



REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE
MINISTRE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET DE LA RECHERCHE
SCIENTIFIQUE

UNIVERSITE SAAD DAHLAB DE BLIDA 1
FACULTE DES SCIENCES DE LA NATURE ET DE LA VIE
DEPARTEMENT DES BIOTECHNOLOGIES

MEMOIRE DE FIN D'ETUDE EN VUE DE L'OBTENTION DU DIPLOME DE MASTER
ACADEMIQUE EN SCIENCES DE LA NATURE ET DE LA VIE

SPECIALITE: PROTECTION DES VEGETAUX

Thème

**L'impact des facteurs climatiques sur les
infestations de la cochenille du cèdre de l'Atlas
Dynaspidiotus regnieri dans le parc national de
Djurdjura (station de Tikjda)**

Présenté par: M^{elle} BECHERAIK Bakhta
M^{elle} DOUER Ahlem

M ^{me} . DJEMAI I.	MCB	U.S.D.B	Présidente
M ^r . MAHDJOUBI D.	MCB	U.S.D.B	Examineur
M ^{me} . BENRIMA A.	Pr	U.S.D.B	Promoteur
M ^{elle} . HAMADI F.Z.	Doctorante	U.S.D.B	Co-promoteur

Année Universitaire : 2019/2020

Remerciements

Je tiens à remercier avant tout dieu الله le tout puissant de m'avoir accordé la force, la patience, la santé et le courage pour accomplir ce modeste travail.

*Je tiens à témoigner toute ma gratitude et tout mon respect à ma promotrice Madame **BENRIMA A.** pour son aide, sa dynamique, ses conseils précieux et sa disponibilité. Mes sincères remerciements.*

*Je tiens à remercier aussi madame **HAMADI F.Z.** de bien vouloir guider mon travail.*

*Mes vifs remerciements s'adressent aux membres du jury Mr **MAH DJOUBI D.** l'examineur et Mme **DJEMAI I.** la présidente qui ont accepté de consacrer de leur temps précieux pour juger ce travail*

Et enfin je remercie de tout mon cœur tous mes amis et mes proches qui m'ont aidé pendant les périodes difficiles.

Dédicaces

*À mes chers parents qui m'ont soutenu et m'ont fourni tous
Les moyens nécessaires pour réaliser ce travail.*

*À mes adorables frères
À mes sœurs*

Mes cousins et mes cousines

*A l'incarnation de la diligence et du sérieux, à Mme
BENRIMA A. et Melle HAMADI F.Z.*

À toutes mes amies proches

*A l'équipe de protection des végétaux
Les étudiantes et les enseignants*

Je dédie ce travail

L'impact des facteurs climatiques sur les infestations de la cochenille du cèdre de l'Atlas *Dynaspidiotus regnieri* dans le parc national de Djurdjura (station de Tikjda)

Résumé:

Le cèdre de l'Atlas (*Cedrus Atlantica* Manetti) est une essence qui a toujours suscité un intérêt important en raison de ses nombreuses qualités forestières, telles que sa capacité au maintien de l'équilibre biologique, sa faible inflammabilité, sa production de bois de qualité, et un port remarquable et esthétique (**Toth, 1978**). Endémique à l'état spontané des montagnes du Maghreb, il représente par excellence l'essence noble des forêts marocaines et algériennes (**Quézel, 1998**). Le cèdre de l'Atlas présente une aire nettement disjointe et liée essentiellement à l'orographie du Maghreb. Cette espèce est soumise aux attaques de nombreux ravageurs, dont la cochenille Diaspine, *Dynaspidiotus regnieri* qui peut lui occasionner des infestations sporadiques dévastatrice. Et comme l'éco-biologie de cette cochenille reste peu étudiée en Europe et méconnue en Algérie nous avons mené ce travail afin de mettre en évidence l'influence des facteurs climatiques sur les infestations de la cochenille *Dynaspidiotus regnieri* dans le parc national de Djurdjura au niveau de la station de Tikjda. D'après **HAMADI (2017)**, cette cochenille présente deux périodes d'infestation; une automno-hivernale prédominée par les larves de stade 1 et l'autre printanière durant laquelle prédominent les larves de stade 2, apparaissent les pré-nymphes, les nymphes et se conservent les femelles. L'effet des interactions des facteurs physico-chimiques montre que les infestations au niveau des deux stations Chrèa et Beni Ali sont surtout provoquées par les températures minimales

Mots clés: Cèdre de l'Atlas, *Dynaspidiotus regnieri*, facteurs climatiques, infestation, parc national de Djurdjura, station de Tikjda.

تأثير العوامل المناخية على الإصابات بـ *Dynaspidiotus regnieri* على مستوى موقع تكجدة في الحظيرة الوطنية لجرجرة

ملخص:

أرز أطلس (*Cedrus Atlantica Manetti*) هو نوع أثار دائماً اهتماماً كبيراً نظراً لصفاته الحرجية العديدة ، مثل قدرته على الحفاظ على التوازن البيولوجي ، وقابلية الاشتعال المنخفضة ، وإنتاج الخشب من الجودة والشكل الجمالي والرائح (Toth, 1978). مستوطنة في الحالة التلقائية لجبال المغرب العربي، فهي تمثل بامتياز الجواهر النبيل للغابات المغربية والجزائرية (Quézel ، 1998) يمثل أرز الأطلس منطقة مفككة بوضوح ويرتبط بشكل أساسي بجبال المغرب العربي. يتعرض هذا النوع لهجمات من العديد من الآفات، بما في ذلك *Diaspine*، *Dynaspidiotus regnieri*، والتي يمكن أن تسبب إصابات متفرقة مدمرة. وبما أن البيولوجيا البيئية لهذا القرمزي لا تزال مدروسة قليلاً في أوروبا وغير معروفة في الجزائر ، فقد قمنا بهذا العمل من أجل تسليط الضوء على تأثير العوامل المناخية على الإصابة بالقرمزية *Dynaspidiotus regnieri* في حديقة جرجرة الوطنية في مستوى محطة تكجدة. وفقاً لـ (HAMADI (2017)، تظهر هذه البق الدقيقي فترتين من الإصابة؛ خريف وشتاء تسودها يرقات المرحلة الأولى والأخرى في الربيع حيث تسود المرحلة الثانية من اليرقات، تظهر الحوريات والحوريات ويتم الحفاظ على الإناث. يظهر تأثير تفاعلات العوامل الفيزيائية والكيميائية أن الإصابة في محطتي الشريعة وبني علي ناتجة بشكل رئيسي عن درجات الحرارة الدنيا

الكلمات الرئيسية: الأرز الأطلسي ، *Dynaspidiotus regnieri*، العوامل المناخية ، الإصابة، الحظيرة وطنية لجرجرة، موقع تكجدة.

