



الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE

وزارة التعليم العالي و البحث العلمي

MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE

Ecole Nationale Supérieure Agronomique

المدرسة الوطنية العليا للفلاحة

Département : Zoologie agricole et forestière

القسم: علم الحيوان الزراعي و الغابي

Spécialité : Zoologie agricole et forestière :

التخصص: علم الحيوان الزراعي و الغابي:

Entomologie

علم الحشرات

Mémoire De Fin D'études

Pour L'obtention Du Diplôme De Master En Agronomie

## ***THEME***

**Etude moléculaire du polymorphisme et de la variabilité génétique des fourmis du genre *Cataglyphis* en Algérie**

Présenté Par : **Wissam Khaoula RIAH**

Soutenu Publiquement le 21/12/2023

Devant le jury composé de :

**Mémoire dirigé par :**

**M. BICHE Mohamed**

Professeur, ENSA

**Co-dirigé par :**

**M. RAHMOUNE Bilal**

M.C.A, ENSA

**Président (e) :**

**Mme. DOUMANDJI-MITICHE Bahia**

Professeur, ENSA

**Examineurs :**

**M. DOUMANDJI Salaheddine**

Professeur, ENSA

**M. CHEBLI Abderrahmane**

M.C.A, ENSA

**Promotion : 2018/2023**

# TABLE DES MATIÈRES

Liste des tableaux .....	I
Liste des figures .....	II
Liste des abréviations .....	IV
Liste des Annexes.....	VI
INTRODUCTION .....	1
CHAPITRE I : Synthèse bibliographique .....	5
I.1 PARTIE I : COMPREHENSION DES FOURMIS : VUE D'ENSEMBLE, IMPACT ECOLOGIQUE ET APPROFONDISSEMENT DU GENRE <i>CATAGLYPHIS</i> .....	5
I.1.1 Généralités sur les fourmis et leur rôle dans les écosystèmes .....	5
I.1.1.1 Introduction aux fourmis : une brève présentation .....	5
I.1.1.2 Diversité des fourmis : espèces et caractéristiques .....	5
<i>I.1.1.2.1 Famille des Formicidae</i> .....	5
<i>I.1.1.2.2 Morphologie générale des fourmis</i> .....	6
<i>I.1.1.2.3 Adaptation des fourmis à différents habitats</i> .....	7
I.1.1.3 Structure sociale des fourmis : caste, hiérarchie et communication .....	9
<i>I.1.1.3.1 Eusocialité</i> .....	9
<i>I.1.1.3.2 Caste</i> .....	10
<i>I.1.1.3.3 Communication</i> .....	10
I.1.1.4 Les fourmis et l'agriculture .....	11
<i>I.1.1.4.1 Des jardins souterrains : culture du champignon</i> .....	11
<i>I.1.1.4.2 Élevage des pucerons</i> .....	12
I.1.1.5 L'impact des fourmis sur les écosystèmes : les services bénéfiques rendus par les fourmis .....	13
<i>I.1.1.5.1 La dispersion des graines</i> .....	13
<i>I.1.1.5.2 Les fourmis en tant que prédateurs</i> .....	13
<i>I.1.1.5.3 Les fourmis en tant que pollinisateurs</i> .....	14

I.1.2 Biologie et écologie du genre <i>Cataglyphis</i> .....	15
I.1.2.1 Introduction au genre <i>Cataglyphis</i> .....	15
I.1.2.2 Taxonomie et classification .....	15
I.1.2.2.1 Historique.....	15
I.1.2.2.2 Position systématique .....	17
I.1.2.3 Habitats et répartition géographique .....	17
I.1.2.4 Cycle de vie et comportement social .....	19
I.1.2.4.1 Le cycle de vie des <i>Cataglyphis</i> .....	19
I.1.2.4.2 Structure des colonies de <i>Cataglyphis</i> .....	19
I.1.2.4.2.1 Organisation hiérarchique.....	19
I.1.2.4.2.2 Reproduction et accouplement.....	20
I.1.2.4.2.3 Nids souterrains .....	21
I.1.2.4.2.4 Fondation des colonies .....	21
I.1.2.5 Alimentation et stratégies de chasse .....	22
I.1.2.5.1 Régime alimentaire.....	22
I.1.2.5.2 Stratégie de chasse .....	22
I.1.2.5.3 Navigation.....	23
I.1.2.6 Adaptations aux environnements arides.....	24
I.1.2.6.1 Adaptation morphologique .....	24
I.1.2.6.2 Processus cellulaires .....	25
I.2 PARTIE II : POLYMORPHISME, DIVERSITE GENETIQUE ET PERTINENCE DES ETUDES MOLECULAIRES CHEZ LES FOURMIS DU GENRE <i>CATAGLYPHIS</i> .....	25
I.2.1 Polymorphisme et diversité génétique chez les fourmis .....	25
I.2.1.1 Bases du polymorphisme chez les fourmis .....	25
I.2.1.1.1 Définition du polymorphisme.....	25
I.2.1.1.2 Les types du polymorphisme observés chez les fourmis .....	25
I.2.1.1.3 Polymorphisme et diversité génétique .....	27

