Reptiles de l'Oranais, qui reste une référence en la matière pour beaucoup d'espèces, et dans lequel figurent plusieurs notes sur l'ensemble de l'Algérie. En dehors de cette période, les seuls travaux ont concerné essentiellement la faune saharienne (Gauthier 1967, Grenot et Vernet 1972, Grenot et Vernet 1973).

Les lézards sont les reptiles les plus répandus dans le monde. Ils sont aussi les plus diversifiés, car ils occupent des habitats très variés depuis les zones désertiques jusqu'aux forêts d'altitude et humides en passant par tous les types de biotopes intermédiaires que l'on peut rencontrer (Caroll, 1969). Ils ont ainsi développé des adaptations uniques, en réponse à l'environnement dans lequel ils vivent, et montrent une plus grande diversité. Les lézards les plus typiques et les plus connus appartiennent à la famille des Lacertidés. Ils sont très agiles et très rapides à la course. Ils sont en général de taille moyenne (Caroll, 1969).

La distribution régionale des différentes espèces est un paramètre important dans la dynamique des différentes populations et des facteurs qui la régissent. En effet, les interactions entre biotope-faune sont sous contrôle de facteurs environnementaux tels que les variables climatiques (Caroll, 1969). La connaissance de ces interactions permet de mieux cerner les exigences des différentes espèces. Dans cette approche nous avons tenté d'analyser la distribution et la dynamique obtenue des différentes espèces, tenant compte des particularités à la fois des espèces et des milieux qui les hébergent.

II. MATÉRIELS ET MÉTHODES

1. Zone d'étude

Vu la diversité des écosystèmes dans notre pays, afin de choisir la zone où la diversité sera raisonnable nous avons pris en considération les étages bioclimatiques existant sur lesquelles on a fixé les régions suivantes:

- Etage humide : P.N.E.K (Boumalek, Brabtia, El Ghorra), Annaba (le massif de seraidi)
- Etage semi-aride : Biskra
- Etage aride : El oued, Ouargla

2. Réalisation du travail et description de la méthodologie

Notre étude a été menée durant les saisons d'activité des lézards dans les sites et zone d'étude choisis en fonction des gradients altitudinal et latitudinal. Nous avons travaillé sur la dynamique des populations de lézards dans les régions du nord et avons fait juste l'inventaire aux régions du Sud pour des raisons liées à la faisabilité (vu que nous pouvions être présents dans les sites choisis pendant une longue durée).

La méthodologie d'échantillonnage diffère selon le genre étudié (et ce, en fonction des caractéristiques écologiques de celui-ci).

Etant donné le caractère poikilotherme de notre modèle biologique, les prospections sur le terrain ont eu lieu au printemps (mars, avril, mai) et en été (juin, juillet, août et septembre). Ces dates coïncident avec le maximum d'activité chez ces animaux. L'échantillonnage a été réalisé durant les jours à climatologie favorable : jours ensoleillés, sans vent, ni brouillard, ni pluie (Annexe : fiche terrain).

Dans l'étage humide nous avons retenus quatre sites très différents dans leurs biodiversités et localisation par rapport au niveau de la mer (Altitude). Nous avons adopté la méthode des transects vu la superficie et la caractérisation floristique (recouvrement et composition). Cette méthode a été suivie dans les sites de Boumalek, Brabtia.

Vu l'importance de la superficie du site El Ghorra et le massif de seraidi les prospections ont été faites principalement réalisées des transect et les captures sont effectuées dans divers points selon l'altitude et l'exposition.

Vu la difficulté des captures dans les régions du Sud, à cause des conditions climatiques nous avons été obligés de déporter les captures à une période fixe d'un mois au début de la saison (Mars-Avril -Mai) et choisir des communes entre les régions ou les habitats près de l'activité humaine.

L'échantillonnage a été fait à l'aide des pièges de type « pit-falls » ou « funnel-trap » ou bien des pièges à colle déposés sur le sol. Dans ce cas, nous recenserons la présence de reptiles habitant en dessous de structures adéquates (pierres de tailles moyennes, troncs d'arbres, etc.) L'échantillonnage et les captures ont été réalisés par la présence de deux personnes et plus (SOUMIA Fahd.2006).

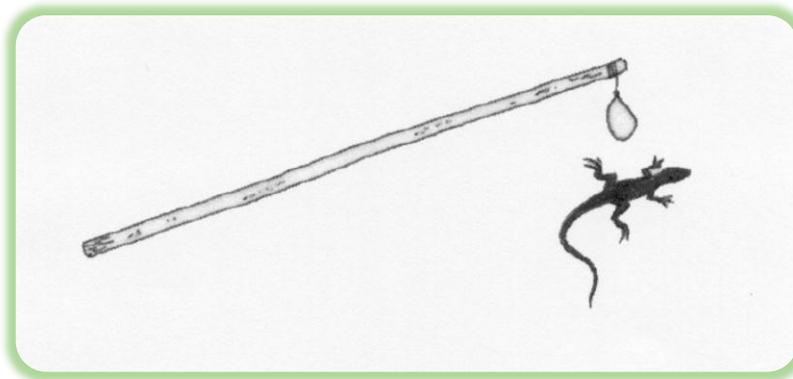


Figure 37 : L'outil employé pour la capture des lézards: nœud (Fahd.2006)

3. Inventaire des lézards

Les sorties sur terrain se sont échelonnées de Mars 2009 à Août 2011. L'étude de la chronologie d'apparition des espèces nous a imposé deux à quatre sorties par mois durant la période d'étude.

Vu la difficulté des captures dans les régions du Sud, en raison des conditions climatiques nous avons été obligés de faire les captures à une période fixe d'un mois au début de la saison (Mars-Avril -Mai). Inventaire des espèces a été effectué par des observations ou détections indirectement (mues, traces, cadavres, etc.). L'identification des individus capturés fut réalisée à l'aide de clés données par Schleich, et al.(1996).

4. Caractérisations des peuplements

Le peuplement des lézards peut être caractérisé par l'analyse des paramètres structuraux suivants :

- **Abondance « N »** : L'abondance représente le nombre d'individus collectés ou observés durant la saison d'échantillonnage pour chaque milieu.
- **Richesse spécifique « S »** : C'est le nombre d'espèce « S » contacté au moins une fois au terme de « N » relevés (Blondel ,1975).
- **Indice de SHANNON et WEAVER « H »** : La diversité d'un peuplement exprime son degré de complexité. Elle est calculée à partir de l'indice de Shannon et Weaver (1949) (Daget, 1976 in Benyacoub, 1993).

$$H' = - \sum_{i=1}^n P_i \log_2 P_i$$

P_i : La fréquence relative de l'espèce i dans un peuplement.

S : la richesse totale de ce peuplement

H' : est exprimé en Bit par individu (Binary digit)

Cet indice mesure le degré de complexité d'un peuplement. Une valeur élevée de cet indice correspond à un peuplement riche en espèces dont la distribution d'abondance est équilibrée.

A l'inverse, une valeur faible de cet indice correspond soit à un peuplement caractérisé par un petit nombre d'espèce pour un grand nombre d'individus, soit à un peuplement dans lequel il y a une espèce dominante.

La diversité maximale d'un peuplement H'_{Max} se calcul comme suit :

$$H'_{Max} = \log_2 S$$

S : Richesse totale de ce peuplement.

H'_{Max} : La diversité théorique maximale.

- **Equitabilité**: L'équitabilité est le rapport de la diversité observée à la diversité maximale. Elle mesure le degré d'équilibre et de complexité d'un peuplement par l'écart de H' par rapport à H'_{Max} (Benyacoub, 1993).

$$E = H' / H'_{max}$$

Quand E est proche de 1, la diversité observée est proche de la diversité é maximale. Elle traduit alors une distribution d'abondance proche de l'équilibre.

A l'inverse, quand E est proche de la valeur 0, la diversité observée est faible et illustre une distribution d'abondance fortement hiérarchisée qui est le reflet d'un environnement simple, contraignant, dans lequel peu de facteurs structurent le peuplement (Benyacoub, 1993).

5. Structure des populations

Les populations de lézards capturés ont été structurées selon le sexe, classe de taille et stade de développement.

6. Dynamique de la population.

Nous avons suivi la dynamique des populations de lézards uniquement dans les régions du nord. Pour ce faire, nous avons effectué deux à quatre sorties par mois et ce pendant toute la période d'étude c'est-à-dire de Mars 2009 à Août 2011, afin de suivre la dynamique de toutes les populations de lézards situés dans notre région d'étude.

7. Analyse statistiques

Le suivi d'activité des lézards ont fait l'objet des mesures suivant : Richesse, Diversité (H'), la moyenne et l'écart type pour chaque variable. La présentation graphique des données s'est appuyée sur l'élaboration d'histogrammes; des courbes par *Excel 2010*. Ces données ont fait l'objet des traitements statistiques par les logiciels : *SPSS (20.0)* et *Statistica* (version 8.0).

III. RÉSULTATS

3.1. Inventaire et effectif

Durant notre étude (3 ans : Mars – Aout : 2009 - 2010 - 2011) 1211 lézards ont fait l'objet de notre recherche est répartie selon les espèces suivants :

Tableau (1) : Inventaire et Effectif des peuplements de lézard capturés

ORDRE	FAMILLE	NOM SCIENTIFIQUE	NOM VERNACULAIRE	Effectif
SAURIA	GEKKONIDAE	<i>Tarentola mauritanica mauritanica</i> (<i>T. m. m.</i>)	Tarente de Mauritanie	10
		<i>Hemidactulus turcicus turcicus</i> (<i>H. t. t.</i>)	Gecko verruqueux	3
		<i>Tarentola neglecta</i> (<i>T.n</i>)	Tarente dédaigné	33
	LACERTIDAE	<i>Acanthodactylus erythrurus belli</i> (<i>A. e. b.</i>)	Acanthodactyle vulgaire	96
		<i>Acanthodactylus boskianus</i> (<i>A.b</i>)	/	64
		<i>Acanthodactylus dumerili</i> (<i>A.d</i>)	/	53
		<i>Psammodromus algirus algirus</i> (<i>P. a. a.</i>)	Psammodrome algire	575
		<i>Lacerta pater</i> (<i>L. p.</i>)	Lézard ocellé	88
		<i>Podarcis hispanica vaucheri</i> (<i>P. h. v.</i>)	Lézard hispanique	289

Sur les 1211 lézards capturés nous pouvons distinguer 6 espèces de Lacertidae et 3 espèces de Gekkonidae.

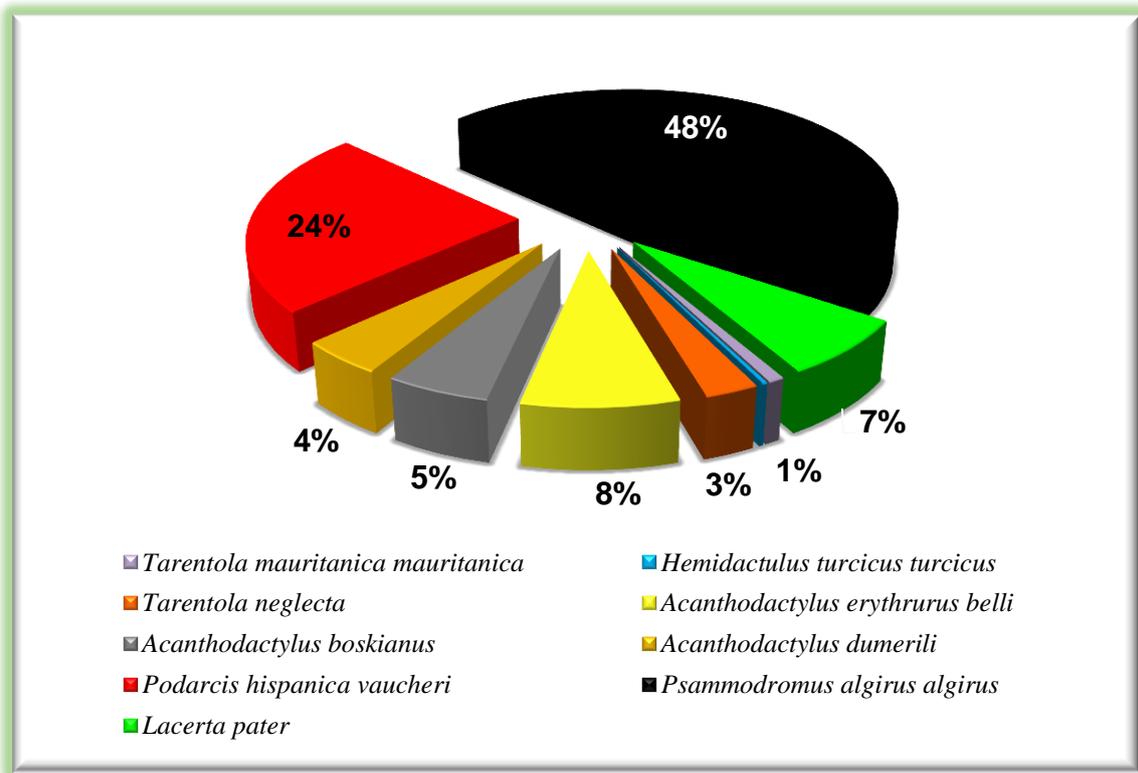


Figure 38 : Composition spécifique des lézards capturés

D'après la figure ci-dessus nous pouvons remarquer que l'espèce de lézards la plus abondants est *Psammmodromus algirus algirus* avec **48 %** de la totalité de l'effectif capturé. les espèces les plus rares sont *Hemidactylus turcicus turcicus* et *Tarentola mauritanica mauritanica* avec respectivement **0.2%** et **1%** des individus capturé.

3.2. Composition spécifique de chaque site

3.2.1.P.N.E.K

a. El Ghorra

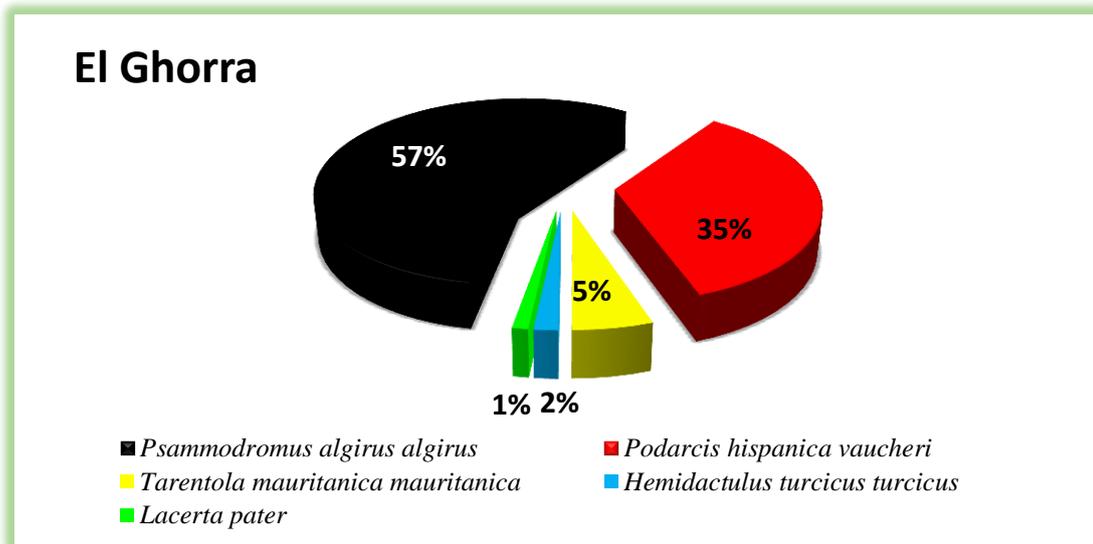


Figure 39 : Compositions spécifiques des espèces de lézards dans djebel El Ghorra

Cet habitat est composé de 4 espèces: *P.a.a*, *P.h.v*, *Tarentola m.m*, *Hemidactulus t.t* et *Lacerta pater*. La plus importante est celle des *P.a.a* (108 individus) et la moins abondantes est *Lacerta pater* (2 individus).

b. Brabtia

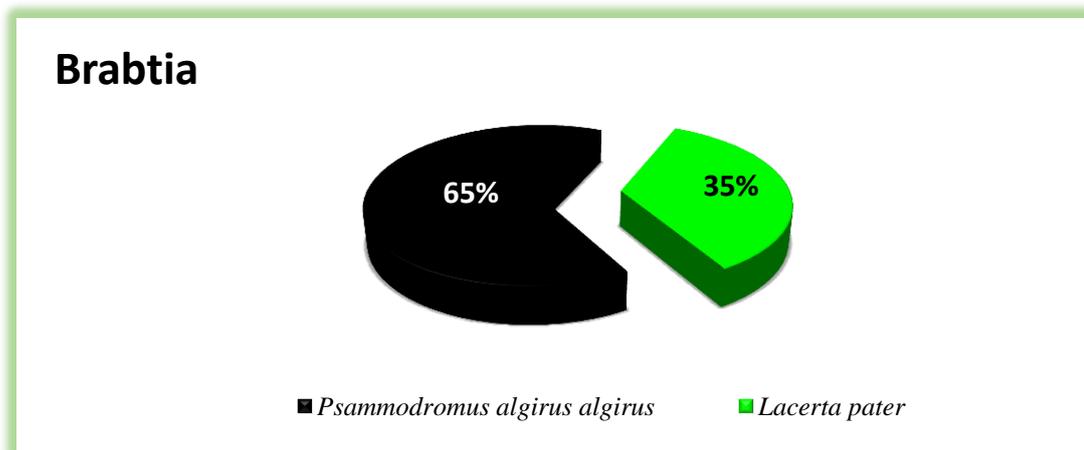


Figure 40 : Compositions spécifiques des espèces de lézards de Brabtia

Deux espèces caractérisent la subéraie de Brabtia: *Psammodromus algirus algirus* et *Lacerta pater*. L'espèce la plus abondante est celle des *P.a.a* (124 individus) et la moins abondante est *L. pater* (67 individus).

c. Boumalek

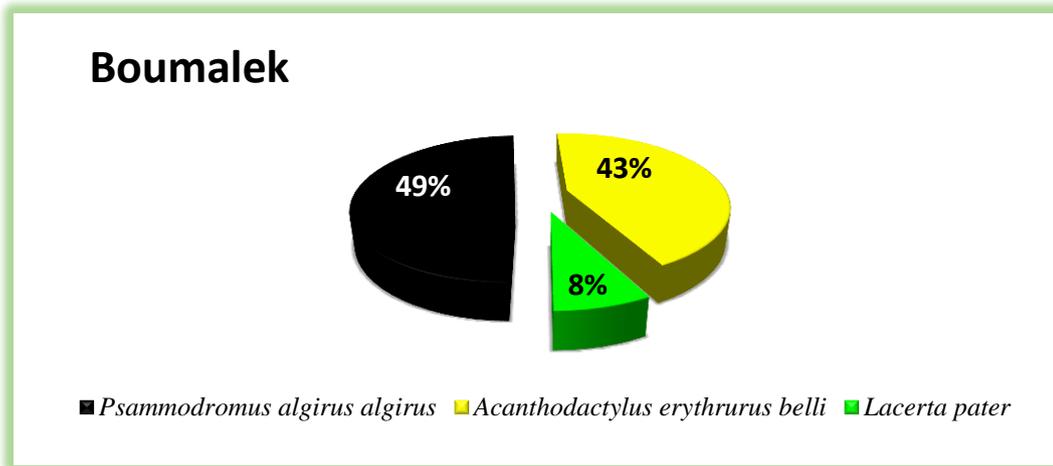


Figure 41 : Compositions spécifiques des espèces de lézards de Boumalek

Trois espèces caractérisent le maquis la pelouse: *Psammodromus algirus algirus*, *Acanthodactylus erythrurus belli* et *Lacerta pater*. L'espèce la plus abondante est celle des *Psammodromus algirus algirus* (110 individus) et la moins abondante est *Lacerta pater* (17 individus)

3.2.2. Annaba (le massif de Seraidi)

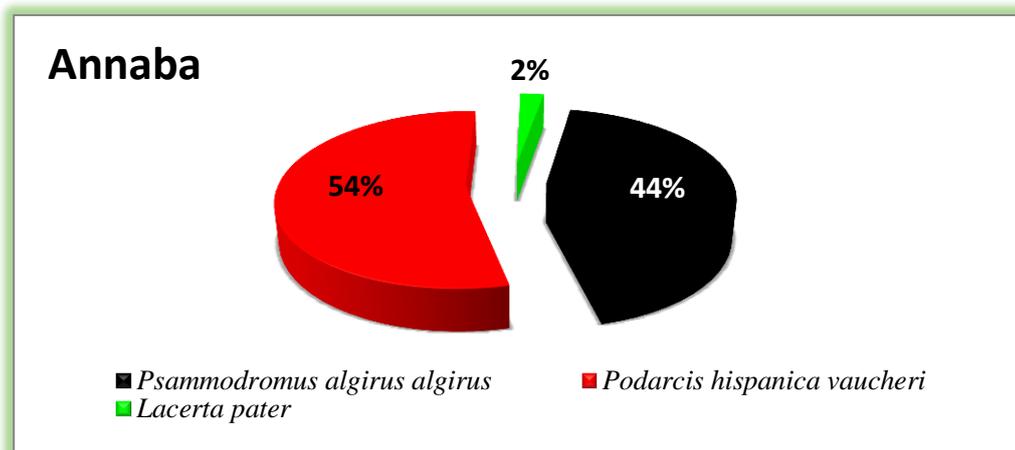


Figure 42 : Compositions spécifiques des espèces de lézards de seraidi

Trois espèces caractérisent le massif de seraidi: *Psammodromus algirus algirus*, *Podarcis hispanica vaucheri* et *Lacerta pater*. L'espèce la plus abondante est celle des *Podarcis hispanica vaucheri* (157 individus) et la moins abondante est *Lacerta pater* (07 individus).

3.2.3. Biskra, El Oued et Ouergla

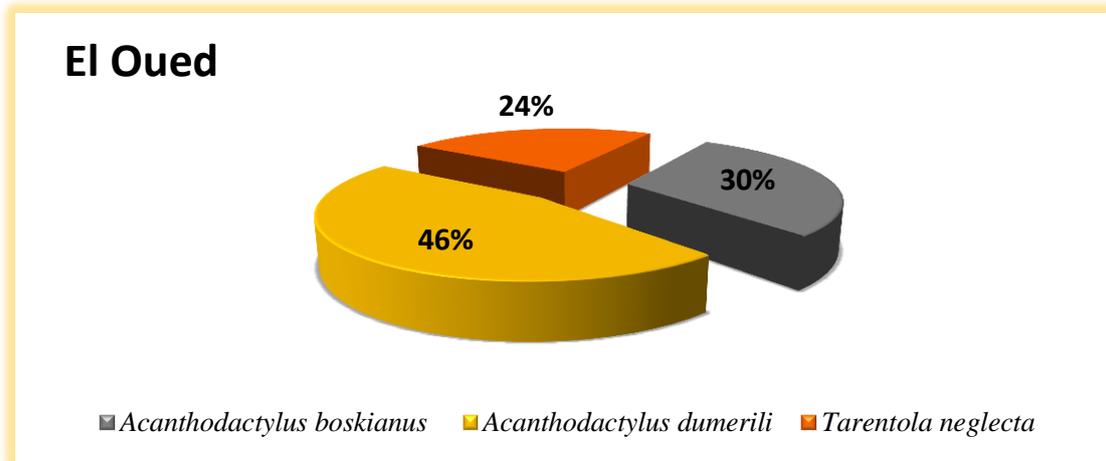


Figure 43 : Compositions spécifiques des espèces de lézards d'el oued

Trois espèces ont été capturées à El Oued: *Acanthodactylus boskianus*, *Acanthodactylus dumerili*, *Tarentola neglecta*. L'espèce la plus capturée est *Acanthodactylus dumerili* (23 individus).

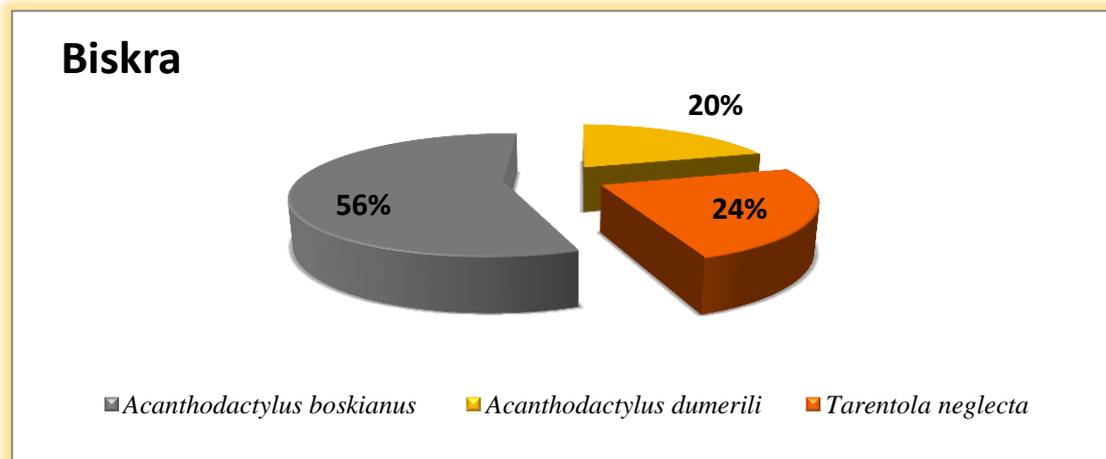


Figure 44 : Compositions spécifiques des espèces de lézards de Biskra

Trois espèces ont été capturées à Biskra: *Acanthodactylus boskianus*, *Acanthodactylus dumerili*, *Tarentola neglecta*. L'espèce la plus capturée est *Acanthodactylus boskianus* (28 individus).

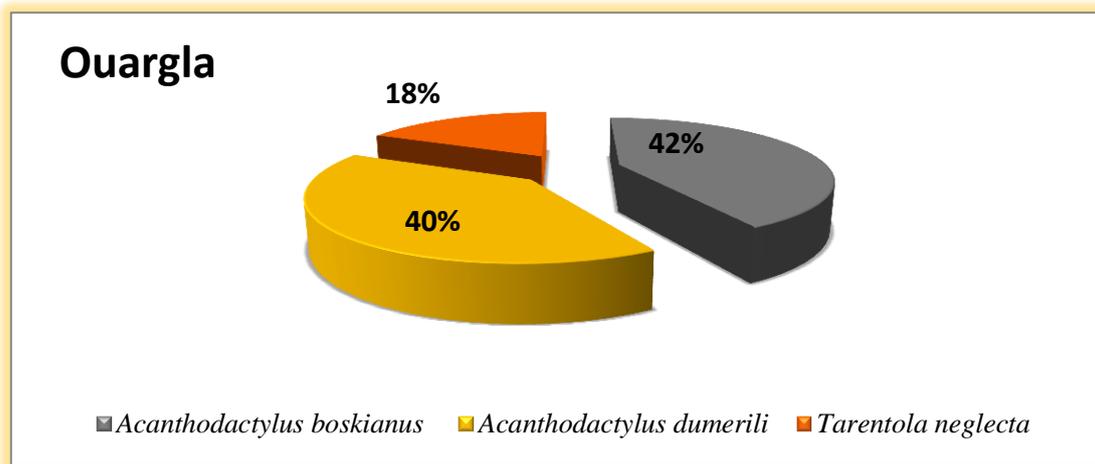


Figure 45 : Compositions spécifiques des lézards de Ouargla

Trois espèces ont été capturées à Ouargla: *Acanthodactylus boskianus*, *Acanthodactylus dumerili*, *Tarentola neglecta*. L'espèce la plus capturée est *Acanthodactylus boskianus* (21 individus).

3.3. Caractérisation des peuplements

L'examen du tableau (01) nous montre que l'habitat qui enregistre la plus grande richesse est le site d'El Ghorra (S=5). La caractérisation des populations de lézards révèle une importante diversité des régions étudiée où la plus grande valeur a été enregistrée à la subéraie de Brabtia (1.809 bit), la forêt d'El Ghorra (1.749 bit) et Boumalek (1.44 bit). La valeur faible la plus faible est dans le massif de seraidi (0.647 bit),

L'équitabilité du peuplement de lézards capturés à différentes régions révèle des valeurs très faibles à faibles proche de la valeur 0

3.4. Structure des peuplements

3.4.1. Caractérisation selon Sexe ratio / Stade de développement

3.3.1.1. P.N.E.K

a. El Ghorra

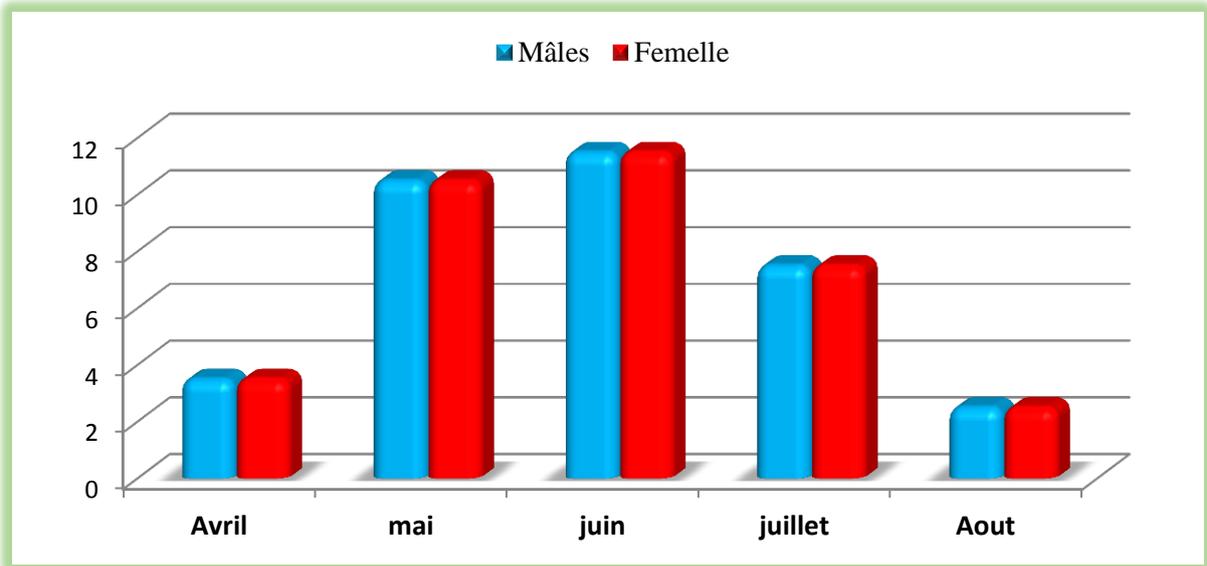


Figure 46 : Effectif des Lacertidae capturées selon le sexe dans le site d'El Ghorra

D'après la figure, On remarque que l'effectifs des mâles (moyenne de 11 individus) et des femelles (moyenne de 10 individus) capturées varie selon les mois où les plus grand nombre est entre le mois de Mai et Juin (11 individus).

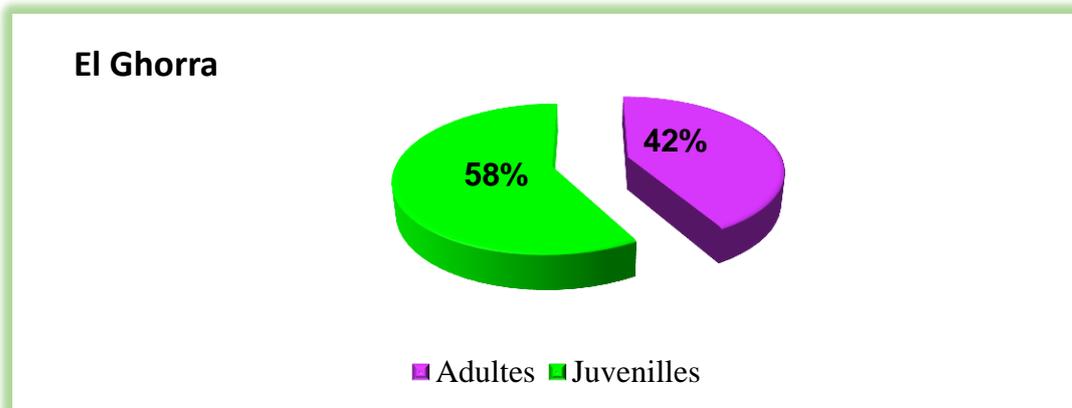


Figure 47: Effectif des Lacertidae capturées selon le stade de développement.

La figure (47) révèle que les juvéniles sont les plus capturées avec une moyenne de (98 individus).

b. Brabtia

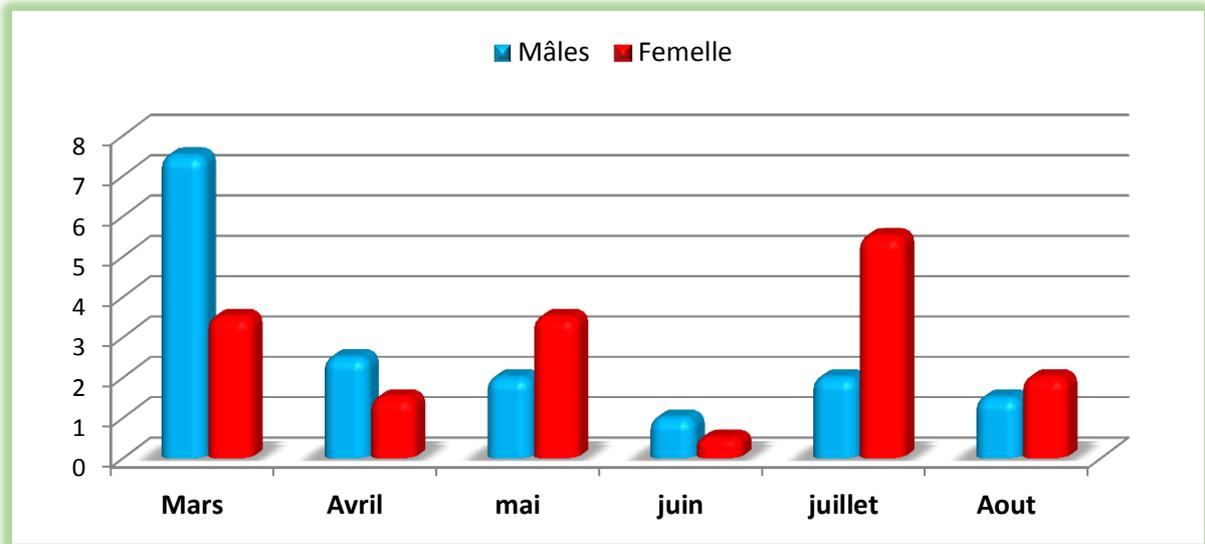


Figure 48 : Effectif des Lacertidae capturées selon le sexe dans le site de Brabtia

Le suivie des peuplements de lézards nous a montré que les mâles du site Brabtia sont les plus capturées. Le plus grand nombre est enregistré en mois de Mars (une moyenne de 8 individus). Les femelles en mois de Juillet (moyenne de 5 individus)

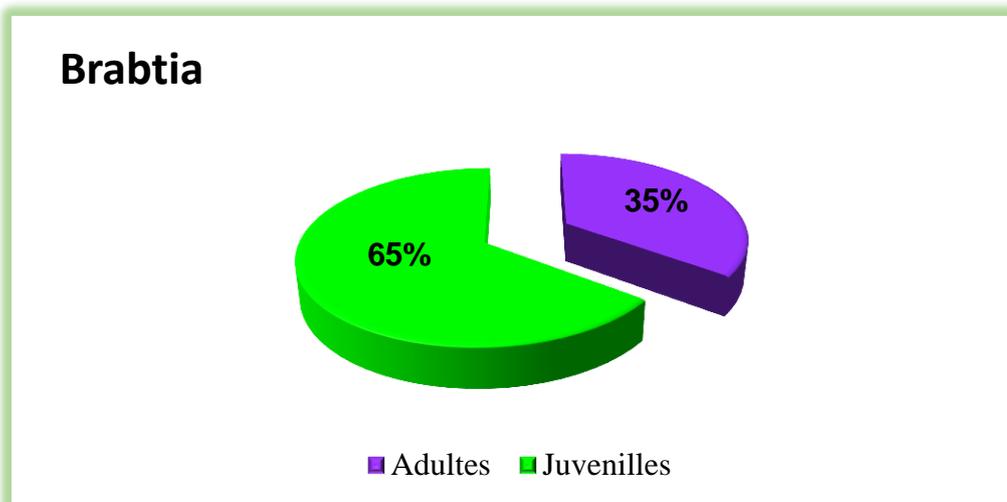


Figure 49 : Effectif des Lacertidae capturées selon le stade de développement.

D'après la figure (49) on remarque que les Juvéniles sont les plus abondants avec une moyenne de (61 individus).

c. Boumalek

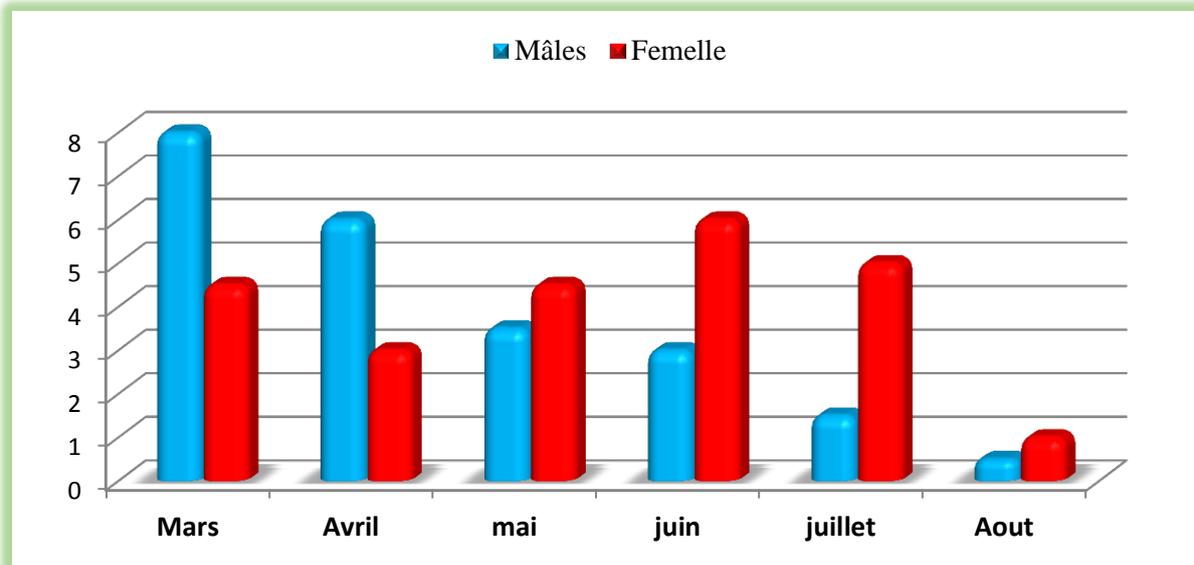


Figure 50: Effectif des Lézards capturées selon le sexe dans le site de Boumalek

On remarque que au site de Boumalek les mâles ont été capture au début de la saison par contre les femelle est en mois de juin.

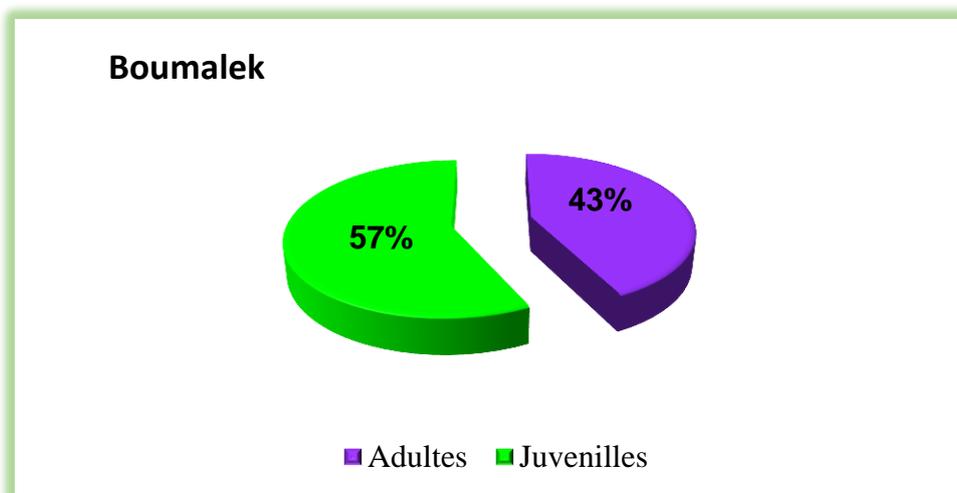


Figure 51 : Effectif des lézards capturés selon le stade de développement.

On remarque que les Juvéniles sont les plus abondants avec une moyenne de (63individus).

3.3.1.2. Annaba (seraidi)

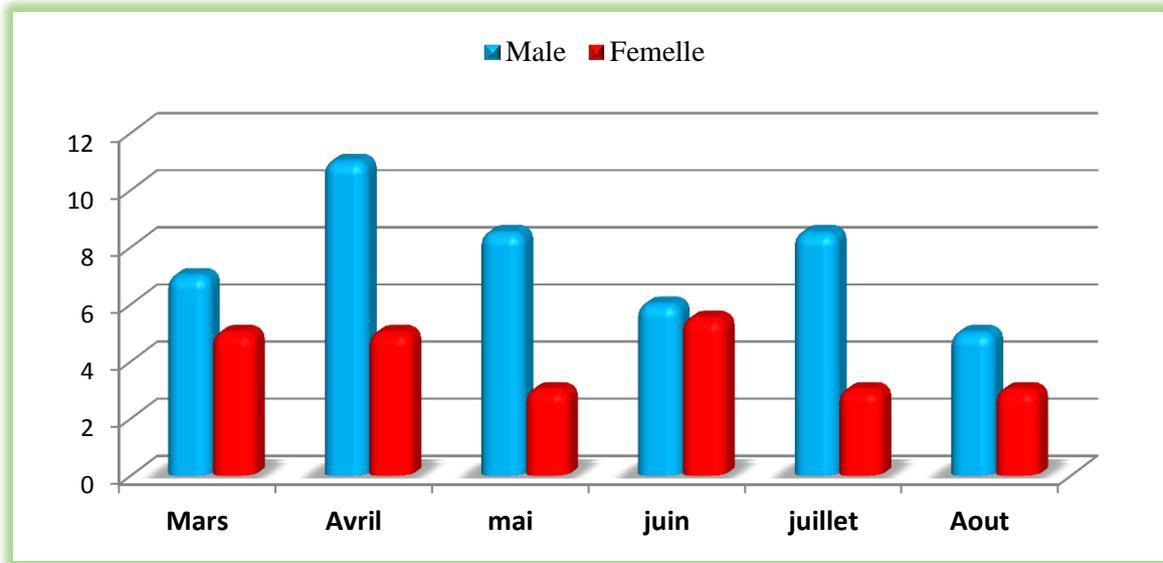


Figure 52 : Effectif des lézards capturés selon le sexe dans le massif de seraidi

La figure (52) révèle que les mâles ont été présents pendant toute la saison d'activité avec un pic d'abondance en mois d'avril (moyenne de 11 individus) et les femelles en mois de Juin (moyenne de 5 individus).

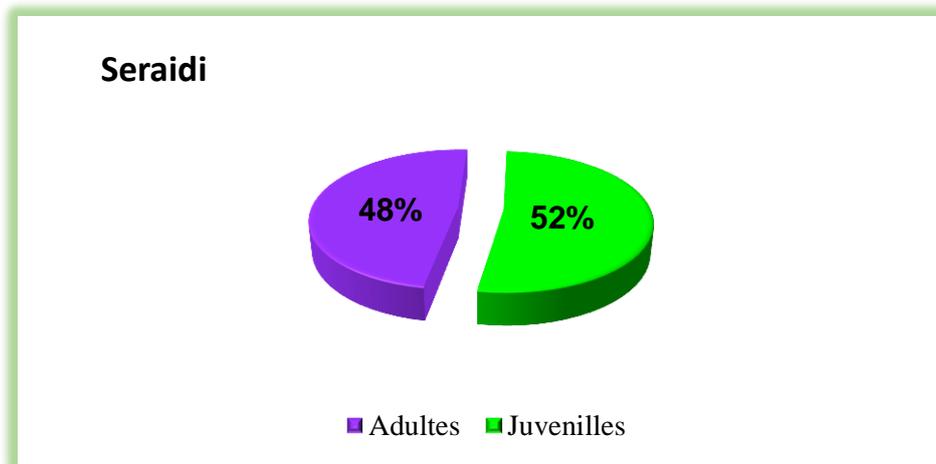


Figure 53 : Effectif des lézards capturés selon le stade de développement.

D'après la figure on remarque que le taux des Adultes (48%) et Juvéniles (52%) capturées est comparable.

3.3.2. Caractérisation selon la taille des lézards

La comparaison des tailles par le test « t » de student (voir Annexe) nous laisse dire que il y a une grande différence de taille remarquable entre les même espèces qui habita diffèrent habitas.