The impact of climatic factors on infestations of the Atlas cedar mealybug *Dynaspidotus regnieri* in Djurdjura National Park (Tikjda station)

Summary:

Atlas cedar (*Cedrus Atlantica* Manetti) is a species that has always aroused significant interest due to its many forest qualities, such as its ability to maintain biological balance, its low flammability, its production of wood from quality, and a remarkable and aesthetic form (**Toth, 1978**). Endemic to the spontaneous state of the Maghreb mountains, it represents par excellence the noble essence of Moroccan and Algerian forests (**Quézel, 1998**). The Atlas cedar presents a clearly disjointed area and is essentially linked to the orography of the Maghreb. This species is subject to the attacks of many pests, including the Diaspine cochineal, *Dynaspidotus regnieri*, which can cause devastating sporadic infestations. And as the eco-biology of this cochineal remains little studied in Europe and unknown in Algeria, we have carried out this work in order to highlight the influence of climatic factors on the infestations of the *Dynaspidotus regnieri* cochineal in the Djurdjura national park in level of Tikjda station. According to **HAMADI (2017)**, this mealybug shows two periods of infestation; one autumn-winter predominated by stage 1 larvae and the other in spring during which stage 2 larvae predominate, pre-nymphs and nymphs appear and the females are preserved. The effect of the interactions of physico-chemical factors shows that the infestations at the two stations Chrèa and Beni Ali are mainly caused by minimum temperatures

Key words: Atlas cedar, *Dynaspidotus regnieri*, climatic factors, infestation, Djurdjura national park, Tikjda station.

Sommaire

Liste des abréviations

Liste des tableaux

Liste des figures

Sommaire

Résumé

Abstract

الملخص

INTRODUCTION GENERALE.....	1
1. Généralités sur le cèdre de l'Atlas (<i>Cedrus atlantica</i> M.) dans le monde et en Algérie:.....	2
Introduction	2
1.1. Systématique et description:.....	2
1.2. Caractères botaniques	3
1.3. Biologie du cèdre de l'Atlas :.....	3
1.3.1. Cycle de reproduction.....	3
1.3.2. Longévité.....	4
1.4 : Aire de répartition.....	4
• Répartition.....	4
• Aire naturelle.....	5
• Aire d'introduction.....	5
1.5. Écologie :.....	6
1.5.1. Altitude.....	6
1.5.2. Exposition.....	6
1.5.3 Climat.....	6
• Pluviométrie.....	7

•	Température.....	7
❖	Autres facteurs.....	7
•	L'humidité de l'air.....	
•	L'enneigement.....	7
•	Gelées.....	8
1.5.4.	Etages bioclimatiques:	8
1.6.	Les différents ravageurs:.....	8
•	Les phylophages:.....	8
•	Les xylophages:.....	9
•	Insectes des fleurs et des graines:.....	10
•	Les opophages.....	11
2.	<i>Dynaspidiotus regnieri</i>	12
2.1.	Origine.....	12
2.2.	Systématique et description:.....	13
2.3.	Biologie:.....	13
2.4.	La nuisibilité de <i>Dynaspidiotus regnieri</i>	14
3.	Relation nutritionnelle	15
3.1.	Le régime phytophage.....	15
CHAPITRE II: Matériel et méthodes.....		
	Objectif.....	16
1.	Présentation de la station d'études	16
1.1.	Le parc national de Djurdjura	16
1.2.	Station de Tikjda	17
1.3.	Climat de la zone d'étude.....	17
2.	Matériels utilisés.....	18

1.1. Matériel biologique végétal: <i>Cedrus atlantica</i>	18
1.2. Matériel biologique animal: <i>Dynaspidiotus regnerie</i>	18
3. Méthodologie de travail	19
3.1. Dans le terrain:.....	19
3.2. Au laboratoire:.....	19
3.3. Méthodes d'échantillonnage:.....	19
3.3.1. Dénombrement des populations.....	19
3.3.3. Exploitation des résultats.....	21
3.3.3.1. Variations temporelles des populations.....	21
3.3.3.2. Variations temporelles des paramètres physico-chimiques	21
3.3.3.3. Analyses statistiques.....	21
3.3.3.3.1. Analyses multi variées (PAST vers. 1.37, Hammer et <i>al.</i> 2001).....	21
3.3.3.3.2. Test cross corrélation (Logiciel PAST 2,11;Hammer et <i>al.</i> , 2001).....	21
CHAPITRE III: Résultats et interprétation.....	
1. Résultats.....	23
1.1. Dynamique des populations de <i>Dynaspidiotus regneri</i>	23
1.2. l'impact des facteurs climatiques (températures maximale, minimale, humidité relative de l'air) sur les infestations de la cochenille <i>Dynaspidiotus regneri</i> dans les stations de Chrèa et beni Ali.....	24

1.2.1. Par station:.....	24
• :Béni Ali.....	24
• :Chrèa.....	31
1.2: Effet comparé entre les deux stations.....	26
2. Discussion	28
2.1. Dynamique des populations de <i>Dynaspidiotus regnieri</i> :.....	28
2.2. Effets des facteurs climatiques (T° max., et min. et l'humidité relative de l'air) sur les infestations de <i>Dynaspidiotus regnieri</i> .:.....	29
CONCLUSION	
Référence bibliographique	

LISTE DES ABRÉVIATIONS

Abréviation	Signification
al	collaborateurs
°C	Celsius
cm	centimètre
<i>D.regnieri</i>	<i>Dynaspidiotus regnieri</i>
Fem	femelle
Fig	figure
km	kilomètre
L₁	premier stade larvaire
L₂	deuxième stade larvaire
ml	millilitre
mm/an	millimètre par an
mn	minute
mol	mole
N°	numéro
Nym	nymphé
PND	Parc national du Djurdjura
Sp	espèce
S	Sud
T	temps
Tab	tableau
T° min	Température minimale
°	Degré
%	pourcentage

Liste des tableaux

Tableau 1: Caractères botaniques et biologiques comparés de quatre espèces du genre <i>Cedrus</i>	3
Tableau 2: interaction des facteurs climatiques (T°C, H.R.) et sur les infestations de <i>Dynaspidiotus regnieri</i> selon les expositions dans la station de Beni Ali.....	24
Tableau 3: interaction des facteurs climatiques (T°C, H.R.) sur les infestations de <i>Dynaspidiotus regnieri</i> selon les expositions dans la station de Chréa.....	26
Tableau 4: interaction des facteurs climatiques (T°C, H.R.) sur les infestations de <i>Dynaspidiotus regnieri</i> entre les deux stations.....	27

Liste des figures

Figure 1: cycle de reproduction du cèdre de l'Atlas.....	4
Figure 2 : Insectes phylophages (les processionnaires).....	9
Figure 3 : Insectes xylophages <i>Hylotrype bajulus</i> (L.1758).....	10
Figure 4 : Insectes des fleurs et des graines (Torymidae).....	11
Figure 5 : Insectes opophages (les pucerons).....	12
Figure 6: Colonie de <i>Dynaspidiotus. regnieri</i> sur aiguilles de Cèdre	12
Figure 7: Caractères morphologiques d'identification de <i>Dynaspidiotus regnieri</i>	13
Figure 8: Schéma du cycle biologique de <i>Dynaspidiotus regnieri</i>	14
Figure 9: Carte de localisation régionale du Parc national de Djurdjura	15
Figure 11: le cèdre de l'Atlas (<i>Cedrus atlantica</i> Men).....	17
Figure 12: La cochenille du cèdre <i>Dynaspidiotus regnerie</i>	18
Figure 13: Schéma récapitulatif de la méthodologie de travail.....	19
Figure 14: évolution temporelle des populations globales et des différents stades de la cochenille du cèdre <i>Dynaspidiotus regnieri</i> à Beni Ali (a) et à Chrèa (b).....	24

INTRODUCTION GÉNÉRALE

Introduction générale

Les forêts renferment de nombreuses espèces d'insectes d'une étonnante diversité du point de vue biologique et qui jouent un rôle primordial dans le fonctionnement des écosystèmes. C'est un monde extrêmement vivant. Grâce à des mécanismes remarquables dont le plus fondamental, et encore l'un des plus mystérieux.