I.2.1.1.3.1 Polymorphisme génétique .....	27
I.2.1.1.3.1.1 Définition .....	27
I.2.1.1.3.1.2 Les types du polymorphisme génétique.....	28
I.2.1.1.3.1.3 Facteurs génétiques influençant le polymorphisme.....	30
I.2.1.1.3.2 Diversité génétique au sein des colonies des fourmis (Intra-spécifique) .....	31
I.2.1.1.3.2.1 Mécanismes de la diversité génétique .....	31
I.2.1.1.3.2.2 Les Conséquences Comportementales.....	32
I.2.1.1.3.2.3 L'importance de la diversité génétique.....	33
I.2.1.1.3.3 Diversité génétique entre les espèces des fourmis (Inter-spécifique) ....	33
I.2.1.1.3.3.1 Les différences génétiques entre espèces.....	33
I.2.1.1.3.3.1.1 Les variations dans la division du travail des fourmis et sa régulation .....	33
I.2.1.1.3.3.1.2 Variations dans les cycles de vie des colonies .....	34
I.2.1.1.3.4 <i>Phylogénie des fourmis : Reconstruction de l'arbre phylogénétique des fourmis</i> .....	35
I.2.2 Importance des études moléculaires du genre <i>Cataglyphis</i> .....	36
I.2.2.1 Diversité génétique chez les <i>Cataglyphis</i> .....	36
I.2.2.3 l'importance cruciale des études moléculaires chez <i>Cataglyphis</i> .....	39
I.2.2.3.1 <i>Exploration aux adaptations comportementales</i> .....	39
I.2.2.3.2 <i>Approfondissement de la Compréhension Taxonomique</i> .....	39
<b>CHAPITRE II : Matériel et Méthodes .....</b>	<b>42</b>
II.1 OBJECTIFS DE L'ETUDE .....	42
II.2 DESCRIPTION DE L'ECHANTILLONNAGE.....	42
II.2.1 Provenance du matériel biologique.....	42
II.2.2 Méthodes d'échantillonnage.....	44
II.3 PREPARATIONS DES ECHANTILLONS .....	46
II.3.1 Identification des individus .....	46

II.3.2 Conservation .....	47
II.4 ANALYSES MOLECULAIRES .....	47
II.4.1 Préparation des échantillons pour l'analyse moléculaire .....	47
II.4.2 Extraction d'ADN .....	48
II.4.3 Quantification de l'ADN .....	52
II.4.4. Amplification par PCR.....	52
II.4.4.1 Principe de la technique RAPD .....	53
II.4.4.2 Caractéristiques de l'amorce testée .....	53
II.4.4.3 Protocole .....	53
II.4.4.4 Migration sur gel d'agarose .....	56
II.5 ANALYSES DES RESULTATS .....	58
<b>Chapitre III : Résultats et Discussion .....</b>	<b>61</b>
III.1 IDENTIFICATION MORPHOLOGIQUE DES FOURMIS <i>CATAGLYPHIS</i> .....	61
III.1.1 Caractéristiques morphologiques examinées .....	61
III.1.2 Distribution des espèces identifiées .....	65
III.1.3 Défis et perspectives dans la taxonomie des fourmis <i>Cataglyphis</i> .....	66
III.2 ÉVALUATION DE L'EXTRACTION D'ADN.....	67
III.2.1 Profil de la quantité d'ADN .....	67
III.2.2 Profil de la qualité d'ADN .....	68
III.2.3 Discussions sur les limitations.....	69
III.3 PCR ET MARQUEUR RAPD.....	69
III.3.1 Analyse et interprétations des résultats .....	69
III.3.2 Évaluation du polymorphisme génétique par RAPD chez les <i>Cataglyphis</i> en Algérie .....	73
III.3.3 Discussions sur les limitations.....	75
III.3.4 Apport à la Taxonomie et à la Phylogénie .....	75
<b>CONCLUSION.....</b>	<b>78</b>

<b>RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES .....</b>	<b>81</b>
<b>ANNEXES .....</b>	<b>100</b>