Nous avons fixé deux classes d'âges selon les clé de Schleich,et al.(1996) : Sub-adultes (y compris les juvéniles) et les Adultes (Mâle et Femelle). La comparaison de taille des même espèces retrouvé dans différents biotope par catégorie d'âges nous a ramené à fixer le choix pour trois espèces : *Psammodromus algirus algirus*, *Lacerta pater* et *Podarcis hispanica vaucheri*.

3.3.2.1. *Psammodromus algirus algirus*

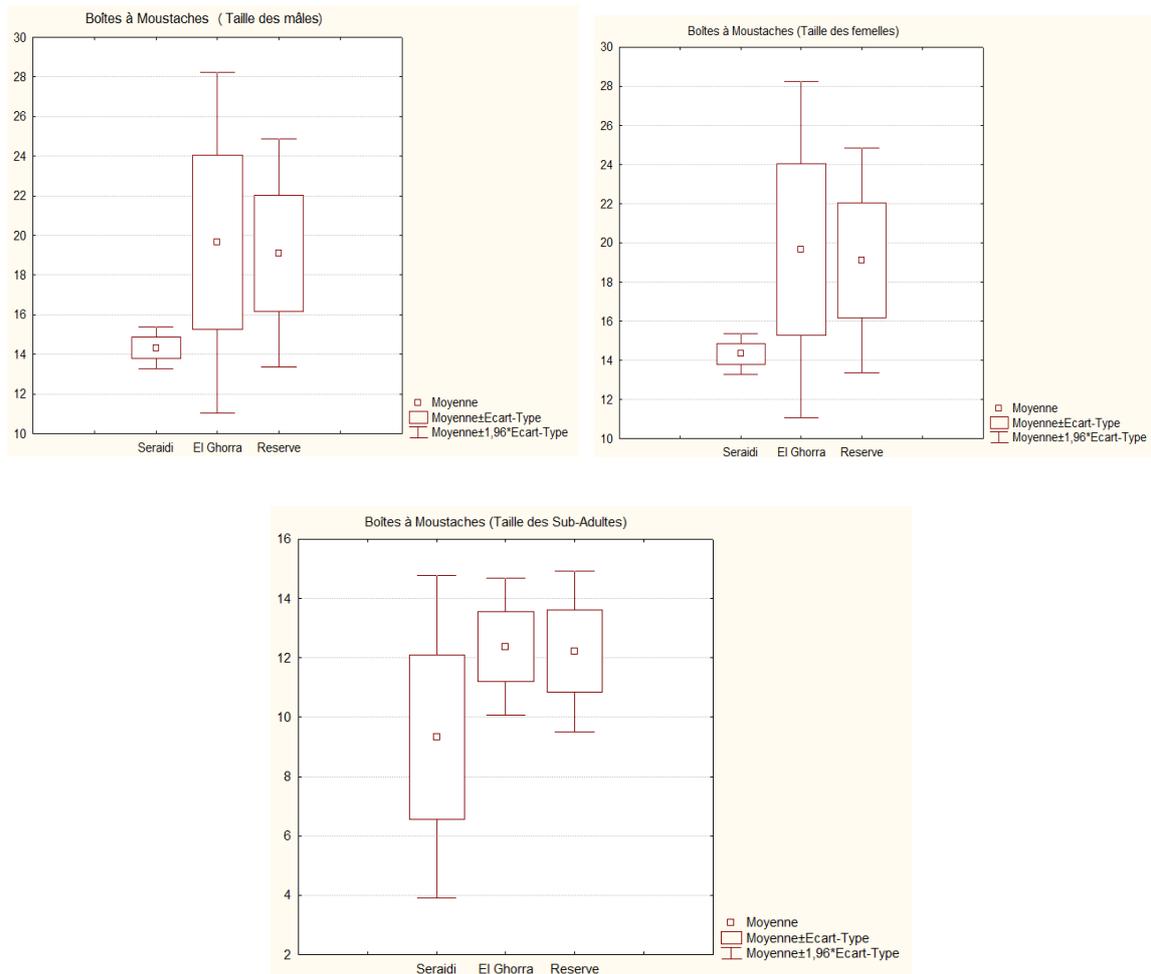


Figure 54 : Boite à moustache du test d'ANOVA de Friedman pour la comparaison des tailles de *Psammodromus algirus algirus* entre les biotopes

Le test d'ANOVA de Friedman réalisé pour cette tâche pour la comparaison de la taille des mâles, Femelles et sub-adultes entre les biotopes, nous donne les résultats suivants avec un ddl= 2 : significatif et négatif pour les mâles ($r = -0,02$ et $p = 0,04$), significatif et positif pour les femelles ($r = 0,53$ et $p = 0,005$) et les sub-adultes ($r = 0,40$ et $p = 0,01$). En effet, nous remarquons que le site d'El Ghorra et celui qui abrite les plus grands tailles de *P.a.a* que ce soit la classe d'âges.

3.3.2.2. *Podarcis hispanica vaucheri*

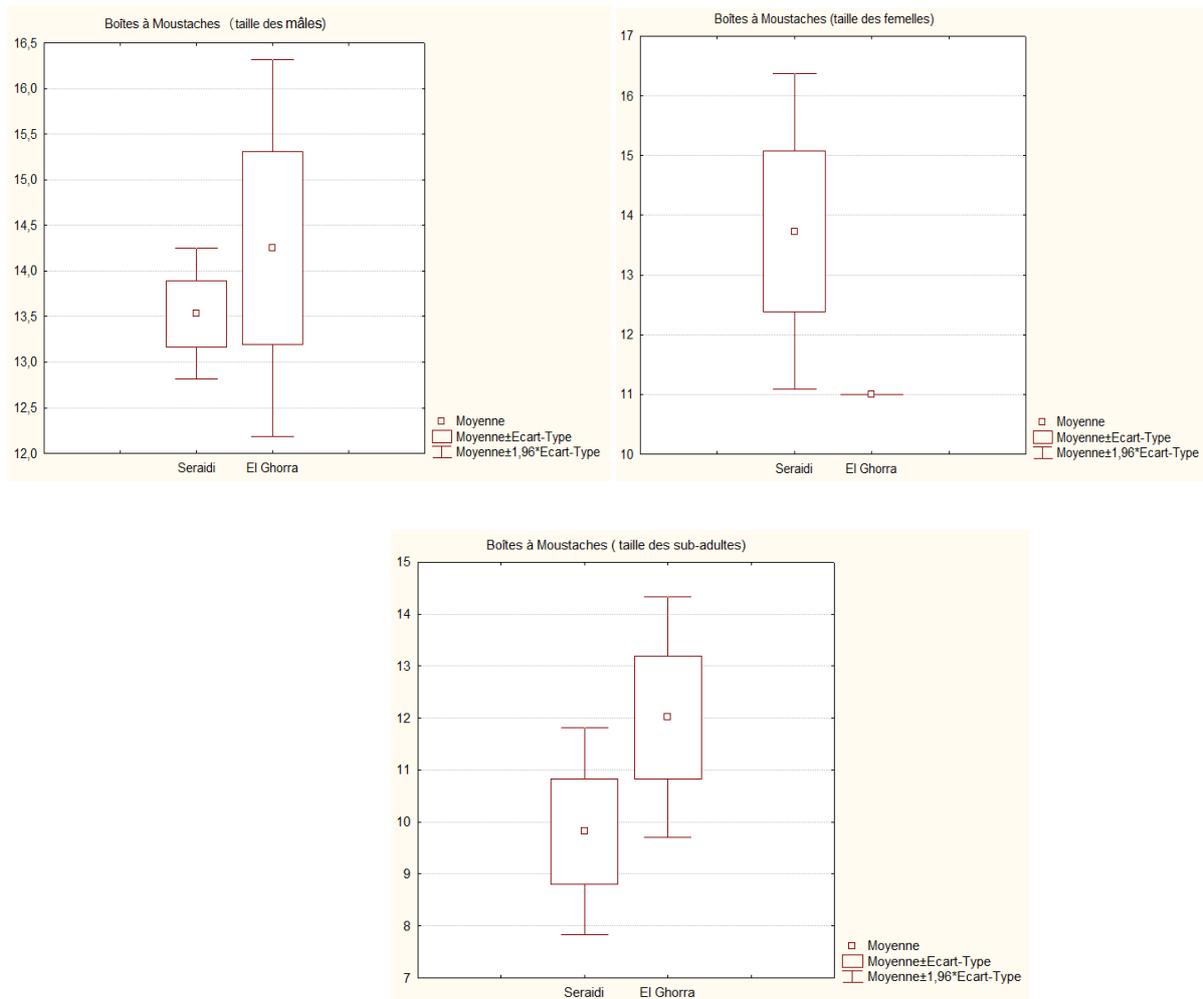


Figure 55 : Boite à moustache du test d'ANOVA de Friedman pour la comparaison des tailles de *Podarcis hispanica vaucheri* entre les biotopes

Le test d'ANOVA de Friedman réalisé pour la comparaison des stades d'âges entre les habitats nous donne les résultats suivants avec un ddl=1 : significatifs et positifs pour les mâles ($r = 0.18$ et $p = 0,004$), et les sub-adultes ($r = 0.7$ et $p = 0.005$). En effet, la comparaison nous amène à dire que c'est site d'El Ghorra qui enregistre les plus grandes tailles d'individus.

3.3.2.3. *Lacerta pater*

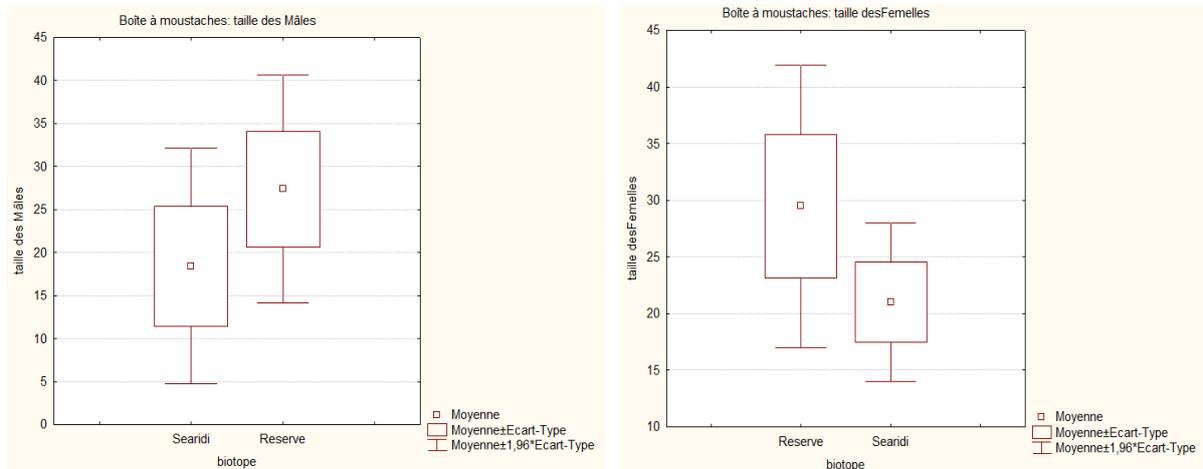


Figure 56 : Boîte à moustache du test « t » de Student pour la comparaison des tailles de *Lacerta pater* entre les biotopes

Le test test « t » de Student réalisé pour la comparaison des stades d'âges entre les habitats nous donne les résultats suivants : significatifs et négative pour les mâles ($t = - 2.80$ et $p = 0,01$), et positive les femelles ($t = 2.55$ et $p = 0.01$). En effet, la comparaison nous amène à dire que la Reserve (Brabtia et Boumalek) qui enregistre les plus grandes tailles d'individus.

3.5. Dynamique des peuplements dans les régions d'étude

3.5.1. P.N.E.K

a. El Ghorra

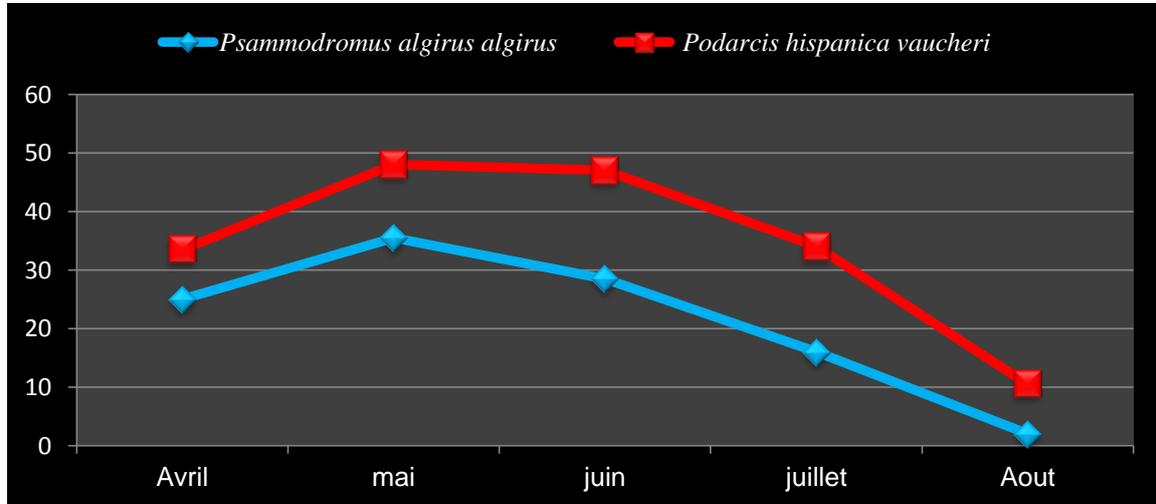


Figure 57 : Variation mensuelle de l'abondance du peuplement des lézards dans la région d'étude

D'après la figure, nous remarquons une variation des effectifs de lézards au cours de l'année. En effet, Elle atteint son maximum au cours du mois de mai pour les deux espèces : *Psammodromus algirus algirus*, *Podarcis hispanica vaucheri*. Elle est également importante durant les mois de juin et juillet.

b. Brabtia

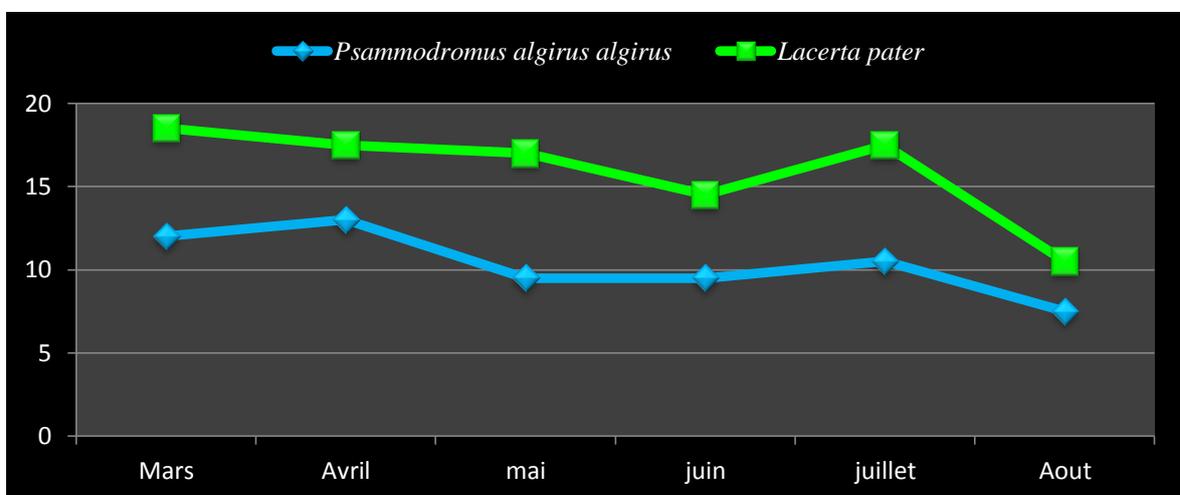


Figure 58: Variation mensuelle de l'abondance du peuplement des lézards dans la région d'étude de Brabtia

D'après la figure , nous remarquons une variation des effectifs de lézards au cours de la saison d'activité. En effet, Elle atteint son maximum au cours du mois de Mars et juillet . Elle est également importante durant les mois d'Avril et Mai .

c. Boumalek

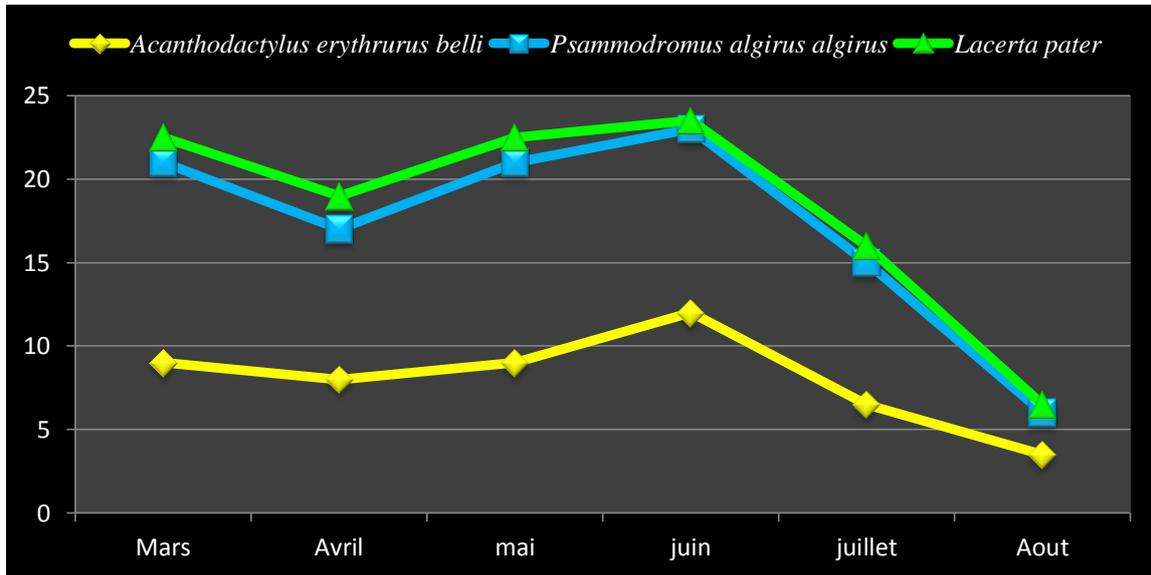


Figure 59 : Variation mensuelle de l'abondance du peuplement des lézards dans la région d'étude de Boumalek

Le pic d'abondance est observé au mois de juin et une très faible présence dans le mois de Aout pour les trois espèces capturés : *Psammodromus algirus algirus*, *Acanthodactylus erythrurus belli* et *Lacerta pater*.

3.5.2. Annaba (Seraidi)

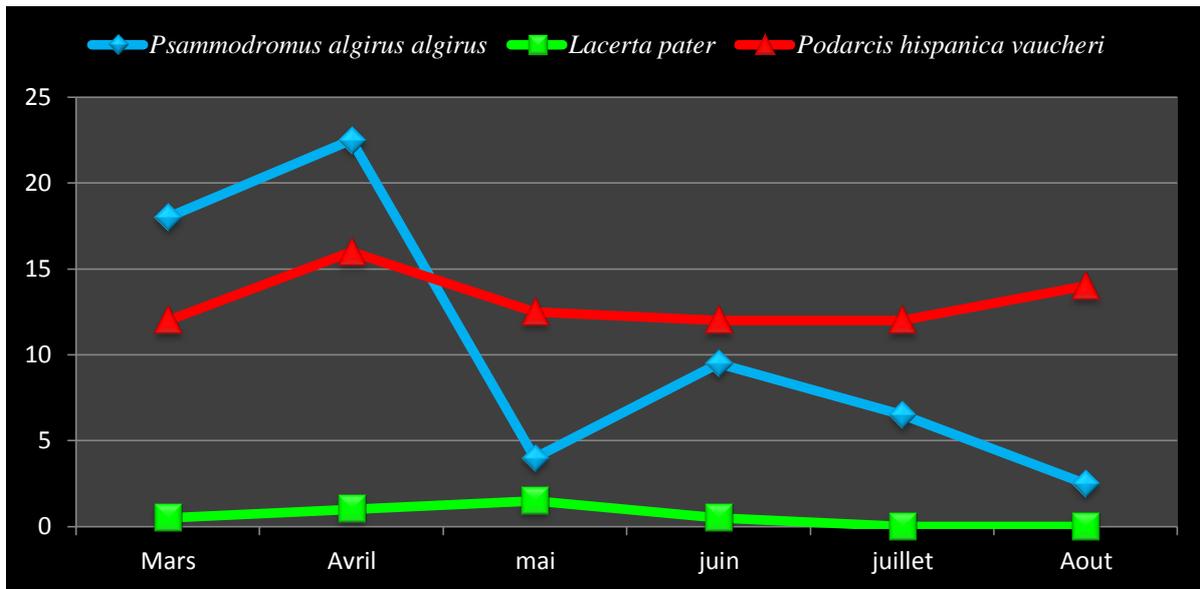


Figure 60 : Variation mensuelle de l'abondance du peuplement des lézards de la région d'étude de seraidi

La plus grande valeur l'abondance la plus important est noté pour l'espece *Psammodromus algirus algirus* dans le mois d'avril suivi par une très faible abondance dans le mois de août et mai. Par contre l'espece *Podarcis hispanica vaucheri* était présente pendant toute la saison d'activité avec une variation d'abondance.

VI. DISCUSSION

Notre région d'étude est riche en écosystèmes et paysages différents et abrite une faune herpétologique diversifiée et très intéressante. L'herpétofaune associée aux différentes formations végétales et des divers milieux a été déterminée par l'observation directe et les indices de présence ou de reconnaissance des espèces.

C'est ainsi donc que certaines espèces, notamment les plus exigeantes sur le plan écologique, et par conséquent les plus vulnérables aux changements des facteurs de l'environnement, sont inféodées et liées à un milieu particulier. D'autres sont plus répandues et à large amplitude écologique même si la densité de leurs populations est parfois très faible. Par ailleurs, certains milieux sont plus favorables, ils permettent la coexistence de plusieurs espèces. La diversité spécifique est donc en relation avec le type de milieu et les propriétés intrinsèques et les adaptations des espèces (Nouira, 2001).

Durant notre étude (3 ans : Avril-Août : **2009-2010-2011**) **1211** lézards ont été capturées appartenant à 2 familles (Lacertidae et Gekkonidae) et 9 espèces.

La composition spécifique de chaque site montre que *Psammodromus algirus algirus* est l'espèce la plus abondante et la plus commune des régions d'étude. Ceci appuie les travaux de Rouag (1999) où l'espèce est caractéristique du bassin méditerranéen occidental du Cap Bon au nord de la Tunisie jusqu'à la Vallée de l'oued Sousse au Maroc, en Europe elle est présente du Détroit de Gibraltar à la vallée du Rhône.

La plus importante abondance est enregistrée dans la zone El Ghorra (**215** individus) et la plus faible dans a Boumalek (**110** ind). En effet, cette espèce est présente depuis le niveau de la mer jusqu'à plus de 1000m d'altitude (El Ghorra). Elle passe la plus grande partie de son temps autour des pieds des végétaux, sur les rochers ou perché sur les bruyères, le lentisque ou filaire. Elle évite les zones découvertes, sans végétation. Une importance différence de taille existe entre les populations de plaine et celles de montagne, en effet *Psammodromus algirus algirus* des formations d'altitude sont plus robustes surtout au site d'El Ghorra qui montre une grande différence par rapport au massif de Seraidi (l'Edough), Boumalek et Brabtia.

Au sud de l'Espagne l'étude de Carrascal *et al.* (1989) sur la sélection de l'habitat du genre *Psammodromus* avait révélé que le *P. a. a.* évite les substrats sablonneux et choisit des habitats avec un grand recouvrement de litière, herbe, arbrisseaux et arbres. Dans notre région d'étude, le *P. a. a.* fréquente aussi bien les formations forestières que les maquis dunaires et peut s'y rencontrer en forte abondance. On observe une différence de taille entre les individus qui occupent les plaines et ceux qui fréquentent les formations d'altitude comme la formation de chêne zeen, les lézards observés en altitude étant plus robustes par rapport à ceux de plaine.

Lacerta pater est répartie sur les 4 sites d'étude mais avec des abondances très variables dont la plus importante est dans la subéraie de Brabtia (67 individus) et la plus faible dans le massif de seraidi (l'Edough) et El Ghorra.

En Europe, *L. p.* se rencontre sur des terrains sablonneux dégagés (Arnold et Burton, 1978), chose que l'on remarque rarement dans notre région où il préfère les lisières, les talus de routes, ainsi que les zones dégagées dans les formations forestières.

Acanthodactylus erythrurus belli et *Podarcis hispanica vaucheri* sont des espèces spécialistes endémiques à des zones bien précises.

On retrouve l'*A.e.b* particulièrement dans les zones sableuses dégagées à végétation buissonnante clairsemée, et occasionnellement en des endroits tout à fait dénudés, comme les plages, les pelouses, et les plaines rocheuses. Elle fréquente donc des biotopes chauds et ensoleillés. Au niveau de la zone d'étude, les densités maximales ont été enregistrées au niveau des milieux dunaires, 4,33 ind/Km², l'espèce est totalement absente dans les formations altitudinales (Rouag, 1999) dans lesquelles nous avons enregistré une abondance de 96 individus.

La proximité de la frontière tunisienne de notre terrain d'investigation nous a permis de comparer nos données, du moins sur le plan de la biodiversité, avec ceux de l'herpétofaune tunisienne. Il s'est avéré que l'*Acanthodactylus erythrurus t.b*, identifiée avec certitude dans le Parc national d'El Kala, se trouve absente de l'herpétofaune tunisienne (Nouira 1995). Ceci suppose que notre région constitue la limite est de son aire de répartition, soit cette espèce reste à découvrir du côté tunisien.

Podarcis h.v est localisée principalement dans Djebel el Ghorra et le massif seraidi où elle est inféodée aux milieux fermés caractérisés par une humidité élevée et une végétation dense.

Ces lézards grimpent souvent sur les arbres où ils chassent les petits invertébrés dans les crevasses des écorces notamment de chêne liège et de chêne zéen (Rouag, 1999). On a enregistré une abondance de **49** individus.

En Europe, *P. h. v* est rare en zones montagneuses (Matz et Weber 1983), alors que dans la région étudiée, les seuls milieux occupés par ce lézard sont la formation de chêne zeen et la formation de chêne liège sans sous-bois qui se localisent en altitude. Les Gekkonidae (*Tarentola mauritanica mauritanica* et *Hemidactylus turcicus turcicus*) sont signalés à l'intérieur des habitats et dans le milieu sauvage. Ce sont des espèces qui préfèrent les vieilles habitations, les milieux pierreux (Nouira, 1996) et présente une abondance très variable selon les milieux.

Dans notre étude, l'espèce de Gekkonidae la plus capturée est *Tarentola m.m* (10 ind) et la moins observée est *Hemidactylus turcicus.t* (3ind). Cette dernière n'a été capturée qu'à haute Altitude (El Ghorra). Selon Rouag (1999) *Hemidactylus t.t* n'a été observé que seulement dans les formations dunaires (et plus exactement à Boumalek) depuis ce temps on a peu d'information sur sa répartition. La seule explication qui serait donnée à cette dernière que se sont les conditions du milieu ou bien une introduction de cette espèce liée à l'activité de l'homme.

Le caractère du désert, ainsi que les conditions climatiques offrent des conditions idéales pour l'existence d'une herpétofaune bien diversifié dans un milieu désertique très pauvre en espèces.

Pour les captures qui ont été effectuées au Sud nous avons fixé les mêmes biotopes reliés à l'existence de l'homme autour. Les oasis et les Ghout ont été les sites de capture, effectuées en début de la saison (mars- avril-Mai).

Les trois zones désertiques choisies ont révèlent une richesse même en espèces de lézards. Nous avons identifié de trois espèces : *Acanthodactylus boskianus*, *Acanthodactylus dumerili*, *Tarentola neglecta*.

La caractérisation des peuplements de lézards a révélé une importante diversité des régions étudiées où la plus grande valeur a été enregistrée à la subéraie de Brabtia (**1.809 bit**), la forêt d'El Gorra (**1.749 bit**) et Boumalek (**1.44 bit**) ce qui est très élevé et exprime un peuplement riche en espèces. Nous avons enregistré la plus faible valeur dans le massif de seraidi (**0.647 bit**). Cet indice correspond soit à un peuplement caractérisé par un petit nombre

d'espèces pour un grand nombre d'individus, soit à un peuplement dans lequel il y a une espèce dominante.

La valeur de la biodiversité est très variée depuis la formation de chêne zeen jusqu'aux pelouses, c'est à dire de la formation la plus évoluée à la plus dégradée (plus la structure de la végétation se simplifie plus le nombre de niches disponibles diminue). Ces deux dernières formations sont caractérisées par une structure de végétation très dense au niveau du sol, chose qui gêne le déplacement des Lézards et limite également le passage du rayonnement solaire, indispensable pour l'activité des Reptiles.

D'une manière générale, la formation de chêne liège sans sous-bois et la formation de chêne zeen sont les formations les plus riches en espèces.

L'équitabilité du peuplement de lézards capturés à différentes régions révèle des valeurs très faibles à faibles proche de la valeur 0, ce qui exprime une distribution d'abondance non équilibrée, et cette dernière sera traduit par la plus grande abondance de *Psammodromus a. a* par rapport aux autres espèces. Cette dernière est liée d'une part à la grande richesse des ressources de l'environnement dans lequel ils vivent, et donc une très faible compétition interspécifique. Ou alors nous pouvons expliquer ces résultats par le fait que les différentes populations de lézards capturés ne sont pas toutes actives à la même période ce qui diminue le risque d'une compétition interspécifique forte et donc la dominance d'une espèce au dépens d'une autre, ces résultats sa était observé par apport à la dynamique des différents espèces en fonction de la période d'activité (David Wardle. 2002).

Les biométries comparée des mêmes espèces réparties dans des habitats différents, nous a donné des résultats variables et ce entre les sites suivant un gradient altitudinal significatif par apport aux classes d'âge, pour les *Psammodromus a.a* (mâles ($r = -0,02$ et $p = 0,04$), les femelles ($r = 0,53$ et $p = 0,005$) et les sub-adultes ($r = 0,40$ et $p = 0,01$)) ainsi que pour *Podarcis h.v* (les mâles ($r = 0,18$ et $p = 0,004$), et les sub-adultes ($r = 0,7$ et $p = 0,005$)).

Les différences constatées lors de ces mesures, nous indiquent que cette différence de taille révèle une des formes morpho métrique remarquable des lézards observés sur terrain. Ces différences vont en faveur avec la richesse floristique et faunistique (Benyacoub, 1998), permettant le développement d'un nombre élevé d'insectes, base des réseaux trophiques auxquels participent les Reptiles (Rouag, 2006), ainsi l'équilibre de l'écosystème lié à

l'absence de l'activité anthropique contrairement au site de seraidi près de la ville d'Annaba qui caractérise le site d'El Ghorra.

La distribution régionale des différentes espèces est un paramètre important dans la dynamique des différentes populations et des facteurs qui la régissent. En effet, les interactions entre biotope-faune sont sous contrôle de facteurs environnementaux tels que les variables climatiques. La connaissance de ces interactions permet de mieux cerner les exigences des différentes espèces. Dans cette approche nous avons tenté d'analyser la distribution obtenue des différentes espèces, tenant compte des particularités à la fois des espèces et des milieux qui les hébergent.

Pour des raisons climatiques ainsi la présence continue sur le terrain nous a laissé choisir les régions du Nord pour suivre l'activité des populations de lézard.

Au niveau régional, les lézards ont montré un pic d'abondance au cours du mois de Mai pour le site d'El Ghorra et Avril pour Seraidi (l'Edough), Brabtia et Boumalek et une faible abondance dans le mois d'Aout pour tous les sites d'études au nord.

Au mois de mars l'activité des lézards est encore très faible pour El Ghorra, La plupart des animaux sont encore en hibernation vu que les conditions climatique sont très favorable lié au baisse température qui empêche leur faible activité. Ce n'est qu'à partir du mois d'avril que l'activité devient importante. Par contre les autres régions d'étude où les conditions sont plus ou moins Au mois d'aout la population est formée essentiellement de juvénile et sub-adulte.

Parmi les études récentes sur *Psammodromus algirus algirus* (Djelali, 2005) et aussi bien (Graiche, 2005) sur *Acanthodactylus erythrurus belli* on note ces mêmes variations saisonnières aussi bien au niveau régional qu'en Tunisie (Dsouli et al, 2006).

Nos résultats montrent que les populations de lézards sont formées de trois stades: adultes, sub-adultes, juvéniles. Au cours de la première période d'activité les peuplements sont formé principalement d'adultes mâles et femelles liées à la préparation pour la reproduction, observée en début des saisons (Scali et al., 2000, Salvador et al. (1996). Ainsi nous avons enregistré chez les femelles capturées un taux de gravidité important. selon Eisen et al., (2001) le taux varié selon les régions étudiées et est liées aux conditions biotique et abiotique

les sub-adultes et les juvéniles ont été les plus capturées car ces derniers ont peu d'activité et d'expérience (Eisen et *al.*, 2001).

Conclusion

Au terme de notre étude, il s'avère que les espèces de lézards sont partagées en deux catégories :

La première englobe les espèces spécialiste : *Acanthodactylus e.b* et *Podarcis h.v* ainsi les espèces du Sud (*Acanthodactylus b*, *Acanthodactylus d*, *Tarentola neglecta*). La deuxième concerne les espèces généralistes et les plus répandue entre les espèces est *Psammodromus algirus algirus*. En effet, elle est répartie sur les 4 sites avec une abondance très variable dans les régions du Nord.

La structuration des peuplements de lézards suivis dans les différentes zones d'étude montre que les sites d'altitude favorisent les individus de plus grand taille par rapport au sexe et classe d'âge. Les résultats obtenus sur la variation mensuelle des effectifs des lézards montrent une abondance maximum aux cours du mois de mai. Elle est également importante durant les mois d'avril, juin et juillet ; par contre une faible importance durant le mois de Aout.

L'étude abordée dans ce chapitre nous a permis de connaître l'écologie, la caractérisation des peuplements de lézards dans toutes les régions que nous avons établie.

Ces modèles biologiques aussi décrites vont être associées aux modèles ectoparasites qu'ils infectent et feront l'objet de notre prochain chapitre.

CHAPITRE III : ÉTUDE DU SYSTÈME PARASITES - LÉZARDS

I. INTRODUCTION

Dans la nature, les organismes interagissent entre eux par des interactions positives ou avantageuses, négatives appelées également désavantageuses ou encore neutres. Parmi les interactions désavantageuses nous avons la compétition dans laquelle deux individus appartenant à la même espèce ou à des espèces différentes se disputent une même ressource limitant. La prédation où un individu consomme une proie. Enfin, le parasitisme où un organisme dit parasite vit au dépens d'un autre (Cheng 1991, Combes 1995). C'est le parasitisme qui sera notamment étudié dans notre travail. Selon le point de vue du parasitologue ou bien de l'écologue, les parasites se définissent souvent de manière différente. Pour le premier un parasite est un organisme qui vit sur ou dans un autre organisme dit hôte qu'il utilise comme seule ressource alimentaire. L'hôte est à la fois la ressource, l'habitat et le site de reproduction. Cette définition englobe les micro-parasites tels que les virus, les bactéries, les champignons et les Protozoaires ainsi que les macro-parasites qui peuvent être endoparasites tels que les Helminthes ou ectoparasites comme les Arthropodes (puces, tiques et autres).

L'écologiste donne la même définition mais avec la stipulation qu'un parasite réduit la survie et / ou le succès de la reproduction de son hôte (Lanciani 1975). Les parasites peuvent causer la mort de l'hôte, son affaiblissement ou alors la réduction de sa fécondité. C'est pour cette raison que l'impact du parasitisme ne doit donc pas seulement être étudié au niveau individuel, en terme de pathogénie, mais également au niveau populationnel, en terme de réduction de la fitness ou valeur adaptative (Anderson & May 1978, 1979, Begon & al. 1986, Toft & Karter 1990, Combes 1995).

Etant donné que chaque organisme est confronté au parasitisme, soit en tant qu'hôte, soit en tant que parasite (Barbault 1992), le parasitisme doit être pris en considération en écologie évolutive et en biologie des populations, au même titre que la compétition et la prédation,

comme une force majeure intervenant dans la structuration des communautés (Freeland 1983, Price & al. 1988, Minchella & Scott 1991), la dynamique des populations (Anderson & May 1978 et 1979) et dans le façonnement des traits d'histoire de vie des individus (Minchella & Verde 1981, Hochberg & al. 1992, Forbes 1993, Richner & Heeb 1995).

Pour minimiser l'impact des parasites l'espèce hôte utilise plusieurs stratégies de défense. Par exemple, l'hôte active son système immunitaire, s'encapsule ou bien il augmente les soins sanitaires. Il peut également ingérer des aliments anti-parasitaires (Lozano 1991), synthétiser et accumuler de composés secondaires toxiques (Ebel & Grisebach 1988) ou bien utiliser des plantes aromatiques qui peuvent diminuer la virulence des parasites ainsi que leur taux d'infestation (Wimberger 1984, Clark 1991, Lambrechts & de Santos (2000). De telles défenses sont provoquées par l'attaque des parasites et peuvent même être anticipées, si ces dernières sont spécifiques et coûteuses pour l'hôte (Begon & al. 1986). Théoriquement, un hôte pourrait réagir simplement contre l'attaque de quelques parasites en modulant son investissement dans la reproduction (Forbes 1993). Ce type de comportement a été déjà montré chez des organismes proies (Reznick & al.1990). Par exemple, le nombre d'œufs pondus est augmenté chez les jeunes escargots *Biomphalaria glabrata*, s'ils sont exposés à une infestation par des Schistosomes. Ce qui permet de compenser la réduction certaine de la reproduction future du fait de la prolifération des Trématodes (Minchella & La Verde 1981).

Depuis une vingtaine d'années environ, plusieurs recherches sur l'interaction hôte-parasite ont été développées chez les oiseaux (Bousslama, 2003; Becir, 2005; Boulahbel, 2005, Marco Barroca.2006 Khalfaoui, 2007). Mais très peu chez les Reptiles ((Dsouli et al, 2006, Schall et al. 2000, Goater et al, 2007)

Les reptiles sont l'hôte d'une incroyable variété de microparasites et de macroparasites. Les microparasites des reptiles comprennent les virus, les bactéries et les champignons ainsi que les protistes eucaryotes unicellulaires. Ces microbes et protistes sont capables de réplication et de développement rapide dans l'hôte. En outre, plusieurs microbes sont des agents étiologiques de maladies infectieuses sérieuses de populations sauvages de reptiles. Les microbes devraient être reconnus comme élément significatif de la diversité biologique et ne devraient pas être ignorés, particulièrement étant donné leur potentiel de pathogénicité sérieuse chez les reptiles. (Goater et al, 2007).

L'état de notre zone d'étude offre un milieu très favorable au maintien des parasites et ceci a été observé chez les oiseaux (Bousslama, 2003; Becir, 2005; Khalfaoui, 2007; Boulahbel, 2005). Les études sur les reptiles sont très rares et sont habituellement consacrées à la systématique, écologie et ou à la dynamique de certaines populations. Dans le Parc National d'El Kala après l'inventaire des reptiles (Rouag, 1999), deux travaux ont été fait sur les parasites chez les reptiles : les hémoparasites des tortues (Tiar, 2008) et les ectoparasites des lézards (Soualah-Alila, 2009).

C'est dans ce contexte qu'on va enrichir la connaissance de la diversité des parasites (Quantification et identification) chez les lézards ainsi que leurs effets sur les populations étudiées.

II. MATÉRIELS ET MÉTHODES

1. Zone d'étude

Notre capture de lézard s'est effectuée dans le PNEK, le massif de seraidi, et le sud (Biskra, El Oued, Ouargla). (Description dans le deuxième chapitre)

2. Méthodologie générale

2.1. Collecte des ectoparasites

La méthode utilisée pour prélever les ectoparasites consiste à examiner visuellement toutes les parties du corps des lézards pour les tiques et les acariens.

Les tiques et les mites sont des ectoparasites assez faciles à observer et à récolter et cela par un simple examen macroscopique par le biais d'une pince. Sauf que pour les tiques on doit collecter par préhension on fait ressortir le rostre d'un coup sec et ferme sans le lyser car il représente un important élément pour l'identification. Les ectoparasites récupérés ont été stockés dans de l'éthanol 70%.



Figure 61 : Pince fine et tubes identifiés, outils de prélèvement des tiques et mites
(Cliché, Soualah-Alila.h)

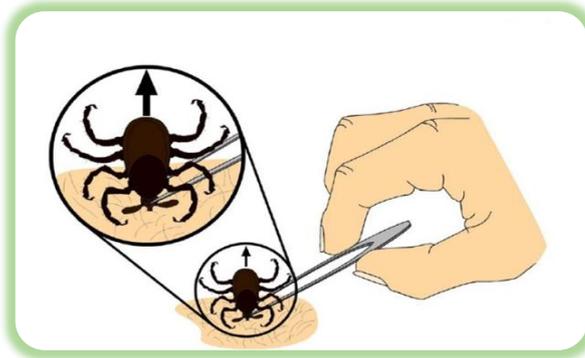


Figure 62 : La procédure demander pour retire les tiques. (Catherine A. et al.2006)

2.2. Identification des parasites

Au laboratoire, l'identification des tiques a été réalisée sous loupe binoculaire. La manipulation de ces ectoparasites est effectués à l'aide d'une pince fine dans un ver de montre ou dans une boîte de pétri. Pendant l'identification, le corps des tiques est humidifié avec de l'alcool à 70° pour éviter la dessiccation et enlever les débris.

L'identification a été réalisée grâce aux clés de détermination trouvées dans les ouvrages et logiciels suivants :

- Tick identification key (Frank L. Ruedisueli & Brigitte Manship, developed in 1956 by Hoogstraal).
- Précis d'entomologie médicale et vétérinaire (Frodhain.F& Perez.C, 1985).
- Manter Laboratory of Parasitology, University of Nebraska – Lincoln (on line)
- A.F. Azad.1989. Mites of public health importance and their control.
- Interactive Program for Teaching Tick Morphology, version1.0 "AFPMB" la confirmation a été effectuée dans l'institut Pasteur d'Alger et de Tunis.

2.3. Indices parasitaires

Abondance « N » : L'abondance représente le nombre d'individus collectés ou observés durant la saison d'échantillonnage pour chaque milieu.

Richesse spécifique « S » : C'est le nombre d'espèce « S » contacté au moins une fois au terme de « N » relevés (Blondel ,1975).

Prévalence « P » : C'est le rapport en pourcentage du nombre d'hôtes infestés (N) sur le nombre d'hôtes examinés (H).

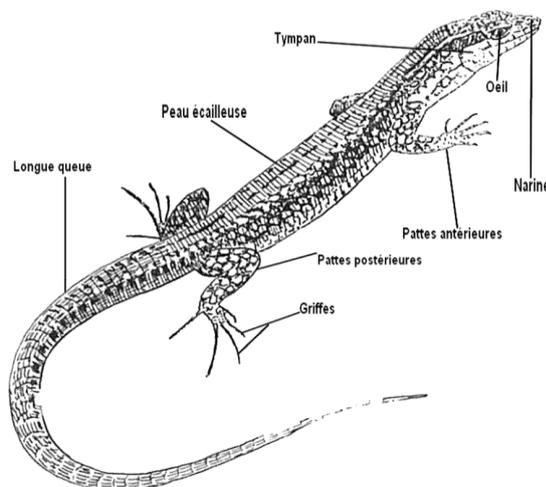
$$P = N / H \times 100$$

Intensité « I » : C'est le rapport de nombre total d'individus d'une espèce parasite (n) sur le nombre d'hôtes infestés (Np).

$$I = n / Np$$

2.4. Typologie

La typologie des repartitions des parasites a été effectuée on se basant sur le travail de (Hayashi, et al.1984). Le corps du lézard est partagé en plusieurs parties représentées dans le tableau et le schéma suivant :



Tête					Patte			Flanc			la queue			
dorsal	Latéral	ventral	Œil	Narine	Tympan	base	armes	ped	dorsal	Latéral	ventral	dorsal	Latéral	ventral

Figure 63: Les sites d'attachement des tiques selon Hayashi et al. (1984)

2.5. Prélèvement sanguin

Des frottis sanguins ont été effectués en coupant un petit bout de queue ou d'orteil de l'animal sur le terrain (ou un hôte fraîchement tué) et en étendant le sang de façon uniforme sur une lame porte-objet. Les petits bouts d'orteil ou de queue peuvent produire un sang très aqueux.