Le cèdre de l'Atlas (*Cedrus atlantica* Manetti) est une essence des montagnes d'Afrique du nord (Algérie et Maroc) qui suscite un intérêt grandissant pour ses nombreuses qualités forestières et ornementales: faible inflammabilité, rusticité, richesse écologique, bois de qualité supérieure à celle des pins méditerranéens, port remarquable et esthétique, attrait touristique en forêt de plaisance, **(Toth, 1980;Barriteau et Ferrandes, 1990).**

Il est localisé en grande partie à l'état naturel dans les régions de l'Est et du Centre du pays principalement sur les Atlas tellien et saharien. Mais, il se trouve exposé à différents fléaux, en particulier les incendies et les attaques des insectes. Ces derniers sont représentés par des xylophages, des phylophages et des suceurs de sève, entre autres la cochenille des aiguilles, *Dynaspidiotus regnieri* dont la bio-écologie reste très peu connue. Les seuls travaux très fragmentaires sur le cycle biologique et les dégâts ont été réalisés en Espagne et en Italie. En Algérie, peu d'étude n'a porté sur cette espèce (dans la station de Tikjda) qui peut provoquer certaines années de sévères défoliations.

Dans l'objectif de connaître le cycle biologique, l'importance des périodes d'infestation de *Dynaspidiotus regnieri*, ainsi que de mettre en évidence leurs éventuelles interactions avec les facteurs climatiques, selon les expositions Nord et Sud que ce travail a été mené et organisé en trois chapitres;

1. un premier chapitre portant sur la présentation du cèdre de l'Atlas (*Cedrus atlantica*) et de la cochenille *Dynaspidiotus regnieri*.
2. un deuxième chapitre: matériel et méthodes
3. un troisième chapitre: résultats et discussion

CHAPITRE I: PARTIE BIBLIOGRAPHIQUE

Chapitre I: Synthèse bibliographique sur le cèdre de l'Atlas du cèdre de l'Atlas (*Cedrus atlantica* Manetti) et de la cochenille *Dynaspidiotus regnieri* Manetti, 1927

1. Généralités sur le cèdre de l'Atlas (*Cedrus atlantica* M.) dans le monde et en Algérie:

Introduction :

Le cèdre de l'Atlas (*Cedrus atlantica* Manetti) est une essence des montagnes d'Afrique du nord (Algérie et Maroc) qui suscite un intérêt grandissant pour leurs nombreuses qualités forestières et ornementales: faible inflammabilité, rusticité, richesse écologique, bois de qualité supérieure à celle des pins méditerranéens, qui présentent un port remarquable, esthétique et un attrait touristique en forêt de plaisance, (Thot, 1980; Barriteau et Ferrandes, 1990). Il constitue indiscutablement l'essence noble des forêts algériennes, pour ses intérêts économiques et écologiques.

1.1. Systématique et description:

Le Cèdre de l'Atlas a pour noms berbères Inguel ou Avaoual et pour noms arabes, Elarz ou Elmedad. Cette dernière appellation arabe viendrait du fait que les branches de l'espèce plient sous le poids de la neige au lieu de se casser (Benabid, 1994).

Link (1841, in Krouche 2010) classe le genre *Cedrus* parmi l'embranchement des Spermaphytes, le sous Embranchement des Gymnospermes, la classe des Vectrices, l'ordre des Coniférales, la Famille des Pinacées et la sous famille des Abiétés.

Bien que sa valeur taxonomique exacte soit controversée, certains auteurs comme Holmbe en 1931, Maire en 1952 et Davis en 1952 cités par Quezel (1980) ont intégré ce taxon dans une seule espèce: *Cedrus libanotica* Link. Cependant, d'autres auteurs tels que Quezel (1980), Barriteau et Ferrandes (1992) classent ce taxon en 4 espèces montagnardes dont trois méditerranéennes: le Cèdre de l'Atlas ou *Cedrus atlantica* Manetti (Maroc et Algérie); le Cèdre du Liban ou *Cedrus libani* A. Rich (Liban, Syrie et Turquie); le Cèdre de Chypre ou *Cedrus brevifolia* Henry (Chypre) et une espèce himalayenne, le Cèdre de l'Himalaya ou *Cedrus deodara* G. Don (Inde et Afghanistan).

1.2. Caractères botaniques :

Des études récentes utilisant des marqueurs biochimiques (les iso-enzymes), montrent que le cèdre de l'Atlas et le Cèdre du Liban sont proches et peu différenciés l'un de l'autre, mais se distinguent clairement du Cèdre de l'Himalaya et celui de Chypre. Il se distingue des autres espèces par les caractères botaniques et biologiques signalés par **Farjon (1990) et Toth (2005)** et qui sont reportés dans le tableau 01

Tableau N°1 : Caractères botaniques et biologiques comparés de quatre espèces du genre *Cedrus* (FARJON, 1990 et TOTH, 2005 in EMILE ROHE, 2007)

Espèce	<i>C. atlantica</i>	<i>C. libani</i>	<i>C. brevifolia</i>	<i>C. deodara</i>
Taille des aiguilles (cm)	1 à 2,5	1 à 3,5	0,5 à 1,5	2 à 6
Cônes - longueur (cm)	5 à 8	8 à 12	5 à 10	7 à 13
- diamètre (cm)	3 à 5	3 à 6	3 à 6	5 à 9
Graines - longueur (cm)	0,8 à 1,3	1 à 1,4	0,8 à 1,4	1 à 1,5
- envergure (cm)	2,5 à 3,5	3,5 à 4	3 à 4	3,5 à 4,5
Période de pollinisation	mi-septembre	mi-septembre	Début novembre	Début novembre
Durée de maturité	2 ans	2 ans	2 ans	1 an

1.3. Biologie du cèdre de l'Atlas :

1.3.1. Cycle de reproduction:

Le cycle de reproduction du Cèdre de l'Atlas (Fig. 1) a été décrit en détail par Toth (1978) au niveau de la cédraie artificielle du sud de la France et confirmé en Algérie par **Derridj (1990)** au niveau de l'aire naturelle de l'espèce. **Krouchi en 1995**, a montré que le cycle de reproduction du cèdre de l'Atlas dure deux ans. Il commence par une initialisation florale durant l'été de l'année (N), une pollinisation en automne de la même année (N). Après la dormance hivernale survient la fécondation durant l'année (N+1) qui s'accompagne d'une augmentation du poids du conelet fécondé, qui acquiert sa maturité morphologique à la fin septembre de l'année (N+1). Quant à sa maturité physiologique, il ne va l'acquérir que tard durant la deuxième année (N+2). Les graines dispersées en automne séjournent au sol durant l'hiver et peuvent être recouvertes d'une couche de neige qui leur assure une

sorte de stratification au froid humide pour la germination au cour du printemps suivant.