**Résumé :** L'étude porte sur les fourmis du genre *Cataglyphis*, communément appelées les fourmis désertiques, réputées par leur résistance à des températures extrêmes, dans le contexte de l'investigation de leur diversité génétique en Algérie. L'objectif principal était de contribuer à la compréhension du polymorphisme existant, afin d'établir la taxonomie et la phylogénie des individus appartenant à ce genre en Algérie. Pour ce faire, un échantillonnage exhaustif à travers toutes les régions algériennes a été réalisé, aboutissant à une collection de 12 échantillons. Le polymorphisme et la diversité génétique ont été évalués initialement à l'aide de marqueurs morphologiques, puis avec un marqueur moléculaire : la RAPD, après extraction de l'ADN et amplification par la technique PCR. Les résultats de l'analyse des gels RAPD ont révélé un polymorphisme génétique, conduisant à la division des fourmis des 12 régions en deux groupes distincts indiqués par la présence ou de l'absence de bandes d'ADN spécifiques, suggérant un polymorphisme potentiellement lié à des mutations ou à des phénomènes d'adaptation à des conditions environnementales spécifiques. Ces conclusions ouvrent la voie à de futures recherches explorant les mécanismes sous-jacents à cette variabilité génétique, ses implications écologiques et son impact sur l'adaptation des fourmis au milieu, en participant activement à l'exploration de la taxonomie par le biais des approches moléculaires.

**Mots clés :** *Cataglyphis*, polymorphisme génétique, taxonomie, RAPD, adaptation environnementale, Algérie.

**Abstract:** The study focuses on ants of the genus *Cataglyphis*, commonly known as desert ants, renowned for their resistance to extreme temperatures, in the context of investigating their genetic diversity in Algeria. The main objective was to contribute to the understanding of the existing polymorphism, in order to establish the taxonomy and phylogeny of individuals belonging to this genus in Algeria. To do this, a comprehensive sampling was carried out across all Algerian regions, resulting in a collection of 12 samples. Polymorphism and genetic diversity were assessed initially using morphological markers, then with a molecular marker: RAPD, after DNA extraction and PCR amplification. The results of the RAPD gel analysis revealed genetic polymorphism, leading to the division of ants from the 12 regions into two distinct groups, indicated by the presence or absence of specific DNA bands. This suggests a polymorphism potentially linked to mutations or adaptation phenomena to specific environmental conditions. These outcomes pave the way for future research exploring the underlying mechanisms of this genetic variability, its ecological implications and its impact on ant adaptation to the environment, allowing to participate in the exploration of their taxonomy using molecular approaches.

**Key words:** *Cataglyphis*, genetic polymorphism, taxonomy, RAPD, environmental adaptation, Algeria.

**ملخص:** تتناول هذه الدراسة النمل من جنس *Cataglyphis*، المعروفة شائعاً باسم النمل الصحراوي، المشهورة بمقاومتها لدرجات حرارة قصوى، و ذلك في سياق التحقيق في تنوعها الجيني في الجزائر. كان الهدف الرئيسي هو المساهمة في فهم تعدد الأشكال الموجود، من أجل تحديد التصنيف والتنوع العرقي للأفراد الذين ينتمون إلى هذا الجنس في الجزائر. ولتحقيق ذلك، تم إجراء عينة شاملة عبر جميع مناطق الجزائر، مما أسفر عن جمع 12 عينة. تم تقييم التعدد الظاهر والتنوع الجيني أولاً باستخدام العلامات المورفولوجية، ثم باستخدام العلامة الجزيئية: RAPD، بعد استخراج الحمض وتكبيره بواسطة تقنية PCR. أظهرت نتائج تحليل هلامات RAPD تعدداً جينياً، مما أدى إلى تقسيم النمل من 12 منطقة إلى مجموعتين متميزتين يشير إليهما وجود أو عدم وجود أشرطة محددة من الحمض النووي، مشيرة إلى وجود تعدد ظاهري قد يكون مرتبطاً بالطفرات أو ظواهر التكيف مع ظروف بيئية محددة. تفتح هذه الاستنتاجات الباب أمام بحوث مستقبلية تستكشف الآليات الكامنة وراء هذا التباين الجيني، وتأثيراته البيئية وتأثيره على تكيف النمل مع محيطه، مساهمة بفعالية في تطوير التصنيف من خلال مناهج جزيئية.

**كلمات مفاتيح:** *Cataglyphis*، التعدد الجيني، التصنيف البيولوجي، RAPD، التكيف البيئي، الجزائر.