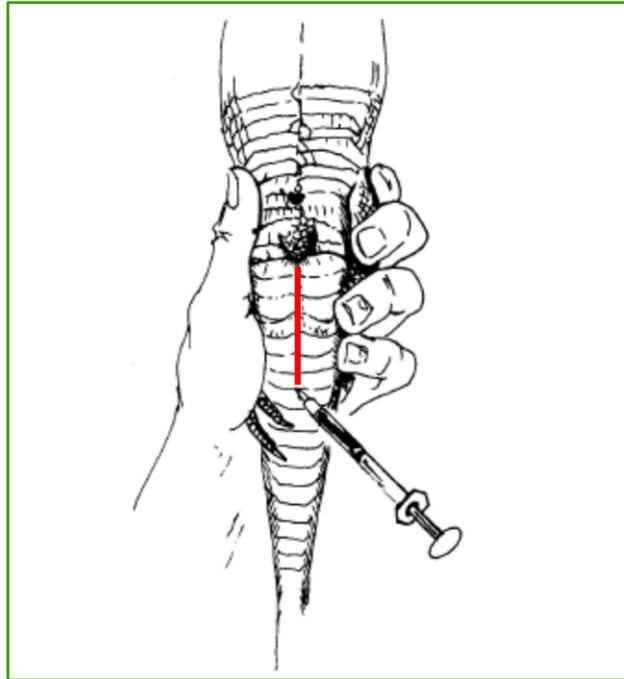


Figure 64 : Site des prélèvements sanguins .La ligne rouge correspond à la position théorique de la veine caudale (Christine et Marie-France.2004).

2.6. Réalisations des frottis sanguin

Pour réaliser le frottis, on place une goutte de sang (0.1 μ l) sur une lame porte-objet nettoyée. Une lamelle couvre-objet est appliquée à un angle de 30-35° de manière à toucher la goutte de sang qui coule le long du bord. La lamelle est ensuite poussée le long de la lame, avec un mouvement régulier, ni trop lent, ni trop rapide. Les globules rouges de lézard étant nucléés, la réalisation de cet étalement est une étape clef qui doit être réalisée avec minutie pour obtenir un frottis exploitable (Bennett, 1970). (Voir annexe)

Les frottis sanguins sont ensuite coloré par : May-GrünWald et Giemsa romanowsky (Tiar.2008). La lecture est fait sous microscopie optique (grossissement (x100)).

2.7. Numération et identification des cellules sanguines

Le dénombrement des Globules rouges a été effectué par un examen microscopique des frottis ($\times 1000$). Traditionnellement, on dénombre les globules rouges d'un champ, puis on estime le nombre de champs nécessaires pour examiner plus de 10 000 érythrocytes. Cette technique ne permet pas de quantifier avec précision (Godfrey *et al.*, 1987).

Il y en a deux types : les globules rouges (GR), les globules blancs (GB) et Thrombocytes ou plaquettes sanguines :

- **Erythrocytes** (GR) : nucléés, ovoïdes et biconvexes. Les érythrocytes matures des reptiles sont des cellules ellipsoïdes avec un noyau ovale central. Ces cellules ont la capacité de se diviser. Les thrombocytes peuvent se transformer en hématies (Campbell, 1996).
- **Globules blancs** (GB) :
 - Agronulocytes : Lymphocytes et monocytes
 - Granulocytes : hétérophiles, éosinophiles, basophiles, azurophiles, neutrophiles.
- **Les lymphocytes** : Ils ont un grand noyau foncé entouré d'un mince cytoplasme de couleur bleue ou violette. Ils sont dépourvus d'aucune sorte de granulation.
- **Les monocytes** : Ce sont les cellules qui se caractérisent par des grands noyaux quadratiques avec une couleur bleu pâle. Ces cellules ont eu la forme carrée, leur cytoplasme était bleu-gris.
- **Les hétérophiles** : Ce sont les leucocytes qui se caractérisent par la présence de granules fusiformes rougeâtre- orange dans le cytoplasme. Cependant, la forme n'était pas toujours clairement évidente, particulièrement quand le cytoplasme a été rempli d'eux. Le noyau place excentrique du hétérophile était en rond à ovale, à bleu clair et à plus foncé vers le centre.
- **Les éosinophiles** : Sont les cellules légèrement plus grandes par rapport aux hétérophiles mais les moins nombreuses. Leurs granules étaient plus foncés, plus rouge et rond. Le noyau est placé excentrique, uniforme en couleurs.
- **Les azurophiles** : Ressemblent aux monocytes mais elles se caractérisent par un noyau en demi-cercle et un grand espace de cytoplasme.

- **Les basophiles** : Sont remplis des grands granules en ronds, en avant périphérique. Leurs couleurs changent de mauve –foncé à bleu ou noir foncé. Le noyau est presque invisible à cause de grands nombres de granules superposées.
- **Les neutrophiles**

3. Analyses statistiques

L'analyse statistique des paramètres a été effectuée en utilisant le logiciel Excel pour calculer la moyenne et l'écart type (entre les années) où la présentation graphique des données, elle s'est appuyée sur l'élaboration d'histogrammes et des courbes.

Nous avons employé le logiciel Statistica (8.0) pour tracer les corrélations entre les tailles des lézards et le nombre de parasites et R version 20.1 (modèle linéaire générale « GLM ») test chi-square, pour comparer la prévalence parasite en fonction des sexes, classe d'âge et en fonction aussi d'altitude.

III. RÉSULTATS

3.1. Parasites

3.1.1. Inventaire, Identification

Le déparasitage des lézards capturés nous a permis d'identifier les ectoparasites présents. Ce sont des Acariens appartenant à deux grands groupes de parasites hématophages: Tiques et Mites.

a. Tiques

L'examen sous la loupe binoculaire des **tiques** a permis d'identifier à l'aide de clefs d'identifications basées sur l'observation de certains caractères morphologiques sur le corps des individus (voir Annexe) :

L'identification du genre est basée sur l'observation de certains caractères morphologiques sur le corps de la tique:

- Forme et longueur du rostre.
- Présence ou absence des yeux.
- Présence, forme et position du sillon anal, festons et coxa I.
- Aspect externe du port génital femelle.
- Les plaques ventrales mâles.

L'identification des espèces est basée sur certains détails morphologiques plus poussés à savoir :

- La coloration des pattes et la présence de marbrures.
- Ponctuations du scutum.
- La forme des stigmates et des yeux.
- Forme du gonopore de la femelle et les plaques adanales pour le mâle.
- Les caractères des sillons.
- La forme des festons.

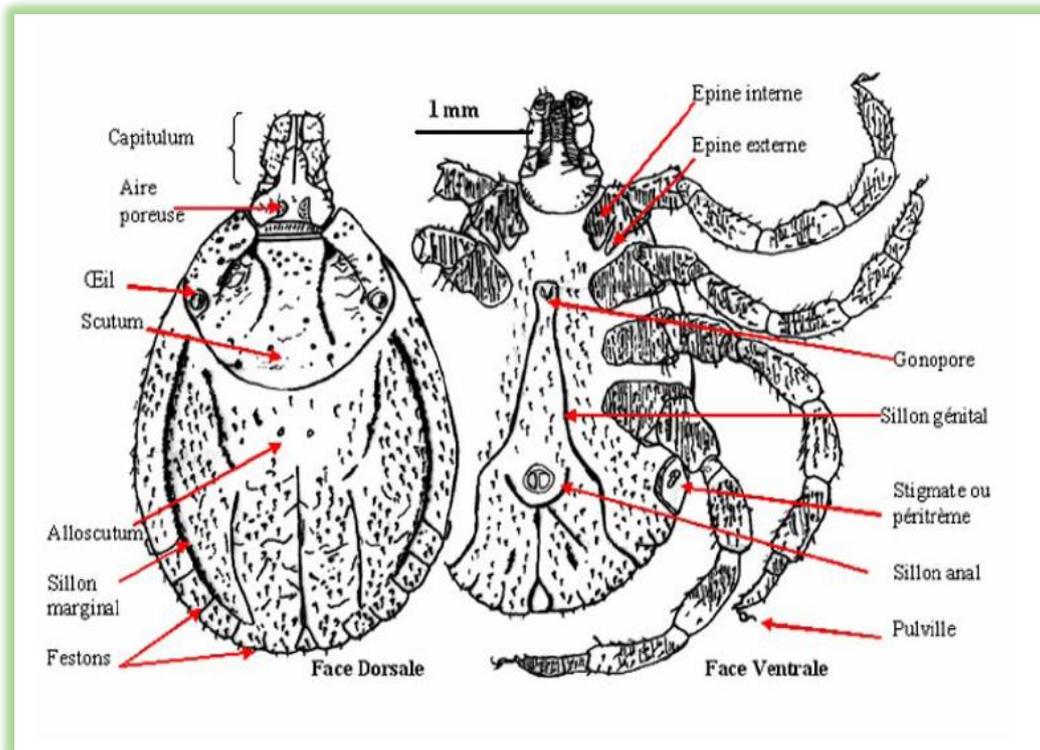


Figure 65 : Morphologie externe d'une femelle Ixodina (Halos.2005)

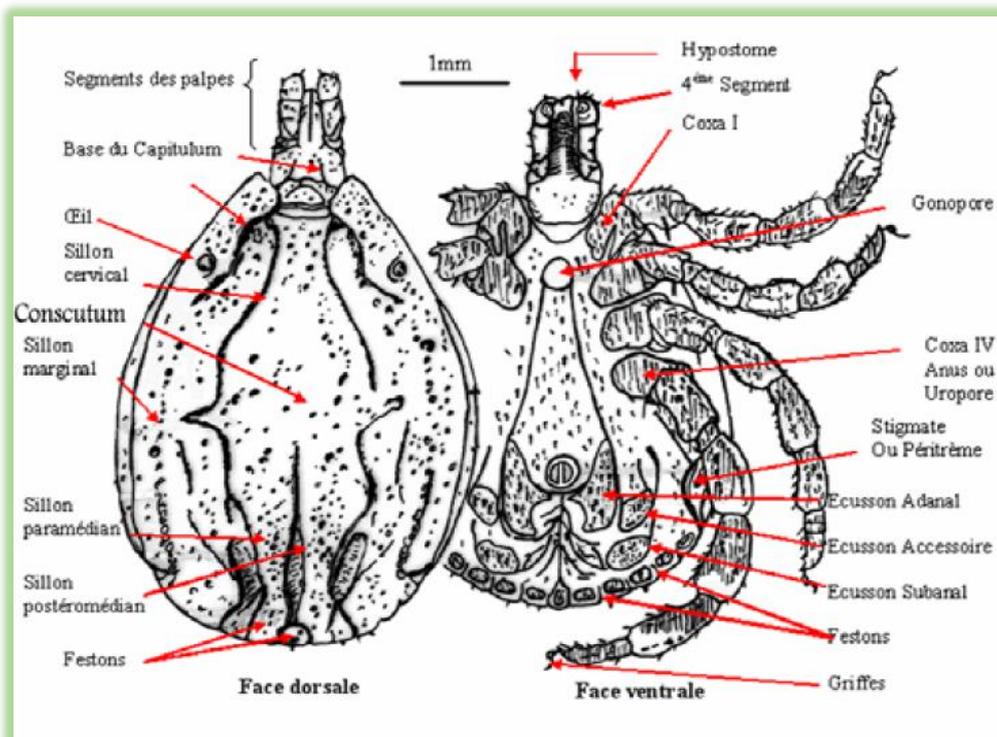


Figure 66 : Morphologie externe d'un Ixodina mâle (Halos.2005)



Figure 67 : *Ixodes ricinus* « nymphe et larve »(1) et gorgée du sang (2) récolté sur les lézards
(Cliché, Soualah-Alila.h)

Toutes les tiques sont des tiques dures de la famille des Ixodidae (*Ixodes ricinus*), représenté par des individus immature (larve et nymphe)

b. Mites

Nous avons pu identifier une espèce de mite : appartenant à la famille des Macronyssidae (*Ophionyssus sp*). Cette dernière déterminée par des caractères morphologique sur le corps de l'individu :

- un abdomen non pas segmenté et possède
- quatre paires de pattes courtes de six articles insérées prés les unes des autres sur la moitié antérieure du corps. Ils sont dotés de chélicères styliformes adaptés à la succion et leurs stigmates sont placés entre les pattes III et IV.
- Leurs corps sont pyriforme, élargi en arrière et couvert de soies courtes et peu serrées.
- Ils sont blanc à jeun et rouges après les repas.



Figure 68 : Mite récolté sur les lézards

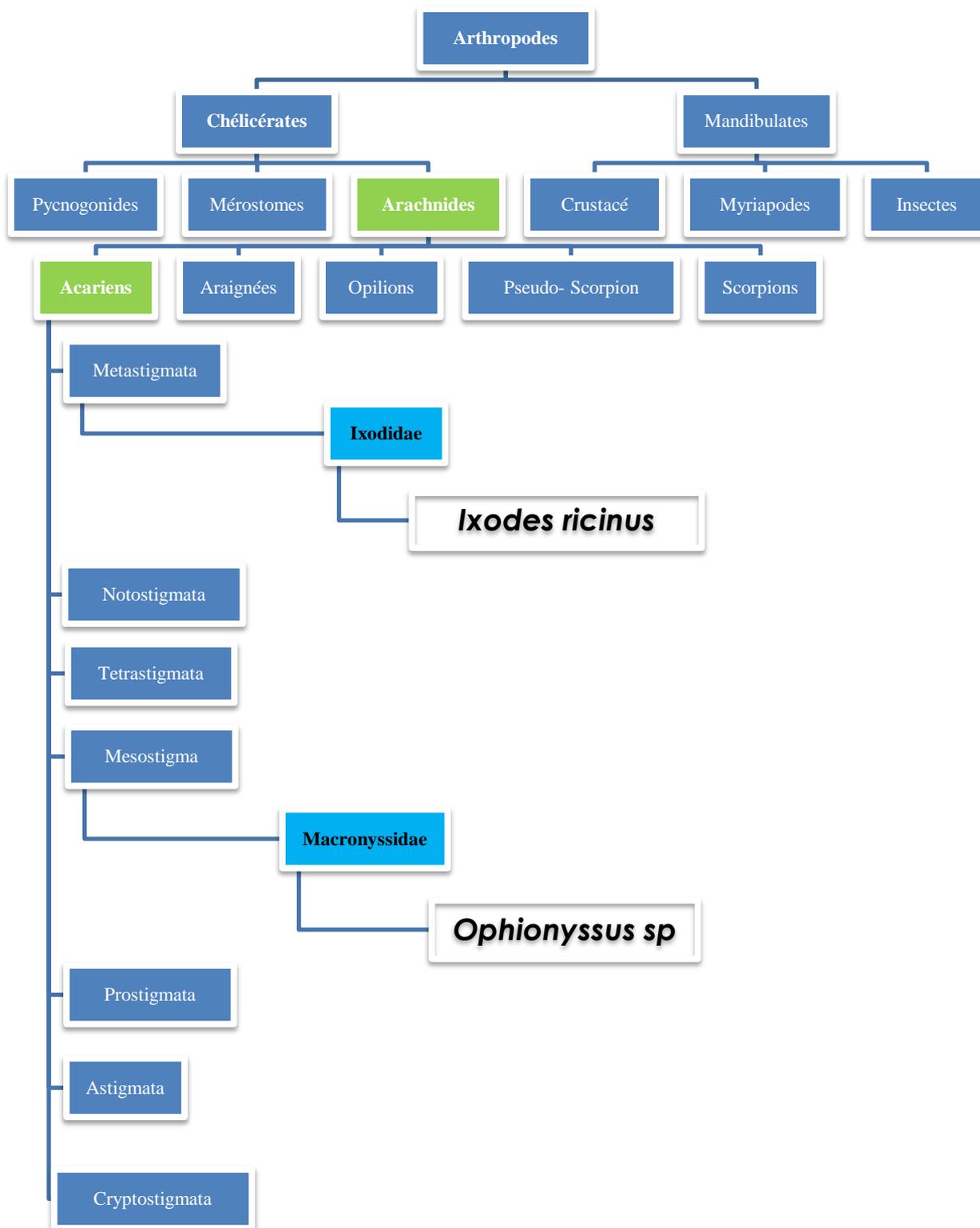


Figure 69 : Positions systématiques des parasites identifiés

3.1.2. Quantification

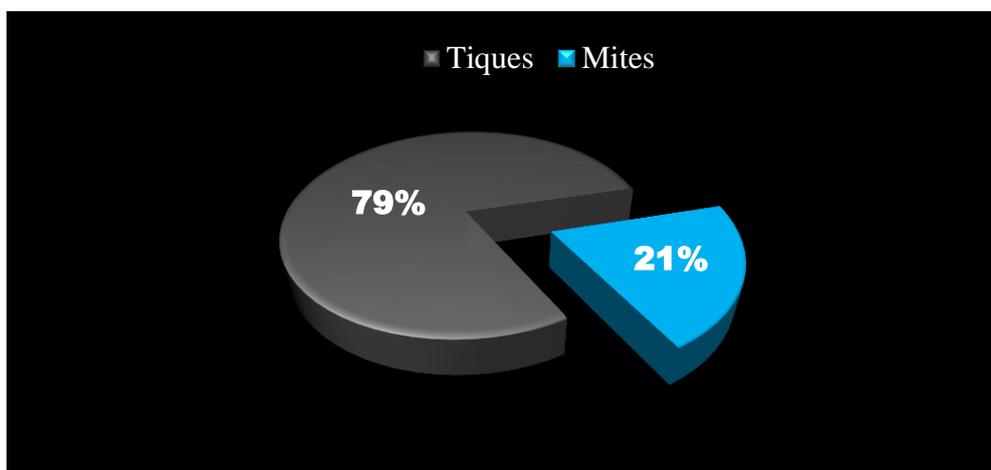


Figure 70 : Proportions des tiques et mites collectées sur les lézards (N=1210).

La quantification des parasites récoltés sur les lézards capturés, nous a permis de distinguer deux types présentés par les tiques : *Ixodes ricinus* 79% (n = 1210) et les mites 21% (n = 318).

3.1.3. Prévalence et intensité des espèces parasites

Des données de la prévalence et de l'infestation parasitaires par les mites et les tiques sont récapitulées dans le tableau suivant :

L'examen du tableau (03), montre qu'entre les biotopes le site d'El Ghorra enregistre la plus grande valeur de prévalence chez *Podarcis.h.v* (41.66%) et *Psammmodromus a.a* (54,3%) qui a été infesté par les mites et les tiques à la fois où l'intensité est la suivante : (5,81) tiques, mites (0.76).

Le site seraidi montre aussi une variation de prévalence entre les espèces : *L.pater* enregistre la plus grande valeur (85.71 %) et une intensité de 3.83. Suivie par *Psammmodromus a.a* (38,5%) et *Podarcis.h.v* (23.13%).

Tarentola.m.m et *Hemidactulus.t.t* ont marqué une infestation par les mites seulement à (100%) pour les deux avec une intensité de 23.6 chez *Tarentola.m.m* et 27.33% pour *Hemidactulus.t.t*.

Pour les trois espèces (*Acanthodactylus boskianus*, *Acanthodactylus dumerili*, *Tarentola neglecta*) du sud ainsi l'*Acanthodactylus .e.b*, on a noté une absence totale des parasites.

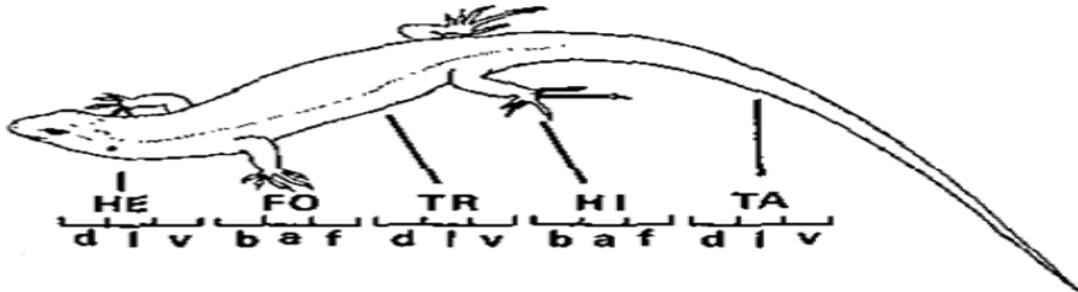
Pour la comparaison de la prévalence d'infestation entre les stades d'âge et sexe nous avons utilisé le test chi-square (R version 20.1). Pour la comparaison entre les habitats nous avons utilisé le test d'ANOVA (Modèles linéaires généralisés (GLM)) où le taux du parasites est le variable dépendent.

Entre les différents stades par le test chi-square on a enregistré une différence hautement significative et positive ($\chi^2 = 20.54$, $af = 1$, $p \leq 0.004$) chez adultes (mâles et femelles) par rapport aux sub-adultes. Parallèlement aucune différence n'a été détectée entre les deux sexes. La comparaison entre les habitats du Nord en fonction d'altitude montre une différence hautement significatif et positive ($F_{(1,101)} = 23.68$, $p = 0.003$) dans les régions d'altitude qui abrite les lézards les plus infectés.

La comparaison entre les deux habitats d'altitude (El Ghorra et le massif de seraidi) par le test d'ANOVA (Modèles linéaires généralisés (GLM)) résulte une grand signification positive pour le site d'El Ghorra ($r = 0.75$, $F = 9.56$, $p = 0.004$) qui enregistre le plus grand nombre d'individus infestés.

3.2. Parasites – Hôtes

3.2.1. Typologie d'infestation par les tiques



Tête						Patte			Flanc			la queue		
dorsal	Latéral	ventral	Œil	Narine	Tympan	base	armes	piéd	dorsal	Latéral	ventral	dorsal	Latéral	ventral

Figure 71: Les sites d'attachement des tiques selon Hayashi et al, 1984

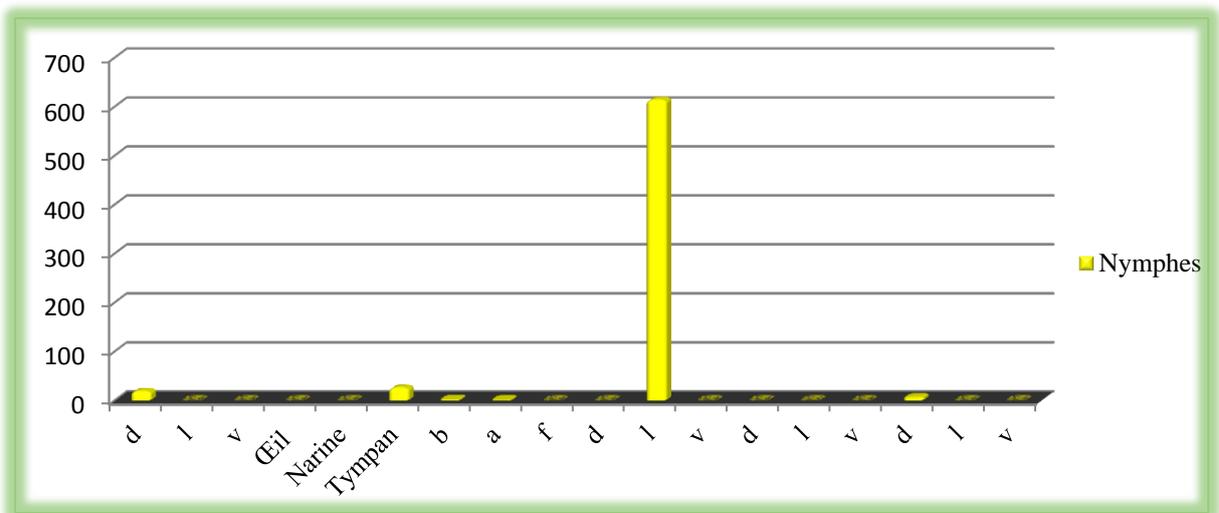


Figure 72: Répartition d'effectifs des tiques selon les sites d'attachement des Nymphes (N=669)

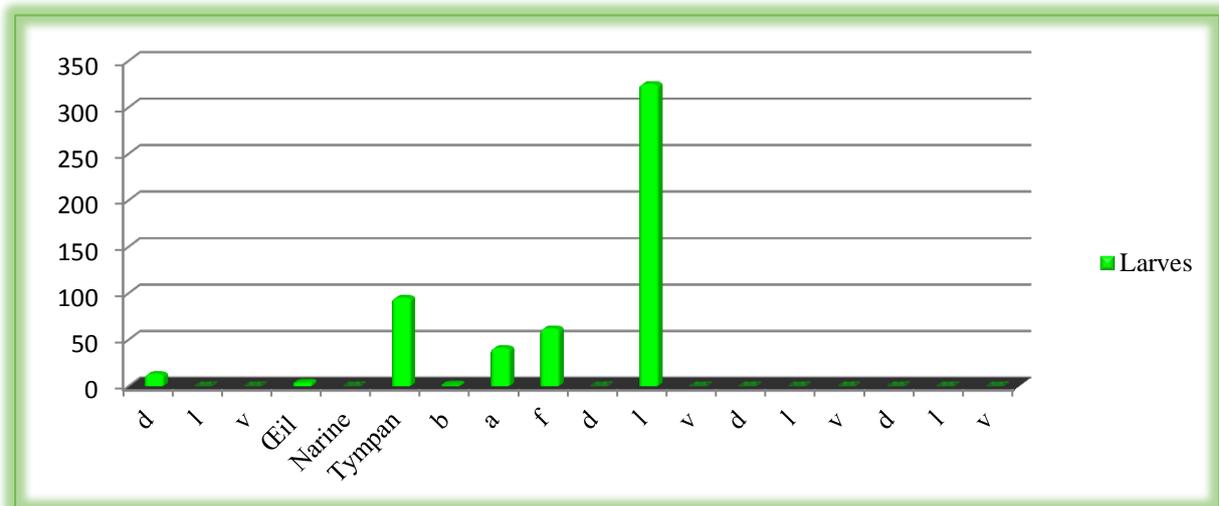


Figure 73: Répartition d'effectifs des tiques selon les sites d'attachement des Larves (N=541)

On note que le plus grand nombre de nymphe (669 *individus*) et de larve (541 *individus*) se retrouve dans le flanc latéral. Pour les pattes de devant la présence des tiques est répartie entre la base des pieds et armes pour les deux stades. La tête abrite les stades larvaires plus que les nymphes. Les pattes de derrière note une absence totale des tiques.

3.2.2. Typologie d'infestation par les mites

Pour ce faire nous nous basons sur les travaux de Cunha-Brros et al (2003)

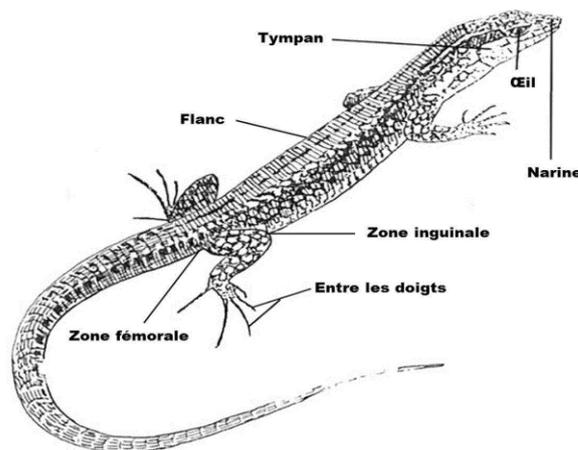


Figure 74 : les différents sites d'attachement des mites (selon Cunha-Brros et al, 2003)

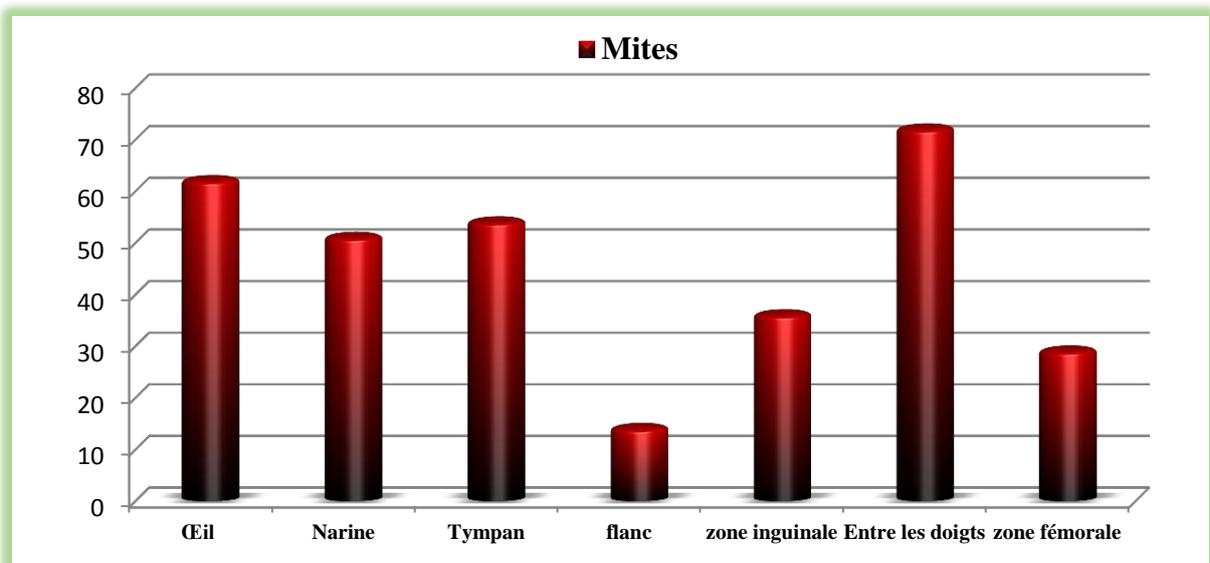


Figure 75: Répartition d'effectifs des mites selon les sites d'attachement des mites (N=318)

La distribution des mites sur le corps est irrégulière. On remarque que le plus grand nombre de mites est signalé entre les doigts du lézard (72 mites). Par contre le reste des mites sont répartie sur les différents sites avec des valeurs variables.

3.2.2. Période d'infestation

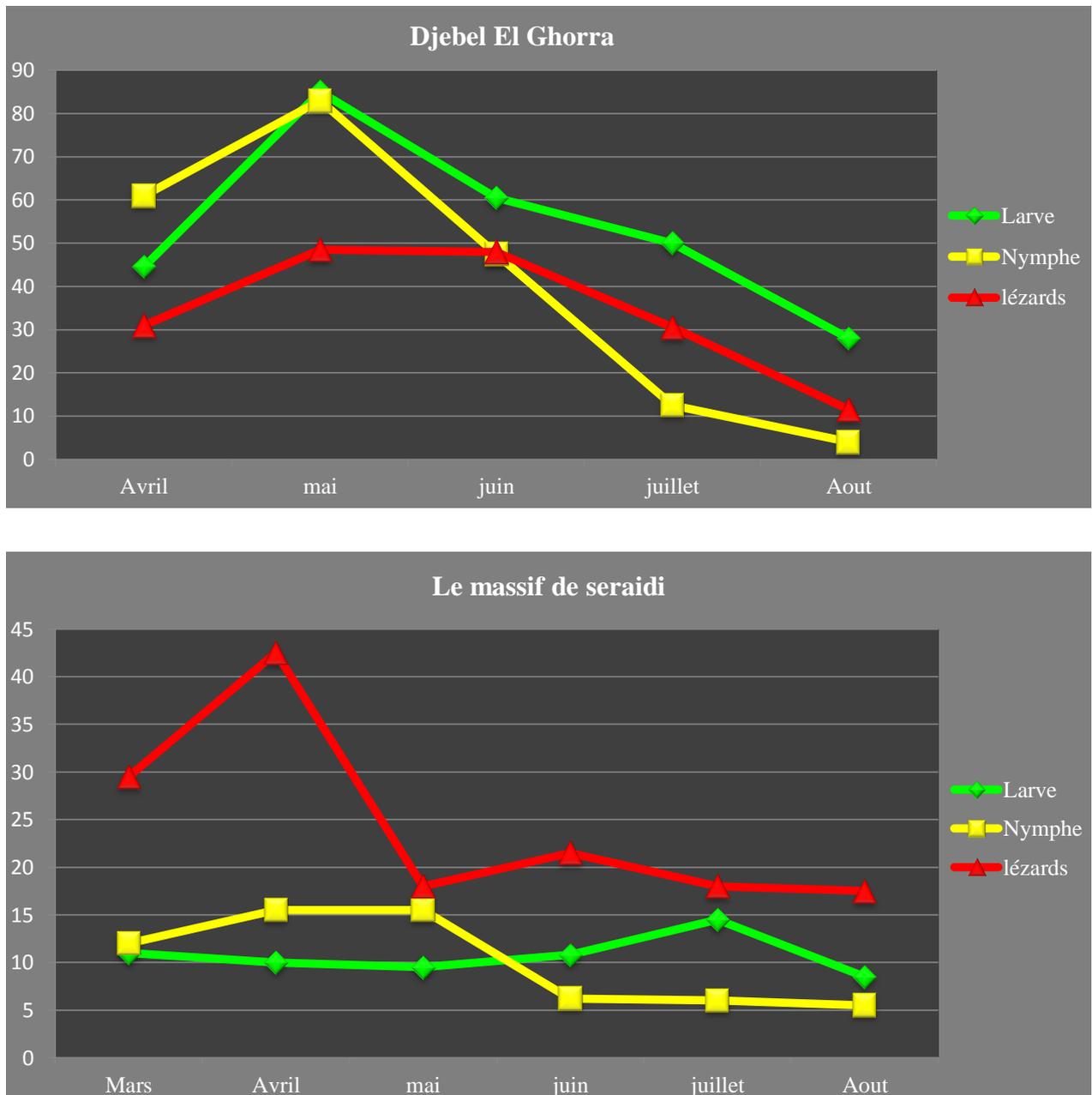


Figure 76: Variation mensuelle des effectifs des espèces de lézards et les différents stades de tiques

L'évolution mensuelle des effectifs des parasites tiques "larves et nymphes" est parallèle à celle des lézards capturés pour les deux sites d'étude (El Ghorra et Le massif de seraidi. D'autre part nous remarquons que les plus grandes infestations parasitaires ont été observées pendant la période allant de Mars à Juin correspondant au pic d'abondance des lézards (Fig76).

3.3. Variation d'infestation parasitaire en fonction de la taille des lézards

3.3.1. Seraidi

a. *Podarcis hispanica vaucheri*

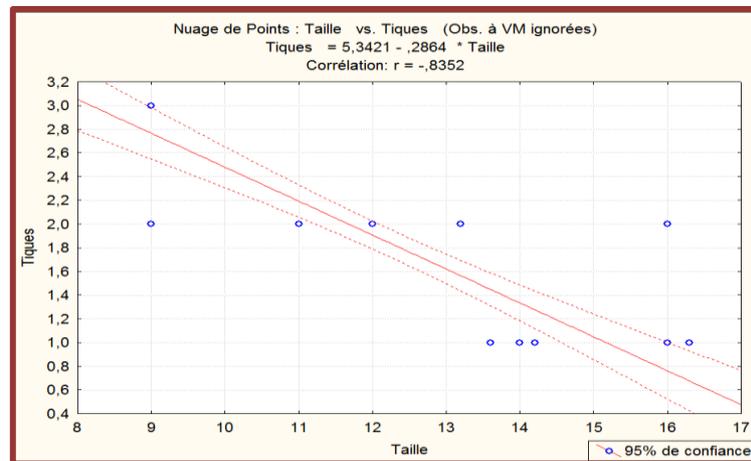


Figure 77 : Corrélation entre le nombre de tiques et la taille des chez *Podarcis h.v*

Nous remarquons qu'il existe une corrélation négative entre la taille des lézards et le nombre de tiques ($r = -0.83$, $p = 0.05$, $N=18$). Cela nous emmènerait à dire que plus l'espèce hôte est grande plus l'infestation parasitaire l'est aussi. Figure (77)

b. *Psammmodromus algirus algirus*

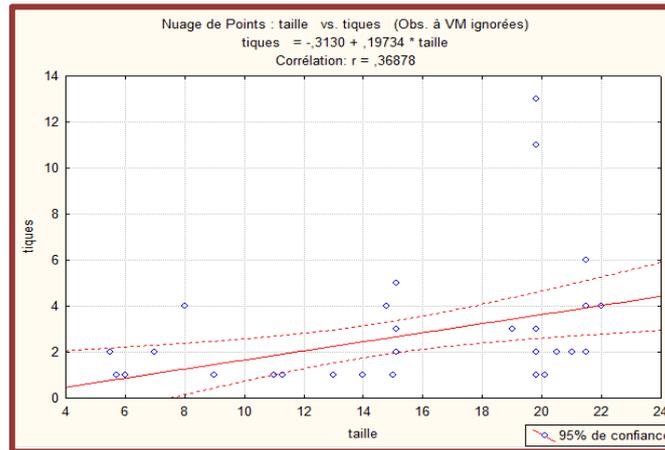


Figure 78: Variation d'infestation parasitaire en fonction de la taille chez *Psammodromus algirus algirus*

Chez *Psammodromus algirus algirus* nous remarquons qu'il existe une corrélation significative et positive entre la taille des lézards et le nombre de tiques ($r = 0.36$, $p = 0.05$, $N = 26$). Cela nous emmènerait à dire que plus l'espèce hôte est grande plus l'infestation parasitaire l'est aussi.

3.3.2. El Ghorra

a. *Podarcis hispanica vaucheri*

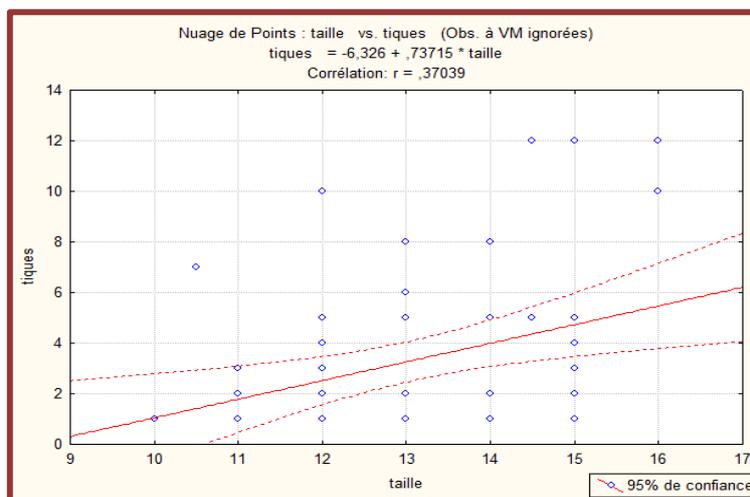


Figure 79 : Corrélation entre le nombre de tiques et la taille des *Podarcis hispanica vaucheri*

D'après cette figure (..), nous remarquons qu'il existe une corrélation significative et positive entre la taille des lézards et le nombre de tiques ($r=0.37$, $p = 0.05$, $N=115$). Cela nous emmènerait à dire que plus l'espèce hôte est grande plus l'infestation parasitaire l'est aussi.

b. *Psammodromus algirus algirus*

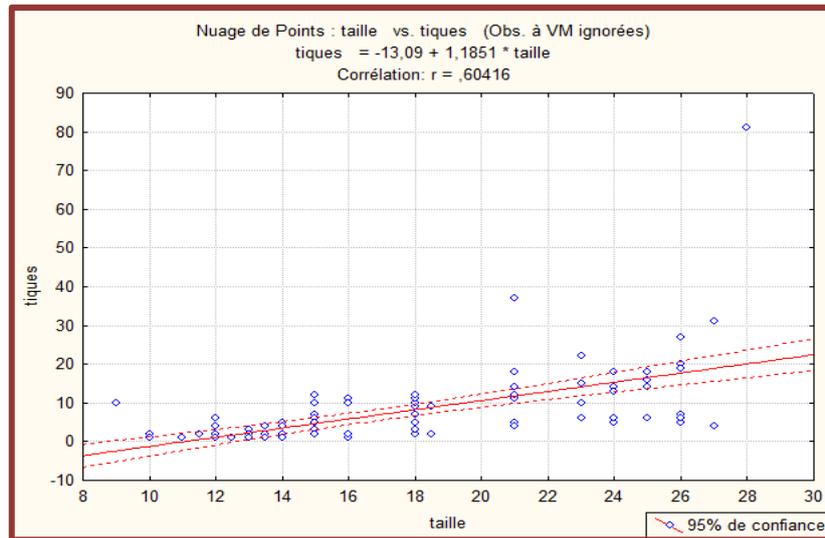


Figure 80 : Corrélation entre le nombre de tiques et la taille des *Psammodromus algirus algirus*

D'après cette figure (80), nous remarquons qu'il existe une corrélation significative et positive forte entre la taille des lézards et le nombre de tiques ($r=0.60$, $p = 0.05$, $N=115$). Cela nous emmènerait à dire que plus l'espèce hôte est grande plus l'infestation parasitaire l'est aussi.

3.4. La formule sanguine

3.4.1. Nature des Globule rouges

3.4.1.1. Différents formes observées

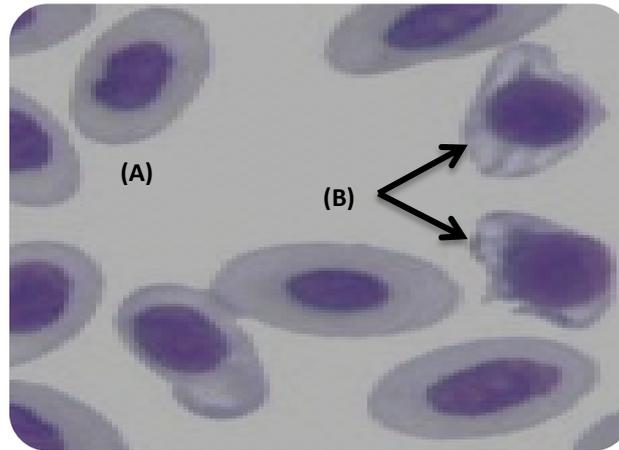


Figure 81 : globule rouge observé (A) normal, (B) anémié
(Cliché, Soualah-Alila.h)

3.4.1.2. Dénombrement des globules rouges

L'effet d'altitude sur le taux de globule rouge est représenté dans le tableau (00). Les espèces soit *Psammmodromus a.a* et *Lacerta pater* retrouvés à basse et haute altitude ont été prises en considération.

Tableau (04) : Comparaison du nombre de globules rouges en fonction de l'altitude

	<i>Psammmodromus algirus algirus</i>			<i>Lacerta pater</i>		
	Moyenne	Ec- type	Test t	Moyenne	Ec-type	Test t
Basse altitude	2449.20 (N=34)	386.46	14.17	1135.33 (N=6)	16.64	167.67
Haute altitude	940.08 (N=5)	274.45	19.97	5366 (N=6)	1936.59	6.19

Nos résultats révèlent que le nombre d'hématies chez *P.a.a* diminue à haute altitude. Nous avons observé un effet inverse chez le *L.p.*

3.4.2 Impact des ectoparasites sur nombre de globule rouge

3.4.2.1. El Ghorra

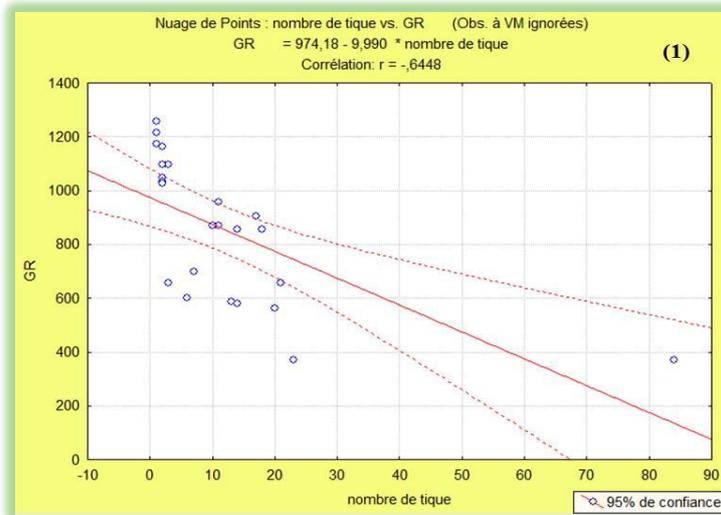


Figure 82 : Relation entre le taux du Globule Rouge et le taux d'infestation par les tiques chez *Psammmodromus algirus algirus* (N=46)

Après analyses statistiques par utilisation de Statistica, nous remarquons qu'il existe seulement une corrélation significative et négative entre le nombre de Globules rouges et le taux d'infestation par les tiques uniquement chez *Psammmodromus a.a* ($r = -0,64$, $p = 0,05$). Ceci nous mènerait à dire que plus les lézards sont infestés moins ils auraient d'érythrocytes.

Lacerta.p et *Podarcis .h.v* ne voient pas le nombre de Globules rouges diminuer et ceci serait dû à une faible infestation par les tiques comparativement aux *P.a.a*.

3.4.2.2. Le massif de seraidi

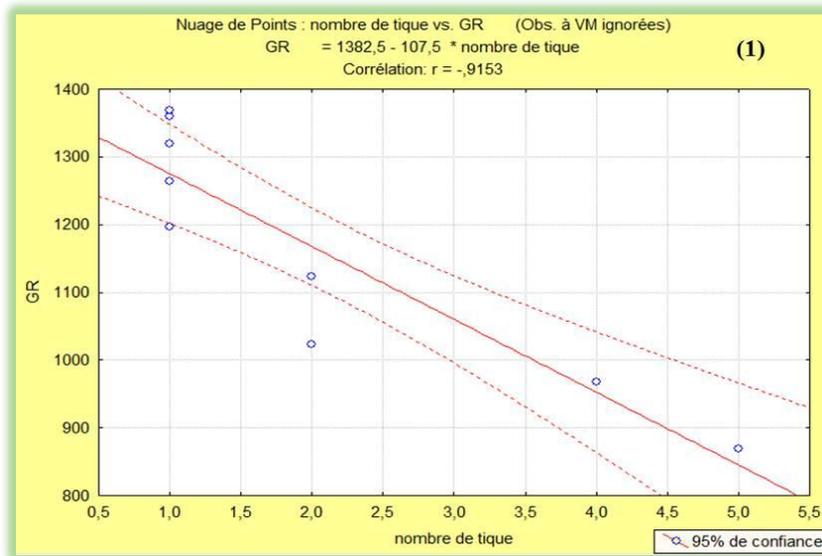


Figure 83 : Relation entre le nombre du Globule Rouge et le taux d'infestation par les tiques chez *Psammodromus algirus algirus* (N= 96)

Après analyses statistiques par utilisation de Statistica, nous remarquons qu'il existe seulement une corrélation hautement significative et négative entre le nombre de Globules rouges et le taux d'infestation par les tiques uniquement chez *Psammodromus a.a* ($r = -0,91$, $p = 0.05$). Ceci nous mènerait à dire que plus les lézards sont infestés moins ils auraient d'érythrocytes et seraient donc anémiés.