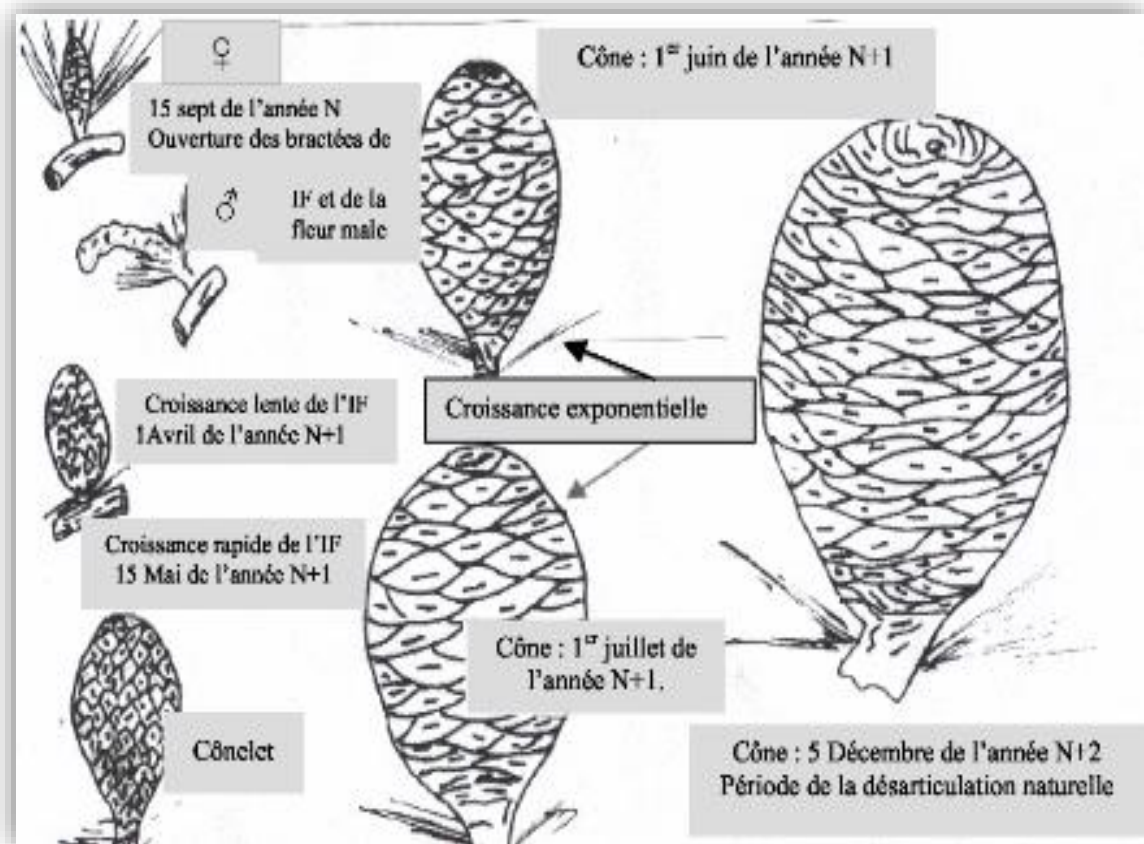


Figure 1: cycle de reproduction du cèdre de l'Atlas (**Anonyme, 2017**)

1.3.2. Longévité

Elle est remarquable et sa limite supérieure n'a pas encore été arrêtée. Elle dépasse certainement 600 à 700 ans, et peut même atteindre et dépasser 1000 ans et plus. Il donne des graines fertiles jusqu'à un âge avancé (**Boudy, 1952 in Derridj, 1990**).

1.4 : Aire de répartition

- Répartition

Aussenac et Guehl (1990) soulignent que le cèdre dans son aire d'origine pousse à des altitudes variant de 1400 à 2200 mètres. Ses limites supérieures et inférieures diffèrent d'une cédraie à l'autre en fonction des conditions climatiques du relief. Ainsi, en Algérie le cèdre occupe partout les sommets des montagnes (**Derridj, 1990**). Il s'installe sur les versants nord, d'une façon générale, à 1400

mètres bien qu'il peut descendre encore plus bas à la faveur de conditions microclimatiques particulières (**Emberger, 1938; Abdessemed, 1982**).

- **Aire naturelle:**

Le cèdre de l'Atlas est localisé sur les montagnes du Maghreb; le Maroc détient à lui seul la plus grande surface, répartie sur deux blocs d'inégale importance, le premier dans le moyen Atlas et le grand Atlas oriental (116 000 ha). Le second dans le rif occidental central avec une superficie d'environ 16 000ha (**M'hirit, 1982**).

En Algérie, les massifs cédraies sont dispersées et beaucoup plus réduits qu'au Maroc. Le cèdre occupe une surface d'environ 30 000 ha répartie sur deux ensembles naturels, d'écologie sensiblement différente: le premier est localisé sur les montagnes littorales bien arrosées (Babors, massif de Djurdjura, Atlas Blidéen, Ouarsenis). Ce sont les cédraies humides. Le second ensemble est le plus important du point de vue superficie, il occupe les montagnes méridionales continentales de l'Atlas saharien. Ce sont les cédraies sèches (**Nedjahi, 1988**)

- **Aire d'introduction:**

Le cèdre de l'Atlas à été introduit hors de son aire naturelle dans divers pays. En France, il a été introduit avec succès dans le mont ventoux où il prospère bien et régénéré facilement (**Toth, 1980**). Après le succès de cette introduction, l'espèce est abondamment utilisée dans les reboisements en zone méditerranéenne française dans l'étage du chêne pubescent (**Toth, 1980; Ferrandes, 1986**).

Des études sur l'adaptation, la croissance et la productivité de l'espèce ont été engagées dans le cadre du programme d'amélioration des cèdres en France (**Bariteau et Ferrandes, 1990**). Des recherches ont été réalisées sur la régénération, la croissance, la production, l'effet de l'intensité des éclaircies, en Italie (**Morandini et Mercurio, 1990**) et dans d'autres pays (Russie, Crimée, Caucase, Etats-Unis (**M'hirit, 1982**).

1.5. Écologie :

1.5.1. Altitude

Les limites inférieures et supérieures diffèrent d'une cédraie à l'autre. En Algérie, la limite

Inférieure est fonction de la plus ou moins grande humidité de la station. Elle se situe entre 1400 et 1500 mètres en versant Nord et à partir de 1600 mètres en versant Sud (**BOUDY, 1950 in HOUAMEL, 2012**). Il existe en moyenne un décalage de 200 m ; c'est-à-dire qu'il débute à partir de 1600 mètres (**ABDESSEMED, 1981 in HOUAMEL, 2012**). Au Djurdjura, elle est située à 1400 mètres sur le versant Nord et à 1600 mètres sur le versant Sud d'après (**LAPIE et MAIGE in DERRIDJ, 1985**). Pour la limite supérieure du cèdre de l'Atlas, (**Le HOUEROU et al, 1979 in MEDDOUR, 2010**) indique que les plus hauts sommets portent des forêts de cèdre ; elles sont toutes plus ou moins dégradées.

1.5.2. Exposition

Elle joue un rôle très important dans la répartition des précipitations et des températures, en effet, les versants Nord sont plus humides par rapport aux versants Sud. En Algérie, les expositions Nord et Nord-Ouest son non seulement bien arrosées mais également à l'abri des vents desséchants (Sirocco), et portent les plus belles cédraies en raison de leur humidité (**KHANFOUCI, 2005**).

1.5.3. Climat:

La répartition des pluies est irrégulière, de sorte que la saison la plus arrosée est l'hiver et la plus sèche est l'été, pour les forets de cèdre du pourtour méditerranéen qui subissent un climat caractérisé par une sécheresse estivale de 1 à 3 mois (**Quezel, 1976**).

L'hétérogénéité de la surface de la terre en termes de pluviosité, de température, d'altitude et autres caractéristiques environnementales détermine la distribution des espèces et suscite des assemblages d'espèces endémiques de biorégions particuliers (**PENNY et al., 2011**). Cependant les cèdres individualisent des ensembles forestiers parmi les plus remarquables du bassin méditerranéen ; forêt à *Cedrus atlantica*. (**QUEZEL & MEDAIL, 2003**).