Lacerta.p et *Podarcis .h.v* ne voient pas le nombre de Globules rouges diminuer et ceci serait dû à une faible infestation par les tiques comparativement aux *P.a.a*.

3.4.3. Impacts des tiques sur l'immunité cellulaire des populations de lézards

a. *Psammodromus algirus algirus*

Tableau (05) : Composition spécifique et numérations des cellules immunitaires (GB) chez *P.a.a*

	Lymphocyte	Basophile	Eosinophile	Hétérophile	Monocyte	Azurophile	GB
moyenne	44,67	20,35	14,83	1,45	0,74	1,8	83,87
%	53.26	24.26	17.68	1.68	0.9	2.14	

D'après le tableau (05) nous remarquons que les lymphocytes sont les globules blancs les plus nombreux chez P.a.a (53.26%) suivi par ordre de préséance par les Basophile (24.26%), Eosinophile (17.68%), Hétérophile (1.68%), Azurophile (2.14%), et Monocyte (0.9%).

b. Podarcis hispanica vaucheri

Tableau (06) : Composition spécifique et numérations des cellules immunitaires (GB) chez *P.h.v*

	Lymphocyte	Basophile	Eosinophile	Hétérophile	Monocyte	Azurophile	GB
moyenne	38,91	40,91	11,83	2,75	1,08	5,41	100,91
%	38.55	40.54	11.72	2.72	1.07	5.36	

D'après le tableau (06) nous remarquons que les Basophiles sont les globules blancs les plus nombreux chez *P.h.v* (40.54%) suivi par ordre de préséance par les Lymphocyte (38.55%), Eosinophile (11.72%), Azurophile (5.36%), Hétérophile (2.72%) et Monocyte (1.07%).

c. Lacerta pater

Tableau (07) : composition spécifique des cellules immunitaire chez *L.p*

	Lymphocyte	Basophile	Eosinophile	Hétérophile	Monocyte	Azurophile	GB
moyenne	23,33	20,66	8,66	0,33	0	1	54
%	43.20	38.25	16.03	0.61	0	1.85	

D'après le tableau (07) nous remarquons que les Lymphocyte sont les globules blancs les plus nombreux chez *Lacerta pater* (43.20%) suivi par ordre de préséance par les Basophiles (38.25%), Eosinophile (16.03%), Azurophile (1.85%) et Hétérophile (0.61%).

3.4.4. Corrélations entre le nombre de tiques et le nombre de leucocytes des populations de lézards

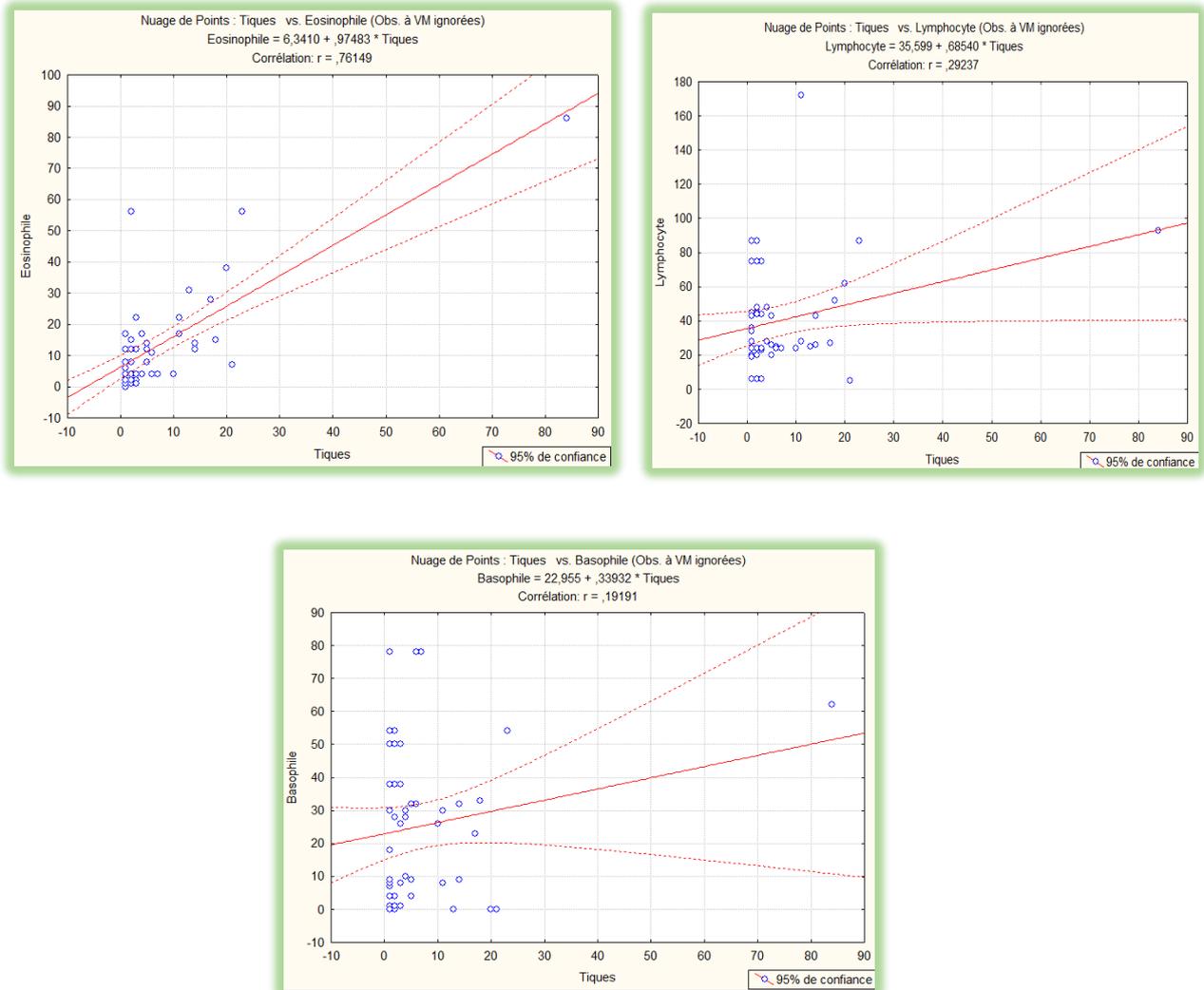


Figure 84 : Corrélation entre le nombre de tiques et le taux de globule blancs

Les corrélations entre le taux de Globule Blancs et le taux d'infestation parasitaire par les tiques est significative positive : ($r = 0,76$, $p = 0,05$) pour Eosinophile ($r = 0,29$, $p = 0,05$) Lymphocyte ($r = 0,29$, $p = 0,05$) et ($r = 0,19$, $p = 0,05$) pour Basophile, correspondant à une réponse immunitaire faisant suite à une infection.

VI. DISCUSSION

Les parasites comptent une grande diversité d'organismes qui sont particulièrement adaptés pour vivre à l'intérieur d'un autre organisme (hôte) ou sur lui. Plus de 50% des organismes décrits peuvent être classés comme parasites (Price, 1980). Ils sont métaboliquement à la merci de leur hôte pour leur survie. Ils se nourrissent et se reproduisent à son détriment. Les recherches sur la biodiversité des systèmes vecteurs-parasites et hôtes-parasites présentent un intérêt particulier en raison de l'universalité du phénomène parasitaire lato sensu (toutes les espèces vivantes sont concernées), de son importance dans les domaines agronomique (production et qualité végétales) et de santé (parasitoses, vection, etc.), et en raison de l'originalité de l'approche que recouvre le nouveau concept d'"Interactions Durables" (Combes, 1996).

Les parasites généralement de petite taille, sont des organismes qui exploitent leur hôte à la fois comme une ressource alimentaire et comme habitat. Ils affectent négativement leur hôte, soit parce qu'ils modifient des fonctions physiologiques spécifiques ou parce qu'elles se multiplient et de développer des populations importantes au sein de leur hôte; individuellement, leur effet est souvent très faible. Même collectivement, leur biomasse et la quantité de matière et d'énergie qu'ils processus est souvent beaucoup plus petite que la biomasse et les flux de matières et d'énergie de leur hôte. Cela explique pourquoi les parasites ont été traditionnellement ignorés par l'écologie des écosystèmes: ils sont cachés au sein de leur hôte, et leur impact sur les écosystèmes directs est apparemment négligeable (David Wardle. 2002)

Un grand nombre d'ectoparasites exclusivement les tiques sont en particulier des parasites hématophages des reptiles. Tous les stades actifs des tiques principalement les larves et les nymphes sont des parasites d'une grande variété de vertébrés (Keirans et al, 1996).

La totalité des ectoparasites de nos modèles hôtes sont des Acariens appartenant à deux grands groupes de parasites hématophages: tiques dures de la famille des Ixodidae et des mites de la famille des Macronyssidae (*Ophionyssus sp*)

Toutes les tiques sont des *Ixodes ricinus* (1217 tiques). L'importance accordée à cette espèce tient tout autant à sa large distribution en dans le monde et à la diversité des biotopes qu'elle occupe qu'à la variété des hôtes qu'elle est susceptible d'infester.

Ixodes ricinus est en effet une tique ubiquiste pour ses hôtes sous sa forme larvaire et nymphale : cette ubiquiste n'empêche pas une certaine préférence pour un hôte mais permet seulement que le cycle ne soit pas interrompu si l'hôte recherché est absent.

La forme adulte est par contre plus sélective et oriente son choix vers un hôte dont l'absence risque d'entraîner sa disparition (Bourdeau.1993)

Les hôtes des différentes stades n'ont pas tous la même importance : certains sont des hôtes habituels, d'autres ne sont qu'accidentels ; certains permettent la dissémination des tiques, d'autres jouent par leur abondance un rôle de maintien de la population (exemple des micromammifères) (Perez et Rodhain, .1973).

Toutes les tiques ont été représentées par les stades immatures (larves et des nymphes). Ceci confirmerait le fait que les lézards soient parasités exclusivement que par les tiques sub-adultes. Les stades immatures de *I.scapularis* sont des ectoparasites des lézards en Amériques du Nord (Rogers, 1953 ; Grulich et al, 1957; Lac J cypuch et al,1972;; Lane et al, 1986; Oliver et al,1993; Apperson et al,1993; Manweiller et al, 1992; walter et al,1980; Bauwens et al,1983; Lane et al,1989; Manweiller et al, 1991; Wrighet al,1998; kuo et al,2000 ; Casher et al,2002; Eisen et al,2001; Eisen et al,2004; Durden et al, 2002; kollars et al, 1999; schall et al, 1999) et les *Ixodes ricinus* en Europe, Asie et en Afrique (Matuschka et al, 1991; Matuschka et al, 1997; Majlathova et al, 2006; Hayashi et al, 1984 Dsouli et al, 2006).

On pourrait imaginer qu'un parasite soit capable d'exploiter n'importe quelle espèce hôte si les conditions favorables pour son cycle de développement sont présentes. Le parasite peut aller loin dans la spécificité des organismes au sein d'une même population qui abrite les différents milieux.

Acanthodactylus erythrurus belli note une absence totale des parasites malgré l'existence de ces derniers dans la zone d'étude (Boumalek) [Etude sur les tortues Tiar (2008)]. Cette absence pourrait être liée à la morphologie des écailles de ce lézard ainsi que la nature de ce milieu (un milieu dunaire sans sous-bois). *Lacerta pater* qui abrite aussi ce milieu ne

présente aucune infestation parasitaire. Par contre *Psammodromus a. a* enregistre une très faible prévalence (1.5 %), qui pourrait être liée à notre zone. Cette dernière fait partie d'un ensemble des zone humides (lac Mellah) connu par une diversité importante de végétation ligneuse constituée de maquis et de pelouse, fréquentée par des mammifères, comme le chacal (*Canis aureus*), le renard (*Vulpes vulpes*), la Genette (*Genetta genetta*) et la mangouste (*Herpestes ichneumon*) et une richesse d'oiseaux important . Ceci impliquerait que les tiques infesteraient d'autre vertébrés tel que : les oiseaux qui peuvent transporter les tiques le long de leur parcours comme le rouge-gorge (Martineau, 2003), mésange bleue (bouslama.2003) et le merle noir (Khalifaoui, 2007).

Les Gekkonidae ne sont infectés que par les mites (*Ophionyssus sp*). Ceci nous laisserait à penser que les populations de cette famille de lézards des différent habitats soient parasités par ce type de parasite (W. Leon Hunter AND Richard B. Loomis. 1966, Cunha-Barros et al, 1995; Pinto et al, 1999; Vrcibradic et al, 2000; Cunha-Barros et al, 2003. La morphologie des écailles chez les Gekkonidae "écailles souple" pourrait favoriser l'attachement des mites, contrairement aux Lacertidae qui ne présente pas ce critère principal pour les mites (Vrcibradic et al, 2000). Ce sont des parasites des rongeurs, oiseaux, reptiles et l'Homme sont des hôtes accidentels. Ils peuvent transmettre l'agent du typhus murin (*Rickettsia typhi*).

Tous les Lacertidae sont parasités exclusivement par les tiques (*Ixodes ricinus*) excepté *Psammodromus algirus algirus* chez lesquels on a localisé en plus d'*Ixodes* des mites (*Ophionyssus sp*) mais dans le massif d'El Ghorra seulement.

Sur les biotopes étudié au Nord : *P.a.a* enregistre des prévalences et intensité d'infestation parasitaire très varié selon un gradient altitudinale : **54,35 %** (117/215) à El Ghorra, **38,45%** (49/126) au massif de seraidi, **6.17%** (7/110) à Boumalek et **0%** (0/124) à Brabtia). On note les mêmes variations pour *Podarcis hispanica vaucheri* qu'on retrouve en altitude où la plus grande prévalence est enregistrée à El Ghorra **41.66%** (55/185) et **23.13%** (47/157) à seraidi.

Pourrait être expliqué par le fait cette différence du taux d'infestation entre les espèces qui habite dans un même milieu est que: *Psammodromus a.a* présente une formes d'écailles large, imbriqué et pointue permettra à l'attachement facile des tiques contrairement aux *Podarcis hispanica vaucheri* qui présente des écailles liss et retrouvé dans les troncs d'arbres (Dsouli et al, 2006). Cette même différence d'infestation a été enregistré en Tunisie (Dsouli et

al, 2006), *Psammodromus a.a* 80% (117/147) et 55,35% (26/47) pour *Podarcis hispanica vaucheri*.

Nous avons enregistré une prévalence de **85.71% (6/7)** de parasites chez *lacerta pater* de seraidi, nos résultats sont comparable à ceux révéler en Tunisie **100%** parasités (Dsouli et al, 2006) même pour *lacerta agilis* Européenne qui présente la même morphologie de *lacerta pater* est préféré par l'infestation parasitaire des tiques (Matuschka, 1992; Matuchka et al, 2006; Majlathova et al, 2006).

La prévalence d'infestation des mâles de *Psammodromus a.a* dépasse celle des femelles, elle est respectivement de 9.14 et 7.14 tiques par lézards. Ceci a été évoqué par d'autre auteurs (Lane, et Loye.1989, Eisen,R.J et al .2001, et Tälleklint-Eisen.1999) qui attribuent cette différence à celle de l'activité et l'importance du déplacement de l'espèce hôte et qu'en générale la niche trophique des mâles est plus large que les femelle (Eisen.2001). Salvador et coll (1996) a montré que pendant la periode de reproduction, les *Psammodromus* a injectés par testostérone sont beaucoup plus infestés par *Ixodes ricinus* que les non injecté.

L'habitat et les conditions doivent être favorables pour le maintien du cycle biologique des parasites avec une concentration et une variété suffisante d'hôtes pour pouvoir les nourrir à leurs différents stades (Pérez-Eid, 2007).

Toute l'espèce capturée au Sud présente une absence totale aux ectoparasites malgré que les sites choisis montrent une couverture végétale moyenne (Les oasis : le Ghout) et offrent des nappes d'eau sédentaires. Ces dernières conditions climatiques peu favorables aux cycles de développement des tiques (Belozarov et al. 2002). En effet, les variations spatiales de la relation hôte-parasite peuvent s'interpréter en termes de modifications des facteurs écologiques (comme par exemple différents facteurs abiotiques) ou par d'autres facteurs (comme une résistance locale des populations) (Barroca, 2005).

En règle générale, *Ixodes ricinus* est une tique des régions tempérés fraîches avec comme facteur limitant la température (<35°), l'altitude (<1000m) et une humidité importante (Degeith, 2006). En Afrique du Nord *Ixodes ricinus* a été récolté dans les régions montagneuses. En effet Dsouli et al (2006) ont trouvé *Ixodes ricinus* dans les hautes altitudes en Tunisie.

En Algérie, elle a été rapportée dans les régions de Saida et Tlemcen (Younsi et al, 1986); à 1300m dans un village à Sidi Aich, à Milia (1200m) et à Bougous 850m d'altitudes (Bitam et al, 2003). Nos résultats montrent que la plus grande infestation parasitaire des lézards par les tiques (*Ixodes ricinus*) a été signalé à Djebel El Ghorra (1200m d'altitude), 952 tiques c'est-à-dire 78.67 % de la totalité des tiques collectés et le massif de seraidi avec des valeurs de 250 individus c-à-dire 20.66% des tiques ; parallèlement aux autres sites on retrouve le taux d'infestation le plus faible a été enregistré a baisse altitude dans la zone de Boumalek : 08 tiques (0.66 %).

Parmi les quatre sites dans la partie Nord de nos régions d'étude Djebel El Ghorra et le massif de seraidi ont enregistré les plus grandes prévalences et intensité d'infestation par les tiques contrairement aux autres sites qui présentent une faible abondance des tiques (la zone de Boumalek) ou une absence totale dans la zone de Brabtia. La composition floristique entre ses milieux est très différente soit par la richesse ou par le recouvrement végétal. D'une part le site de Djebel El Ghorra se caractérise par son aspect primitif, accentué par la présence de nombreux arbres morts à terre ou sur pied; recouvert de mousses et lichens; le sous-bois a un recouvrement au sol très hétérogène, variant de 1 à 50% pour une moyenne de 22% et une hauteur moyenne de 1m. La strate herbacée est représentée par des espèces sciaphiles telles que *Pteris aquilina*, *Osmunda regalis*; des graminées, des composées et quelques pieds d'Asphodèles. D'autre part, le massif de seraidi située dans l'Est de l'Atlas tellien au Nord de l'Algérie, présente un territoire à caractère montagneux, le climat est méditerranéen, caractérisé par un climat sec en été et humide en hiver. Avec une végétation en altitude formée par des forêts de chênes zèen, d'olivier, de figuier,...etc (Benyacoub, 1993).

Toutes ces caractéristiques comptent parmi les conditions favorables pour la présence des tiques. Les lézards capturés dans les zones avec litière sont beaucoup plus parasités par les tiques (*Ixodes pacificus*) que ceux à des zones sans litière (Eisen et al, 2000, 2004), les lézards qui loge les pierres, arbre et sous-bois ainsi qui se retrouvent dans les zones humides sont beaucoup plus infesté par rapport au nom humide (Talleklint-Eisen et al, 1999).

La distribution des parasites sur le corps des hôtes peut être soit uniforme soit agrégatoire selon l'espèce parasitée et les endroits du corps qui leur offre les conditions optimales à leur repas sanguin (Hess, 1985; Cunha-Barros et al, 2003).

Nous avons remarqué que les sites d'attachement préférentiels pour les tiques (larve et nymphe) seraient le flanc latéral (91,77% des nymphes et 60% des larves), les pattes de devant (0,45% des nymphes et 19,22% des larves), la tête (6,72% des nymphes et 20,60% des larves).

Pour d'autres espèces d'Ixodidae (*Ixodes asanumai*) qui parasitent les *Eumeces okadae*: 100% des larves se retrouvent entre les doigts des pieds et 87% des nymphes dans les côtés latéral et ventral de l'individu (Hayashi et al, 1984; Bauwens et al, 1984). Appersont et al (1993) ont trouvés les stades immatures d'*I. scapularis* dans les gorges latérales des *Ophisaurus ventralis*. Oliver et al (1993) ont remarqué les mêmes résultats sur l'*Ophisaurus* spp où le site offre une peau souples facilite l'attachement des tiques. Pour l'espèce *Aponomma flavomaculatum* parasites les lézards *Varanus niloticus*, *Varanus exanthematicus*, les nymphes ont surtout été retrouvées sur les pattes tandis que les larves s'attachent de préférence sur les côtés latéraux protégés par les bords postérieurs des écailles (Hess, 1985).

Le plus grand nombre de mites est enregistré entre les doigts des lézards (23%) et dans l'œil des lézards (20%) des 318 mites observés, le reste est reparti sur les différents sites avec des valeurs variables. La distribution des mites (*Eutrombicula alfreddugesi*) sur le corps des *Tropidurus torquatus* est uniforme se retrouvent sur les jambes antérieur, contrairement aux *Maboya agilis*, *Maboya macrorhyncha* et *Cnemidophorus littoralis* où la mites se distribuent d'une façon agregaire sur le corps des lézards (Cunha-Barros et al, 2003). Les endroits préférés des mites sont ceux qui leur protège de différents facteurs environnementaux (vent, substrat...) et ceux qui présente moins d'écailles avec une peau souple (Vrcibradic et al, 2000).

Plusieurs explications pouvant attribues ces différentes distributions:1) les sites préféré est les résultats des ségrégations des niches suite à la compétition interspécifique,2) peut être aussi l'adaptation qui suit le parasites sur son hôtes, l'aggregation des parasites dans endroits spécifique diminue la rencontre d'autre espèces de parasites sur la même hôte (Andrews et al, 1982). La prolifération des épithéliales peut être la conclusion prédominante dans certains cas, (Homer et al, 1995)

Les plus grandes valeurs d'infestation ont été notées entre les mois de mars et juillet pour les deux sites (El Gohrra et le massif de seraidi) où il y a un taux important de tiques libres

(Oliver et al, 2002; Eisen et al, 2004, Dsouli et al, 2006). Ceci implique la longue durée du cycle d'activité des *Ixodes ricinus*, ces mêmes variations saisonnières ont été notées par Bouattour (2001) et Younsi et al (2003) en Tunisie où l'activité des larves et des nymphes se situe entre Mars et Mai. La collecte des tiques chez les lézards a été observée par Dsouli et al (2006) entre le mois Mars et Mai. Selon Eisen,R.J et al (2001) et Tälleklint-Eisen.(1999) certains auteurs, la période du maximum d'infestation peut varier d'une année à une autre ou entre les habitats en fonction des facteurs abiotiques (température saisonnière, précipitations, humidité,...etc)

La taille des hôtes est une variable importante pour la mesure d'infestation parasitaire (Poiani, 1992). En effet, plusieurs recherches stipulent que plus les hôtes sont grands plus le nombre de parasites est important (Matuschka, 1992 ; Oliver et al, 2002; Eisen et al, 2004 ; Dsouli et al, 2006). Ceci est bien confirmé dans notre travail, puisque nous avons enregistré des corrélations significatives positives entre la taille des lézards et le nombre de tiques.

Nos résultats confortent ceux trouvés en Tunisie (Dsouli et al, 2006) où les adultes sont beaucoup plus parasités que les juvéniles. Hayashi et al (1984) ont les mêmes corrélations pour *Eumeces okadae* avec les *Ixodes asanumai*. Matushka et al (1990) et Bauwens et al (1984) ont enregistré aussi ses même corrélation chez *Lacerta agilis* et *Lacerta vivipara* avec les *Ixodes ricinus* mais aussi ils ont pris en considération le poids des individus (Matushka et al, 1991; Eisen et al 2001; Giery et al, 2006).

Dans la littérature, peu d'articles rapportent des résultats originaux sur les parasites des reptiles. C'est seulement ces dernières années que les chercheurs ont suggéré l'importance de l'étude de la vie des reptiles ainsi qu'ils ont donné alerte lorsque le rôle des parasites est consolidé primordial dans la dynamique de ces populations. Cela parce que de nombreuses espèces de lézards de par le monde ont été recensées comme subissant des déclin alarmants de population, des réductions de leur étendue et même des disparitions (Wake, 1991; Blaustein et al. 1994a, b; Blaustein et Wake, 1995; Gibbons et al., 2000).

L'abondance d'un parasite n'est pas le seul paramètre en jeu. Pour un hôte, le risque d'infection dépend de l'abondance du parasite mais aussi de sa résistance et de bien d'autres facteurs (Sol *et al.*, 2000). Pour mieux percevoir l'impact parasitaire au sein d'une population naturelle, il peut être important, dans un premier temps d'explorer la manière dont le parasite

agit sur son hôte (Ots et Hōrak, 1998 ; Hatchwell et *al.*, 2001 ; Booth et Elliot, 2003 ; Garvin et *al.*, 2003).

Les paramètres hématologiques sont largement utilisés pour étudier les conditions des individus au sein des populations de Vertébrés en général et les lézards en particulier. Les dénombrements de cellules du système immunitaire servent ainsi d'indicateurs de la réponse immunitaire. L'immunité spécifique est une réaction engendrée par la détection d'antigènes qui se traduit notamment par l'augmentation du nombre de lymphocytes dans le sang (Roitt *et al.*, 2001 ; Campbell, 1995). L'immunité non spécifique est un système de défense généraliste, dont l'activation se manifeste par une multiplication des cellules non spécifiques (hétérophiles, éosinophiles, macrophages). Ainsi, quelle que soit la composante du système immunitaire engagée, la réaction de l'hôte s'accompagne généralement d'une augmentation du nombre de leucocytes.

Nous avons réalisé des dénombrements de Globules Rouges et cellules immunitaires de 102 frottis afin de chercher à expliquer leurs variations en fonction des biotopes et la prévalence des ectoparasites.

Les érythrocytes sont les cellules majoritaires du sang. Leur morphologie est semblable pour diverses espèces de reptiles (Saint Girons 1970 in Metin, K. 2005). Les érythrocytes mûrs sont des cellules ellipsoïdes qui se caractérisent par un cytoplasme orange-rose et un noyau prolongé centralement localisé dans la cellule ; d'une couleur pourpre foncé sous la coloration « MGG » (Tiar, 2008). Il y a un petit nombre d'érythrocytes chez les reptiles ; cinq fois moins que chez les mammifères ou les oiseaux (Mario Erler et Habil .R. Hoffmann. 2003).

Dans notre étude nous avons observé une diminution du nombre de globules rouges selon un gradient altitudinal et ce uniquement pour l'espèce *Pa.a*. Cette baisse du taux de globules rouges pourrait être due à la grande infestation (par les tiques) des individus appartenant à cette espèce. Les Ixodes sont connus pour être des pompeurs de sang provoquant une exsanguination de leurs hôtes (Wintrobe (1981) In Dawson & Bortolotti, (1997)),. D'autre part, Cooper (1975) et Mauro (1987) révèlent qu'un faible taux de globules rouges peut être un indicateur de maladies (In Darvson & Bortolotti, 1997), et notamment l'anémie.

L'analyse de ces résultats montrent la prédominance des lymphocytes, viendront par la suite les basophiles, les éosinophiles, les azurophiles (3%), les hétérophiles et les monocytes.

Les leucocytes prédominants dans nos frottis sont les lymphocytes et ces toutes espèces de lézards confondus. Ces cellules sont directement impliquées dans les réponses immunitaires suite à une inflammation ou à une infection parasitaire, les éosinophiles, les hétérophiles et les monocytes assurent une première ligne (des fonctions immunitaires innées) de défenses contre les corps étrangers, déterminent la nature de la réponse adaptative déclenchée par la suite et facilitent le développement de la réponse immunitaire. Bien que le rôle des éosinophiles ne soit pas totalement élucidé, il semble qu'ils jouent un rôle important dans la lutte contre certains parasites et essentiellement les ectoparasites (Meeusen & Balic, 2000). Cependant, des niveaux élevés d'éosinophiles et d'hétérophiles peuvent aussi être observés chez des individus immunodéficients (Campbell & Dein, 1984). Eosinophiles et hétérophiles sont des cellules impliquées non seulement dans la résistance parasitaire mais également dans les processus allergiques et dans les nécroses tissulaires (Harmon, 1998 ; Maxwell & Robertson, 1998).

Le même niveau élevés de lymphocytes a été déjà relevés pour d'autres infections d'ectoparasites et hemoparasites des reptiles (Massey et *al.*, 1996 ; Ots et Hōrak, 1998 ; Figuerola et *al.*, 1999, Schall, 1983; 1990). Aussi les niveaux élevés de basophiles et d'éosinophiles peuvent aussi être observés chez des individus immunodéficients (Campbell et Dein, 1984). D'une manière générale, il convient de rester prudent quant à l'interprétation de ces indices hématologiques (Norris et Ewans, 2000) car ils présentent une grande variabilité au niveau populationnelle et même à l'échelle individuelle (Bousslama.2011).

Conclusion

D'après les résultats de ce chapitre nous pouvons conclure que toute les modèle hôtes capturé selon un gradient le nombre de tiques augmente avec l'altitude et diminue. Deux espèces de parasites ont été identifiées : tiques dure (*Ixodes ricinus*) et un acarien mite (*Ophionyssus sp*) pouvons transmettre l'agent du typhus murin et (*Rickettsia typhi*).

D'autre part, l'espèce hôte le plus sujette une infestation par *Ixodes ricinus* est *P.a.a*. En effet, ces ectoparasites provoquent une anémie assez sévère et leucocytose important. Cette tique connue pour être généraliste et entre dans les cycles épidémiologiques de plusieurs maladies bactériennes, pouvons causer des problèmes en santé animales et public.

Pour cela, nous nous intéresserons aux agents pathogènes inoculés par *Ixodes ricinus* chez les lézards dans le chapitre qui suit.

CHAPITRE IV : ÉTUDE DU SYSTÈME LÉZARDS -TIQUES - AGENTS PATHOGÈNES

I. INTRODUCTION

Le monde médical et vétérinaire fait preuve aujourd'hui d'un regain d'intérêt pour les maladies associées aux animaux sauvages (Daszak et al. 2000, Moutou 2000, Artois et al.2003, Anonyme 2004). Les espèces sauvages sont en effet amenées à être en contact avec l'Homme et les animaux domestiques, en raison d'une profonde modification des relations entre sociétés humaines et écosystèmes naturels. Elles représentent une source de pathogènes pouvant conduire à l'émergence ou la ré-émergence de maladies infectieuses problématiques en santé humaine ou animale (Morse 1995, Chomel 1998, Mahy& Brown 2000, Cleaveland et al. 2001, Dobson & Foufopoulos 2001, Taylor et al. 2001, Rodhain 2003, McMichael 2004, Karesh et al. 2005).

Les parasites sont généralement de petite taille des organismes qui exploitent leur hôte à la fois comme une ressource alimentaire et comme habitat. Ils affectent négativement leur hôte, soit parce qu'ils modifient des fonctions physiologiques spécifiques ou parce qu'elles se multiplient et de développer des populations importantes au sein de leur hôte; individuellement, leur effet est souvent très faible. Même collectivement, leur biomasse et la quantité de matière et d'énergie qu'ils processus est souvent beaucoup plus petite que la biomasse et les flux de matières et d'énergie de leur hôte. Cela explique pourquoi les parasites ont été traditionnellement ignorés par l'écologie des écosystèmes: ils sont cachés au sein de leur hôte, et leur impact sur les écosystèmes directs est apparemment négligeable. Pourtant, leur impact indirect sur les processus des écosystèmes peuvent être considérables par leur effet sur leur hôte (Frédéric Thomas et al, 2006).

Parmi les maladies potentiellement émergentes, celles transmises par les arthropodes, en particulier les tiques, sont très nombreuses. Les tiques sont des arthropodes hématophages dont il existe plus de 860 espèces ou sous-espèces parasitant toutes les classes de vertébrés,

dans pratiquement toutes les régions du globe. Si le rôle de parasite des tiques était déjà connu dans l'antiquité comme en témoignent les écrits d'Homère et d'Aristote, la première démonstration de leur capacité à transmettre des maladies infectieuses n'eut lieu qu'à la fin du 19^{ème} siècle, quand Smith et Kilbourne démontrèrent que *Boophilus annulatus* transmettait *Babesia bigemina*, l'agent de la fièvre bovine texane.

Par la suite, au cours du 20^{ème} siècle, les tiques se sont révélées être impliquées dans la transmission de nombreux agents, viraux, protozoaires et bactériens, pathogènes pour l'homme et l'animal. Les maladies bactériennes transmises par les tiques ont notamment une grande importance médicale, comme la borréliose de Lyme due à *Borrelia burgdorferi*, actuellement considérée comme la plus importante des maladies vectorisées par les tiques dans l'hémisphère nord, décrite dans les années 80, ou plus récemment, un grand nombre de rickettsioses émergentes ou encore les bactéries du genre *Ehrlichia* (Parola et Raoult, 2001). Il reste encore de nombreuses inconnues ; par exemple, les tiques sont soupçonnées d'être impliquées dans le cycle de transmission de certaines bactéries du genre *Bartonella* mais aucune preuve formelle n'a pu être avancée jusqu'à présent.

Chaque espèce de tique dépendant d'un biotope particulier, celui-ci détermine la distribution géographique des différentes espèces de tiques. De ce fait, il existe des « zones à risque » pour les maladies transmises par les tiques. Or, on assiste actuellement à des modifications en profondeur des écosystèmes qui découlent notamment des activités humaines ou des changements climatiques. Ces modifications environnementales peuvent conduire à des modifications de la répartition des arthropodes et sont couramment associées à l'émergence de maladies (Morse, 1995).

Il faut noter également que de nombreux cas d'infections concomitantes à plusieurs agents vectorisés par les tiques ont été décrits chez l'Homme et les autres mammifères d'une part et chez les tiques d'autre part, évoquant l'existence de complexes de maladies infectieuses transmises par les tiques. Ces co-infections pourraient expliquer les formes pathologiques atypiques de certaines affections et la résolution incomplète des symptômes après traitement. Toutefois, les données sur l'importance de ces co-infections chez les tiques en milieu naturel et sur leur relation avec des cas de co-infections humaines ou animales font défaut. Il est nécessaire d'évaluer leurs impacts pour connaître le risque réel lié à un agent infectieux.

Les lézards sont porteurs de nombreux parasites sensu lato (virus, bactéries, champignons, macroparasites) dont certains sont des pathogènes potentiellement transmissibles à l'Homme (zoonoses) ou aux animaux domestiques (Oliver et al, 1993, Janovy 1997, Moutou 1997,

Nuttal 1997; Bernard et al, 2000; Burridge et al, 2000; Eisen et al, 2001, Friend et al. 2001). L'étude du rôle des lézards dans les cycles épidémiologiques, en tant qu'hôtes principaux ou secondaires, nécessite de comprendre les relations qu'ils entretiennent avec les autres organismes (hôtes et pathogènes) et leur environnement. Cette approche se place donc à la frontière entre l'épidémiologie, qui est l'étude des maladies et des facteurs de santé dans une population (Toma et al. 2001), et l'écologie, qui est l'étude des interactions d'une part entre différents organismes et d'autre part entre les organismes et leur environnement (Poulin1998). La prise en compte des aspects écologiques est particulièrement importante pour des agents infectieux dont le cycle de transmission implique plusieurs espèces de vertébrés ou d'invertébrés (Elsa Jourdain ,2006)

Dans ce chapitre nous nous intéresserons en particulier au portage d'agents pathogènes par les tiques dures (Ixodidae ou Ixodidés). De nombreux attributs de cette famille rehaussent en effet leur potentiel vecteur, et qui plus est, de vecteur de zoonoses, leur octroyant le rôle de « passeur » de la barrière d'espèce. L'objectif est d'améliorer les connaissances que l'on a du risque de transmission des maladies bactériennes à tiques. Pour cela nous nous proposons tout d'abord (1) d'étudier le portage des agents pathogènes bactériens par les tiques dures collecté sur les lézards en milieu naturel, afin d'évaluer les facteurs de risque de transmission de ces agents, et (2) de connaître les risques épidémiologiques.

II. MATÉRIELS ET MÉTHODES

2.1. Zone d'étude

Notre étude a été effectuée dans les régions du Nord : le PNEK, le massif de seraidi (Description dans le deuxième chapitre).

2.2. Modèles biologiques

2.2.1. Modèle hôte

Deux espèces de lézards ont été pris en considération vu la plus grande prévalence et intensité parasitaire par les tiques (*Ixodes ricinus*): *Psammodromus algirus algirus* et *Podarcis hispanica vaucheri* (voir chapitre : I).

2.2.2. Modèle parasite : Tiques (*Ixodes ricinus*)

Ixodes est l'un des genres les plus représentés. Il comprend notamment l'espèce *Ixodes ricinus*, aussi abondante qu'ubiquiste, et vecteur d'agents pathogènes variés responsables de zoonoses et de pertes économiques non négligeables en élevage ovin ou bovin. *Ixodes ricinus* réalise un cycle triphasique, télotrope (Euzéby&Rancien, 1966). Larves, nymphes et adultes se gorgent chacun une fois sur un hôte différent.



Figure 85: *Ixodes ricinus* (Pérez-Eid, 2007)

2.2.2.1. Distribution géographique

Le recouplement d'études menées dans de nombreux pays montre qu'*Ixodes ricinus* existe dans toute le Paléarctique occidental.

- Europe du Nord : en Suède, elle a été mise en évidence dans les régions les plus nordiques (région of Norland) ainsi que le long des côtes de la mer Baltique (Talleklint&Jaenson, 1998). La Norvège et la Finlande (Talleklint&Jaenson, 1998), hébergent également *Ixodes ricinus* sur leur territoire, ainsi que l'Irlande (Gray, 1980) et l'Angleterre, qu'il s'agisse del'Ecosse (Alberdi, 1998) ou du Pays de Galles (Herbert, 1981).
- Europe de l'Ouest : *Ixodes ricinus* est présente en France, en Allemagne (Maiwald, 1998), en Suisse (Mermod, 1976), aux Pays-Bas (Memeteau, 1998).

- Europe de l'Est : l'ensemble des pays constituant l'Europe de l'Est, sont concernés, en particulier la Roumanie (Metianu, 1951) et l'ex-Tchécoslovaquie (Perez, & Rodhain, 1977) ou des études ont été menées dans la région montagneuse de Tribec.
- Sud de l'Europe et pourtour méditerranéen : on citera notamment l'Espagne, le Portugal, l'Italie, la Grèce, la Turquie et quelques pays d'Afrique du Nord comme le Maroc, l'Algérie, l'Egypte et la Tunisie (Guetard, 2001) (Fig. 87).



Figure 86: Aire de distribution d'*Ixodes ricinus* (Pérez-Eid, 2007)

2.2.2.2. Cycles parasitaires

Suivant le nombre d'hôtes nécessaires au cycle de développement, on distingue 3 types de cycles parasitaires. Les mono, di ou triphasiques.

Dans les cycles monophasiques, tous les stades se succèdent sur un unique et même hôte vertébré. Dans les cycles diphasiques, les trois stades se déroulent sur deux hôtes : un premier hôte, où se développent la larve et la nymphe et un second, parasité par les adultes.

La plupart des espèces de tiques d'intérêt médical et vétérinaire, comme *Ixodes ricinus*, *Rhipicephalus sanguineus* ou *Dermacentorreticulatus* ont un cycle parasitaire triphasique. Dans les cycles triphasiques, les trois stades évolutifs parasitent trois hôtes différents. Le type de cycle parasitaire est caractéristique de l'espèce de tique (Bussieras et Chermette, 1991; EstradaPena et al., 2004). D'autres espèces de tiques ont des préférences de nutrition propres à chaque stade évolutif et la spécificité d'hôte varie entre les différentes stades dans la même espèce. Dans les cycles triphasiques ditropes, les stades immatures parasitent des micromammifères, les adultes, des carnivores ou des ongulés. Enfin, certaines espèces ont une faible spécificité d'hôte. On parle alors de tiques télotropes. Ainsi les différentes stades d'*I. ricinus* peuvent se nourrir sur plus de 300 espèces d'hôtes qui vont des oiseaux aux grands mammifères. Si les larves se nourrissent de préférence (90 %) sur les micromammifères et les oiseaux de petite taille, les nymphes sont plus ubiquistes et se nourrissent indifféremment sur les petits et grands mammifères (ruminants sauvages ou domestiques) et ce sont elles qui sont les principaux vecteurs de maladies humaines à tiques. Les adultes, eux, se nourrissent de préférence sur des animaux de grande taille (Parola et Raoult, 2001, Estradapena et al, 2004).

2.2.2.3. Occupation de nombreux biotopes

Nous venons de voir qu'*Ixodes ricinus* est une espèce de tique assez ubiquiste : elle a investi tous les pays européens sans exception. Cependant la répartition de ces acariens n'est pas uniforme : la densité des populations varie évidemment avec : la température ambiante (dépendante de l'altitude, du climat et de la saison), l'hygrométrie, la végétation.

Ainsi, la tique se retrouve le plus souvent dans des biotopes abrités (Mermod, C et al.1973, Memeteau, S. et al.1998), ou la végétation est abondante au moins pendant une partie de la saison :

-sous-bois de chênes, de hêtres, de châtaigniers, de charmes, d'aulnes, de noisetiers... (Perez, C. ; Rodhain, F.1977)

-prairies en bordure de bois.

-haies, bosquets, bocages, fougères (Perez, C. ; Rodhain, F.1977), landes (genets, bruyères) (Bourdeau, P.1993)

Ces types de végétation étant des plus communs sous les climats tempérés, cela explique la large répartition d'*Ixodes ricinus* dans le monde.

L'occupation de ces divers biotopes peut perdurer malgré le froid [Suède (Talleklint, L.; Jaenson, T.1998, Perez, C. ; Rodhain, F.1977)] ou l'altitude (Lignieres 830m [Mermod, C et al.1976]), mais cependant peu de tiques de cette espèce sont observées lorsque l'on monte au-dessus de 1000m [Mermod, C et al.1973], leur disparition étant quasi-totale après 1500m [91]. Les populations s'accroissent sensiblement au printemps et à l'automne en Europe tempérée, en été en Europe septentrionale, les deux modalités existant sur le pourtour méditerranéen ; on évoque la possibilité pour *Ixodes ricinus* de se réfugier dans les mousses ou même dans les anfractuosités du sol ou sous les pierres (Mermod, C et al.1973) pour passer l'hiver. Au Maghreb, le maximum d'activité est observé en hiver (Perez, C. ; Rodhain, F.1977).

Le passage des individus d'un biotope à l'autre, permettant le mélange et l'extension des populations, se fait par des déplacements passifs, la tique se fixant sur un hôte mobile (oiseaux, mammifères...).

Ixodes ricinus occupe donc des biotopes assez variés, et sa répartition est d'autant plus grande que son habitat ne nécessite pas la réunion d'un grand nombre de contraintes physicochimiques : le stade adulte est en effet exophile. Seuls les stades larvaire et nymphal sont de type phléophile, c'est-à-dire plus exigeants quant à la qualité de leur milieu de vie.

2.2.2.4. Des hôtes très divers

L'importance accordée à *Ixodes ricinus* tient tout autant à sa large distribution en Europe et à la diversité des biotopes qu'elle occupe qu'à la variété des hôtes qu'elle est susceptible d'infester. *Ixodes ricinus* est en effet une tique ubiquiste pour ses hôtes sous sa forme larvaire et nymphale : cette ubiquité n'empêche pas une certaine préférence pour un hôte mais permet seulement que le cycle ne soit pas interrompu si l'hôte recherché est absent.

La forme adulte est par contre plus sélective et oriente son choix vers un hôte dont l'absence risque d'entraîner sa disparition (Bourdeau.1993).

Les hôtes des différentes stases n'ont pas tous la même importance : certains sont des hôtes habituels, d'autres ne sont qu'accidentels ; certains permettent la dissémination des tiques, d'autres jouent par leur abondance un rôle de maintien de la population (Perez, C. ; Rodhain, F.1977).