- **Pluviométrie:**

Le cèdre reçoit dans ses pays d'origine des lames de pluies annuelles comprises entre 400 et 1500 mm (**Putod, 1979**). En Algérie, les cédraies reçoivent une tranche pluviométrique variant de 500 mm à 1400 mm environ (**Toth, 1980; Halimi, 1980**). Selon **Benabid (1994)**, cette dernière est largement dépassée, elle atteint 2000 mm au Maroc. Dans les cédraies sèches (Aurès, Belezma, Hodna) Le **Houerou (1975)** donne 600 mm de précipitation comme limite inférieure.

- **Température:**

Le cèdre croit sous des températures moyennes annuelles comprises entre 8 et 14 °C (**Boudy, 1950 et Pujos, 1964 in Derridj, 1990; Toth, 1980**). Les valeurs estimées par **Derridj (1990)** sur l'ensemble des cédraies algériennes s'écartent dans cet intervalle.

Le cèdre résiste à -25°C en atmosphère sèche (**Gausse, 1967**). Il vit dans ses pays d'origine avec des extrêmes absolus de -25°C à +35°C (**Putod, 1979**).

Le cèdre est une essence qui peut supporter sans dommage des froids hivernaux importants, mais en même temps, toutes les autres caractéristiques éco-physiologiques analysées montrent que son écologie correspond à des climats doux (**AUSSENAC, 1984 in Anonyme, 2014**). Les cédraies du pourtour méditerranéen subissent un climat présentant un à trois mois biologiquement secs dans l'année (sécheresse estivale ; $p \text{ (mm)} < 2T \text{ } ^\circ\text{C}$). (**Quezel, 1976 in Krouchi, 2010**)

- ❖ **Autres facteurs**

- **L'humidité de l'air**

L'humidité relative constitue par ses écarts brutaux, l'un des caractères climatiques les plus importants des montagnes de l'Afrique du Nord (**QUEZEL, 1980**). La région de Tala-Guilef est caractérisée par une hygrométrie variant au cours de l'année ; elle est de 64% au printemps et de 40% en été (**ABDESSELAM, 1995 in KROUCHI, 2010**).

- **L'enneigement.**

En plus du rôle que joue l'enneigement sur la levée de dormance des graines, il constitue un potentiel hydrique important pour le sol, et son importance augmente avec la persistance du couvert neigeux. Selon **BELIN (1945) in KROUCHI (2010)** le Djurdjura reçoit des précipitations neigeuses de Novembre à

Mars. Elles tombent chaque année avec une moyenne annuelle de 15 jours/an à Tikjda (**CHALABI, 1980**).

- **Gelées**

Malgré les effets négatifs du gel sur le développement et la croissance végétale par la chute brutale et excessive des températures, néanmoins ils contribuent à la désarticulation des cônes et donc la dissémination des graines du cèdre. **BOUTAMINE (1987)**, a signalé l'existence de gelées à Tikjda sur une période de 115 à 145 jours par année, allant de Décembre à Mars.

1.5.4. Etages bioclimatiques:

La classification d'Emberger précise que le cèdre de l'Atlas occupe diverses étages bioclimatiques: les étages semi-aride à hiver froid et humide, subhumide à hiver froid, humide à hiver froid et humide et humide à hiver frais (**Aussenac, 1984 in Khanfouci, 2005**).

En Algérie **Medour (1994)** souligne que les cédraies septentrionales de l'Atlas blidéen, du Djurdjura et du massif de Babors sont soumises à un bioclimat humide, variante fraîche voire per-humide. Tandis que la majorité des cédraies méridionales telles que celles de l'Aurès, du Belezma et du Hodna sont soumises aux bioclimats subhumide froid et très froid (**M'hirit, 1982**).

1.6. Les différents ravageurs:

Le cèdre de l'Atlas est sujet aux attaques d'insectes ravageurs, dans un bon nombre est capable de coloniser plusieurs hôtes (**Fabre et al., 1999**). On peut les classer en trois catégories les insectes phylophages, les insectes xylophages et les insectes des fleurs et des graines (**Mouna, 1994**).

- **Les phylophages:**

Les phylophages ou les défoliateurs forment une guilda importante de l'écosystème forestier. Ce sont en effet des ravageurs primaires. Ils attaquent les arbres sains et vigoureux, préparant le chemin aux ravageurs secondaires qui profitent de leur faiblesse et achèvent l'arbre. Ils sont souvent monophages et attaquent un organe particulier (feuilles, bourgeons, jeunes pousses...) qui doit être plus ou moins âgé, souple ou bien positionné dans l'arbre (**Mouna et Fabre, 2005**). Les espèces les plus communes citées sont les processionnaires *Thaumetopoea pityocampa* Schiff et *Thaumetopoea bonjeani* Powell (Lepidoptera,

Thaumetopoeidae), dont les attaques se traduisent par une défoliation partielle ou parfois totale entraînant de graves dégâts (**Théry, 1928**). Les Tordeuses *Acleris undulana* Helsingam et *Epinotia cedricida* Diakonoff (Lepidoptera, Tortricidae) ont été signalées sur *Cedrus atlantica* en Afrique du Nord. *Acleris undulana* se trouve dans les cédraies atlasiques marocaines; encore absent dans le Rif et en Algérie (**Fabre et Mouna, 1983 in Mouna, 2001**). *Epinotia cedricida* a été trouvée et décrite pour la première fois en France dans la cédraie artificielle du Massif du Luberon par Diakonoff en 1969. De nombreuses années après, cette espèce a été retrouvée en Afrique du Nord (**Fabre et al., 1999 in Mouna, 2001**).



**Figure 2: Insectes phylophages (les processionnaires)
(Anonyme, 2017)**

- **Les xylophages:**

Phaenops marmottani (Coleoptera Buprestidae) est une espèce a toujours été prélevé en petit nombre et n'avait, par conséquent, jamais attiré l'attention ni des entomologistes, ni des forestiers jusqu'à nos jours, d'où sa biologie très mal connue en dépit de sa description déjà ancienne, alors que dans le cas présent de dépérissement du cèdre dans le Moyen Atlas, il semble qu'il est un ravageur primaire redoutable **Mouna et Fabre (2005)**.

. Les bois morts récemment, plutôt situés à la lumière, sont ainsi colonisés par des xylophages pionniers souvent thermophiles, tandis que les bois morts

décomposés, souvent à l'ombre abritent des saproxylophages souvent sciaphiles. La composition du cortège saproxylique est ainsi fonction de l'exposition et de l'âge du bois mort (**Fabre, 1988**).



**Figure3: Insectes xylophages *Hylotrupe bajulus*(L.1758)
(Anonyme, 2017)**

- **Insectes des fleurs et des graines:**

Parmi les Lépidoptères des cônes, il est cité deux Pyralidae par **Mouna (1994)** et **Mouna et Fabre (2005)**: *Dioryctria peyerimhoffi* Dejonnis, signalé sur les fleurs mâles du cèdre au Maroc et en Algérie (Aurès et Blida), et *Dioryctria peltieri* Dejonnis. En ce qui concerne les Hyménoptères des cônes, deux espèces appartenant à la famille des Torymidae sont citées dans la bibliographie : *Megastigmus pinsapinis* Pintureau et Fabre, existe au Maroc dans le Rif, en Algérie dans l'Atlas Blidéen à Chréa et dans le Massif des Aurès (**Fabre, 1994**; **Mouna, 1994**).