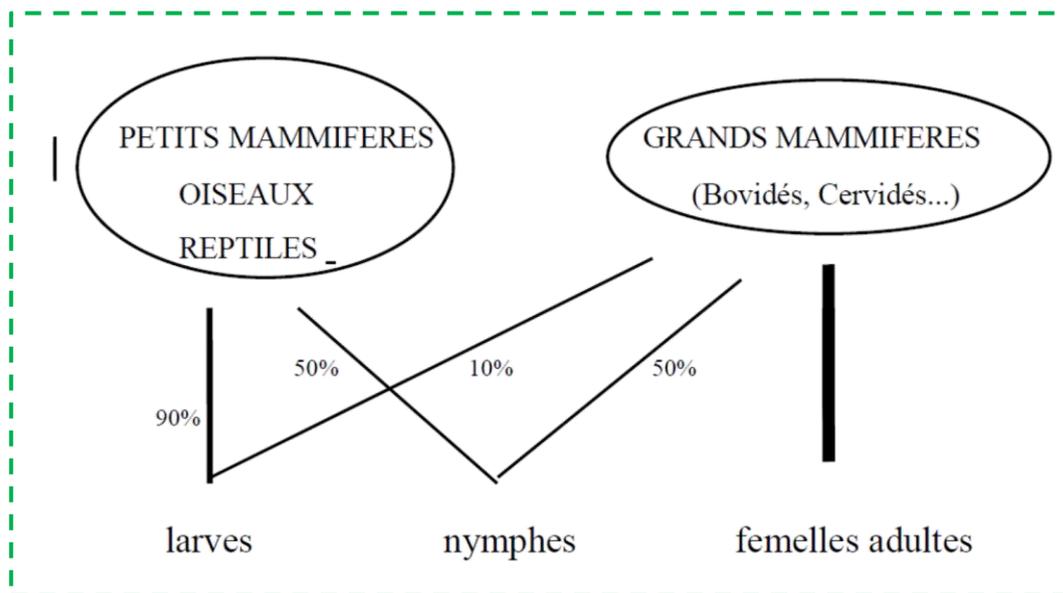


Figure 87 : Choix de l'hôte en fonction de la stase considérée(Halos.2005)

***Les larves** : elles ne sont pas sélectives mais se fixent tout de même de façon préférentielle sur certains hôtes : les rongeurs, les insectivores, les oiseaux (Mermod, C. et al.1996), les reptiles (Mermod, C. et al.1993)

***Les nymphes** : elles se fixent indifféremment sur oiseaux, renard, écureuil, lièvre (Mermod, C. et al.1993), rongeurs ou même lézards.

***Les adultes** : les femelles choisissent plutôt les grands mammifères : cervidés (Mermod, C. et al.1993), sangliers, renards, chiens, chats, moutons, chèvres, porcs, chevaux (Perez, C. ; Rodhain, F.1977), lièvres, hérissons, oiseaux galliformes (Bourdeau, P.1993). Elles peuvent également se fixer sur les hommes circulant ou travaillant dans les zones à risque : forestiers, agriculteurs, chasseurs... L'homme peut être parasite par toutes les stases d'*Ixodes ricinus* (Aubert, M.1995).

2.2.2.5. Actions pathogènes des tiques, le rôle de vecteur

Les sécrétions salivaires des tiques jouent un rôle majeur dans leurs actions pathogènes du fait de la transmission d'agents pathogènes ou de l'injection de composants toxiques pouvant affecter le métabolisme général ou causer des paralysies (Cupp, 1991). Ainsi nous distinguons des actions pathogènes directes et des actions indirectes. Les tiques sont des arthropodes hématophages à haut pouvoir vectoriel : des agents pathogènes peuvent être acquis durant les divers stades du cycle de vie, être ensuite transmis de manière trans-ovarienne (de la femelle à sa progéniture) et trans-stasiale (entre les différentes stases) pour enfin se retrouver chez un hôte sensible (Cupp, 1991). Selon la maladie, elles jouent alors un simple rôle de vecteur, ou sont, en plus, le réservoir d'agents pathogènes (Tissot-Dupont, 1998).

2.3. Méthodologie générale

2.3.1. Récolte et conservation des tiques

La méthode utilisée pour prélever les ectoparasites consiste à examiner visuellement toutes les parties du corps des lézards pour les tiques. Les tiques sont des arthropodes assez faciles à observer et à récolter par le biais d'une pince. Les tiques récoltées à la pince dans doivent immédiatement conservées dans l'éthanol **70%**.

2.3.2. L'échantillonnage des tissus

Les biopsies sont souvent recueillies pour diagnostiquer les problèmes de maladies chez les reptiles (Jacobson, 1992) et pour les études biologiques, tels que les analyses d'ADN.

Pour Les petits lézards peuvent plus être retenus manuellement, La zone autour de la biopsie site devrait être infiltrés de 2% xylocaine et d'une épaisseur de la peau pleine d'incision prises avec une biopsie poinçon. Généralement les parties retenu est l'endroit où les tiques ont été collecté ou bien une partie de la queue (1.5mm x1mm).

2.3.3. Recherche des agents pathogènes chez la tique

La technique de PCR (Polymérase Chain Réaction) a été effectuée au niveau de l'Institut Pasteur d' Alger (Service d'Ecologie des Systèmes Vectoriels) et de Tunis (service d'Entomologie médicale).

2.3.3.1. Première étape

Cette étape, est réalisée sous une hotte à flux laminaire, et qui consiste en l'extraction des acides nucléiques (ADN), à l'aide d'un Kit spécial QIA amp (kit QIAGEN®, Hilden, Germany).

2.3.3.2. Seconde étape : « La PCR proprement dite »

a-Préparation du mix

La manipulation du mix se fait dans une cuvette contenant de la glace pilée. Il est distribué dans des tubes Eppendorf numérotés. Cette opération doit être faite dans une pièce isolée pour éviter toute contamination du mix, avec le port de gants.

Tableau (08): Composants du mix pour PCR standard

Produits	Volume
Tampon 10x	2,5µl
dNTP	2,5µl
MgCl ₂	1µl
amorce 1 (sens)	0,5µl
amorce 2 (anti sens)	0,5µl
Taq Polymérase	0,125µl
Eau distillée stérile	13µl
Total du mix	20µl

Chaque constituant de ce mix est multiplié par le nombre d'échantillons étudiés, puis 20µl de ce mélange est distribué dans chaque tube Eppendorfs PCR stériles :

- **Témoin négatif** : 5µl d'eau distillé stérile plus 20µl de mix

- **Témoin positif** : 5µl de DNA positif pour 20µl du mix.
- **Echantillons** : 5µl de DNA de notre échantillon est ajouté 20µl de mix
- **Volume total** : 25µl par échantillon (les témoins ou les échantillons à analyser).

Le mix et les DNA sont transférés dans des tubes Eppendorf de type «Mastercyclerpersonal» et sont introduits dans le thermocycleur.

Dans notre étude la PCR standard a été utilisé pour la détection de différents pathogènes par l'utilisation des amorces spécifiques aux gènes amplifiés (**Tableau 09**).

b .Programmation du thermocycleur

Le but de cette technique est de rendre décelable les faibles quantités d'ADN des bactéries de notre étude. Pour cela trois étapes se font :

- **Dénaturation** : consiste à chauffer avec une température élevée pour séparer l'ADN à double brin en brisant les liaisons hydrogènes.
- **Hybridation** : une fois l'ADN séparé, on refroidit rapidement pour que les amorces se fixent à chaque extrémité complémentaire de l'ADN à simple brin.
- **La polymérisation ou élongation** : Après la fixation des amorces, l'ajout de la Taq polymérase et des nucléotides permet la synthèse des nouveaux brins d'ADN. Ces étapes se font de façon cycliques et a des températures spécifiques.

c. Préparation du gel d'Agarose pour l'électrophorèse

L'électrophorèse est une méthode de séparation et de révélation des fragments d'ADN. Ils sont chargés négativement, d'où leur migration vers le pôle chargé positif.

Notre électrophorèse a été faite sur un gel d'agarose 1,5% supplémenté de bromure d'éthidium (BET) du mode opératoire suivant(**Fig89**) :

- ◆ Mettre 1,5g d'agarose dans un erlenmeyer et compléter avec du TBE 1X jusqu'à 100ml.
- ◆ Faire chauffer dans un micro-onde pendant 2 minutes jusqu'à ce que le liquide devient limpide.
- ◆ Refroidir l'erlenmeyer avec de l'eau froide.
- ◆ Ajouter 6-7 µl de BET.

N.B : Le **BET** est un produit très cancérigène. Il doit être conservé à 4°C et enrobé avec du papier aluminium à l'abri de la lumière. Il a pour rôle de se fixer sur l'ADN en s'intercalant entre ces bases et ce qui va permettre la visualisation des bandes d'ADN dans le gel sur la table UV du transilluminateur.

- ◆ Couler le gel dans la cuve de migration contenant au préalable du TBE 0,5X.

d. Préparation et dépôt des échantillons

- Prendre un morceau de Parafilm sur lequel est mis pour chaque échantillon (5µl d'échantillon d'ADN amplifié) 2µl de **tampon de charge** (Bleu de Bromo phénol) qui

- assure le maintien du dépôt en immersion dans le puits et permet la visualisation de la migration.
- Mélanger l'échantillon et le tampon de charge, et mettez le mélange dans un micro-puits du gel de la cuve.
- Déposer dans un puits le marqueur de PM (**P**oids **m**oléculaire) d'une concentration de 0,25µg/µl.

Les trois derniers puits sont généralement réservés pour le témoin négatif, positif et le marqueur de PM alors que les échantillons sont déposés dans les autres puits.

- Fermer la cuve et brancher les électrodes à l'alimentation de manière à ce que les dépôts soient du côté de la cathode (-).
- Appliquer une tension de 120 Volte correspondant à environ 30 min à 1 heure de migration.
- Couper l'alimentation quand le colorant parcourt la distance requise ou laisser la migration arriver jusqu'à 1 cm du front de migration de la cuve (**Figure 88**).

e. Visualisation au Transilluminateur

La visualisation des bandes d'ADN du gel se fait sur la table UV du transilluminateur dans une chambre noire. En fonction de la taille des fragments d'ADN étudiés, on repèrera la bande et sa taille par rapport au témoin positif négatif et au marqueur de PM.

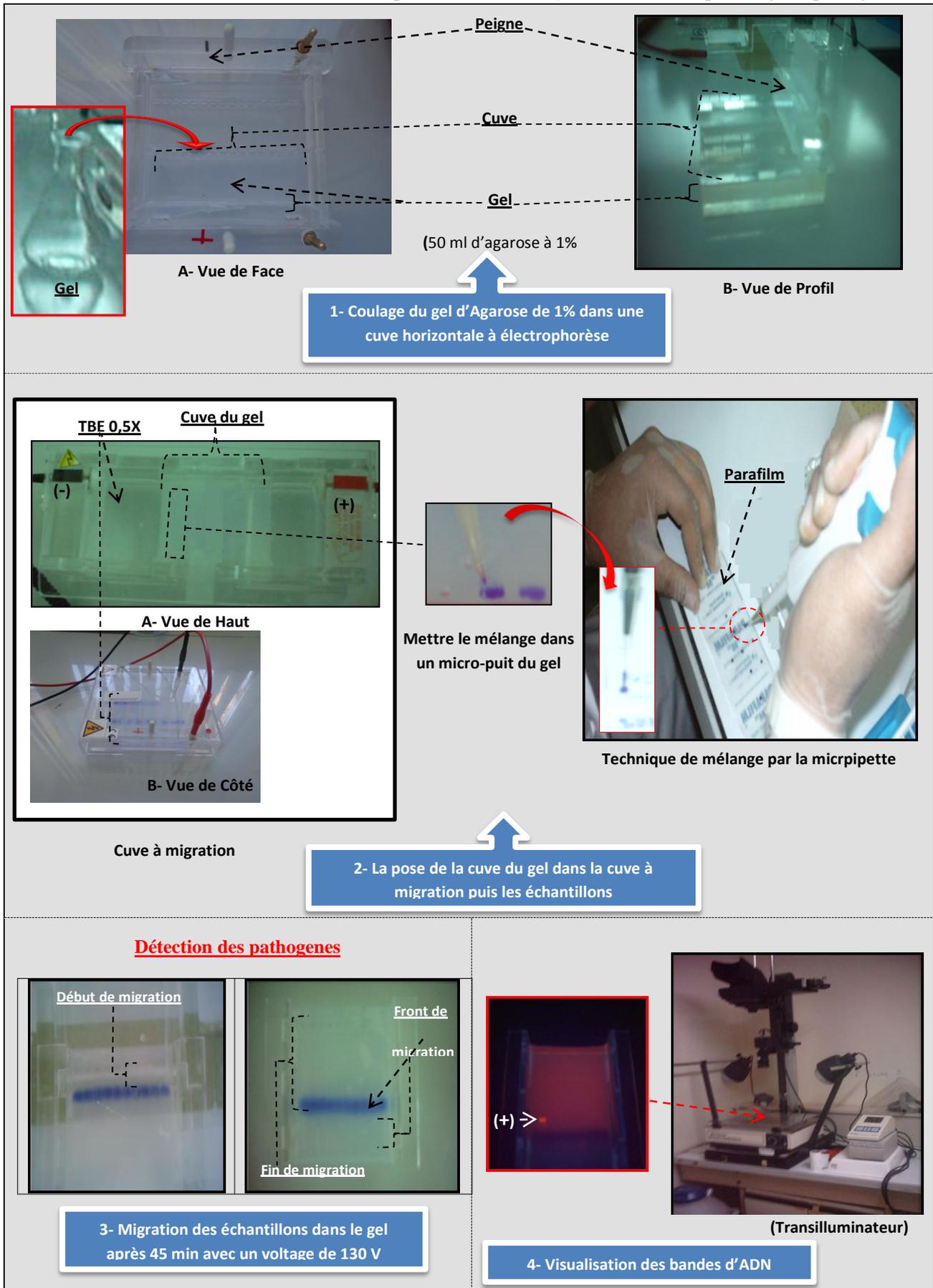


Figure 88: Troisième étape de la PCR : Préparation du gel, Coulage des gels et Visualisation (lecture) par Transilluminateur

f. PCR en temps réel

Le développement de la PCR quantitative en temps réel (utilisée dans notre étude) a éliminé les variabilités traditionnelles associées à la PCR quantitative et permet la quantification du produit de la PCR de façon fiable et routinière.

Tous les échantillons d'ADN ont été criblés par quantitative PCR en temps réel pour *Borrelia* avec des amorces Bor_16S3F, 5'-CAG CTT TAA AGC TTC GCT TGT AG-3 ' ; Bor_16S3R, 5'-GCC TCC CGT AGG AGT CTG G-3'), et une sonde (Bor_16S3P, 5'-6FAM-GCC GCC TGA GAG GGT GAA CGG-3 ') (Parola et al., 2011). 16S de *Borrelia* amplifier un fragment de 148-bp un de l'ARN 16S-codage. Tous les RAP en temps réel ont été effectués en utilisant CFX96 tactile Tm système de détection par PCR en temps réel (C1000Tm cycle thermique BIO-RAD, Singapour) et le logiciel BIO-RAD directeur CFX. Contrôle négatif (eau stérile et de l'ADN à partir d'un échantillon stérile biopsie) et le contrôle positif (*Borrelia crocidurae*) ADN ont été inclus pour chaque test. Tous les échantillons positifs avec un niveau de seuil cycle de fluorescence basé sur le journal <36 (CT 36 ≈ 20.10 copies de cale) ont été utilisées pour amplifier les fragments de gènes 148-bp, qui ont ensuite été séquencés, par PCR. *Borrelia* échantillons positifs ont été confirmés par *Borrelia* spécifiques qPCR en ciblant l'espaceur interne transcrit (ITS) en utilisant les amorces suivantes (Socolovschi et al., 2012):

Bor_ITS4 F: 5'_GGCTTCGGGTCTACCACATCTA-3 'et

R Bor_ITS4: 5'_CCGGGAGGGGAGTGAAATAG-3' et la sonde:

Bor_ITS4 P: 6FAM-TGCAAAAGGCACGCCATCACC-TAMRA

Le succès de l'amplification par PCR a été vérifiée par la migration sur gel d'agarose 2%, et ont ensuite été purifié en utilisant le NucleoFast plaque de 96 PCR (Machery-Nagel EURL, la France, tel que recommandé par le fabricant. Les produits de PCR purifiés ont été séquencés avec les mêmes amorces utilisé pour la PCR (Bor_16S) en utilisant la version 1.1 Cycle BigDye séquençage mélange réactionnel prêt (Applied Biosystems, Foster City, CA) dans l'ABI 31 000 séquenceur automatisé (Applied Biosystems). Les séquences ont été rassemblées et analysées avec le programme ChromasPro (version 1.34) (Technelysium Pty Ltd, Tewantin, Australie).

2.4. Epidémiologie

Pour les besoins d'étude deux hôpital ont été visité pour la collecte des donné au service épidémiologique (hôpital Dorban (Annaba) et l'hôpital d'el Kala (El Tarf)) concernant les cas identifiés et déclaré de maladie infectieuses depuis 2000 à 2012.

III. RÉSULTATS

3.1. Bactéries détectée

Après la réalisation de la PCR et l'électrophorèse nous avons détecté la présence des bactéries suivantes : *Rickettsia helvetica* , *Rickettsia monacensis* , *Rickettsia sp* , *Anaplasma phagocytophilum*, *Coxiella burnetii* et *Borrelia garinii*.

L'examen du tableau (09) et(10), montre qu'entre les biotopes le site d'El Ghorra enregistre le plus grand taux d'infection par les bactéries chez les tiques de *P.a.a* répartie comme suit : *Rickettsia helvetica* (8.6%), *Rickettsia monacensis* (5.34%), *Rickettsia sp* (4.96%), *Anaplasma phagocytophilum* (9.36%). Par contre le tique des *Psammodromus a.a* de seraidi montre d'autre type de bactéries : *Coxiella burnetii* (42.85%) et *Borrelia garinii* (38.77 %).

Les tiques de *P.h.v* révèlent la présence de *Rickettsia helvetica* (6.58%) et *Rickettsia sp* (8.78%) est seulement à El Ghorra.

Toutes les tiques collectées sur *L.p* ont montré une absence de bactéries.

Le listing des bactéries qu'on a détectées dans les tiques de lézards (*Psammodromus algirus* et *Podarcis hispanica vaucheri*) sont reportés sur les tableaux (10), (11) et figures suivants :

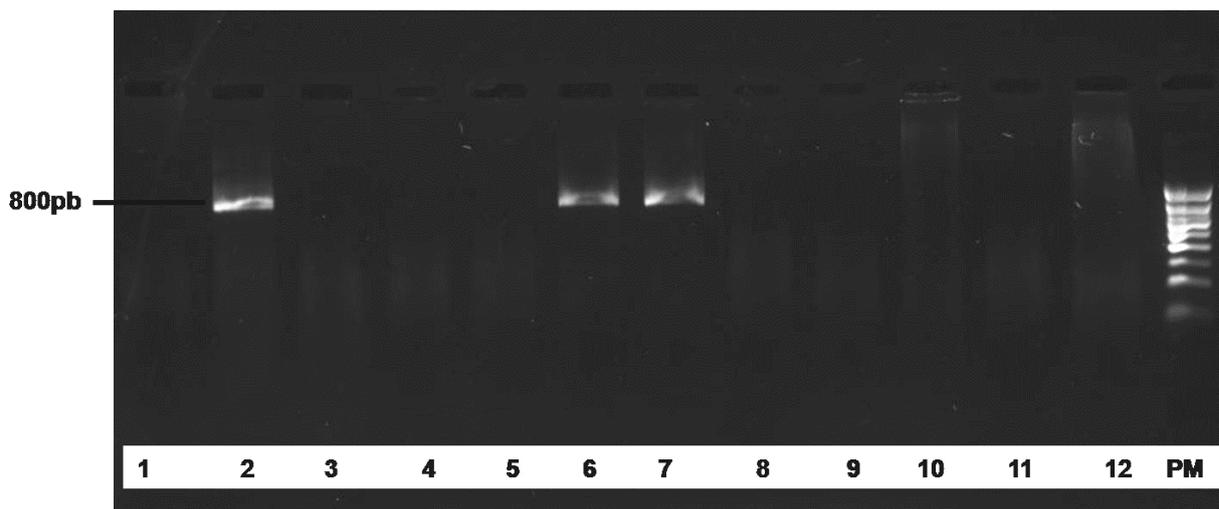


Figure 89: Détection des *Rickettsia monacensis* chez des tiques de lézards

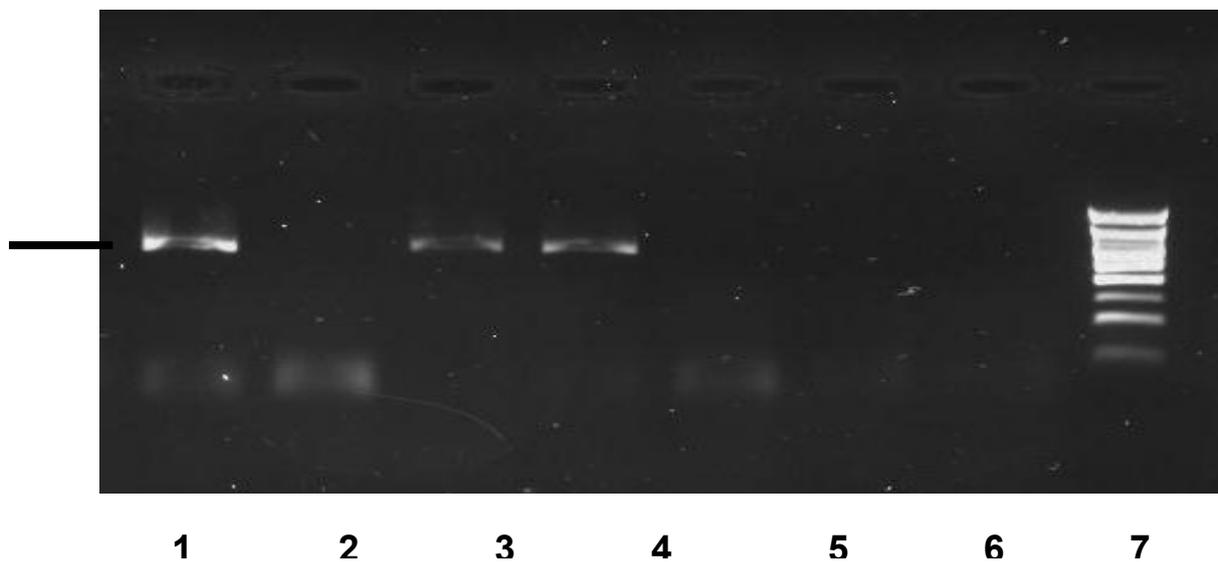


Figure 90: Détection *Anaplasma phagocytophilum* chez des tiques de lézards

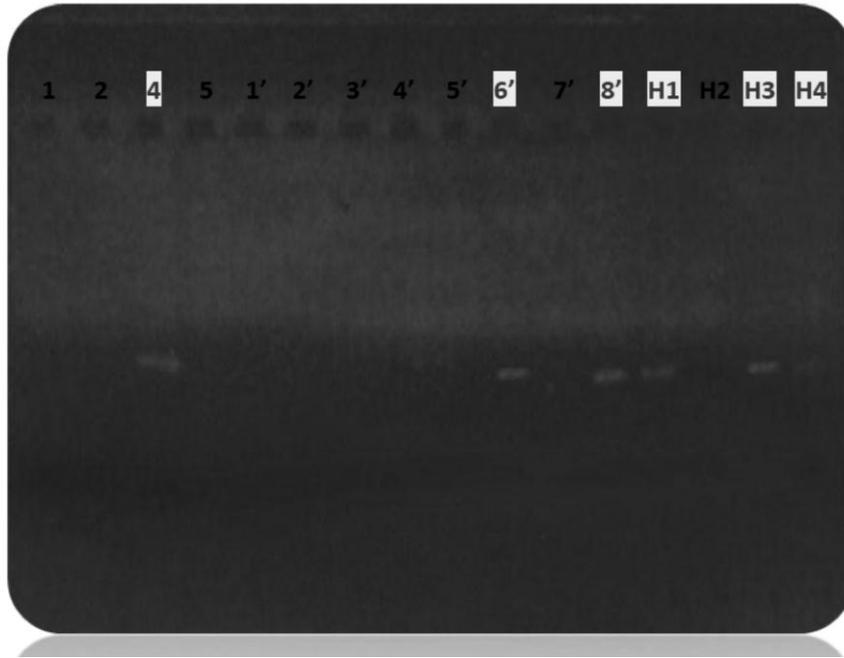


Figure 91: Détection *Coxiella burnetii* chez des tiques de lézards

3.2. Détection des bactéries dans les biopsies de lézards capturés

A partir d'ADN extrait des tissus de lézards (N=85) nous avons tenté de détecter les bactéries. Les résultats révèlent des échantillons positifs chez le *P.a.a* capturé à El Ghorra par *R. helvetica*, *R. monacensis* et *A.phagocytophilum*.

Tableau (12) : Détection des bactéries par PCR au niveau de la peau des lézards infectés

Peau des lézards	<i>R. helvetica</i>	<i>R. monacensis</i>	<i>A.phagocytophilum</i>	<i>Rickettsiasp</i>
<i>P.a.a</i>	++	+	+	-
<i>P.h.v</i>	-	-	-	-

3.3. Epidémiologie

Depuis 2000, au niveau de services d'épidémiologie (Annaba et El Tarf (El kala)) des dernières estimations des maladies révèlent que le pathogène le plus souvent signalé avec un taux important les Rickettsioses.

3.3.1. Maladie rencontrées dans les deux sites

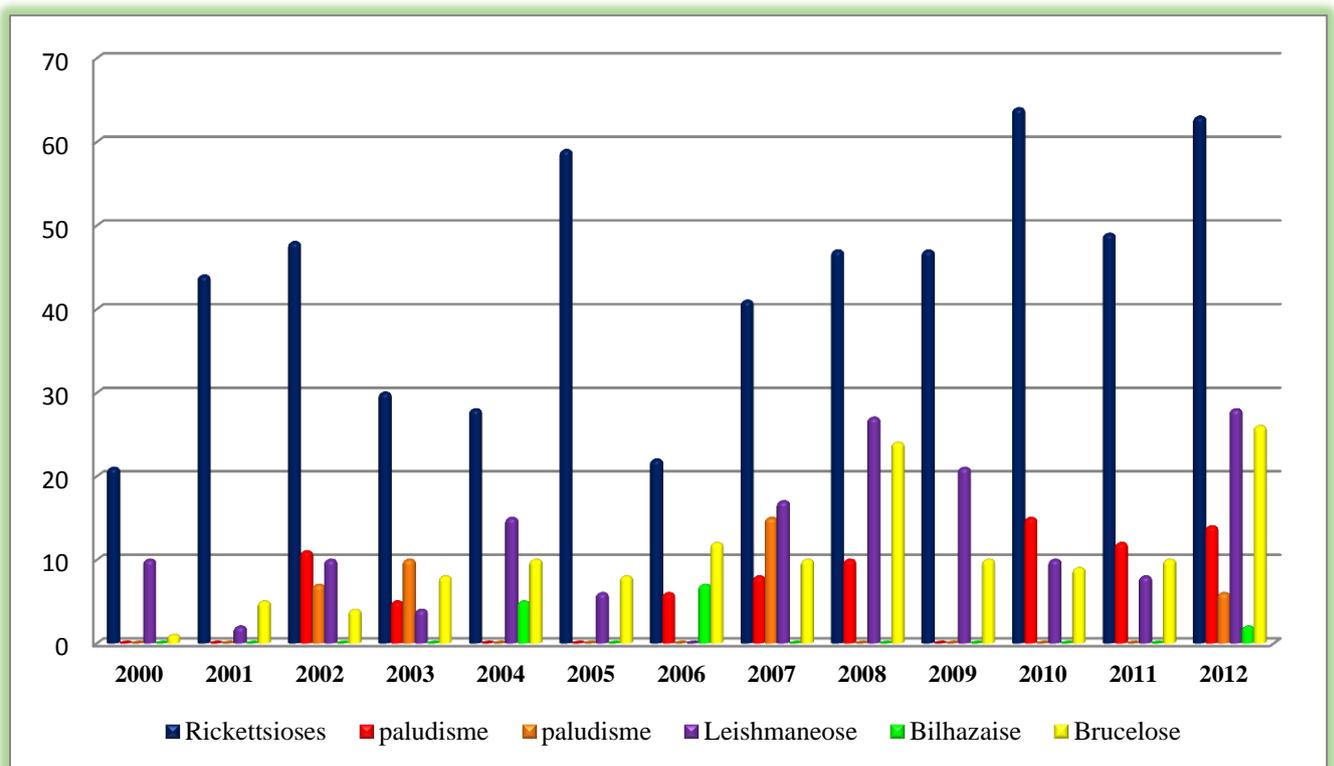


Figure 92: Evolution des maladies en fonction des années

La moyenne des cas déclaré dans les deux wilayas (Annaba et El Tarf) sont les suivants : Rickettsioses, Paludisme, Leishmaniose, Bilhazaise et Brucelose, dont la plus enregistré est la Rickettsioses.

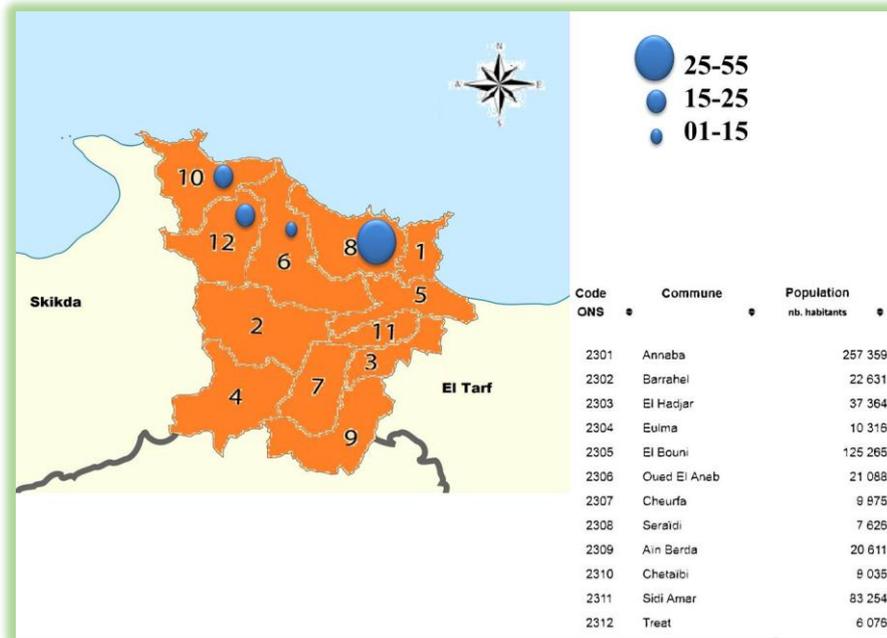


Figure 93: Distribution des cas de Rickettsioses selon les communes de wilaya d'Annaba

Les *Rickettsioses* ont été identifiées en grand nombre chez des patients provenant de la commune de Seraïdi (54 cas). En effet, les communes Chetaïbi, Treat et Oud El Aneb, comptent respectivement de 01 à 25 cas.

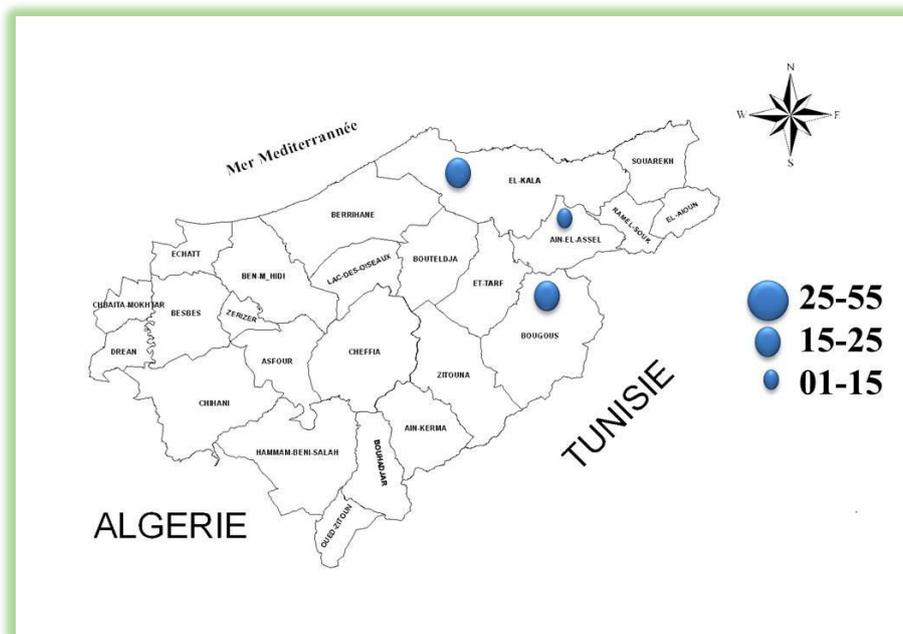


Figure 94: Distribution des cas de Rickettsioses selon les commune da wilaya d'El Tarf

Les *Rickettsioses* identifiées dans la wilaya d'Al Tarf à partir de patients originaires des régions semi-urbaines ou rurales, dont le plus grand nombre de cas est signalé à la commune de Bougous et El kala (15-25 cas).

3.3.2. Evolution temporelle des Rickettsioses

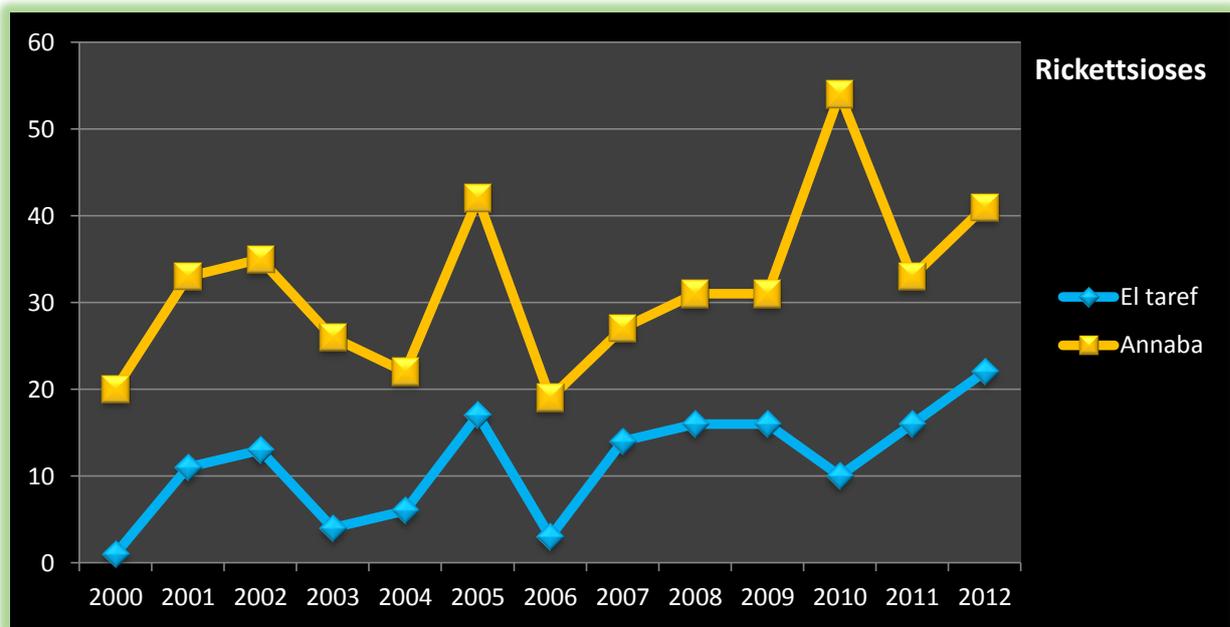


Figure 95: évolution des cas de Rickettsioses en fonction des années

L'évolution des Rickettsioses dans les deux sites d'études montre que le plus grand nombre de cas est enregistré à Annaba avec deux pics en 2005 (41 cas) et en 2010 avec (54 cas).

3.3.3. Evolution temporelle en fonction des sexes

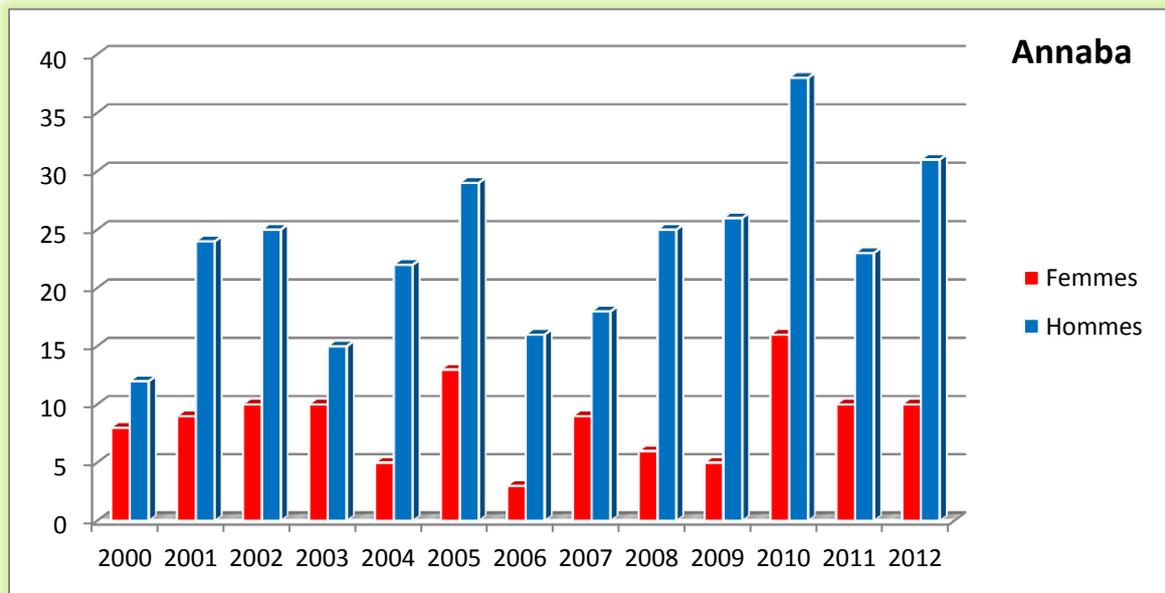


Figure 96: Evolution temporelle des Rickettsioses en fonction des sexes dans la wilaya d'Annaba

Les hommes sont les plus touché avec un taux de **73 % (304/308)** des cas déclaré à Annaba.

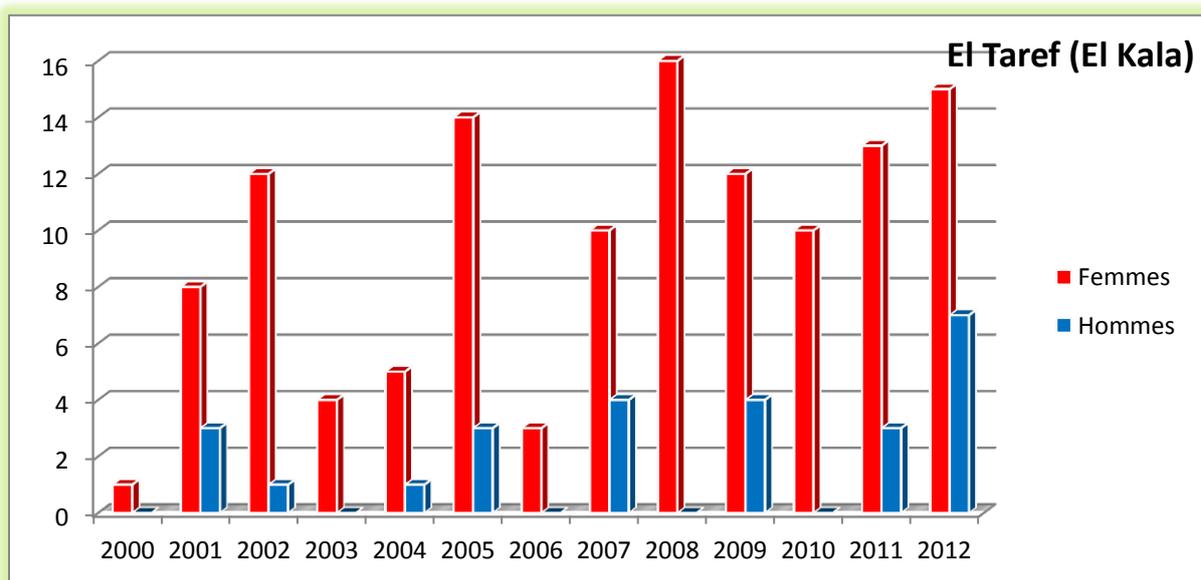


Figure 97: Evolution temporelle des Rickettsioses en fonction des sexes dans la wilaya d'el Tarf

Les femmes représentent le plus grand nombre de cas infectées par *Rickettsioses* dans la région d'El Kala avec **83% (123/149)**

VI. DISCUSSION

Au cours des trois dernières décennies, de nombreuses maladies ont été reconnues par la communauté scientifique comme ayant émergé dans ou à partir de la faune sauvage. L'évaluation de la gravité de ces maladies [Daszak *et al.*, 2000, Dobson et Foufopoulos, 2001] fait apparaître des conséquences pour la santé de l'homme (zoonoses), l'économie de l'élevage (maladies des animaux de rente), les activités cynégétiques (raréfaction de gibiers) ou la conservation d'espèces menacées [Cleaveland *et al.*, 2002]. Parmi les véritables maladies émergentes, on s'intéressera principalement aux zoonoses liées aux animaux sauvages; car pour ces dernières on dispose de relativement peu de données décrivant ou signalant l'émergence de maladies « nouvelles » [Cleaveland *et al.*, 2001].

La notion d'émergence est employée dans des domaines très divers (pays émergent, média émergent, forme artistique émergente, maladie émergente...). Elle imprègne toutes les sciences et peut connaître des acceptions très diverses. Prise dans son contexte épidémiologique, la notion d'émergence renvoie à des définitions aux frontières souvent floues et pas toujours consensuelles. Au point qu'il n'est pas rare, dans certaines publications, d'entendre parler d'émergence sans que ne soit discuté le sens même de ce terme. Que doit-on entendre par « maladies émergentes » ? Quand peut-on qualifier un phénomène « d'émergent » ? Ne cherche-t-on pas davantage à expliquer les facteurs à l'origine de ces émergences ? Autant d'interrogations qui nous incitent à préciser une notion, encore somme toute à l'état de discussion, et qui nourrit notamment de vives controverses dans le monde scientifique en raison du degré de complexité des phénomènes dont elle veut rendre compte. (Christelle Méha *et al.* 2012)

Parmi les définitions qui retiennent notre attention, celle proposée à la fin des années 1980 par les *Centers for Disease Control and Prevention* () des Etats-Unis fait figure de référence pour qualifier un phénomène sanitaire : « *Les maladies infectieuses émergentes sont des maladies infectieuses dont l'incidence (in Christelle Méha. *et al.* 2012) chez l'Homme a augmenté au cours des deux dernières décennies ou qui menace d'augmenter dans un avenir proche (in Christelle Méha. *et al.* 2012)* » (CDC, 1998). Cependant, d'autres auteurs ont essayé de formaliser la notion d'émergence. Plus récemment, les vétérinaires B. Toma et E. Thiry

(2003) ont appliqué la notion d'émergence à une maladie dont « *l'incidence réelle augmente de manière significative dans une population donnée, d'une région donnée et pendant une période donnée, par rapport à la situation épidémiologique habituelle de cette maladie* ». Ils soulignent que « *par définition une maladie n'est émergente que dans un cadre spatio-temporel donné* ».

En effet, les maladies vectorielles ont une épidémiologie complexe, due notamment à la variabilité de leurs différents acteurs, *agent pathogène, vecteur, hôte*, qui ont chacun leur écologie. Le maintien et la propagation des maladies à transmission vectorielle résultent des interactions entre ces trois acteurs et des interrelations complexes qui se nouent entre ce système tripartite et son environnement. En d'autres termes, la santé des populations dépend aussi bien du milieu physique, support des hommes et de leurs activités, que de l'environnement considéré d'un point de vue plus général et incluant à la fois les éléments naturels (climat, végétation...), humains (susceptibilité, comportement...) et socio-économiques (amélioration de l'hygiène, transports, structures sanitaires...). Des évolutions écologiques, climatiques, démographiques et économiques peuvent donc favoriser le développement ou l'extension géographique de maladies vectorielles. Au vu de la spécificité de chaque système de maladie, il est difficile de traiter avec exhaustivité des facteurs d'émergence, toutefois une des principales causes invoquées dans l'émergence ou la réémergence de maladies est le risque accru d'exposition aux agents pathogènes (Blancou et al., 2005). Cette augmentation du risque d'exposition est soumise à deux principaux facteurs, à savoir l'action de l'homme et l'adaptabilité des agents infectieux (Schwartz et Rodhain, 2008).

Il serait donc prétentieux de vouloir apporter un éclairage original sur ce phénomène, sauf à constater que la littérature dédiée aux décideurs du monde médical et vétérinaire s'est peu intéressée, jusqu'à ce jour, à un point particulier dans l'origine de l'émergence, à savoir la source potentielle de germes que constitue **la faune sauvage** (Girard M.2000).

Avant d'explorer la place occupée par la faune sauvage dans ces mécanismes, il faut préciser que nous entendons par « animal sauvage » un individu, ou une population d'animaux, non soumis à une sélection zootechnique, ni restreints dans leurs déplacements... Par définition, l'animal sauvage n'est donc pas un animal domestique ! Or il n'existe que quelques espèces domestiques, comparativement à la biodiversité existant sur terre. Pourtant, l'espèce humaine, si elle essaie de maîtriser les plus dévastatrices des maladies des animaux domestiques (c'est

là le rôle de l'Organisation mondiale de la santé animale [OIE]) est loin d'avoir inventorié tous les agents pathogènes qui circulent dans les populations animales sauvages ; la source des « nouveaux agents pathogènes » est donc potentiellement dans cet immense réservoir d'où émergeront de futures maladies (comme en témoigne la découverte de la présence des Hantavirus aux Amériques (Calisher C.H.2001, Plyusnin A. et al, 1996) ou des Henipavirus, après les émergences des virus Hendra et Nippah (Webster R.G. (1993).

En outre, les systèmes de parasites de l'herpétofaune ont également offert des possibilités uniques d'aborder des concepts en biologie des populations parasites (Jarroll, 1979; Tinsley, 1989; Goater, 1992, Goater et Vandebos, 1997; Wetzel et Esch, 1996a, 1997; Zelmer et al., 1999), et en écologie des communautés parasites (par ex. Goater et al., 1987; Aho, 1990; Janovy et al., 1992; Fontenot et Font, 1996; McAlpine, 1997a; Goldberg et al., 1998). Des études phylogéniques de plusieurs systèmes de parasites de l'herpétofaune ont également fourni un aperçu intéressant des modèles biogéographiques hôtes-parasites de même que de la nature des relations co-évolutionnaires entre les hôtes ainsi qu'entre les hôtes et leurs parasites (Ernst et Ernst, 1980; Platt, 1992). De nombreux agents infectieux sont transmis par l'intermédiaire d'un vecteur insecte ou acarien dont les tiques qui transmettent une grande variété de micro-organismes (parasites, bactéries et virus). Globalement, plus de 300 espèces de vertébrés sont identifiées en tant qu'hôtes pour les différents types de tiques dont une cinquantaine d'entre eux sont entrés dans l'écologie de la transmission de *Borrelia* (Maladie de Lyme) (Gern et al, 1998).

Un grand nombre d'espèces de tiques parasitent les reptiles spécialement les lézards (Bernard et al, 2000). Ces derniers lorsqu'ils sont parasités par des tiques (*Ixodes*) sont considérés comme réservoirs compétents de *Borrelia* (Jakimov, 1915; Lainson, 1968; Matuschka et al, 1990 et 1991; Lane et al, 1989; Hayashi et al, 1984; Belova, 1971; Manweiler et al, 1992; Levin et al, 1997; Eisen et al; 2001, Rebecca et al, 2003; Giery et al, 2006) et dans quelques exceptions un réservoir incompétents (Levin et al, 1996; Clark et al, 2005; Dsouli et al, 2006; Majlathova et al, 2006 ; Sean et al, 2006) .

Le fonctionnement d'un tel système met en jeu différents types de relations, en particulier celles qui gouvernent le développement de l'agent infectieux chez ses différents hôtes (alternativement un vertébré et un arthropode), et celles qui ont trait aux contacts écologiques entre les populations concernées de ses trois composants, le tout survenant au sein d'un environnement donné dont les paramètres, notamment climatologiques, peuvent varier d'une

saison à l'autre ou d'une année à l'autre. Tout ceci traduit bien la complexité rencontrée dans l'étude de l'épidémiologie des maladies à vecteurs.

L'effet pathogène des tiques "*Ixodes ricinus*" se situe à plusieurs niveaux. Au traumatisme lié à la piqûre, s'ajoute une action toxique suivie éventuellement de l'effet de l'action toxique à l'hématophage. Par ailleurs les tiques ont une action inoculatrice de virus, bactéries et parasites. En effet, Les tiques sont vectrices de très nombreux agents pathogènes qu'elles transmettent aux animaux, l'Homme n'est qu'un hôte accidentel. Elles occasionnent une importante morbi-mortalité humaine et animale partout dans le Monde. *Ixodes ricinus* en Algérie reste parmi les tiques les plus infectés d'Afrique du Nord qui représentent cependant le plus haut taux d'infection observé dans le Sud de l'Europe (Bitam, 2003).

Nos résultats sont assez importants puisque après une PCR des tiques nous avons pu détecter la présence de : *Rickettsia helvetica*, *Rickettsia monacensis*, *A.phagocytophilum* et *Rickettsia sp* dans le site d'El Ghorra. Par contre les tiques des lézards récoltés dans le massif de seraidi ont montré la présence des pathogènes suivants : *B. garinii* (38.77%) et 42.85 % *Coxiella burnetii*. D'autre part l'analyse de biopsie de peau de lézards montre une présence *Rickettsia helvetica*, *Rickettsia monacensis* et, *Anaplasma phagocytophilum* qui nous permettra de confirmer le rôle de notre modèle biologique autant que réservoir de pathogènes. Ces résultats font des régions (El ghorra et seraidi) des zones à risque pour les maladies émergentes, surtout pour seraidi qui est très proche pour la ville d'Annaba ainsi la grande circulation touristique des visiteurs et l'existence d'une grande base militaire.

La borréliose apparaît comme l'affection vectorielle la plus fréquente dans le monde (CDC.2010). L'agent pathogène du complexe Borrelia est transmis par une tique «dure» où l'homme est un hôte accidentel. Le risque de transmission de Borrelia de la tique à l'homme dépend de l'abondance et du taux d'infestation des tiques, de l'activité saisonnière de la tique, du temps de contact avec la tique et probablement de facteurs propres à l'individu.

Depuis, *Rickettsia helvetica* a été associée à différentes affections en France et en Suède (Nilsson et al., 1999a ; Nilsson et al., 1999b ; Fournier et al., 2000a) l'association d'une *Rickettsia* pathogène avec une tique anthropophile comme *Ixodes ricinus* donne aux rickettsioses un potentiel émergent sur les territoires étudiés.

Chez l'homme, *A. phagocytophilum* a été récemment décrit comme l'agent responsable d'une affection décrite essentiellement dans l'hémisphère Nord et appelée à tort EGH pour Ehrlichiose Granulocytaire Humaine (Blanco et Oteo, 2003).

Les tiques jouent un rôle primordial dans la transmission de *C. burnetii* entre vertébrés sauvages et l'homme où l'environnement constitue une source de contamination (Maurin et Raoult, 1999 ; Euzéby, 2005).

Nos résultats pourraient être expliqués par le fait que le maintien de ces pathogènes dans nos zones d'étude exigerait l'intervention d'un réservoir (dans notre cas le lézard) autre que les tiques confirmé que c'est les lézards.

Rickettsia sp.: Le genre *Rickettsia* (de Rocha-Lima, 1916) rassemble de courts bacilles à Gram négatif, intracellulaires obligatoires qui se multiplient dans le cytoplasme ou parfois dans le noyau des cellules de certains vertébrés et de certains arthropodes (Raoult et Roux, 1997). Le genre *Rickettsia* a connu de nombreux remaniements au cours du XX^{ème} siècle et à l'heure actuelle, il n'existe pas de réel consensus sur la notion d'espèce au sein de ce genre. Sur la base de caractères phénotypiques, les espèces du genre *Rickettsia* sont classiquement séparées en deux groupes. Les espèces du groupe typhus ont une localisation exclusivement intra-cytoplasmique et ont des insectes pour habitat et/ou vecteurs. Les espèces du groupe boutonneux sont localisées dans le cytoplasme et le noyau des cellules infectées et ont pour habitat et/ou vecteurs des acariens. Le lien étroit entre la bactérie et son vecteur fait que la distribution géographique des rickettsioses transmises par les tiques épouse celle des tiques (Brouqui et al., 2004). La distribution des SFG *Rickettsia sp* est mondiale, chaque espèce ayant une répartition géographique propre. L'importance des rickettsioses, comme celle de la plupart des maladies à tiques, reste mal connue et parcellaire. En Europe de l'Ouest la détection de *R. helvetica* dans des tiques *I. ricinus* donnent des taux de portage compris entre 2% et 9% (Parola et al., 1998a ; Beninatiet al., 2002 ; Nielsen et al., 2004 ; Hartelt et al., 2004). Aux Etats-Unis, dans les états de Caroline du Nord et du Sud, les tiques *Dermacentor variabilis* ont un taux de portage de *Rickettsia rickettsi* de seulement 0,5 % mais ces tiques se nourrissent fréquemment sur les hommes et la fièvre boutonneuse des montagnes Rocheuses est commune dans cette zone. Ainsi entre 1981 et 1992, le CDC a répertorié 9223 cas de fièvre des Montagnes rocheuses (Dalton et al., 1995).

Anaplasma sp : Les Anaplasma sont de petites bactéries à Gram négatif partageant avec les Ehrlichia la caractéristique d'être présentes dans des vacuoles intra cytoplasmiques, soit de manière isolée, soit regroupées dans des morulas .La réorganisation de l'ordre des rickettsiales (Dumler et al., 2001) a conduit à inclure dans le genre Anaplasma des espèces appartenant préalablement au genre Ehrlichia :*Ehrlichia phagocytophila*, Ehrlichiae qui et l'agent apparenté de l'ehrlichiose granulocytaire humaine, ont été regroupés en une seule espèce, *Anaplasma phagocytophilum*. Les vecteurs varient suivant l'espèce d'Anaplasma. Il s'agit principalement d'Ixodidés même si une transmission mécanique par les tabanidés est possible pour *A. marginale*, *A. centrale*, *A. caudatum* et *A. ovis* (Barbet, 1995).

De nombreuses espèces de tiques peuvent intervenir dans la transmission d'*A.marginale*, *A. centrale*, *A. caudatum* et *A. ovis*, notamment *Dermacentor andersoni*, *Boophilus annulatus* et, en France, *I. ricinus*, *R. bursa* et *R. sanguineus*. Aucune étude n'a pu démontrer l'existence d'une transmission transovarienne (Kocan et al., 1981 ; Stich et al.,1989). Les mammifères infectés latents constituent également un réservoir de l'infection (Stiller et Coan, 1995).

Les Anaplasma ont une répartition mondiale avec des zones d'endémie spécifique d'espèces Aux Etats Unis plus de 600 cas humains d'anaplasmoses à *A phagocytophilum* ont été décrits avec une augmentation nette de l'incidence au cours de la dernière décennie (Parola, 2004). En Europe, les infections à *Anaplasma phagocytophilum* sont connues chez les animaux depuis près de 50 ans. Le premier cas humain d'anaplasmoses à *A.phagocytophilum* a été rapporté en 1995. Depuis cette date, un total de seulement 22 cas européens.

Borrelia sp. : Les Borrelia sont des bactéries spirales, Gram négatif, qui, parmi les spirochètes, ont la particularité d'avoir un cycle de développement requérant à la fois des hôtes mammifères et arthropodes .Quatre espèces du complexe d'espèces *Borrelia burgdorferi* *sl* ont un pouvoir pathogène reconnu (*Borrelia burgdorferi* sensu stricto (ss), *Borrelia afzelii*, ***Borrelia garinii*** et *Borrelia japonica*). Aux États-Unis seule *Borrelia burgdorferi* ss est retrouvée. En Europe on retrouve *Borrelia burgdorferi* ss, *Borrelia afzelii* et *Borrelia garinii* et deux autres espèces *B. valaisiana* et *B. lusitaniae*. Le réservoir principal de *B. burgdorferi*sl en Europe est constitué par les petits rongeurs de forêt, ainsi que par les insectivores comme le hérisson ou la musaraigne .Le rôle des oiseaux, notamment les merles et les faisans, est de plus en plus évoqué. Les espèces migratrices sont, de plus, soupçonnées diffuser largement la bactérie (Smith et al., 2003 ; Stanek et Steere,2003). Les lézards sont

considérés comme réservoirs compétents de *Borrelia* (Jakimov, 1915; Lainson, 1968; Matuschka et al,1990 et1991; Lane et al,1989; Hayashi et al, 1984; Belova,1971; Manweiler et al, 1992 Levin et al,1997; Eisen et al; 2001, Rebecca et al, 2003; Giery et al, 2006) et dans quelques exceptions un réservoir incompétents (Levin et al,1996; Clark et al,2005; Dsouli et al, 2006; Majlathova et al,2006 ; Sean et al,2006). La borreliose est la première maladie à vecteur de l'hémisphère Nord. Sa prévalence, tant chez l'Homme que chez l'Animal reste mal connue et l'incidence en très forte augmentation depuis une dizaine d'années serait en partie due à l'amélioration des connaissances à son sujet. Chez l'Homme, selon les statistiques du CDC (Center for disease control and prévention, Atlanta), l'incidence annuelle de la maladie atteint 5,1 cas pour 100.000 personnes par an aux Etats-Unis et une prévalence de 1.070.000 cas sur la période 1925-2000 soit 2% de la population américaine. Ce chiffre serait applicable à l'ensemble du globe(Harvey et Salvato, 2003).

Coxiella burnetii : est une bactérie intracellulaire obligatoire. Le genre *Coxiella* ne renferme actuellement qu'une seule espèce, *Coxiella burnetii*. Toutefois, la séquence de l'ARNr 16S des bactéries isolées d'écrevisses (Tan et Owens, 2004) ou considérées comme des symbiontes de tiques (Noda et al., 1997) ont également été apparentées au genre *Coxiella*. Le réservoir de la bactérie est constitué par de très nombreuses espèces de vertébrés mais aussi de tiques dures et molles (Rehacek et al., 1991 ; Maurin et Raoult, 1999). Les tiques jouent un rôle primordial dans la transmission de *C.burnetii* entre vertébrés sauvages. *C.burnetii* a une répartition mondiale.

Notre étude nous a permis de mettre en évidence des variations dans le portage des Bactéries, notamment en fonction du stade, de l'espèce hôte et du type d'habitat.

Pour les six agents pathogènes recherchés, les nymphes sont plus infectées que les larves des lézards. Cette observation a fréquemment été observé pour *B. burgdorferi* et *A.phagocytophilum*, *Rickettsia helvetica* et *Rickettsia monacensis* (Jakimov, 1915; Lainson, 1968; Matuschka et al,1990et1991; Lane et al,1989; Hayashi et al, 1984; Belova,1971; Manweiler et al, 1992 Levin et al,1997; Eisen et al; 2001, Rebecca et al, 2003; Giery et al, 2006, Stenos John et al.2007). Ce phénomène peut être expliqué par le risque supplémentaire que présente les nymphes qui consiste en un repas larvaire qui augmente la probabilité de leur infection par les bactéries (Kurtenbach et coll.1995).

Les sites de collecte des tiques de lézards influent également de manière variable sur le portage ces agents pathogènes. La seule espèce qui a enregistré le plus grand nombre d'infestation est *P.a.a.* Les lézards, sont les hôtes habituels des formes immatures d'*Ixodes* (Levin et al, 1996; Clark et al, 2005; Dsouli et al, 2006; Majlathova et al, 2006 ; Sean et al, 2006). Plusieurs travaux stipule l'existence de le rôle de lézards dans la circulation des pathogènes : la *Borrelia burgdorferi* chez les tiques des lézards: Majlathova et al (2006) ont montré que 16% des 469 tiques (*Ixodes ricinus*) nourrirent sur le sang des lézards sont infectés par la *Borrelia*. Une très faible prévalence de tiques sub-adultes (*I. scapularis*) infectées par *Borrelia burgdorferi* a été enregistrée chez le lézard par rapport à celle retrouvé chez les rongeurs qui enregistre une infection importante des tiques adultes (Matuschka et al, 1990). Lane et al (1989) ont enregistré une valeur de 0.9% de 117 larves et 1.8% de 552 nymphes (*I. scapularis*) collectes à partir des lézards sont infectés par des spirochètes. Sur la totalité de 542 tiques (*I. scapularis*) de lézard seul 0.6% qui sont infectés par *Borrelia burgdorferi* (Manweiller et al, 1992).

Toutes les tiques des lézards infestés ont été collectées seulement dans des forêts d'altitude (El Ghorra et seraidi). L'habitat naturel des tiques étant essentiellement représenté par les zones de forêt, sous-bois et broussailles, il est évident que les lézards vivant au contact de ces lieux sont les plus exposés au risque de contamination. La circulation de ce grand nombre de bactéries n'implique pas uniquement les vecteurs mais aussi les vertébrés sauvages. Les immatures d'*Ixodes ricinus* acquièrent leur repas sanguin sur les lézards fréquemment trouvé (Levin et al,1996; Clark et al,2005; Dsouli et al, 2006; Majlathova et al,2006 ; Sean et al,2006).

En tout, environ les trois quarts des maladies émergentes reconnues étaient jadis, ou sont actuellement, des zoonoses, c'est-à-dire qu'elles se transmettent de l'animal à l'homme

(Taylor, Latham et Woolhouse, 2001). Comme on pouvait s'y attendre, il a été établi que les ascendants des pathogènes responsables de ces maladies remontent en général à la faune sauvage. Les pathogènes dont l'émergence est actuellement directement associée aux forêts représentent environ 15 pour cent des MIE, dont le nombre est estimé à 250 (Despommier, Ellis et Wilcox, 2006). Ce ne sont pas les forêts ou la déforestation en elles-mêmes qui sont responsables de l'émergence de maladies infectieuses associées aux forêts ou de la tendance

globale à leur augmentation partout dans le monde; les causes de ces maladies sont bien plus complexes.

Le principal facteur est la croissance exponentielle de la population, de la consommation et de la création de déchets depuis plusieurs décennies, qui a amené avec elle l'urbanisation, l'expansion et l'intensification de l'agriculture, ainsi que l'altération des habitats forestiers, le tout se traduisant par une transformation de l'environnement régional. Le processus d'émergence des maladies semble généralement associé à une combinaison de ces facteurs environnementaux. Mais le facteur commun est le changement – un changement social et écologique relativement brusque ou épisodique, qui se reflète le plus souvent dans des variations du couvert végétal et de l'utilisation des terres (urbanisation non planifiée et conversion des forêts), dans l'intensification de l'agriculture (barrages, projets d'irrigation, fermes-usines, etc.) et dans le déplacement et la migration des populations.

Comme le SIDA, la plupart des MIE d'origine forestière sont causées par des virus, même si certaines sont provoquées par des bactéries, des protozoaires, des helminthes (vers) et des champignons. Habituellement, ces maladies ne sont considérées comme des priorités de recherche que quand elles deviennent une menace pour les populations humaine, de sorte que l'on sait généralement très peu de choses sur leur distribution et leur biologie. Alors que la médecine avait toujours été orientée vers la compréhension de l'histoire naturelle et de l'écologie des maladies, cette approche a été abandonnée avec l'avènement de la biomédecine moderne et la croyance erronée selon laquelle les maladies infectieuses avaient été vaincues par la science (Gubler, 2001). Le plus grand défi actuel pour la recherche vient du manque de communication entre les spécialistes des différentes disciplines – chercheurs spécialisés dans les maladies infectieuses, experts de la faune sauvage, environnementalistes et spécialistes des sciences sociales.

Au vue de ces résultats, on peut dire que *Psammmodromus algirus algirus* joue un rôle d'hôte réservoir (confirme pour la *Rickettsia helvetica*, *Rickettsia monacensis* et *Anaplasma phagocytophilum*) et dans les cycles de transmission des bactéries « pathogènes » (Dsouli et al, 2006; Majlathova et al, 2006 ; Sean et al, 2006). Ceci suggère seulement que le lézard peut être une source d'infection pour les tiques. Même si les tiques se nourrissent d'une grande variété d'espèces, dont les mammifères, les oiseaux et les reptiles, seuls quelques-uns peuvent servir de réservoirs de l'agent pathogène (Lindgren et al.2006). L'abondance des hôtes

réservoirs dans un habitat particulier est le facteur le plus important dans l'établissement de populations de tiques infectées. L'importance de notre modèle (lézards) en tant que réservoir dans le maintien et la circulation des pathogènes aux milieux sauvages est à prendre en considération.

Les problèmes sont bien sûr aggravés par l'existence d'un grand nombre de populations pauvres qui vivent dans ces derniers sites, sans hygiène et sans infrastructures de santé publique adéquates. Les perturbations anthropiques et particulièrement la fragmentation forestière sont souvent liées à l'émergence et la ré-émergence de certaines maladies (Foley et al., 2005 ; Patz et al., 2004 ; Brownstein et al., 2005).

Peu de travaux visant à chiffrer l'endémie ou l'incidence sont disponibles dans notre pays, ils sous-entendent des études prospectives contrôlées, lourdes à mettre en œuvre. Dans la plupart des pays, il existe cependant une centralisation des données qui permet d'avoir, grâce au nombre de cas rapportés, une idée de l'importance de ces affections.

Les études épidémiologiques permettent de décrire un ou plusieurs aspects d'un problème de santé dans une population ou un groupe d'individus et d'en établir la fréquence et la répartition en fonction de certaines variables de personnes, de temps et de lieux. En santé publique, elles permettent de mieux cibler les interventions.

D'après l'enquête épidémiologique au niveau des hôpitaux des deux régions d'études (Annaba et El Kala) nous avons noté la présence de : Rickettsioses, Rage, Paludisme, Leishmaniose, Brucellose,.....mais aucun cas de Borreliose n'a été déclaré

D'autre part, **83%** (149 cas) des femmes ont été détectés à El Kala par contre à Annaba c'était le contraire c'est les hommes les atteints de ces bactéries avec **73%** (418 cas).

Cette différence dans le sexe ratio en faveur des femmes dans les régions d'El Kala (El Tarf) est liée à la nature de l'aide principale que les femmes assurent : l'activité de pâturage, collecte du bois,...etc. Au contraire, dans la wilaya d'Annaba le plus grand pourcentage est enregistré chez les hommes lié aux activités d'agriculture.

La répartition géographique de tous les cas déclarés est en faveur des résultats obtenus des zones d'étude que ce soit pour Djebel El Ghorra ou le massif de Seraidi.

Il est donc à prévoir que la Communauté humaine, est face à un grand danger lié à la circulation des agents pathogènes lié à la faune sauvages : le lézard autant que hôte et réservoir des pathogènes. Dans un futur proche, les décisions qui seront prises d'interférer avec la présence des agents pathogènes dangereux dans la faune sauvage devront mettre en balance les stratégies fondées sur des mesures préventives, voire palliatives, avec les mesures curatives. Le public se sentira dans l'avenir de plus en plus concerné par les décisions qui seront prises car sa vigilance sur ces questions ne cesse d'augmenter.

On pourrait supposer qu'un environnement naturel complexe, avec beaucoup d'espèces de plantes et d'animaux, hébergerait un grand nombre d'agents pathogènes potentiellement dangereux pour l'espèce humaine et que les personnes vivant dans ces environnements seraient exposées à un risque plus grand de zoonoses issues de la faune sauvage.

DISCUSSION GÉNÉRALE ET CONCLUSION

Le monde fait actuellement face à des perturbations à une échelle et une vitesse sans précédents. Ces perturbations se révèlent notamment par deux crises majeures, une crise écologique marquée par une extinction massive de la biodiversité et une crise sanitaire marquée par l'émergence ou la réémergence de pathogènes.

La perte de biodiversité affecte actuellement l'ensemble du globe sous l'effet des actions anthropiques. La biologie de la conservation tente de donner des explications et des réponses à cette crise. Cette discipline scientifique n'a pris son essor qu'à partir de la fin des années 1970 (Soulé et Wilcox, 1980) et si, jusqu'à récemment, elle s'élargit désormais à l'ensemble de l'écosystème. Toutes les composantes des changements globaux interviennent d'une manière ou d'une autre, isolément ou en synergie, pour éroder la biodiversité et modifier le fonctionnement des systèmes écologiques (Sala et al., 2000 ; MEA, 2005). Malgré un niveau élevé d'incertitude dans les estimations, nous savons maintenant que l'extinction des espèces se fait à un rythme tel que près de 50 % d'entre elles pourraient disparaître d'ici le milieu du XXI^e siècle (Vitousek et al., 1997 ; Sala et al., 2000). Ce déclin est généralisé, bien que variable selon les groupes. Il est particulièrement sévère chez les amphibiens, les vertébrés des milieux aquatiques, marins et d'eau douce, ainsi que chez les oiseaux insulaires (Balmford et al., 2003). D'autres études ont montré que la classe des reptiles serait également menacée et en déclin (Neil Cox et al., 2006)

Les reptiles seraient-ils en voie de disparition ? Une grande étude internationale évalue que 19 % des espèces mondiales sont menacées d'extinction, selon les statuts de conservation de l'UICN.

L'évolution des reptiles est une longue histoire. Apparus sur Terre voilà 300 millions d'années, ils sont devenus au fil du temps des éléments clés des écosystèmes terrestres.

Certains reptiles sont des proies, d'autres des prédateurs. Ils sont communément associés à des conditions de vie extrêmes ou des habitats hostiles. Pourtant, la plupart des espèces de reptiles sont adaptées spécifiquement à leur environnement. Elles nécessitent des conditions climatiques particulières, et leur bonne santé au quotidien dépend de l'utilisation de leur habitat. Les reptiles sont donc très sensibles aux changements environnementaux. La déforestation ou la conversion des habitats en zones de culture menacent pleinement ces espèces. Plus de 200 spécialistes coordonnés par la *Zoological Society of London* et l'UICN ont évalué l'état de conservation de tous les reptiles à l'échelle mondiale. C'est la première fois qu'un tel travail de synthèse est réalisé. Parue dans la revue *Biological Conservation*, l'étude statue que 19 % des reptiles sont menacés d'extinction. L'étude comprend l'analyse de 1.500 espèces du monde entier. Parmi les espèces menacées, 12 % sont considérées en danger critique, 41 % en danger et 47 % vulnérables.

Les reptiles d'Algérie seraient-ils en voie de disparition ? L'herpétofaune algérienne fait l'objet de protection à l'échelle nationale et aussi internationale. En effet, plusieurs espèces figurent dans la liste rouge de l'UICN, dans la convention de Berne et aussi dans la Convention sur le commerce international des espèces de faune et de flore sauvages menacées d'extinction (CITES) : *Hemidactylus turcicus*, *Tarentola mauritanica*, *Acanthodactylus erythrurus*, *Psammodromus algirus*, *Podarcis vaucheri* (**Liste rouge**).

Selon la Réglementation algérienne : 8 espèces de Reptiles sont protégées par la réglementation algérienne notamment le décret n° 83-509 du 20 août 1983 relatif aux espèces animales non domestiques protégées. Ces espèces sont : la tortue terrestre *Testudo graeca*, les deux tortues dulçaquicoles *Mauremys leprosa* et *Emys orbicularis* et les Sauriens des milieux désertiques *Chamaeleo chamaeleon*, *Varanus griseus*, *Uromastix acanthinurus*, *Trapelus mutabilis* et *Agama bibronii*. Le dernier le Décret N°12-235 du 24 mai 2012 fixant la liste des espèces animales non domestiques protégées renferme une liste importante d'espèces d'Amphibiens au nombre de 6 espèces et de Reptiles au nombre de 46 espèces. Dans Cette apparaisse : *Psammodromus algirus*.

Durant notre étude (3 ans : Avril-Août : 2009-2010-2011) 1211 lézards ont été capturés appartenant à 2 familles (Lacertidae et Gekkonidae) et 9 espèces : répartie selon deux gradients : latitudinal du Nord vers le Sud : Zone humide : (P.N.E.K, Annaba), Zone Sub-

aride : Biskra, Zone Aride : El Oued, Ouargla. Selon l'altitude dans la région du Nord : P.N.E.K (Brabtia, Boumalek, El Ghorra) et Annaba (le massif de seraidi). ; présenter par 6 espèces de Lacertidea (*Acanthodactylus erythrurus belli*, *Psammodromus algirus algirus*, *lacerta pater*, *Podarcis hispanica vaucheri*, *Acanthodactylus boskianus* , *Acanthodactylus dumerili*) et 3espèces de Gekkonidae (*Tarentola mauritanica mauritanica*, *Tarentola neglecta* et *Hemidactylus turcicus turcicus*)

La composition spécifique de chaque site montre que *Psammodromus algirus algirus* est l'espèce la plus abondante et la plus commune des régions d'étude. Ceci appuie les travaux de Rouag (1999) où l'espèce est caractéristique du bassin méditerranéen.

La distribution régionale des différentes espèces est un paramètre important dans la dynamique des différentes populations et des facteurs qui la régissent. En effet, les interactions entre biotope-faune sont sous contrôle de facteurs environnementaux tels que les variables climatiques. La connaissance de ces interactions permet de mieux cerner les exigences des différentes espèces. La structuration des peuplements de lézards suivis dans les différentes zones d'étude montre que les sites d'altitude (El Ghorra et seraidi) qui enregistre le plus grand nombre de richesse et abondance présenté par : *P.a.a* , *L.p* et *P.h.v*.

Ces différences vont en faveur avec la richesse floristique et faunistique (Benyacoub, 1998), permettant le développement d'un nombre élevé d'insectes, base des réseaux trophiques auxquels participent les Reptiles (Rouag, 2006), ainsi l'équilibre de l'écosystème lié à l'absence de l'activité anthropique.

Nos résultats montrent que les populations de lézards sont formées de trois stades: adultes, sub-adultes, juvéniles. Au cours de la première période d'activité les peuplements sont formé principalement d'adultes mâles et femelles liées à la préparation pour la reproduction, observée au début des saisons (Scali et al., 2000, Salvador et al. (1996). Mais aussi l'effort d'échantillonnage qu'il nous laisse face à une grand activité des deux partenaires. D'autre part, Les lézards ne possèdent pas d'hétérochromosomes et leur sexe n'est pas déterminé après fécondation, mais par la température ambiante (De SMET, 1981). Le mécanisme précis n'est pas encore parfaitement élucidé. Il semble que la production des hormones sexuelles mâles ou femelles soit contrôlée par la température à un moment critique du développement

de l'embryon. Les températures élevées favorisent l'obtention de femelles. En effet, Les individus les plus observé et capturé sont sub-adultes et les juvéniles car ces derniers ont peu d'activité et d'expérience (Eisen et *al.*, 2001). D'autre part, Les jeunes sont plus vulnérables vis-à-vis des prédateurs, car ils sont plus petits, plus inexpérimentés pour trouver et capturer la nourriture, et incapables de constituer des réserves d'aliments. Plus ils gagnent en taille et en expérience, moins ils sont des proies faciles...

Au niveau régional, les lézards ont montré un pic d'abondance au cours du mois de Mai pour le site d'El Ghorra et Avril pour Seraidi (l'Edough), Brabtia et Boumalek et une faible abondance dans le mois d'Aout pour tous les sites d'études au nord.

Les reptiles sont des animaux ectothermes ce qui signifie que leur température interne fluctue en fonction de la température ambiante. En conséquence, il est nécessaire de leur procurer un apport de chaleur en captivité. De plus, chaque espèce c

La prise en compte des parasites et des pathologies associées reste cependant très limitée en biologie de la conservation (Lebarbenchon *et al.*, 2007). L'étude des maladies d'une attention croissante en écologie évolutive et en épidémiologie (Hudson 2002 ; Collinge et Ray 2006 ; Sala *et al.* , 2008). Des exemples récents ont également montré comment certains pathogènes émergents pouvaient provoquer des diminutions importantes de populations au point, parfois, d'induire des problèmes de conservations, cas par exemple d'oiseaux en Amérique du Nord face à l'expansion du virus West Nile (La Deau *et al.* , 2007) ou d'amphibiens en Australie et en Amérique du Sud en raison de l'émergence de la chytridiomycose (Daszak *et al.*, 1999).

Tous les Lacertidae sont parasités uniquement par une seule espèce de tique « dure » (*Ixodes ricinus*). Toutes les tiques sont représentées par les stades immatures (larves et nymphes). En plus d'*Ixodes Psammmodromus algirus algirus* a enregistré la présence des mites (*Ophionyssus sp*) mais dans le massif d'El Ghorra seulement. Ceci confirmerait le fait que les lézards soient parasités exclusivement que par les tiques sub-adultes (Rogers, 1953 ; Grulich et al, 1957; Lac J cypuch et al,1972;; Lane et al, 1986; Oliver et al,1993; Apperson et al,1993; Manweiller et al, 1992; walter et al,1980; Bauwens et al,1983; Lane et al,1989; Manweiller et al, 1991; Wrighet al,1998; kuo et al,2000 ; Casher et al,2002; Eisen et al,2001; Eisen et al,2004; Durden et al, 2002; kollars et al, 1999; schall et al, 1999 ; Matuschka et al, 1991; Matuschka et al, 1997; Majlathova et al, 2006; Hayashi et al, 1984 Dsouli et al, 2006).

Les parasites, comme les microbes, nous rappellent que de petites causes peuvent avoir de grands effets. À moins que nous fassions mieux de développer notre compréhension de l'importance écologique de l'ensemble de la biodiversité, y compris celle des parasites, nous avons une compréhension insuffisante du fonctionnement des écosystèmes naturels et gérés.

Toute perte de diversité biologique d'hôte devrait intuitivement ont une influence directe sur la diversité et l'abondance des parasites ou des pathogènes, et tour à tour sur leur virulence et la pathogénicité au sein des populations d'accueil. En outre, les changements dans la composition d'hôte commun qu'il devrait aussi influencer la communauté composante des parasites ou des microbes qui y vivent. La diversité des espèces hôtes ne devrait pas affecter de manière aléatoire la richesse en espèces de parasites et de la composition que certains d'entre eux seront plus touchés que d'autres (David A.2002).

Parallèlement à leur action parasitaire, elles possèdent une aptitude particulière à transmettre les agents pathogènes qu'elles ont prélevés sur les hôtes de leurs précédents repas, ou qui leur ont été transmis par d'autres tiques. Certaines sont des vecteurs primaires qui entretiennent à eux seuls la circulation d'un agent pathogène dans un foyer, d'autres sont des vecteurs secondaires qui transmettent le pathogène sans que leur activité vectrice suffise pour entretenir sa circulation. Avec leur agent infectieux, leurs hôtes vertébrés, les tiques constituent des sortes de "ménages à trois" que l'on appelle des systèmes vectoriels (*Pérez-Eid et M. Becker*). Ces systèmes biologiques particulièrement complexes dépendent, en plus, des facteurs bio-climatiques. Les tiques ne sont pas seulement des vecteurs, ce sont aussi parfois d'excellents réservoirs qui assurent le maintien des agents pathogènes dans le milieu pendant plusieurs génération sans avoir besoin de recourir à un hôte vertébré.

Les reptiles sont porteurs de nombreux agents pathogènes susceptibles d'infecter ou d'infester l'être humain et sont les vecteurs potentiels de diverses zoonoses (Schilliger ,2004). Cependant, ce risque doit être relativisé car la contraction d'une zoonose est conditionnée par différents facteurs : la spécificité des parasites, le milieu préférentiel et l'agent pathogène. Les parasites de l'herpétofaune comportent une série diversifiée de taxons distincts sur le plan phylogénique. A la lumière de ces événement nous devons orienter nos réflexions dans plusieurs directions celle du vecteur et celle de l'hôte principalement le lézard qui joue un rôle important dans le maintien et la circulation des maladies (Martineau, 2003).

De nombreux agents infectieux, responsables d'importantes maladies, sont transmis par l'intermédiaire d'un Arthropode vecteur. L'intervention de ce dernier a notamment pour effet de faciliter la rencontre de l'agent infectieux avec son hôte. En outre, elle permet d'éviter le "gaspillage" que représentent, dans d'autres types de cycles, les pertes importantes de microorganismes égarés dans le milieu extérieur et qui ne peuvent trouver, dans les temps voulus, un hôte adéquat. Ainsi se trouve constitué un système vectoriel, composé de l'agent infectieux, de son (ou ses) hôte(s) vertébrés, et de son (ou ses) vecteur(s). Le fonctionnement d'un tel système met en jeu différents types de relations, en particulier celles qui gouvernent le développement de l'agent infectieux chez ses différents hôtes (alternativement un vertébré et un arthropode), et celles qui ont trait aux contacts écologiques entre les populations concernées de ses trois composants, le tout survenant au sein d'un environnement donné dont les paramètres, notamment climatologiques, peuvent varier d'une saison à l'autre ou d'une année à l'autre. Tout ceci traduit bien la complexité rencontrée dans l'étude de l'épidémiologie des maladies à vecteurs.

Nos résultats sont assez importants puisque après une PCR des tiques nous avons pu détecter la présence de : *Rickettsia helvetica*, *Rickettsia monacensis*, *Anaplasma phagocytophilum* et *Rickettsia sp* dans le site d'El Ghorra. Par contre les tiques des lézards récoltés dans le massif de seraidi ont montré la présence des pathogènes suivants : *Borrelia garinii* et *Coxiella burnetii*. D'autre part l'analyse de biopsie de peau de lézards montre une présence de *Rickettsia helvetica*, *Rickettsia monacensis*, *Anaplasma phagocytophilum* qui nous permettra de confirmer le rôle de notre modèle biologique autant que réservoir de pathogènes et source d'infection pour les tiques.

D'après l'enquête épidémiologique au niveau des hôpitaux des deux sites d'études (Annaba et El Kala) nous avons noté la présence d'une grande variété de maladies liées aux vecteurs parasites (Rickettsioses, Rage, Paludisme, Leishmaniose, Brucelose,.....). Aucun cas de *Borrelia* n'a été déclaré en plus tous Rickettsioses examinés n'ont pas été identifiés, malheureusement à ce jour pas de diagnostic fiable n'existe.

Il serait donc prétentieux de vouloir apporter un éclairage original sur ce phénomène, sauf à constater que la littérature dédiée aux décideurs du monde médical et vétérinaire s'est peu intéressée, jusqu'à ce jour, à un point particulier dans l'origine de l'émergence, à savoir la source potentielle de germes que constitue **la faune sauvage** (Girard M.2000). Ceci nous

mènerait à supposer une circulation des maladies et des vecteurs dans une zone sans frontières qui met l'Homme face à un risque de contamination.

Comme les animaux sauvages sont la source ou le réservoir pour de nombreux agents pathogènes zoonotiques importants, un aspect crucial de la transmission des agents pathogènes est la connaissance des différentes voies d'infections zoonotiques de la faune sauvage aux personnes. Les agents pathogènes de la faune sauvage peuvent être transmis aux humains par toutes les voies de transmission. Les animaux sauvages y sont montrés comme source d'agents pathogènes zoonotiques, ce qui est souvent le cas. Généralement, cela signifie que les animaux sauvages en question ne sont pas seulement les sources d'infection d'agents pathogènes zoonotiques, mais aussi représentent l'habitat naturel de ces agents pathogènes.

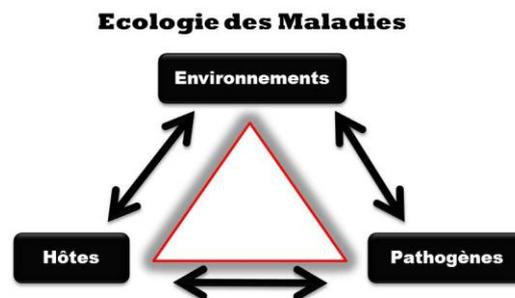
Notre étude nous a permis de mettre en évidence des variations dans le portage des Bactéries, notamment en fonction du stade, de l'espèce hôte et du type d'habitat. Pour les six agents pathogènes recherchés, les nymphes sont plus infectées que les larves des lézards. Les sites de collecte des tiques de lézards influent également de manière variable sur le portage ces agents pathogènes. La seule espèce qui a enregistré le plus grand nombre d'infestation est *P.a.a.*

Toutes les tiques des lézards infestés ont été collectées seulement dans des forêts d'altitude (El Ghorra et seraidi). L'habitat naturel des tiques étant essentiellement représenté par les zones de forêt, sous-bois et broussailles, il est évident que les lézards vivant au contact de ces lieux sont les plus exposés au risque de contamination. La circulation de ce grand nombre de bactéries n'implique pas uniquement les vecteurs mais aussi les faunes sauvages hôtes.

Quels rôles exactement jouent les parasites/pathogènes dans les écosystèmes ? Lorsqu'on examine l'influence des parasites ou des agents pathogènes sur les populations d'hôtes, on constate que leur action est extrêmement importante (Grenfell & Dobson, 1995 ; Hudson *et al.*, 2001). Les recherches sur le rôle régulateur des parasites et des pathogènes sur les populations humaines, animales et végétales sont en effet parmi les plus abondantes qu'il soit notamment parce qu'elles ont un lien direct avec la sante publique ou vétérinaire et l'agronomie. Il est en revanche un champ de recherche quasiment oublié : c'est celui de l'impact des pathogènes et des parasites dans le fonctionnement des écosystèmes. Pourtant les

pathogènes/parasites sont présents partout, et ils représentent une large proportion (pour ce que l'on en connaît !) du vivant (De Meeus & Renaud, 2001). Plus important encore, ces organismes pathogènes jouent un rôle extrêmement important dans le maintien et l'équilibre des écosystèmes. Ils constituent des régulateurs ou des « dis-régulateurs » des équilibres mis en place au cours du temps (Thomas, Guegan & Renaud, 2005). Certaines réponses aux nombreux problèmes de santé publique, animale ou végétale passent alors par une meilleure compréhension de l'écologie des organismes pathogènes ou parasites, non seulement dans l'étude de leurs populations mais aussi de leurs communautés d'espèces tant à l'avenir cette dimension plurispécifique devrait s'imposer (Thomas, Guegan & Renaud, 2005).

À chaque fois que l'on tente de contrôler les maladies humaines et animales pour réduire leurs impacts socio-économiques et écologiques, nous le faisons en essayant de manipuler certains aspects de l'écologie de ces maladies. Ainsi, l'écologie des maladies est un domaine scientifique important pour les personnes responsables de la gestion et du contrôle des maladies. Le concept d'écologie des maladies est souvent représenté par un triangle d'interactions.



Ce triangle est composé des trois facteurs clé qui déterminent si oui ou non les maladies seront présentes et quels seront les effets de cette présence. Lorsque l'on considère l'écologie des maladies, il faut prendre en compte tous les facteurs qui favorisent ou non la contamination d'un animal.

Ces facteurs sont, par exemple, le cycle de vie de l'agent pathogène, comment et où il persiste, la façon dont il est transmis entre les espèces hôtes et dans quelles conditions, s'il existe des réservoirs de l'agent pathogène dans l'environnement, la sensibilité des hôtes, l'effet de l'agent pathogène différentes échelles d'organisation biologique, ...etc.

L'écologie des agents pathogènes dans la faune sauvage est souvent plus complexe que celle des agents pathogènes confinés aux animaux domestiques ou l'espèce humaine uniquement.

Le triangle de relation entre agent pathogène, hôte et environnement offre aussi un moyen de comprendre les causes qui mènent la maladie. Leur maintien doit être assuré par un réservoir animal à partir duquel la transmission est réalisée. Beaucoup de paramètres environnementaux affecteront le succès de transmission de l'agent pathogène vers un nouvel hôte. Cet hôte, par exemple, peut s'infecter ou non selon son statut immunitaire. S'il s'infecte, il peut tomber malade ou mourir, ou encore s'infecter sans développer la maladie, sans effets physiologiques, comme cela se passe chez certaines espèces résistantes la peste. Il existe ainsi de nombreux facteurs autres que l'agent pathogène qui peuvent permettre de déterminer si la maladie se développera dans des conditions données. Tous ces facteurs font partie de la « cause » de la maladie. Ils influenceront aussi le nombre d'hôtes atteints par la maladie et si celle-ci ne surviendra qu'une seule fois ou de façon régulière. Souvent, les facteurs environnementaux, et leurs changements influenceront la capacité des maladies se propager avec plus ou moins d'ampleur.

L'amélioration de la compréhension scientifique des forces déterminant l'émergence des maladies, a permis le développement d'une nouvelle façon de penser/un nouveau concept concernant la gestion de la santé à tous les niveaux, du local au global. Cela nécessite un tout nouveau niveau d'échange de l'information, une coordination des politiques et programmes et une gestion collégiale entre les autorités responsables de la santé des animaux domestiques et de la faune sauvage et de la santé publique ainsi que de la santé écologique et de l'environnement. Ce nouveau paradigme pour gérer la santé et les maladies a été appelé l'approche « One World, One Health » (en français, « Un seul Monde, Une seule Santé »).

Dans ce concept la prévention, la surveillance, la réponse et la gestion des maladies sont intégrées au sein des services gouvernementaux concernés et des institutions sociales. Cette intégration est nouvelle pour la plupart des gouvernements et les institutions de gestion de la santé et une implantation réussie du modèle One World, One Health nécessitera des politiques innovantes et un degré de collaboration et de communication quotidien entre des agences ayant jusqu'ici peu collaboré.

La prévention, la surveillance, la réponse et la gestion des maladies de la faune sauvage sera un secteur clé de la gestion de la santé selon le modèle One World, One Health. C'est pour cette raison que l'OIE a renforcé sa volonté de consolider la surveillance et la notification des agents pathogènes et les événements épidémiologiques importants qui concernent la faune sauvage.

Nous espérons que cette démarche permettra, tout spécialement de comprendre la nécessité des recherches pointues et spécialisées mais permettra aussi de faire tomber les barrières entre disciplines et institutions, de rapprocher des gens issus de la santé, de l'épidémiologie vers l'écoépidémiologie et de l'écologie évolutive des parasites vers l'écologie de la santé.