Figure 4: Insectes des fleurs et des graines (Torymidae)
(Anonyme, 2017)

- **Les opophages**

Les Hémiptères sont représentés par les deux Aphididae, Lachninae; *Cedrobium laportei* Remaudiere qui infeste *Cedrus atlantica* et *C. deodara*. Alors que *Cinara cedri* Mimeur, infeste spontanément quatre espèces de cèdre (Fabre, 1988). En Algérie, ces deux espèces sont signalées sur *Cedrus atlantica* à Chrèa et Hakou Ferraoun (**Aroun, 2015**).

Ces insectes semblent ne pas constituer un danger pour les cédraies naturelles. Alors qu'ils sont à l'origine de graves dégâts dans les peuplements artificiels en France, où *Cedrobium laportei* a provoqué la mortalité de 10% des cèdres dans certains endroits (**El youssfi, 1994**).

En plus des aphides, les cochenilles *Dynaspidiotus regnieri*, *Chionaspis kabyliensis* et *Coccus* sp. (probablement *C. hesperidum*) sont signalées sur le cèdre de l'Atlas par **Del Estal et al. (1994)**.



**Figure 5: Insectes opophages (les pucerons)
(Anonyme, 2017)**

2. *Dynaspidiotus regnieri*

2.1. Origine

D. regnieri a été décrite sur *Cedrus atlantica* dans la cédraie d'Azrou au Maroc en 1926. Jusqu'à 1927, sa distribution se limitait à trois pays, le Maroc, l'Algérie où elle a été observée à Chréa par Balakchowsky en 1928. Ainsi qu'en Espagne, où elle a été détectée en 1983 dans des jardins de Ségovie, où elle peut coexister avec *Chionaspis kabyliensis* et *Coccus* sp. (probablement *C. hesperidum*) (Del Estal et al., 1994).



**Figure 6: Colonie de *Dynaspidiotus regnieri* sur aiguilles de Cèdre
(Bossuet, 2012)**

2.2. Systématique et description:

Le bouclier de la femelle dont la taille varie de 2,4 à 2,6 mm, est de forme ovale, allongé, tronqué aux extrémités fortement convexes, rétréci latéralement, d'un blanc pur et soyeux avec l'exuvie larvaire centrale jaune dorée. L'identification spécifique n'est assurée que par l'observation de jeunes femelles, de forme ovale allongée, aux téguments céphalothoraciques non encore épaissis. Le pygidium est pourvu de trois paires de palettes de tailles sensiblement identiques (**Balachowsky ,1948**).

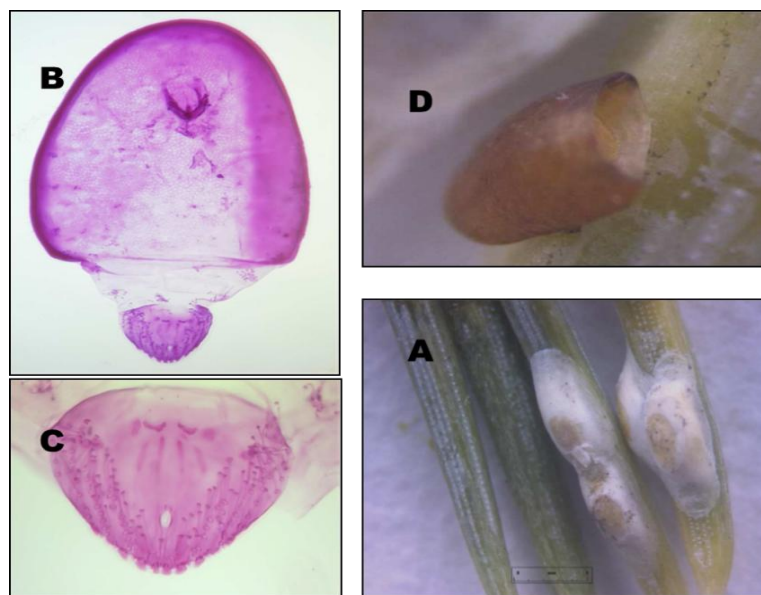


Figure 7: Caractères morphologiques d'identification de *Dynaspidiotus regnieri*. (Bossuet, 2012).

A: Boucliers de cochenille de *D.regnieri* sur aiguilles de cèdre; **B:** corps d'une jeune femelle adulte; **C:** Pygidium femelle, **D:** corps d'une femelle sclérifié.

2.3. Biologie:

D. regnieri est une espèce univoltine. Les femelles adultes fécondées (aux téguments très sclérifiés) sont présentes sur les aiguilles de cèdre tout au long de l'année et constitue la forme de résistance à l'hiver. Les larves de stade 1, qui sont mobiles, constituent la forme de dispersion de l'espèce, elles apparaissent début juin. Elles sont présentes jusqu'en septembre avec un maximum en juin ou juillet suivant les stations étudiées. Ces larves se fixent rapidement. Les larves de stade 2 peuvent être présentes jusqu'à mi-octobre. Les jeunes femelles adultes sont présentes de mi-juillet à novembre. Selon les conditions climatiques, on peut

observer des mâles aux stades pré-pupe, pupe et adulte durant une partie de l'hiver en faible proportion mais aucun ne survit jusqu'au printemps, la majorité d'entre eux n'est présente que de début juillet à fin août. (Derridj, 1990).