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

-A-

Achour .H.A. & R. Bouguedour .1999. Épidémiologie de la clavelée en Algérie. *Rev. sci. teck Off. int. Epiz.* **18 (3), 606-617**

Aeschlimann A. 1967. Biologie et écologie des tiques (Ixodoidea) de Côte d'Ivoire. *Acta tropica*, **24 (4) 282-405.**

Aeschlimann A, Chamot E, Gigon F, Jeanneret JP, KesslerD, WaltherC.1986. B. burgdorferi in Switzerland Zentralbl Bakterioi Mikrobiol Hyg[A] **263: 450-8. UI 87237056**

Andrews R. H., Petney T. N. & Bullc. M. 1982. Niche changes between parasite populations an example from ticks and reptiles. *Oecologia*, **55 77-80.**

Anderson, R.M. & May, R.M.1978. Regulation and stability of host-parasite population interactions. *J. Anim. Ecol.* **47: 219-247.**

Anderson, R.M. & May, R. M.1979. Population biology of infectious diseases. *Part I. Nature* **280: 361-367**

Allan, S. A., L.A. Simmons, and M. J. Burridge. 1998. Establishment of the tortoise tick *Amblyomma marmoreum* (Acari: Ixodidae) on a reptile-breeding facility in Florida. *J. Med. Entomol.* **35: 621-624**

Aho, J.M. 1990. Helminth communities of amphibians and reptiles: comparative approaches to understanding patterns and processes. Dans G.W. Esch, A.O. Bush, et J.M. Aho, (eds.). *Parasite communities: patterns and processes.*

Apperson C.S., Levine J.F., Evans T.L., Braswell A. and Heller J. 1993. Relative utilization of reptiles and rodents as hosts by immature *Ixodes scapularis* (Acari: Ixodidae) in the coastal plain of North Carolina, USA. *Exp. Appl. Acarol.* **17: 719-731.**

Andersen, J.F., Magnarelli, L.A., LeFebvre, R.B., Andreadis, T.G-, McAninch, J.B-, Perng, G.-C. & Johnson, R.C.1989. Antigenically variable *Borrelia burgdorferi* isolated from cottontail rabbits and *Ixodes dentatus* in rural and urban area. *Journal of Clinical Microbiology*, **27, 13-20.**

Anderson JF, Magnarelli LA. 1990. Stafford KC. Bird-feeding licks transstadially transmit *Borrelia burgdorferi* that infect Syrian hamsters. *J Wildl Dis*: 26:1-10.

Armelagos GJ, Brown PJ, Turner B. 2005. Evolutionary, historical and political economic perspectives on health and disease. *Sci Med*.;61(4):755-65.

Arnold E. N. & Burton H. A. 1978 - Multiguide nature de tous les Reptiles et Amphibiens d'Europe. Bordas.

AUBERT, M.F.A. 1975. Contribution à l'étude du parasitisme du renard (*Vulpes vulpes* L.) par les *Ixodidae* (*Acarina*) dans le Nord-Est de la France. Inter-pretation de la dynamique saisonnière des parasites en relation avec la biologie de l'hôte. *Acarologia*.

-B-

Bauwens, D., H. Strijbosch, and A. H. P. Stumpel. 1983. The lizards *Lacerta agilis* and *L. vivipara* as hosts to larvae and nymphs of the tick *Ixodes ricinus*. *Holarctic Ecology* 6: 32-40.

Barnard S.M. and Durden L.A. 2000. A veterinary guide to the parasites of reptiles. Vol. 2. Arthropods (excluding mites). Krieger Publishing Co., Malabar, Florida.

Barbault, R. 1992. Ecologie des peuplements. *Masson, Paris*

Bernard Vallat. 2011. les zoonoses émergentes et ré-émergentes

Barten, S. L. (1993). The medical care of iguanas and other common pet lizards. *Vet. Clin. North Am. Small Anim. Pract.* **23**: 1213-1249.

Benyacoub.S (1993) : Ecologie de l'Avifaune forestière nicheuse de la région d'El-Kala (Nord-est algérien) Thèse doctorat. Univ. Bourgogne. 271p

Benyacoub.S, Louanchi M. Baba Ahmed R., Benhouhou S., Boulahbel R., Chalabi B., Haou F., Rouag R. & Ziane N. 1998. Plan directeur de gestion du Parc National d'El-Kala et du complexe de zone humides. Projet J.E.F- Banque mondiale.

Bennett GF, Thommes F, Blancou J, Artois M, 1982. Blood parasites of some birds from the Lorraine region, France. *Journal of Wildlife Diseases* 18:81-88.

Bernard.S.M. and Durden L.A. 2000. A veterinary guide to the parasites of reptiles. Vol.2. arthropods (excluding mites). Krieger publishing Co., Malabar, Florida.

Belova .E. M. 1971. Reptile and their importance in the epidemiology of leishmaniasis.

Begon, M., Harpe, J. L, & Townsend, C.R. 1986. *Ecology. Blackwell Scientific Publications, Oxford.*

Blondel, J., 1975. L'analyse des peuplements d'oiseaux, éléments d'un diagnostic écologique.
1) La méthode des échantillonnages fréquentiels progressifs (EFP). *La Terre et la Vie*, 29, 533-289.

Blondel J.2003. Biodiversité, quels enjeux pour les sociétés, dans Actes des premières journées de l'Institut Français de la Biodiversité (IFB).

Boissonneaut Carole (2001/2007): Les animaux exotiques.

Bourdeau, P. Les tiques d'importance vétérinaire et médicale. 1^{ère} partie : Principales caractéristiques morphologiques et biologiques et leurs conséquences. *Le Point Vétérinaire*, 1993, 25(151): 13-26.

Bourdeau, P.1993. Les tiques d'importance vétérinaire et médicale. 1^{ère} partie : Principales caractéristiques morphologiques et biologiques et leurs conséquences. *Le Point Vétérinaire*, 25(151): 13-26.

Bourdeau, P.1993. Les tiques d'importance vétérinaire et médicale. 2^{ème} partie : principales espèces de tiques dures (*Ixodidae* et *Amblyommidae*). *Le Point Vétérinaire*, 25(151) : 27-41.

Bousslama Z. 2003. Bioécologie d'une population de Mésange bleue *Parus caeruleus ultramarinus* (L. 1758) dans les subéraies de plaine du Nord-est algérien : Ecologie alimentaire et impact de la charge parasitaire sur les conditions morphologiques et physiologiques des poussins.

Bousslama. 2011. Short communication .Beacos.2011.

Bouhbal Ali Bye .2005. Inventaire et quantification des ectoparasites de la Foulque marcoule *Fulica atra* durant sont hivernages au Lac Tonga Nord Est Algérien.

Brigitte Degeilh. 2006. Ecologie d'*Ixodes ricinus* et les maladies transmises par cette tique en Europe.

Brown C.1997. Emerging diseases- what veterinarians need to know. *J. Vet. Diagn. Invest.*, 9, 113-117.

Brown R.N. and Lane R.S. 1996. Reservoir competence of four chaparral-dwelling rodents for *Borrelia burgdorferi* in California. *Am. J. Trop. Med. Hyg.* 54: 84-91.

Brown R.N. and Lane R.S. 1992. Lyme disease in California: a novel enzootic transmission cycle of *Borrelia burgdorferi*. *Science* 256: 1439-1442.

Burridge M.J., Simmons L.-A. and Allan S.A. 2000. Introduction of potential heartwater vectors and other exotic ticks into Florida on imported reptiles. *J. Parasitol.* 86: 700-704.

- C -

Cambes, C., 1995. Interaction durable. Ecologie et évolution du parasitisme. Paris: Masson.

Campbell, T. W.1996. Clinical pathology. *In: Reptile Medicine and Surgery.* D. R. Mader. Philadelphia: W.B. Saunders Company: 248.

Caroll, R. L. 1969. Origin of Reptilia. *In: Biology of the Reptiles.* Academic Press. New York et Londres: C. GANS, **1**: 1-44.

Carrascal L. M., Diaz J. A. & Cano C. 1989 - Habitat selection in Iberian *Psammodromus* species along a Mediterranean successional gradient. *Amphibia-Reptilia*, **10** : 231-242.

Casher L.E., Lane R.S., Barrett R.H. and Eisen L. 2002. Relative importance of lizards and mammals as hosts for ixodid ticks in northern California. *Exp. Appl. Acarol.* 26: 127-143.

Catherine A. Hill and John F. MacDonald.2006. Drawing credit: Scott Charlesworth, Purdue University.

Catherine A. Hill and John F. MacDonald.2006.the biology and medical importance of ticks in Indiana. Purdue extension

Cécile Savey. 2009. Les affections des lézards liées aux conditions de captivité. Thèse pour le doctorat vétérinaire .

Calisher C.H. & American Committee on Arthropod-borne Viruses, Subcommittee on Inter Relationships Among Catalogued Arboviruses .2001. – Identification of arboviruses and certain rodent-borne viruses: reevaluation of the paradigm. *Emerg. infect. Dis.*, **7** (4), 756-758.

Chomel B.1998. New emerging zoonoses : a challenge and an opportunity for the veterinary profession. *Comp. Immun. Microbiol. Infect. Dis.*, 1998, **21**, 1-14.

Chillaud T. 2001. Risk factors for recent influenza virus disease outbreaks in animals. *In: Emergence and control of zoonotic Orthoand Paramyxovirus diseases.* Dodet B. et Vicari M. (Ed.) John Libbey, Montrouge Londres Rome, 65-72.

Christine et Marie-France de Matteis.2004. Carnet de clinique des reptiles

Clark, L.1991. The nest protection hypothesis: the adaptive use of plant secondary compounds by European starlings. *In. Bird-parasite interactions: ecology, evolution and behaviour (Edited by Loye J. E. & Zuk M.), pp : 203-221. Oxford Univ. Press.*

Clark, K., A Hendricks and D Burge. 2005. Molecular identification and analysis of *Borrelia burgdorferi* sensu lato in lizards in the southeastern United States. *Applied and Environmental Microbiology* 71: 2616-2625.

Ciceroni L et al. (1996). Antibodies to *Borrelia burgdorferi* in sheep and goats. Alto Adige-South Tyrol, Italy. *The New Microbiologica*, 19(2):171–174.

Cleaveland S., Hess G. R., Dobson A. P., Laurenson M. K., McCallum H. I., Roberts M. G. et Woodroffe R. The role of pathogens in biological conservation. *In: The ecology of wildlife diseases.* Hudson P., Rizzoli A., Grenfell B. T., Heesterbeek H., et Dobson A. P. (Ed) Oxford University Press, Oxford, 2002, 139-150.

Cleaveland S., Laurenson M. K. et Taylor L. H. 2001. Diseases of humans and their domestic mammals: pathogen characteristics, host range and the risk of emergence. *Phil Trans. R. Soc. Lond. B.*, **356**, 991- 999.

Combes C.1995. Interactions durables. Ecologie et évolution du parasitisme. 1995, Masson, Paris, 524 p.

Cunha-Barros, M. & Rocha, C. F. D.1995. Parasitismo por ácaros *Eutrombicula alfreddugesi* (Trombiculidae) em duas espécies simpátricas de Mabuya (Sauria: Scincidae):o efeito do habitat na prevalência e intensidade parasitária, pp. 307-316. *In: F. A. Esteves (ed.), Oecologia brasiliensis I: estrutura, funcionamento e manejo de ecossistemas brasileiros.* IB/UFRJ, Rio de Janeiro.

Cunha-Barros, M. & Rocha, C. F. D.2000. Ectoparasitism by chigger mites (*Eutrombicula alfreddugesi*: Trombiculidae) in a restinga lizard community. *Ciência e Cultura*, 52: 108-114.

Cunha-Barros, M., Van sluys, M., vrcibradic, D., Galdino, C. A. B., 1 Hatano, F. H. and Rocha, C. F. D.2003. Patterns of infestation by chigger mites in four diurnal lizard species from a restinga habitat (Jurubatiba) of Southeastern Brazil.

Craine, N.G., P.A. Nuttall, A.C. Marriott, and S.E. Randolph. 1997. Role of grey squirrels and pheasants in the transmission of *Borrelia burgdorferi* sensu lato, the Lyme disease spirochaete, in the U.K. *Folia Parasitol.* 44: 155-160.

-D-

Daniel Martineau ,2003. Pathologie de la faune et de l'Environnement PTM-4240

Daszak P., Cunningham A. A., Hyatt A. D. 2000. Emerging infectious diseases of wildlife – Threats to biodiversity and human health. *Science*, **287**, 443-449.

Daszak P., Cunningham A. A., Hyatt A. D.2000. Emerging infectious diseases of wildlife .Threats to biodiversity and human health. *Science*, **287**, 443-449.

Daget, J., 1976. Les modèles mathématiques en Ecologie. Masson. Paris.

David A. Wardle .2002. Communities and Ecosystems.

De Boer R et al. 1993. The woodmouse (*Apodemus sylvaticus*) as a reservoir of ticktransmitted spirochetes (*Borrelia burgdorferi*) in The Netherlands. *Zentralblatt für Bakteriologie: International Journal of Medical Microbiology*, 279(3):404–416

Djellali Hasma.2005. Etudes du régime alimentaire du rythme d'activité de l'*Acanthodactyle* vulgaire au niveau du parc national d'Ek Kala.

Dsouli Najla, Hend Younsi-Kargachii, Danièle Postic, Said Nouira, Lise Gern, et Ali Bouattour.2006. Reservoir Role of Lizard *Psammmodromus algirus* in Transmission Cycle of *Borrelia burgdorferi* Sensu Lato (*Spirochaetaceae*) in Tunisia.

Dobson A. P. et Foufopoulos J.2001. Emerging infectious pathogens of wildlife. *Phil Trans. R. Soc. Lond. B.*, **356**, 1001-1012.

Doby JM, Bigaignon G .1997. Tiques Ixodidae parasites d'oiseaux et leur rôle pathogène. *Revue de Médecine vétérinaire* 148:853-860.

Durden L.A., Oliver J.H. Jr and Kinsey A.A. 2001. Ticks (*Acari: Ixodidae*) and spirochetes (*Spirochaetaceae: Spirochaetales*) recovered from birds on a Georgia barrier island. *J. Med. Entomol.* 38: 231-236.

-E-

Ebel et Grisebach.1988. Defense strategies of soybean against the fungus *Phytophthora megasperma* F sp *glycinea* – A molecular analysis. *Trends Biochem Sci* 13.

Eisen,R.J., L.Eisen, and R.S.Lane.2001.Prevalence and abundance of *Ixodes pacificus* immatures (Acari:Ixodidae) infesting western fence lizards(*Sceloporus occidentalis*)in northern California: temporal trends and environmental correlates. *Journal of Parasitology* 87:1301-1307.

Eisen R.J., Eisen L., Castro M.C. and Lane R.S. 2003a. Environmentally related variability in risk of exposure to Lyme disease spirochetes in northern California: effect of climatic conditions and habitat type. *Environ. Entomol.* 32: 1010-1018.

Eisen L., Dolan M.C., Piesman J. and Lane R.S. 2003b. Vector competence of *Ixodes pacificus* and *I. spinipalpis* (Acari: Ixodidae), and reservoir competence of the dusky-footed woodrat (*Neotoma fuscipes*) and the deer mouse (*Peromyscus maniculatus*), for *Borrelia bissettii*. *J. Med. Entomol.* 40:311-320.

Eisen,R.J.,Lars-Eisen and Robert S.Lane.2003.Habitat-related variation in infestation of lizards and rodents with *Ixodes* ticks in dense woodlands in Mendocino County, California.

Eisen Rebecca J, Lars- Eisen and Robert S. Lane.2004. Habitat-related variation in infestation of lizards and rodents with *Ixodes* ticks in dense woodlands in Mendocino County, California.

Eisen,R.J., L.Eisen, and R.S.Lane.2001.Prevalence and abundance of *Ixodes pacificus* immatures (Acari:Ixodidae) infesting western fence lizards(*Sceloporus occidentalis*)in northern California: temporal trends and environmental correlates. *Journal of Parasitology* 87:1301-1307.

Elliott Jacobson.2007. Infectious diseases and pathology of reptiles

Elisabet Lindgren Thomas G.T. Jaenson. 2006 .Lyme borreliosis in Europe: influences of climate and climate change, epidemiology, ecology and adaptation measures

Elsa Jourdain .2006. Oiseaux sauvages et virus West Nile : étude éco-épidémiologique en Camargue. Thèse.

Ernst, C.H. et E.M. Ernst. 1980. Relationships between North American turtles of the *Chrysemys* complex as indicated by their endoparasitic helminths. *Proceedings of the Biological Society of Washington* 93:339-345.

-F-

Fabienne Keller.2012. Rapport d'information FAIT au nom de la délégation sénatoriale à la prospective sur les nouvelles menaces des maladies infectieuses émergentes.

Fahd Soumia.2006.Modèle de suivi et évaluation de l'état de conservation des populations d'amphibiens et de reptiles.

Fassi Fehri M.M., 2001, Les maladies émergentes, dérives des rapports de l'homme avec la nature, Rabat, Edition Scriptura.

Floriane De Marval. Etude sero epidemiologique De l'encephalite à tiques et de la borreliose de lyme 'En suisse. THESE ,1994.

Forbes, M.R.L.1993. Parasitism and host reproductive effort. *Oikos*, 67: 444-450.

Fontenot, L.W. et W.F. Font. 1996. Helminth parasites of four species of aquatic snakes from two habitats in southeastern Louisiana. *Journal of the Helminthological Society of Washington*. 63:66-75.

Freeland, W.J. 1983. Parasites and the coexistence of animal host species. *Am Nat* 121 (2) : 223-236.

Franz-Rainer Matuschka, Peter Fischer, Mirjam Heiler, Dania Richter, and Andrew Spielman.1990. Capacity of European Animals as Reservoir Hosts for the Lyme Disease Spirochete.

Frédéric Thomas, François Renaud and Jean-François Guégan.2006. Parasitism & Ecosystems.

Frédéric Thomas, François Renaud, Jean-François Guégan.2005. Parasitism and Ecosystems

Furman, D. P., and E. C. Loomis. 1984. The ticks of California (Acari: Ixodida). *Bull. Calif. Insect Surv.* 25: 1-239.

-G-

Garin-Bastuji B., Hars J., Calvez D., Thiebaud M., Artois M. 2000. Brucellose du porc domestique et du sanglier sauvage due à *Brucella suis* biovar 2 en France. *Epidémiol. et santé anim.*, 38, 1-5.

Gern, L., A. Estrada Pena, F. Frandsen, J. S. Gray, T.G.T. Jaenson, F. Jongejan, O. Kahl, E. Korenberg, R. Mehl, and P. A. Nuttall. 1998. European reservoir hosts of *Borrelia burgdorferi* sensu lato. Zentralbl. Bakteriologie 287: 196-204.

Gem, L., L. N. Toutoungi, C. M. Hu & A. Aeschli-mann 1991. Ixodes (Pholeoixodes) hexagonus, an efficient vector of *Borrelia burgdorferi* the laboratory. Med. Vet. Entomol. 5: 431-435.

Girard M.2000. Les maladies infectieuses émergentes. *Méd. Sci.*, **16**, 883-891.

Goater, T.M., G.W. Esch, et A.O. Bush. 1987. Helminth parasites of sympatric salamanders: ecological concepts at infracommunity, component and compound community levels. American Midland Naturalist 118:289-300.

Goater, C.P et P.I. Ward. 1992. Negative effects of *Rhabdias bufonis* (Nematoda) on the growth and survival of toads (*Bufo bufo*). Oecologia 89: 161-165.

Goater, C.P.etR.E.Vandenbos. 1997. Effects of larval history and lungworm infection on the growth and survival of juvenile wood frogs (*Rana sylvatica*). Herpetologica 53:331-338.

Goldberg, S. R., C.R. Bursey et H. Cream. 1998. Composition and structure of helminth communities of the salamanders, *Aneides lugubris*, *Batrachoseps nigriventris*, *Ensatina eschscholtzii* (Plethodontidae), and *Taricha torosa* (Salamandridae) from California. Journal of Parasitology 84:248-251.

Graiche Hamza.2005. Etudes du régime alimentaire du rythme d'activité de *Psammmodromus algire* au niveau du parc national d'El Kala.

Gray JS et al. (1994). Acquisition of *Borrelia burgdorferi* by *Ixodes ricinus* ticks fed on the European hedgehog, *Erinaceus europaeus* L. Experimental and Applied Acarology, 18(8):485-491.

Gregory N. Vogel.2002. Parasitism of lizards by immature stages of the blacklegged tick, *Ixodes scapularis* (Acari, Ixodidae)

Gubler D. J. 1999. Factors influencing the emergence/resurgence of infectious diseases. The Infectious Disease Review, **1**, 50-52.

Gylfe A et al. (2000). Reactivation of borrelia infection in birds. Nature, 403(6771):724-725.

-H-

Hamilton, W.D. et M. Zuk. 1982. Heritable true fitness and birds: a role for parasites? *Science* 218:384-387.

Harkewicz, K. (2002). Dermatologic Problems of Reptiles. *Avian and Exotic Pet Medicine* 11(3): 151-161

Hayashi, F., and Hasegawa, M.1984.Selective parasitism of the tick *Ixodes asanumai* (acarina:Ixodidae) and its influence on the host lizards *Emeces okadae* in Myake- jima, Izu Islands.*Applied Entomology and Zoology* 19:181-191.

Haou Mohamed Faouzi (1998): Etude du rythme d'activité du Canard siffleur *Anas penelope* et de l'Oie cendrée *Anser anser* et suivi de la chronologie d'hivernage des Anatidés du complexe humide d'EL-KALA (Nord Est Algérien).

Hesse.G.H. 1985. Interstitial competition for sites of attachment to hosts in a one-host reptile tick in Senegal.

Hovmark A, Jaenson TG, Asbrink E, Forsman A, Jansson E. 1988. First isolations of *Borrelia burgdorferi* from rodents collected in northern Europe. *Acta Pathol Microbiol Immunol Scand Sect B* 96: 917-920.

H. Hermann Schleid, Werner Kastle and Klaus Kabisch. Amphibians and reptiles of North Africa.

Hochberg, M., Michalakis, Y. & de Meeus, T. 1992. Parasitism as a constraint on the rate of life history evolution. *J. Evol. Biol.* 5: 491-504.

Humair P-F, Postic D, Wallich R et Gern L . 1998. An avian reservoir (*Turdus merula*) of the Lyme Borreliosis Spirochetes. *Zentralblatt für Bakteriologie* 287:521-538.

-J-

Jaenson, T. G. T, and L. Talleklint. 1992. Incompetence of roe deer as reservoirs of the Lyme borreliosis spirochete. *Journal of Medical Entomology* 29: 813-817.

Jaenson TGT, Tälleklint L (1996). Lyme borreliosis spirochetes in *Ixodes ricinus* and the varying hare on isolated islands in the Baltic sea. *Journal of Medical Entomology*, 33(3):339–343.

Jakimov, V.L. 1915. Leishmaniasis in Trudy ekspedicil po izuceniju tropiceskih boleznij ljudej i ziyotnyh Turkesstanskogo Kraja v 1913 g (Transactions of an expedition to study tropical diseases of man and animals in Turkestan Kraj in 1913), Petrograd, vol.1

Janovy, J., Jr., R.E. Clopton et T.J. Percival. 1992. The roles of ecological and evolutionary influences in providing structure to parasite species assemblages. *Journal of Parasitology* 78: 630-640.

Jarroll, E. L. 1979. Population biology of *Bothriocephalus rarus* Thomas (1937) in the redspotted newt, *Notophthalmus viridescens* Raf. *Parasitology* 183-193.

Jones, S.R.M. et P.T.K. Woo. 1991. *Development and infectivity of Trypanosoma phaleri in leech and fish hosts.* *Journal canadien de zoologie* 69:1522-1529.

-K-

Kashyap, H. 1960. Morphology of the reptilian heart. *Bull. Zool. Soc. Nagpur* 3: 23-34.

Keirans J.E., Brown R.N. and Lane R.S. 1996. *Ixodes (Ixodes) jellisoni* and *I. (I.) neotomae* (Acari: Ixodidae): descriptions of the immature stages from California. *J. Med. Entomol.* 33: 319-327.

Keirans J.E., Hutcheson H J., Durden L.A. and Klompen J.S.H. 1996. *Ixodes (Ixodes) scapularis* (Acari: Ixodidae): redescription of all active stages, distribution, hosts, geographical variation, and medical and veterinary importance. *J. Med. Entomol.* 33: 297-318.

Kiesecker, J.M. et A.R. Blaustein. 1999. Pathogen reverses competition between larval amphibians. *Ecology* 80: 2442-2448.

Kik, M. et M. Mitchell .2005. Reptile Cardiology : A Review of Anatomy and Physiology, Diagnostic Approaches, and Clinical Disease. *Avian and Exotic Pet Medicine* 14(1): 52-60.

Khelfaoui F. 2005. Merle noir urbain et le merle noir forestier des palines du nord est algerien: reproduction, parasitisme et investissement parental. Mémoire d'ingénieur. Univ. Annaba.

Khelfaoui Farouk, 2007. Étude de la biologie du merle noir (*Turdus merula mauritanicus*) dans le nord-est algérien. Mémoire de magister. Université d'Annaba.

Kollars T.M. Jr, Oliver J.H. Jr, Kollars P.G. and Durden L.A. 1999. Seasonal activity and host associations of *Ixodes scapularis* (Acari: Ixodidae) in southeastern Missouri. *J. Med. Entomol.* 36: 720-726.

Kuo, M. M., R. S. Lane, and P. C. Giclas. 2000. A comparative study of mammalian and reptilian alternative pathway of complement-mediated killing of the Lyme disease spirochete (*Borrelia burgdorferi*). *Journal of Parasitology* 86: 1223-1228.

Kurtenbach K et al. (1998a). Competence of pheasants as reservoirs for Lyme disease spirochetes. *Journal of Medical Entomology*, 35(1):77–81.

Kurtenbach K et al. (1998b). Differential transmission of the genospecies of *Borrelia burgdorferi* sensu lato by game birds and small rodents in England. *Applied and Environmental Microbiology*, 64(4):1169–1174.

-L-

Lac J, Cyprich D. Kiefer M. 1972. Zeckenartige (Ixodidae) als Parasiten von Eidechsen unter den ökologischen Bedingungen der Slowakei. *Zool Listy*;21:133-44.

Lambrechts, M.M. & dos Santos, A .2000. Aromatic herbs in Corsican blue tit nests: the 'Potpourri' hypothesis. *Acta Oecol.*, 21 : 175-178.

Lainson R. and J.Jshaw.1968.New host records for *Plasmodium disploglossi*, *P. tropiduri* Arago and Neiver, 1909, and *P. cnemidophori* Carini, 1941.

Lance A. Durden, James H. Oliver JR, Craig W. Banks and Gregory N. Vogel. 2001. Parasitism of lizards by immature stages of blacklegged tick, *Ixodes scapularis* (Acari, Ixodidae).

Lance A. Durden, James H. Oliver JR, Craig W. Banks and Gregory N. Vogel. 2002. Parasitism of lizards by immature stages of the blacklegged tick, *Ixodes scapularis* (Acari, Ixodidae)

Lane, R. S. & W. Burgdorfer. 1986. Potential role of native and exotic deer and their associated ticks (Acari: Ixodidae) in the ecology of Lyme disease in California, USA-Zentralb. Bakteriol. Mikrobiol- Hyg. Ser. A 263:55-64.

Lane, R. S. & J. E. Loye. 1989. Lyme disease California: interrelationship of *Ixodes pacificus* (Acari: Ixodidae), the fence lizard (*Sceloporus occidentalis*), and *Borrelia burgdorferi*. *J. Med Entomol.* 26(4): 272-278.

Lane R.S. and Brown R.N. 1991. Wood rats and kangaroo rats: potential reservoirs of the Lyme disease spirochete in California. *J. Med. Entomol.* 28: 299-302.

Lane, R. S. 1996. Risk of human exposure to vector ticks (Acari: Ixodidae) in a heavily used recreational area in northern California. *Am. J. Trop. Med. Hyg.* 55, 165-173.

Lanciani, C.A .1975. Parasite-induced alterations in host reproduction and survival. *Ecology* 56 (3) : 689-695.

Lederberg J. 1997. Infectious diseases as an evolutionary paradigm. *Emerging Infectious Diseases*, 3, 4, 417-423.

Lederberg J.1998.Emerging infections: an evolutionnary perspective. *Emerging Infectious Diseases* , **4**, 3, 366-371.

Levine, J. E, C. S. Apperson, P. Howard, M. Washburn, and A. L. Brasweli. 1997. Lizards as hosts for immature *Ixodes scapularis* (Acari: Ixodidae) in North America. *Journal of Medical Entomology* 34: 594-598.

Loreau M., .2003. Biodiversité et fonctionnement des écosystèmes », dans Actes des premières journées de l'Institut Français de la Biodiversité (IFB).

Lozano, G.A.1991. Optimal foraging theory – a possible role for parasites *Oikos* 60 (3): 391-395

-M-

Mader. Philadelphia: W.B. Saunders Company: 248.

Mader, D. R. (1996). *Reptile Medicine and Surgery*. Philadelphia, WB Saunders, 512.

Majláthová Viktória, Igor Majláth, Marketa Derdáková, Bronislava Víchová, and Branislav Pet'ko.2006. *Borrelia lusitaniae* and Green Lizards (*Lacerta viridis*), Karst Region, Slovakia

Matuschka FR, Richier D, Spielman A. 1991. Differential detachment from resting hosts of reptile larval and nymphal *Ixodes* ticks. *Parasitol*: 77-341-5.

Manweiler, S. A., R. S. Lane, and C. H. Tempelis. 1991. The western fence lizard *Sceloporus occidentalis*: evidence of field exposure to *Borrelia burgdorferi* in relation to infestation by *Ixodes pacificus* (Acari: Ixodidae). *Am. J. Trop. Med. Hyg.* 47: 328-336.

Marc Artois, Emmanuelle Fromont et Jean Hars .2003. La faune sauvage, indicateur possible du risque de maladie émergente ? *Epidémiol. et santé anim.*, 2003, 44, 21-31

Massung RF, Slater K, Owens JH, Nicholson WL, Mather TN, Solberg VB, Olson JG.1998. Nested PCR assay for detection of granulocytic Ehrlichiae. *J Clin Microbiol.* 1998; 36(4): 1090-1095.

Mattison, C. 1989. *Lizards of the World*. New York, Facts on File, 192.

Matz G. &Weber D. 1983.Guide des Amphibiens et Reptiles d'Europe. Ed. Delaschaux Et Niestlé, Neûchatel.

Maud Guetard.2001.*Ixodes ricinus*: Morphologie, biologie, élevage, Données bibliographiques

May, R.M. ET R.M. Anderson. 1978. Regulation and stability of host-parasite population interactions. II. Destabilising processes. *Journal of Animal Ecology* 47:249-268.

McCoy Karen.2006. Diversification et spécialisation dans le système oiseaux marins - tique *Ixodes uriae* – Borrélie

McAlpine, D.F. 1997. Helminth communities in bullfrogs (*Rana catesbeiana*), green frogs (*Rana clamitans*), and leopard frogs (*Rana pipiens*) from New Brunswick, Canada. *Journal canadien de zoologie* 75:1883-1890.

Mermod, C. ; Aeschlimann, A. ; Graf, J.F.1976. Ecologie et ethologie d'*Ixodes ricinus* L. en Suisse. Quatrieme note : comparaison de deux populations d'altitude differente. *Acarologia*, 1976, **17**(3) : 442-451.

Mermod, C. ; Aeschlimann, A. ; Graf, J.F.1973. Ecologie et ethologie d'*Ixodes ricinus* Linne 1758 en Suisse (Acarina : Ixodoidea). Premiere note : fluctuations numeriques. *Acarologia*, 1973, **15**(2) : 197-205.

Memeteau, S. ; Seegers, H. ; Jolivet, F. ; L'hostis, M.1998. Assessment of the risk of infestation of pastures by *Ixodes ricinus* due to their phytoecological characteristics. *Veterinary Research*, **29**(5) : 487-496.

Minchella, D.J., Loverde, P.T .1981. A cost of increased early reproductive effort in the snail *Biomphalaria glabrata*. *Am Nat* 118 (6) : 876-881

Minchella, D.J., Scott, M.E.1991 Parasitism – A cryptic determinant of animal community structure. *Trends Ecol Evol* 6 (8) : 250-254.

Michael Levin, Jay F. Levin. Sam Yang, Peter Howard, and Charles S.Apperson. 1996. Reservoir competence of the southeastern five-lined skink (*Eumeces Inexpectatus*) and the Green Anole (*Anole Carolinensis*) for *Borrelia Burgdoreferi*.

Michael B.A. Oldstone .2012.Rapport d'information FAIT au nom de la délégation sénatoriale à la prospective sur les nouvelles menaces des maladies infectieuses émergentes.

Minchella, D.J. et M.E. Scott. 1991. Parasitism: A cryptic determinant of animal community structure. *Trends in Ecology and Evolution* 6:250-253.

Mirko Grmek .2012.Rapport d'information FAIT au nom de la délégation sénatoriale à la prospective sur les nouvelles menaces des maladies infectieuses émergentes.

Misonne MC, Hoet PP.1998. Species-specific plasmid sequences for PCR identification of the three species of *Borrelia burgdorferi* sensu lato involved in Lyme disease. *J Clin Microbiol.* 1998; 36(1):269-272.

Mohd Nor M.N., Gan C.H. et Ong B.L.2000.Nipah virus infection of pigs in peninsular Malaysia. *Rev. Sci. Tech. Off. Int. Epiz.*, **19**, 1, 160-165.

Morse S. S. 1994. The viruses of the future ? Emerging viruses and Evolution. *In: The evolutionary biology of viruses* Morse S. S. (Ed.) Raven Press Ltd., New York, 325-335.

Morel, P.C.; Perez, C. 1978. Morphologie des stases preimaginales des *Ixodidae* S. STR. d'Europe occidentale. VI- Les nymphes des *Ixodes* S. STR. *Acarologia*, **19**(4) : 579-586.

Myers, N. Mittermeier, R.A, Mittermeier, C.G., Fonseca, G.A.B.de et Kent, J. 2000. Zones de haute biodiversité pour des priorités de conservation. *Nature* 403: 853-858.

Myers, N. Mittermeier, R.A, Mittermeier, C.G., Fonseca, G.A.B.de et Kent, J.2000. Zones de haute biodiversité pour des priorités de conservation. *Nature* 403: 853-858.

-N-

Nelson W. A., Keirans J. E., Bell J. F. & Clifford C. M. 1975. Host-ectoparasite relationships. *J. Med. Ent.*, 12 143-166.

Neil Cox, Janice Chanson et Simon Stuart.2006. Statut de conservation et répartition géographique des reptiles et amphibiens du bassin méditerranéen.

Nilsson, A. and L. Lundqvist .1978. Host selection and movements of *Ixodes ricinus* (Acari) larvae on small mammals. *OikosSI*: 313-322.

Nouira S.1995. Biodiversité de l'herpétofaune tunisienne. Projet MEAT/PNUE/GEF. Etude nationale sur la biodiversité biologique.

Nouira S., .1996. Systématique, Ecologie et Biogéographie évolutive des Lacertidae (Reptilia, Sauria). Importance dans l'herpétofaune tunisienne. Thèse de Doctorat d'Etat. Faculté des Sciences de Tunis.

Nouira S.2001. Conservation des zones humides littorales et des écosystèmes côtiers. Cap Bon. Rapport de diagnostic DES SITES. Partie relative à l'Herpetofaune.

- O -

Oliver, J. H., Jr., M. R. Owsley, H. J. Hutcheson, A. M. James, C. Chen, W. S. Irby, E. M. Dotson, and D. K. McLain. 1993. Conspecificity of the ticks *Ixodes scapularis* and *Ixodes dammini* (Acari: Ixodidae). *J. Med. Entomol.* 30: 54-63.

Oliver J.H., Durden, L., c.W.Banks, and G.N.Vogel.2002. Parasitism of lizards by immature stages of the blacklegged tick, *Ixodes scapularis* (Acari, Ixodidae). *Experimental and Applied Acarology* 26:257-266.

Olsen B et al. (1993). A Lyme borreliosis cycle in seabirds and *Ixodes urinae* ticks. *Nature*, 362:340–342.

OMS, Journée mondiale de la santé .1997, Maladies infectieuses émergentes. JMS 97.1. 07 avril 1997, 5 p.

Organisation mondiale de la santé animale (OIE).2010. Atelier de formation des Points Focaux Nationaux de l'OIE pour la faune sauvage.

- P -

Parola P, Raoult D.2001. Ticks and tick borne bacterial diseases in humans: an emerging infectious threat. *Clin Infect Dis.*; 32:897-928.

Parola, P., Matsumoto, K., Socolovschi, C., Parzy, D. & Raoult, D. 2007. *Annals of Tropical Medicine and Parasitology*, 101, 185-188.

Peavey C.A. and Lane R.S. 1995. Transmission of *Borrelia burgdorferi* by *Ixodes pacificus* nymphs and reservoir competence of deer mice (*Peromyscus maniculatus*) infected by tick-bite. *J. Parasitol.* 81: 175-178.

Perez, C. ; Rodhain, F.1977. Biologie d'*Ixodes ricinus* L. 1758. II. Incidence épidémiologique. *Bulletin de la Société de Pathologie Exotique*, 70(2) : 193-201.

Perez, C. ; Rodhain, F. 1977. Biologie d'*Ixodes ricinus* L. 1758. I. Ecologie, cycle évolutif. *Bulletin de la Société de Pathologie Exotique*, 1977, 70(2) : 187-192.

Perez, C. ; Rodhain, F.1977. Biologie d'*Ixodes ricinus* L. 1758. II. Incidence épidémiologique. *Bulletin de la Société de Pathologie Exotique*, 1977, 70(2) : 193-201

Perez-Eid C., 2001, « Déterminisme de distribution géographique des maladies transmises par les tiques », *Méd. Mal. Infect.*, vol. 31, No.2, 184-187.

Pérez-Eid. 2007. Ecosystème des tiques

Pinto, M. G.1999. Ecologia das espécies de lagartos simpátricos *Mabuya nigropunctata* e *M. frenata* (Scincidae), no cerrado de Brasília e Serra da Mesa. Dissertação de Mestrado, Universidade de Brasília, Brasília, 104p.

Poiani, A.1992. Ectoparasitism as a possible cost of social life: a comparative analysis using Australian passerines (Passeriformes). *Oecologia*, 92: 429-441.

Porter, K. R. (1972). *Herpetology*. Philadelphia, WB Saunders Co 524.

Price, P.W. 1980. Evolutionary biology of parasites. Princeton University Press, Princeton.

Price, P.W., Westoby, M. & Rice, B. 1988. Parasite-mediated competition—some predictions and tests *AM NAT* 131 (4): 544-555

Platt, T.R. 1992. A phylogenetic and biogeographic analysis of the genera of Spirorchinae (Digenea: Spirorchidae) parasitic in freshwater turtles. *Journal of Parasitology* 78:616-629.

Plyusnin A., Vapalahti O. & Vaheri A. 1996. Hantaviruses: genome structure, expression and evolution. *J. gen. Virol.*, 77 (Pt 11), 2677-87.

Pretzmann G, Radda A, Loew J, 1964. Studien zur Okologie von *Ixodes ricinus* L. in einem Endemiegebiet der Frühsommer-Meningoencephalitis (FSME) im Bezirk Neunkirchen (Niederosterreich). *ZMorphTiere* 54: 393-413.

-R-

Raoult D, Roux V (1997) Rickettsioses as paradigms of new or emerging infectious diseases. *ClinMicrobiol Rev* 10: 694-719.

Regnery RL, Spruill CL, Plikaytis BD.1991. Genotypic identification of Rickettsiae and estimation of intraspecies sequence divergence for portions of two rickettsial genes. *J Bacteriol.* 1991; 173(5): 1576-1589.

Rouag.R .1999. Inventaire et écologie des reptiles et amphibien dans le Parc National d'El-Kala. Thèse Magister. Univ. Annaba.

Rouag, Slim Benyacoub.2006. Inventaire et écologie des reptiles du Parc national d'El Kala (Algérie). *Bull. Soc. Herp. Fr.* 117 : 25-40

Richner H., Heeb, P.1995. Are clutch and brood size patterns in birds shaped by ectoparasites *Oikos* 73 (3): 435-441

Rogers A.J. 1953. A study of the ixodid ticks of northern Florida, including the biology and life history of *Ixodes scapularis* Say (Ixodidae: Acarina).

Rodhain F., 2000, « Emergence et ré-émergence des maladies infectieuses », *Actes du FIG, Géographie et Santé,*

- S -

Schilliger Lionel .2004. Le monde des reptiles

Scali, S., M. T. Manfredi, and F. Guidali. 2001. *Lacerta bilineata* (Reptilia, Lacertidae) as a host of *Ixodes ricinus* (Acari, Ixodidae) in a protected area of Northern Italy. *Parasitology* 43: 165-168.

Schall, J.J. 1983. Lizard malaria: Cost to vertebrate host's reproductive success. *Parasitology* 87:1-6.

Schall, J.J. 1990. Virulence of lizard malaria: The evolutionary ecology of an ancient Parasite-host association. *Parasitology* 100:35-52.

Schall, J.J., H.R. Prendeville et K.A. Hanley. 2000. Prevalence of the tick, *Ixodes pacificus*, on western fence lizards, *Sceloporus occidentalis*: trends by gender, size, season, site and mite infestation. *Journal of Herpetology* 34:160-163.

Schaeffer, D. O. (1996). Neuroanatomy and Neurological Diseases of Reptiles. *Avian and Exotic Pet Medicine* 5(3): 165-171.

Schleich, H. H., Kästle, W. & Kabisch, K., & Kabisch, K.1996. Amphibians and reptiles of North Africa.

Sean T. Giery and Richard S. Ostfeld.2006. The role of lizards in the ecology of lyme disease in tow endemic zones of the northeastern united states.

Soualah-Alila hana.2008. Etude du système « tiques-lézards-agents pathogènes » dans le parc national d'el-kala (nord-est algérien)

Spielman, A., M. L. Wilson, J. F. Levine, and J. Piesman. 1985. Ecology of *Ixodes dammini*-borne human babesiosis and Lyme disease. *Ann. Rev. Entomol.* 30: 439-460.

Stephen A.Manweiler,Robert S.Lane, and Constantine H.Temeplis.1992.The Western Fence Lizard *Sceloporus Occidentalis*:evidence of field exposure to *borrelia burgdorferi* in relation to infestation by *Ixodes pacificus* (Acari:Ixodidae).

Stenos John, Stephen graves, Vsevolod L.popov and David H.Walker.2007. *Aponomma hydrosauri*, the reptile-associated tick reservoir of *Rickettsia honei* on flinders Island, Australia. The American society of tropical medicine and hygiene.

Spyridaki I, Psaroulaki A, Loukaides F, Antoniou M, Hadjichristodolou C, Tselentis Y.2002. Isolation of *Coxiella burnetii* by a centrifugation shell-vial assay from ticks collected in Cyprus: detection by nested polymerase chain reaction (PCR) and by PCR-restriction fragment length polymorphism analyses. *Am J Trop Med Hyg*; 66(1):86-90.



Talleklint, L. ; Jaenson, T.G.T. 1998.Increasing geographical distribution and density of *Ixodes ricinus* (Acari : Ixodidae) in central and northern Sweden. *Journal of Medical Entomology*, 35(4) : 521-526.

Tälleklint L, Jaenson TGT (1993). Maintenance by hares of European *Borrelia burgdorferi* in ecosystems without rodents. *Journal of Medical Entomology*, 30:273–276.

Tälleklint L, Jaenson TGT (1994). Transmission of *Borrelia burgdorferi s.l.* from mammal reservoirs to the primary vector of Lyme borreliosis, *Ixodes ricinus* (Acari: Ixodidae), in Sweden. *Journal of Medical Entomology*, 31(6):880–886.

Tälleklint -Eisen, L., and R. J. Eisen. 1999. Abundance of ticks (Acari: Ixodidae) infesting the western fence lizard, *Sceloporus occidentalis*, in relation to environmental factors. *Exp. Appl. Acarol.* 23: 731-740.

Taylor L. H., Latham S. M. et Woolhouse M. E.2001. Risk factors for human disease emergence. *Phil Trans. R. Soc. Lond. B.*, 2001, 356, 983-989.

Timothy M. Goater, Cameron P. Goater (2007): Protocoles du réseau d'évaluation et de surveillance écologique (RESE) pour mesurer la biodiversité : parasitologie des amphibiens et des reptiles.

Tinsley, R.C. 1989. The effects of host sex on transmission success. *Parasitology Today*5:190-195.

Tiar Ghoulem. 2008. Structure et démographie d'une population de *Testudo G. Graeca*; évaluation de l'infestation parasitaire d'*hemolivia mauritanica* (apicomplexe: adeleine: haemogregarinidae): indicateurs hématologiques.

Toft, C.A. & Karter, A.J. 1990. Parasite-host evolution. *Trends Ecol Evol* 5 (10): 326-329.

Tompkins D. M., Dobson A. P., Arneberg P., Begon M. E., Cattadori I. M., Greenman J. V. Heesterbeek J. A. P., Hudson P. J., Newborn D., Pugliese A., Rizzoli A. P., Rosa R., Rosso F. et Wilson K. 2002. Parasites and host population dynamics., *In: The ecology of wildlife diseases.* Hudson P., Rizzoli A., Grenfell B. T., Heesterbeek H., et Dobson A. P. (Ed) Oxford University Press, Oxford, 45-62.

Toma B., Thiry E., 2003, « Qu'est-ce qu'une maladie émergente ? », *Epidemiol. et santé anim.*, No.44, 1-11.

-Y-

Vrcibradicv, D., Cunha-Barros, M. & Rocha, C. F. D., 2000. Natural history notes. *Mabuya macrorhyncha.* Ectoparasites. *Herpetol. Rev.*, 31: 174-175.

-W-

Walter, A. & Liebisch, A. .1980. Untersuchungen Biologic und Verbreitung von Zecken (Ixodoidea, Ixodidae) in Norddeutschland. *Zeitschrift fur Angewandte Zoologie*, 67, 449-476

Wang L. F. et Eaton B. T.2001. Emerging paramyxoviruses. *The Infectious Disease Review*, 2001, 3, 2, 52-69.

Webster R. G., Wright S. M., Castrucci M. R., Bean W. J. et Kawaoka Y.1993. Influenza- A model of an emerging virus disease. *Intervirology*, 35, 16-25.

Webster R.G. 1993. Influenza – A model of an emerging disease. *Intervirology*, 35, 16-25.

Wetzel, E.J. et G.W. Esch. 1996a. Seasonal population dynamics of *Halipegus occidualis* and *Halipegus eccentricus* (Digenean: Hemiuridae) in their amphibian host, *Rana clamitans*. *Journal of Parasitology* 82:414-422.

Wetzel, E.J. et G.W. Esch. 1997. Intrapopulation dynamics of *Halipegus occidualis* and *Halipegus eccentricus* (Digenea: Hemiuridae): Temporal changes within individual hosts. *Journal of Parasitology* 83:1019-1024.

Wright S.A., Lane R.S. and Clover J.R. 1998. Infestation of the southern alligator lizard (Squamata: Anguidae) by *Ixodes pacificus* (Acari: Ixodidae) and its susceptibility to *Borrelia burgdorferi*. *J. Med. Entomol.* 35: 1044-1049.

Williams E. S., Yuill T., Artois M., Fischer J. et Haigh S. A. 2002. Emerging infectious diseases in wildlife. *Rev. Sci. Tech. Off. Int. Epiz.*, 21, 1, 139-157.

Wilcox, B.A. et Colwell, R.R. 2005. Emerging and reemerging infectious diseases: biocomplexity as an interdisciplinary paradigm. *EcoHealth*, 2(4): 244-257.

Wilcox, B.A. et Gubler, D.J. 2005. Disease ecology and the global emergence of zoonotic pathogens. *Environmental Health and Preventive Medicine*, 10(5): 263-272.

Wimberger, P.H.1984. The use of green plant material in bird nests to avoid ectoparasites. *Auk* 101: 615-618.

-Y-

Younsi, H., D. Postic, G. Baranton, and A. Bouattour. 2001. High prevalence of *Borrelia lusitaniae* in *Ixodes ricinus* ticks in Tunisia. *Eur. J. Epidemiol.* 17:53–56.

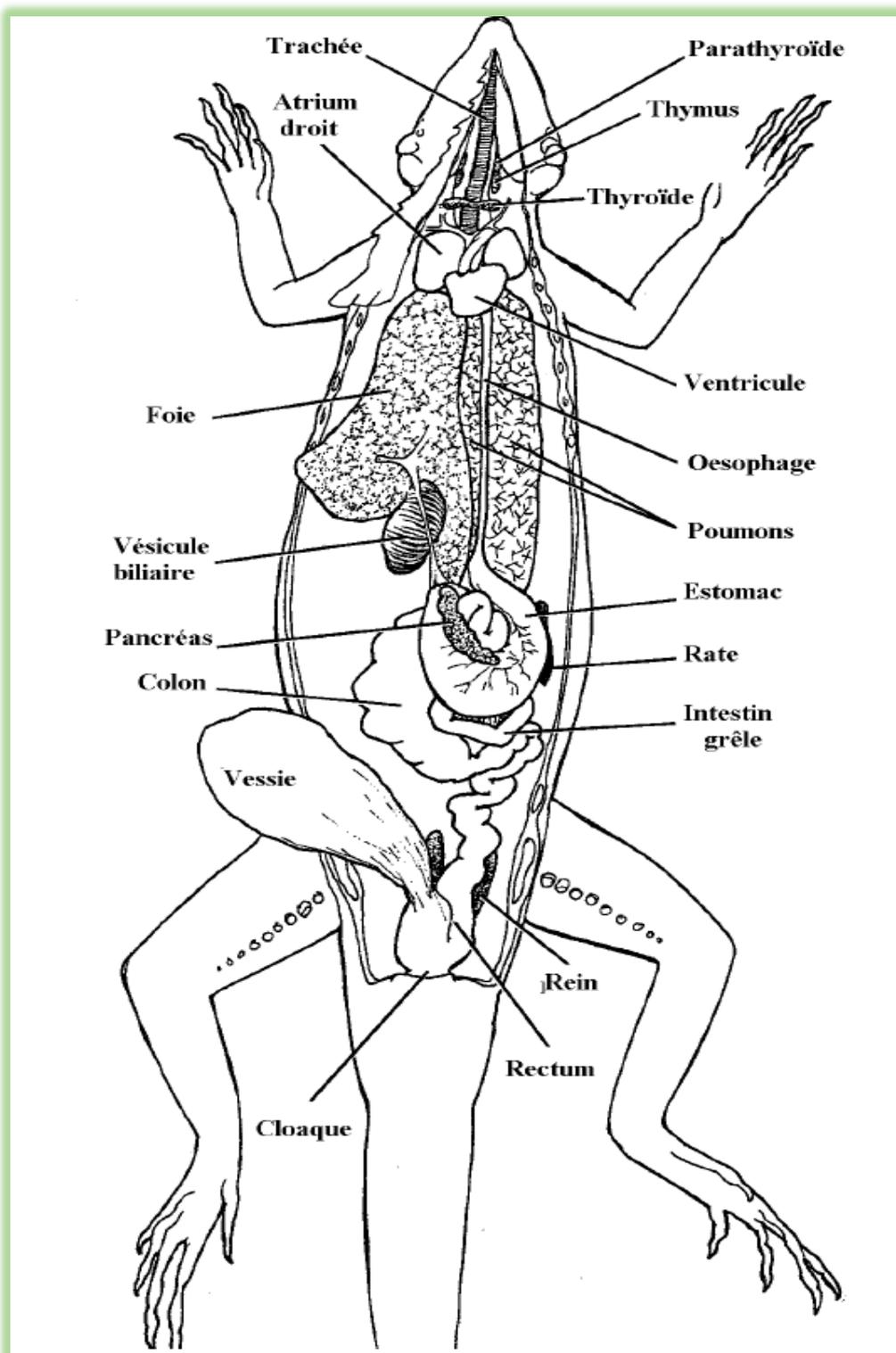
-Z-

Zelmer, D.A., E.J. Wetzel et G.W. Esch. 1999. The role of habitat in structuring *Halipegus occidualis* metapopulations in the green frog. *Journal of Parasitology.* 85:19-24.

Zeman P, Januska J (1999). Epizootic background of dissimilar distribution of human cases of Lyme borreliosis and tick-borne encephalitis in a joint endemic area. *Comparative Immunology, Microbiology and Infectious Disease*, 22:247–260.

Zore A et al. (1999). Infection of small mammals with *Borrelia burgdorferi* sensu lato in Slovenia as determined by polymerase chain reaction (PCR). *Wiener Klinische Wochenschrift*, 111(22–23):997–999.

Zug, G. R., L. J. Vitt, .2001. *Herpetology*. 2nd ed. London, Academic Press San Diego, 630.



Anatomie générale des lézards (Christine, Marie-France de Matteis.2004)

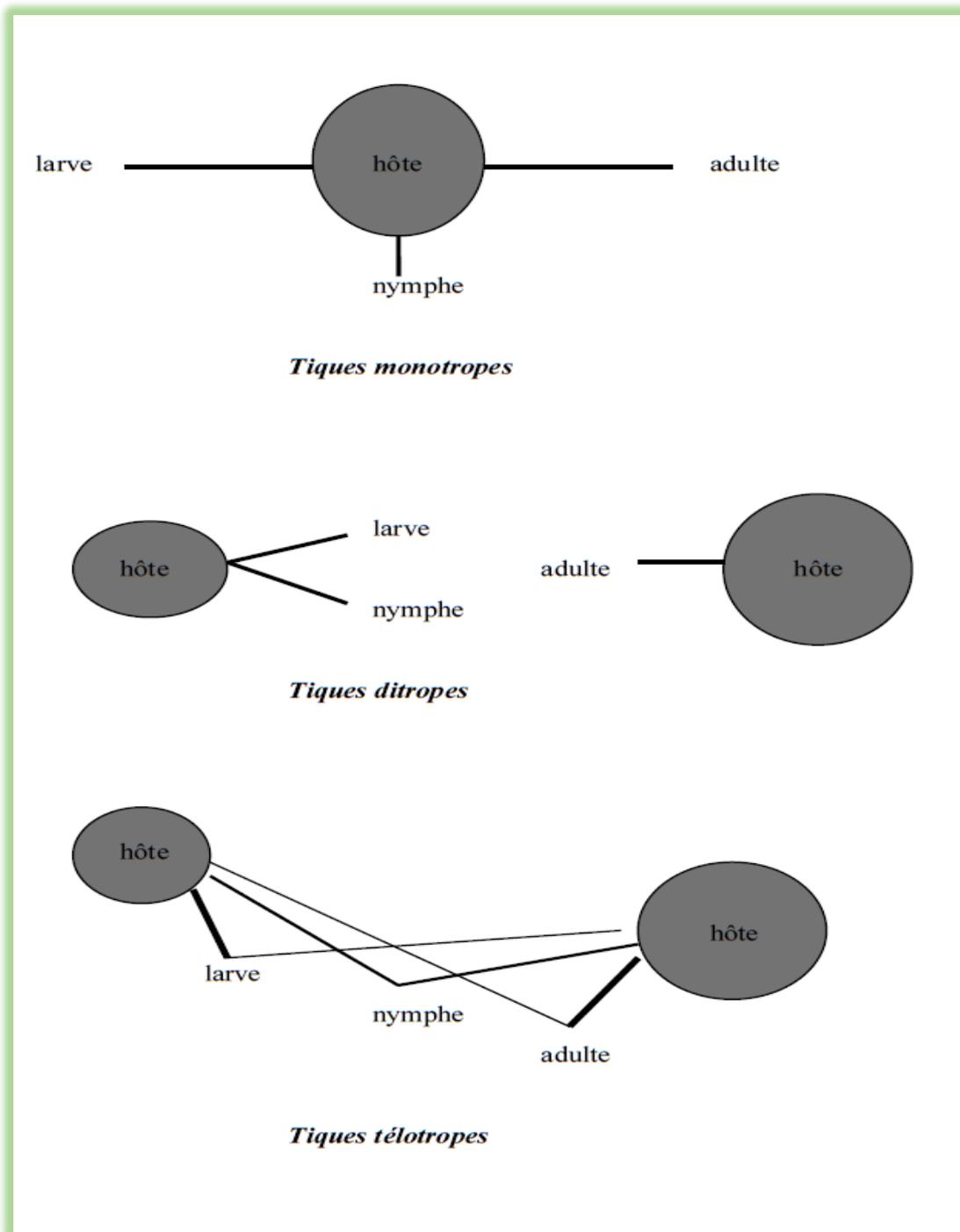
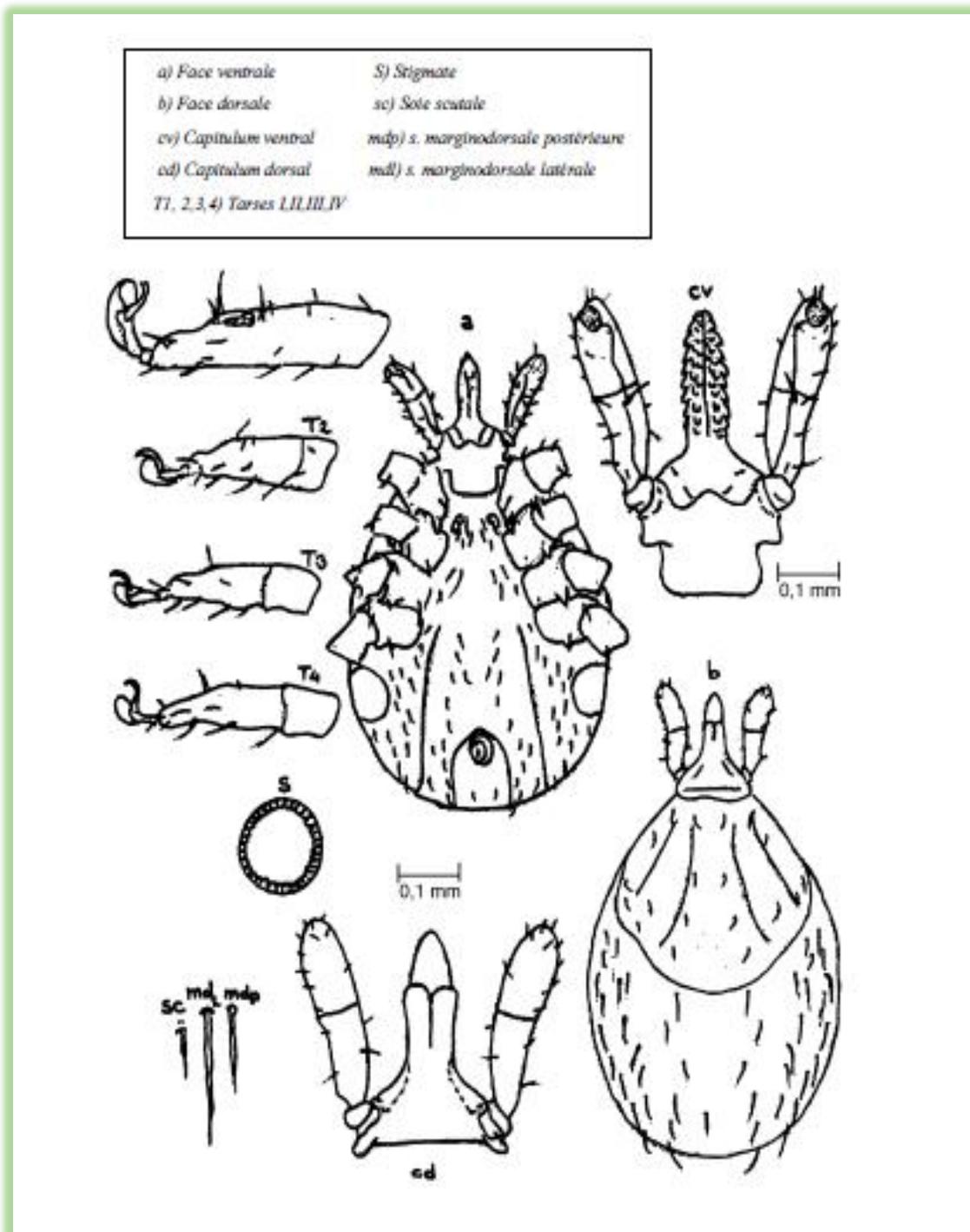
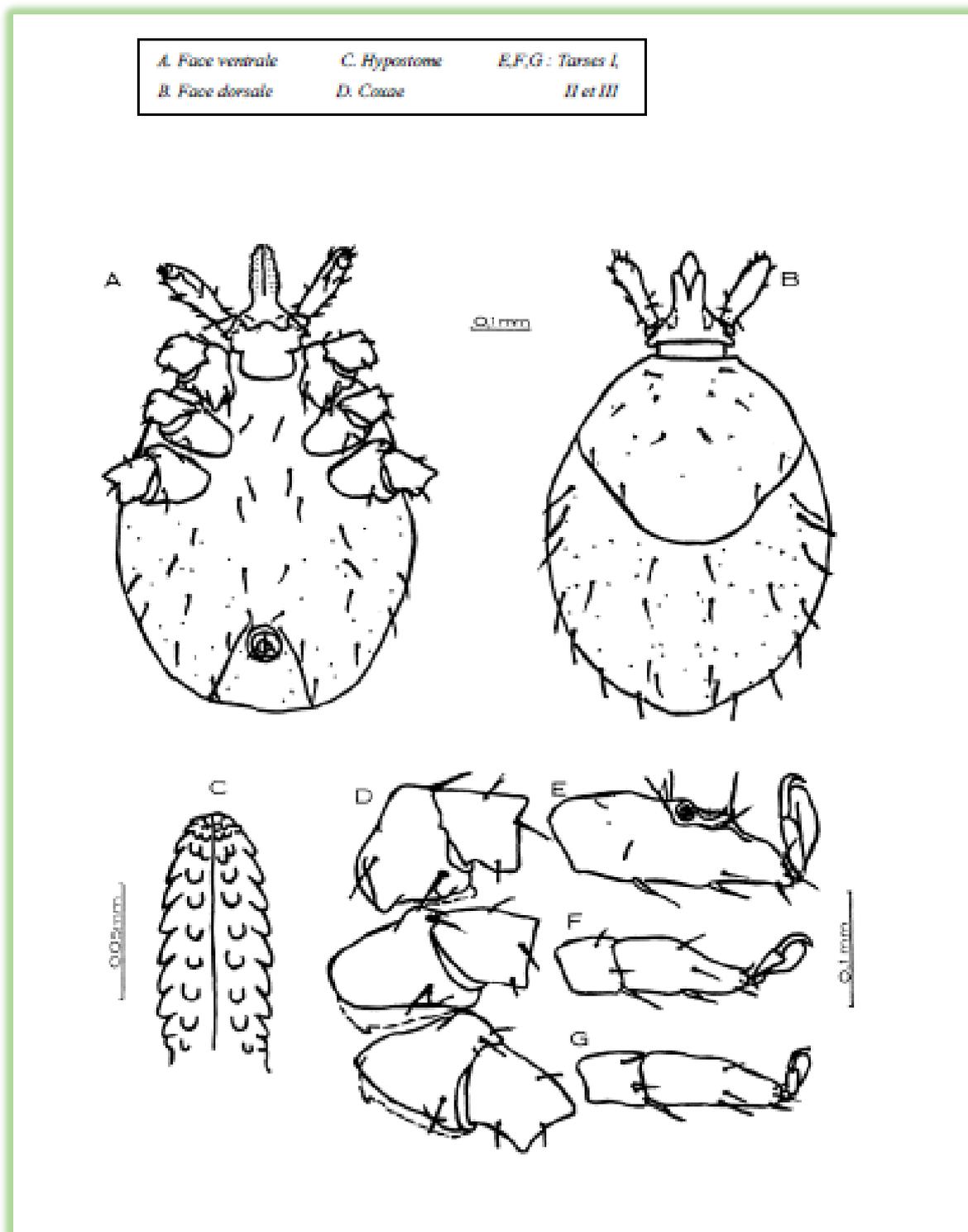


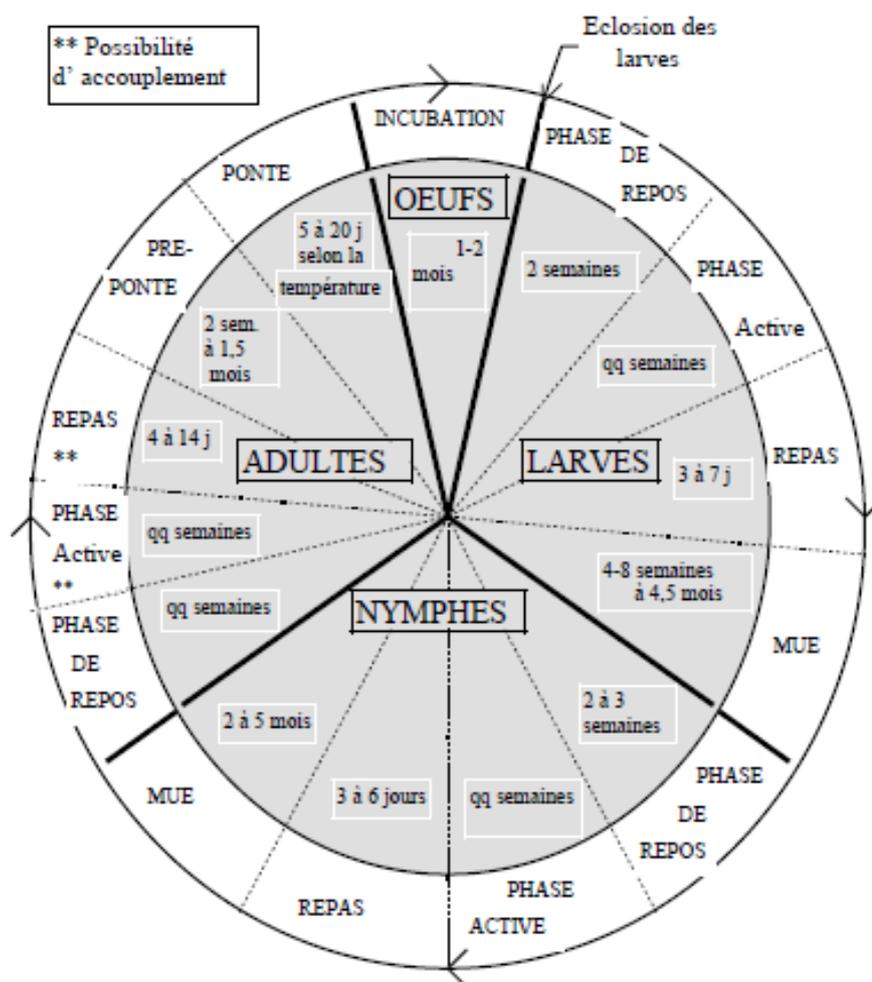
Schéma explicatif : les différents tropismes chez les tiques (Bourdeau, P.1993)



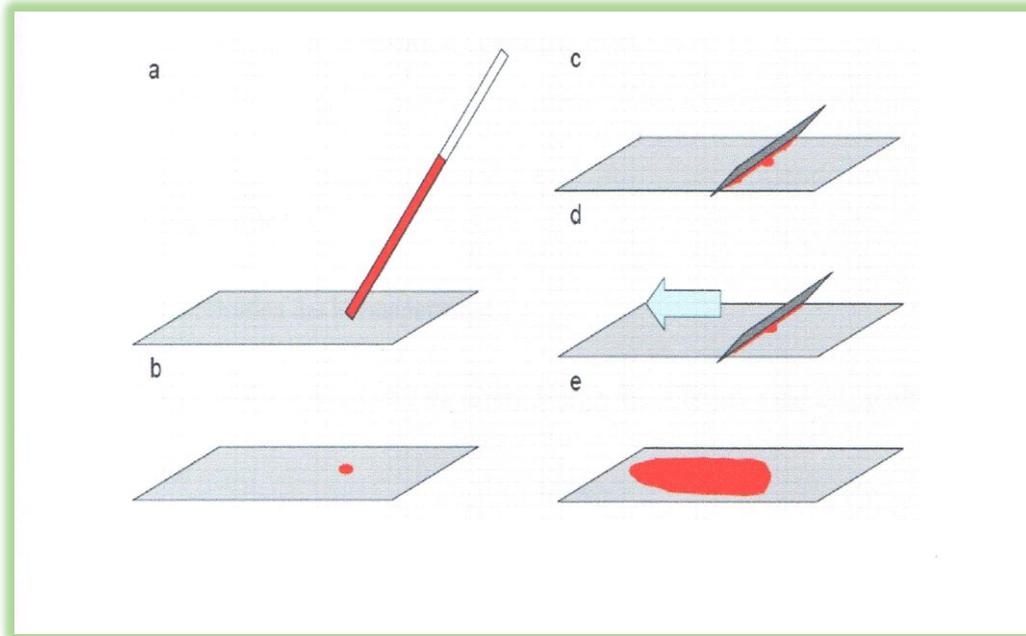
Morphologie de la nymphe d'*Ixodes ricinus* (Morel et al. 1978)



Morphologie de la larve d'*Ixodes ricinus* (Morel et al. 1978)



Cycle biologique d'*Ixodes ricinus*. Durée des différentes phases du cycle (Maud GUETARD.2001)



Pour réaliser le frottis, on place une goutte de sang ($0.1 \mu\text{l}$) sur une lame porte-objet nettoyée. Une lamelle couvre-objet est appliquée à un angle de $30-35^\circ$ de manière à toucher la goutte de sang qui coule le long du bord. La lamelle est ensuite poussée le long de la lame, avec un mouvement régulier, ni trop lent, ni trop rapide. Les globules rouges de lézard étant nucléés, la réalisation de cet étalement est une étape clef qui doit être réalisée avec minutie pour obtenir un frottis exploitable (Bennett *et al.*, 1982). Si elle est bien réalisée, elle produit un frottis mince, régulier et entièrement contenu sur la lame (il ne doit pas en déborder).

Fixation et coloration

Il est souvent utile de se servir de frottis séchés à l'air qui sont fixés dans du méthanol absolu puis séchés de nouveau à l'air avant de procéder à la coloration. Cela procure l'avantage de sécher à l'air les lamelles porte-objet et d'effectuer la fixation au méthanol sur le terrain puis de retourner au laboratoire pour la coloration et le stockage à long terme (John Barta, communication personnelle).

Les frottis sont séchés à l'air et fixés dès que possible (et au maximum sous quatre jours) dans du méthanol à 100 % pendant trois minutes (Bennett *et al.*, 1982). Plus la fixation aura été tardive, moins les contrastes de coloration seront importants.

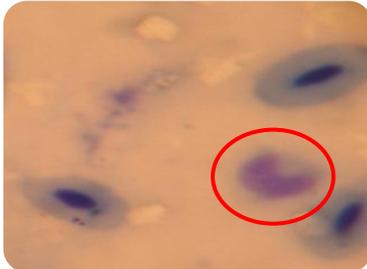
Les frottis sanguins sont ensuite stockés dans un milieu froid et sans poussière jusqu'à coloration. La méthode de coloration utilisée est telle de Pappenhein, appelée aussi MGG. Elle est basée sur l'emploi successif de deux colorants : May-GrünWald et Giemsa romanowsky

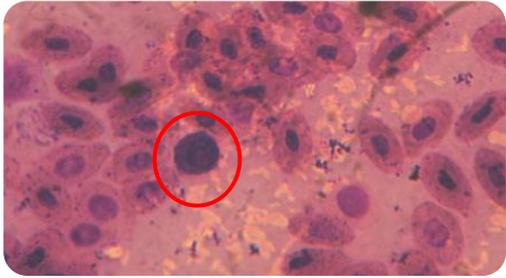
- le May-Granwald fixe le frottis par son alcool méthylique et colore surtout le cytoplasme des granulations hétérophiles, basophiles et éosinophiles par son éosine et son bleu méthylène.
- le Giemsa colore surtout les noyaux et les granulations azurophyle par son azur de méthylène (D.Karima, 1978 *in* Tiar)

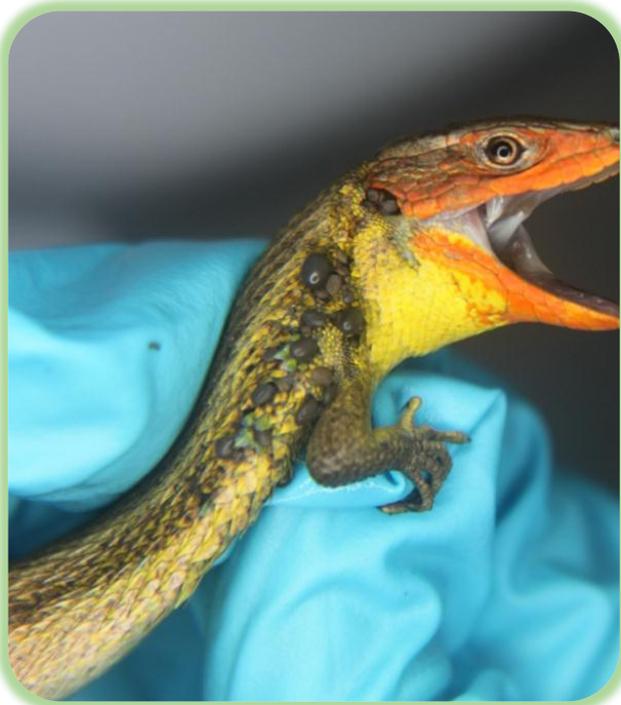
Ils sont colorés 45 minutes dans une solution de Giemsa (Sigma) composée d'un mélange de 10 mL de colorant avec 190 mL d'eau distillée (Campbell, 1995).

Après 45 min, chaque lame est rincée par un léger filet d'eau tamponnée ($\text{pH}=7$). Une fois débarrassés des impuretés de surface, ces frottis sont mis à sécher puis stockés dans une boîte spéciale les préservant de la poussière et de la lumière

Globules blancs des lézards

PHOTO	DESCRIPTION
 <p data-bbox="459 645 571 678">GR x 100</p>	<p data-bbox="1038 342 1233 376"><u>Les lymphocytes</u></p> <p data-bbox="866 405 1406 495">Ils ont un grand noyau foncé entouré d'un mince cytoplasme de couleur bleue ou violette. Ils sont dépourvus d'aucune sorte de granulation.</p>
 <p data-bbox="459 1016 571 1050">GR x 100</p>	<p data-bbox="1046 745 1225 779"><u>Les monocytes</u></p> <p data-bbox="866 808 1406 931">Ce sont les cellules qui se caractérisent par des grands noyaux quadratiques avec une couleur bleu pâle. Ces cellules ont eu la forme carrée, leur cytoplasme était bleu-gris.</p>
 <p data-bbox="459 1420 571 1453">GR x 100</p>	<p data-bbox="1038 1122 1233 1155"><u>Les hétérophiles</u></p> <p data-bbox="866 1184 1406 1420">Ce sont les leucocytes qui se caractérisent par la présence de granules fusiformes rougeâtre-orange dans le cytoplasme. Cependant, la forme n'était pas toujours clairement évidente, particulièrement quand le cytoplasme a été rempli d'eux. Le noyau place excentrique du hétérophile était en rond à ovale, à bleu clair et à plus foncé vers le centre.</p>
 <p data-bbox="459 1823 571 1856">GR x 100</p>	<p data-bbox="1038 1525 1233 1559"><u>Les éosinophiles</u></p> <p data-bbox="866 1588 1406 1733">Sont les cellules légèrement plus grandes par rapport aux hétérophiles mais les moins nombreuses. Leurs granules étaient plus foncés, plus rouge et rond. Le noyau est placé excentrique, uniforme en couleurs.</p>

 <p>GR x 100</p>	<p><u>Les azurophiles</u></p> <p>Ressemblent aux monocytes mais elles se caractérisent par un noyau en demi –cercle et un grand espace de cytoplasme</p>
 <p>GR x 100</p>	<p><u>Les basophiles</u></p> <p>Sont remplis des grands granules en ronds, en avant périphérique. Leurs couleurs changent de mauve –foncé à bleu ou noir foncé. Le noyau est presque invisible à cause de grands nombres de granules superposées.</p>
 <p>GR x 100</p>	<p><u>Les neutrophiles</u></p> <p>Les neutrophiles sont des leucocytes, leur noyau est divisé de 2 à 5 lobes reliés par un mince filament nucléaire. On les appelle polynucléaires neutrophiles. Le cytoplasme est transparent vu que ses granules sont minuscules et ont une légère teinte rosée.</p>



Psammmodromus algirus algirus infestées par les tiques (*Ixodes ricinus*)



Lacerta pater



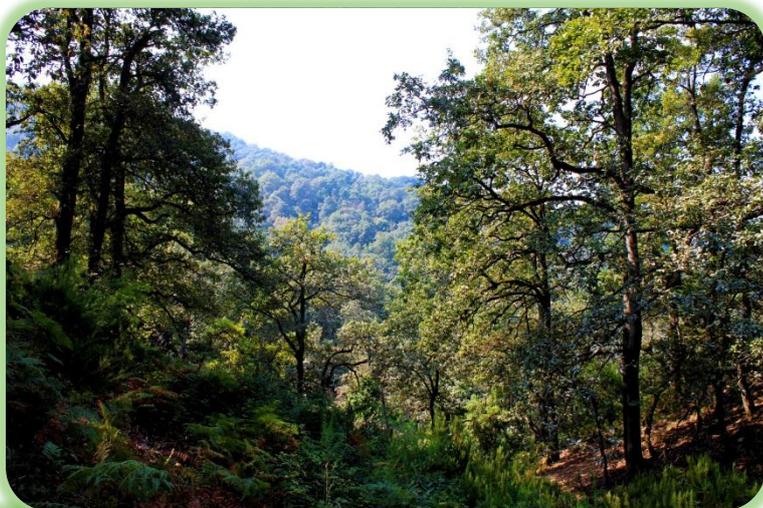
Tarentola mauritanica mauritanica infectée par les mites



Les habitants d'El Ghorra (Cliché, Soualah-Alila.h)



Forêt de Djebel El Ghorra (Cliché, Soualah-Alila.h)



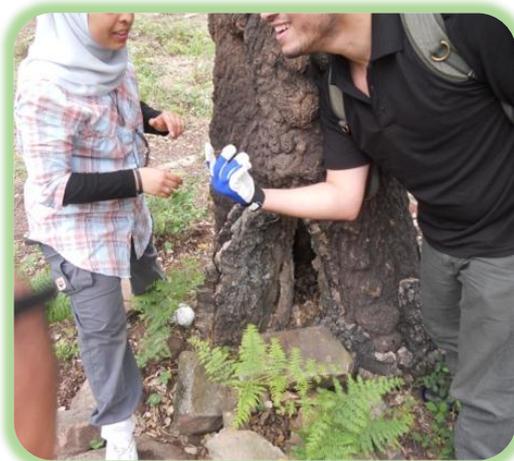
Forêt du massif de Seraidi (Cliché, Soualah-Alila.h ; Belayadi Khalil)



Podarcis hispanica vaucheri (Femelle) (Cliché, Soualah-Alila.h)



Psammodromus algirus algirus (Femelle) (Cliché, Soualah-Alila.h)



A la recherche des lézards !!??? (Cliché, Soualah-Alila.h)

Thank you guys

RÉSUMÉ

Actuellement, les maladies émergentes semblent poser une nouvelle problématique de santé publique dans les espaces fortement urbanisés, et ce, en raison d'une forte concentration humaine et de la capacité polarisante des grands massifs forestiers. Cette crainte d'une augmentation du risque, qui est en cours d'évaluation, est exprimée de façon importante dans le monde, et en particulier autour des forêts. Ainsi la mise en évidence de contacts entre les itinéraires de déplacement des usagers en forêt et les espaces et environnements dits à « risque » constitue de fait une voie privilégiée. L'intérêt de cette étude est -de spatialiser ce contact et de réfléchir à comment minimiser le risque sur la santé animale et humaine.

Notre travail porte sur l'étude du système Lézards-Parasites-Agents pathogènes pendant trois ans de 2009 à 2011. Nous avons porté notre choix sur des régions situées à l'Est du pays reparti selon deux gradients :

- Latitude : Zone humide : (P.N.E.K, Annaba), Zone Sub-Aride : Biskra, Zone Aride : El Oued, Ouargla.
- Altitude dans la région du Nord : P.N.E.K (Brabtia, Boumalek, El Ghorra) et Annaba (le massif de seraidi).

Six (06) espèces de Lacertidae (*Acanthodactylus erythrurus belli*, *Psammodromus algirus algirus*, *lacerta pater*, *Podarcis hispanica vaucheri*, *Acanthodactylus boskianus*, *Acanthodactylus dumerili*) et trois (03) espèces de Gekkonidae (*Tarentola mauritanica mauritanica*, *Tarentola neglecta* et *Hemidactylus turcicus turcicus*) ont fait l'objet de notre travail. Sur ces derniers *Psammodromus algirus algirus* espèce généralistes et la plus abondante est celle qui présente une très forte prévalence d'ectoparasites: tiques de type (*Ixodes ricinus*) et mites (*Ophionyssus* sp). Les Gekkonidae sont seulement parasités par les mites (*Ophionyssus* sp).

D'après nos résultats nous pouvons conclure que toute les modèle hôtes capturés selon un gradient le nombre de tiques augmente avec l'altitude et diminue selon la latitude.

A partir des PCR de tique récoltées sur les lézards nous avons pu détecter la présence de: ***Rickettsia helvetica* (15,18%)**, ***Rickettsia monacensis* (5.34%)**, ***Anaplasma phagocytophilum* (9.36%)** et **4.96 % de *Rickettsia* sp** dans le site d'El Ghorra. Par contre les tiques des lézards récoltés dans le massif de seraidi ont montré la présence des pathogènes suivants : ***Borrelia garinii* (38.77%)** et **42.85 % *Coxiella burnetii***. D'autre part l'analyse de biopsie de peau de lézards montre une présence ***Rickettsia helvetica***, ***Rickettsia monacensis*** et ***Anaplasma phagocytophilum*** qui nous permettra de confirmer le rôle de notre modèle biologique en tant que réservoir de pathogènes et source d'infection pour les tiques.

D'après l'enquête épidémiologique au niveau des hôpitaux des deux sites d'études (Annaba et El Kala) nous avons noté la présence d'une grande variété de maladies liées aux vecteurs parasites (Rickettsioses, Rage, Paludisme, Leishmaniose, Brucellose,.....). Aucun cas de Borreliose n'a été déclaré mais plusieurs cas de Rickettsioses ont été diagnostiqués avec toutefois sans connaître l'espèce de Rickettsie.

Cette étude met en évidence des flux géniques importants peu sensibles à la fragmentation du milieu, La prédiction du risque environnemental lié à la situation de nos biotopes va vers une augmentation du risque de transmission des pathogènes dans les régions d'étude, du fait de l'abondance des lézards hôtes et réservoirs, de leur forte connectivité, et de la présence de vecteurs infectés circulant entre les différentes communautés et unités du paysage.

Mots-clés : Lézards- Lacertidae- Gekkonidae- Ectoparasites- *Ixodes ricinus*- Agents pathogènes- Maladie émergentes- Algérie

SUMMARY

Nowadays, emerging diseases seems to be a new public health problem in highly urbanized areas, and, due to a high concentration of people and polarizing ability of large forest. This fear of an increased risk, which is being evaluated, is expressed significantly in the world, and in forests.

This relation between the itinerary and forest users in spaces and environments so-called "risk" is in fact a privileged way. This study aim to spacialize this relation and search for a solution to decrease the risk on the animal and human's health.

Our study lasts 3 years (2009 to 2011) we focused on lizards-parasites- pathogens agents in eastern areas depending on two gradients:

- Latitude: Wetland (PNEK, Annaba), Sub-Arid Zone: Biskra, Arid Zone: El Oued, Ouargla .
- Altitude: PNEK (Brabtia, Boumalek El Ghorra) and Annaba (the massive Seraidi).

6 species of Lacertidae (*Acanthodactylus erythrurus belli*, *Psammodromus algirus algirus*, *lacerta pater*, *Podarcishispanicavaucheri*, *Acanthodactylus boskianus*, *Acanthodactylus dumerili*) and 3espèces of Gekkonidae (*Tarentola mauritanica mauritanica*, *Tarentola neglecta* and *Hemidactylus turcicus turcicus*) were the subject of our work.

We have noticed that *Psammodromus algirus algirus* (generalist species and the most important) has a very high prevalence of ectoparasites: ticks (*Ixodes ricinus*) and mites (*Ophionyssus sp*). The only Gekkonidae are parasitized by mites (*Ophionyssus sp*) only.

According to our results we can say that all the hosts' model captured knowing increase of ticks with altitude and decrease with latitude.

In view of PCR ticks gathered from lizards we could detect the presence of: *Rickettsia helvetica* (15.18%), *Rickettsia monacensis* (5.34%), *Anaplasma phagocytophilum* (9.36%) and 4.96% of the *Rickettsia sp* from El Ghorra. Whereas ticks collected from massive Seraidi showed the presence of the following pathogens: *Borrelia garinii* (38.77%) and 42.85% *Coxiella burnetii*. On the other hand, the analysis of skin biopsy shows presence *Rickettsia helvetica* lizards; *Rickettsia monacensis* and *Anaplasma phagocytophilum* allow us to confirm the role of our biological model as a reservoir of pathogens and source of infection for ticks. According to the epidemiological investigation of hospitals in (Annaba and El Kala), we noted the presence of a variety of diseases to vectors parasites (Rickettsial Diseases, Rabies, Malaria, Leishmaniose, brucelose,). No cases of *Borrelia* has been detected, Rickettsial have been diagnosed without identification it's species.

This study highlights the significant genetic flow insensitive to the fragmentation of the environment, prediction of environmental risk to the situation of our biotopes goes to an increased risk of transmission of pathogens in the study areas, because of the abundance of lizards hosts and reservoirs, their high connectivity, and the presence of vectors infected in the different communities and landscape units.

Keywords: Lacertidae, Gekkonidae-Ectoparasites-*Ixodes ricinus*-Pathogens-Algeria

ملخص

أصبحت الأمراض الناشئة، في الوقت الراهن، تطرح إشكالية صحية عمومية جديدة في المناطق السكنية بسبب التمرکز السكاني و كذا قدرة الغابات على الاستقطاب. هذا القلق المتعلق بارتفاع نسبة الخطر و الذي هو بصدد التقييم قد تم التعريف به في العالم و في الغابات على وجه الخصوص، تشكل العلاقة بين دليل مستعملي الغابات والمساحات و البيئات ما يعرف ب"الخطر" بطريقة متميزة. يكمن الهدف من هذه الدراسة في تحديد هذا الرابط والبحث عن طريقة تقلص من هذا الخطر الذي يهدد سلامة الحيوان والإنسان.

يدور بحثنا حول دراسة نظام طفيليات السحالي و مسببات الأمراض خلال ثلاث سنوات من عام 2009 إلى 2011، متخذين كموقع بحث المناطق الواقعة في شرق البلاد:

- المناطق التي تعلو مستوى البحر: منطقة رطبة (الحظيرة الوطنية للقالبة، عنابة) ، منطقة فرعية قاحلة (بسكرة)، منطقة قاحلة (الوادي، ورقلة).
- المناطق المرتفعة في الشمال: الحظيرة الوطنية للقالبة (برابضية، بومالك، الغرة) و عنابة (سلسلة جبال سرايدي)

يقوم محور بحثنا حول ستة أصناف من Lacertiade (*Acanthodactylus erythrurus belli*, *Psammmodromus algirus algirus*, *lacerta pater*, *Podarcis hispanica vaucheri*, *Acanthodactylus boskianus*, *Acanthodactylus dumerili*)

و ثلاث أصناف من Gekkoniade (*Tarentola mauritanica mauritanica*, *Tarentola neglecta et Hemidactylus turcius*) أين شهدنا على هذه الأخيرة، وجود مكثف للطفيليات الخارجية: قراد من نوع (*Ixodes ricinus*) و عث (*Ophionyssus*) في حين نجد طفيليات العث من نوع (*Ophionyssus*) فقط على Gekkoniade حسب النتائج التي توصلنا إليها يمكننا القول أن جميع الأصناف التي تم اصطيادها بحسب ممال يزداد فيها عدد القراد بزيادة العلو عن مستوى البحر و يقل بحسب الارتفاع .

انطلاقا من PCR القراد الذي تم أخذه عن السحالي استطعنا الكشف عن وجود: *Rickettsia Helvetica* بنسبة 15.18% ، *Rickettsia monacensis* بنسبة 5.34% ، *Anaplasma phagocytophilum* بنسبة 9.36% و 4.96% من نوع *Rickettsia sp* في موقع "الغرة" . بينما أظهر قراد السحالي الذي تم اصطياده من سلسلة جبال سرايدي وجود الأمراض التالية: *Berrelia garinii* بنسبة 38.77% و *Coxiella burnetii* بنسبة 42.85% . من جانب آخر، يظهر تحليل خزعة من جلد السحالي وجود *Rickettsia Helvetica* و *Rickettsia monacensis* و *Anaplasma phagocytophilum* التي ستسمح لنا بتأكيد دور مثالنا البيولوجي باعتباره مخزنا للأمراض و مصدر عدوى للقراد.

بالاعتماد على البحث الخاص بالأوبئة الذي تم على مستوى مستشفيات موقعي الدراسة (عنابة و القالة) لاحظنا وجود مجموعة متعددة من الأمراض المتعلقة بالطفيليات وهي : أمراض الريكتيسية ، داء الكلب ، حمى المستنقعات، مرض لشمانيا، الحمى المالطية في حين لم يتم تسجيل أي حالة لمرض بوروليوس بل عدة حالات لأمراض الريكتيسية التي تم تشخيصها دون معرفة صنف الريكتيسية.

وضحت هذه الدراسة وجود علاقة جينية حساسة نوعا ما اتجاه تقسيم الوسط في حين أن التنبؤ بالخطر البيئي المتعلق بحالة وسطنا الحيوي يميل لارتفاع خطر تنقل الأمراض في مناطق الدراسة نتيجة العدد الكبير للسحالي المضيئة التي تحمل عناصر عدوى تنتقل بين مختلف مجموعات و وحدات الطبيعة.

الكلمات المفتاحية: السحالي- لاسرتيد- جيكونياد- الطفيليات الخارجية- اكسود ريسينوس- مسببات الأمراض- الأمراض الناشئة- الجزائر