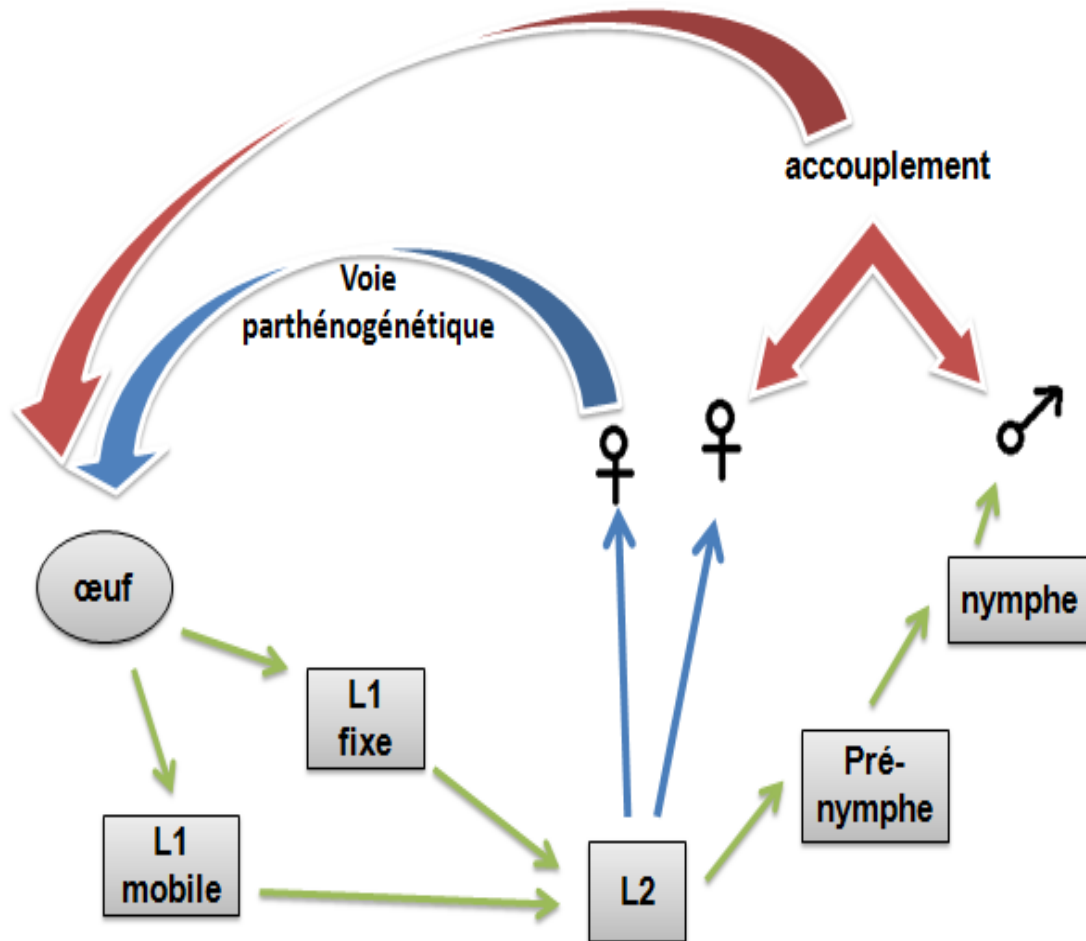


Figure 8: Schéma du cycle biologique de *Dynaspidotus regnieri* (HAMADI, 2017)

L1: larve de 1^{er} stade ; L2: larve de 2^{ème} stade

2.4. La nuisibilité de *Dynaspidotus regnieri*.

La cochenille *Dynaspidotus regnieri* est rapportée comme un ravageur du cèdre uniquement en Espagne (Del Estal *et al.*, 1994). Dans les jardins où elle a été détectée, elle a pu entraîner la mortalité de quelques cèdres, contrairement aux deux autres cochenilles *Chionaspis kabyliensis* et *Coccus* sp. qui n'avaient jamais causé de tels dégâts. Nous ne disposons d'aucune information quant à la situation actuelle au Maghreb. Dans les années cinquante, Balachowsky écrivait

que l'espèce était présente dans tous les peuplements en Algérie et au Maroc, mais toujours en faible abondance, alors que *Chionaspis kabyliensis* présentait généralement des colonies importantes (**Balachowsky, 1954**).

3. Relation nutritionnelle

Les interactions entre les plantes et les insectes phytophages reposent sur trois niveaux trophiques et sont régies par un grand nombre de stimuli chimiques impliquant les métabolites primaires et secondaires de défense des plantes hôtes, les phéromones d'agrégation sexuelles et d'alarme des ravageurs et de leurs auxiliaires parasitoïdes et prédateurs qui recherchent leurs proies pour se développer et survivre. (**Petersen et Hunter, 2002**).

3.1. Le régime phytophage:

Les stratégies d'acquisition et d'allocation des ressources alimentaires influencent de façon importante la fitness des insectes en jouant sur leur développement, leur fertilité, leur fécondité et leur comportement (**Sauvion et al., 2013**) (**Slansky et Rodriguez, 1987**). La majorité des espèces montre ainsi un degré important de spécificité dans le choix de la prise alimentaire en se développant sur des végétaux avec lesquels ils se sont adaptés, notamment en surmontant les défenses chimiques et physiques des plantes (**Sauvion et al., 2013**) (**Chapman et Blaney, 1979**) et sur les 25 taxons d'arthropodes terrestres, seulement 10 d'entre eux ont évolué vers la phytophagie partielle ou complète (**Chapman et Blaney, 1979**). La proportion des différents acides aminés varie grandement entre les tissus des insectes et ceux des plantes alors que ces dernières sont plus pauvres en éléments azotés et en lipides. Cette différence entre les insectes et leur ressource alimentaire se reflète dans la faible biomasse assimilée et efficacement transformée en tissus de croissance. Malgré l'obstacle évident que représente la déficience en azote, les insectes ont développé une série de comportements et d'adaptations physiologiques pour augmenter au maximum l'assimilation de matières provenant des plantes (**Strong et al., 1994**).

CHAPITRE II: MATERIEL ET METHODES

CHAPITRE II: Matériel et méthodes

Objectif:

Notre travail a pour but d'évaluer l'impact des facteurs climatiques sur la dynamique saisonnière des populations de la cochenille des aiguilles du Cèdre de l'Atlas *Dynaspidiotus regnerie* sur des plants à exposition Nord et Sud dans le parc national de Djurdjura au niveau de la station de Tikjda .

1. Présentation de la station d'études

1.1. Le parc national de Djurdjura

IL est Caractérisé par un relief très accidenté sur le versant nord, comparativement au versant sud, le Djurdjura échelonne de nombreuses crêtes rocheuses dépassant 2000 m d'altitude (**Dubuis et Faurel, 1949**). Ce caractère fait du Djurdjura le site d'une flore montagnarde diversifiée et caractéristique.

Le Djurdjura est une chaîne de montagnes qui s'est formée lors du plissement alpin (ou orogénèse alpine). Elle représente la couverture sédimentaire fortement plissée et fracturée du massif métamorphique de Grande Kabylie (**Flandrin, 1952**). L'assise géologique du Djurdjura central appartient aux formations des ères secondaires et tertiaires. Le massif de Tigounatine est représenté par du calcaire dolomitique du Lias inférieur, alors que le massif de Tikjda comporte des grès rouges du Trias (**Flandrin, 1952**) (**Fig 9**).

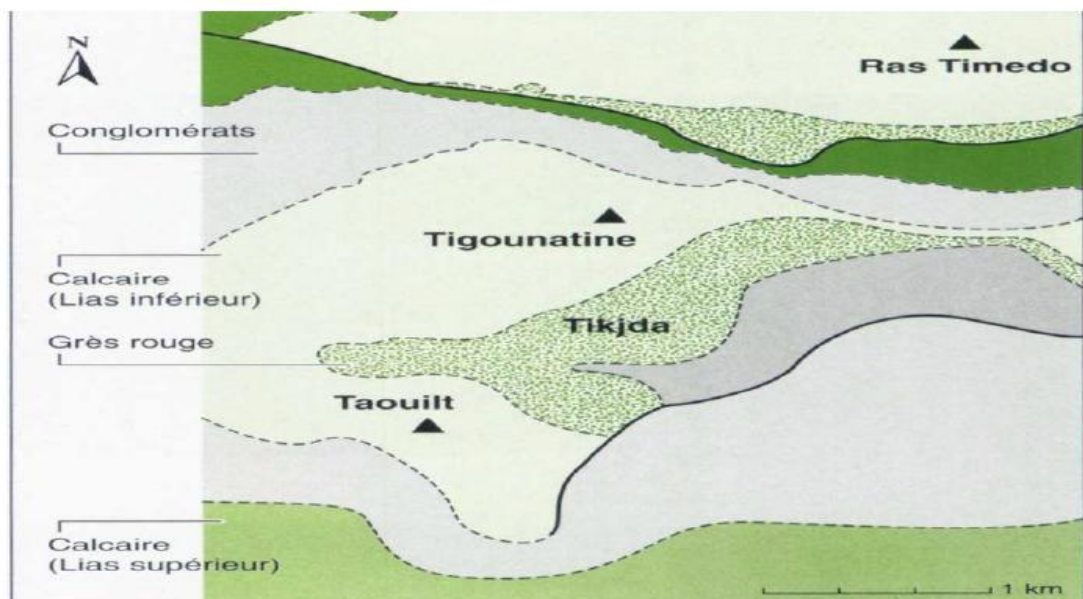


Figure 9: Carte géologique du site d'étude au Djurdjura, Algérie (Flandrin, 1952 in Benmouffok, 1993)

1.2. Station de Tikjda

Le site de Tikjda se situe sur le versant sud du Djurdjura Central, au sein du parc national du Djurdjura (**Fig. 10**). Ses coordonnées Lambert sont X : de 625 à 629 km et Y : de 347 à 352km.

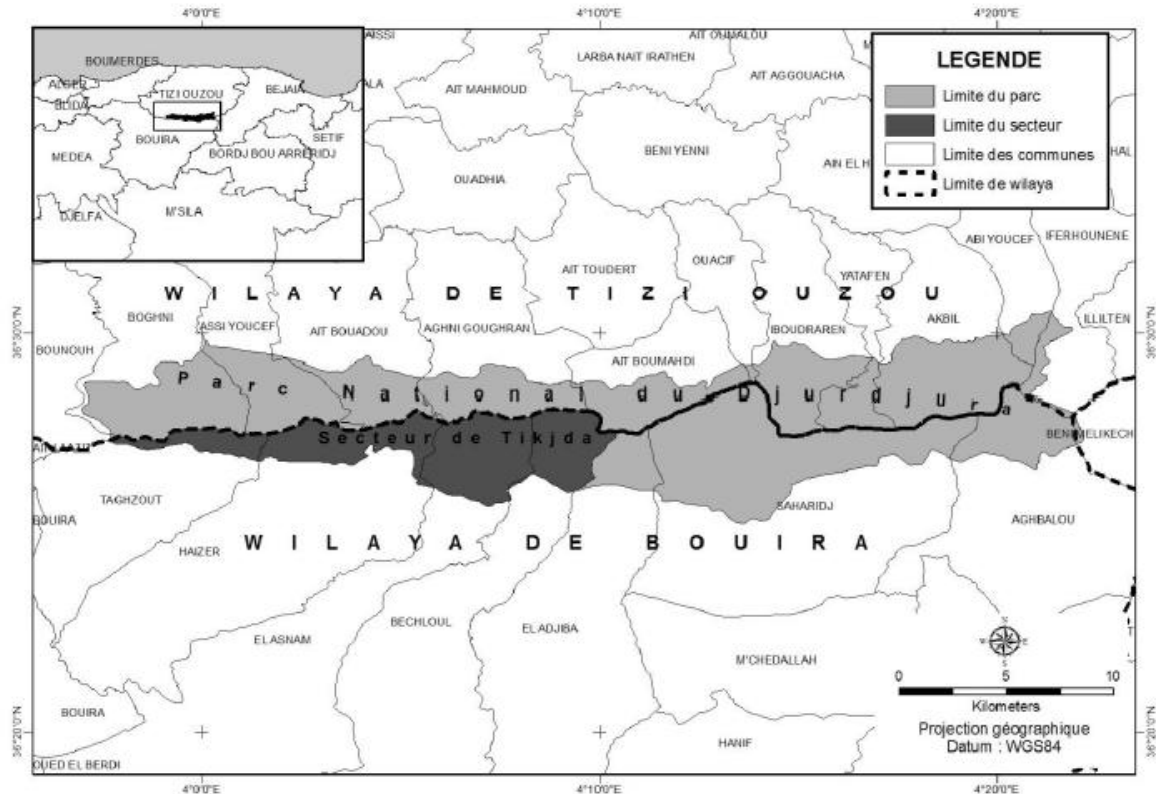


Figure 10 : Carte de localisation du site de Tikjda (Parc national du Djurdjura) (PND, 2014)

1.3. Climat de la zone d'étude

Le climat représente un des facteurs du milieu les plus importants. En effet, il est utile de connaître les quantités des précipitations, les températures, les différents facteurs climatiques (les températures, les précipitations, la neige et le vent...) et la durée de la saison sèche, pour avoir une idée précise sur le climat de la région.

Selon **Meddour (2010)**, Le gradient altitudinal des précipitations est de 64mm par 100m d'altitude, au-delà de 1 000m d'altitude, pour le versant sud du Djurdjura. Il y a une réduction de 0,41°C par 100m d'élévation altitudinale pour la moyenne des températures minimales et de 0,78°C par 100m d'élévation altitudinale pour la moyenne des maximales.

D'après **Derridj (1990)**, la neige tombe en moyenne 15 jours par an à Tikjda, et la nivosité y est de 20 à 30 jours. Le même auteur a signalé que la durée d'enneigement sur les sommets du Djurdjura est de 4 mois et plus.

L'humidité relative constitue par ses écarts brutaux, l'un des caractères climatiques les plus importants des montagnes de l'Afrique du Nord (**Quézel, 1957**). Le versant Sud du Djurdjura reçoit des masses d'air froides ou chaudes, mais souvent sèches et l'humidité relative de l'air est toute l'année inférieure à 50 % (**Abdesselam, 1982**). La vitesse moyenne annuelle du vent varie de 1,3 à 3m/s. sur les crêtes sommitales, cette vitesse dépasse 20 m/s, et les mois de printemps sont les plus venteux. La direction du vent dominant en altitude est celle de l'Ouest dans 30 à 35% des cas durant les divers mois de l'année

2. Matériel

2.1. Matériel biologique végétal (*Cedrus atlantica*):

Les plants de Cèdre de l'Atlas *Cedrus atlantica* Men (**Fig. 11**) sur lesquels nous avons réalisé le suivi des variations saisonnières de la cochenille des aiguilles *Dynaspidiotus regnerie* sont âgés d'environ 10 à 15 années et d'une hauteur de 1 mètre 50 à 2 mètres 50.



**Figure 11: le cèdre de l'Atlas (*Cedrus atlantica* Men)
(Hamadi, 2017)**

2.2. Matériel biologique animal (*Dynaspidiotus regnerie*):

La cochenille *Dynaspidotus regnerie* est une Diaspididae opophage reconnu pour ses infestations sporadiques à l'état larvaire et adulte (**Fig. 12 A, B**) a fait l'objet de l'étude qu'on voulait réaliser sur sa disponibilité temporelle en fonction des facteurs climatiques dans les régions de Tikjda.



Figure 12: La cochenille du cèdre *Dynaspidotus regnerie*. (Hamadi, 2017)

Bouclier (A) et Larve de 2^{ème} stade (B)

3. Méthodologie de travail

3.1. Dans le terrain:

Les deux rameaux de 10 cm prélevés de chacun des 5 arbres par exposition et station sont conservés dans des sachets en papier portant la date du prélèvement, le numéro de l'arbre, l'exposition et la station (**Hamadi, 2017**)

3.2. Au laboratoire:

Nous avons réalisé sous une loupe binoculaire le dénombrement et l'identification des différentes morphes (larves de 1^{er}, 2^{ème}, femelle adulte, pré nymphe, nymphe et mâle adulte) de la cochenille *Dynaspidotus regnerie*.

3.3. Méthodes d'échantillonnage:

3.3.1. Dénombrement des populations:

Nous avons programmé tous les 15 jours un dénombrement (sous loupe binoculaire) des populations globales mortes et vivantes, et celles des larves de 1^{er} stade mobile et fixe, de 2^{ème} stade, des pré nymphes, nymphes, femelles adultes et mâles adultes de *D. regnerie* par aiguille, rameau et exposition.

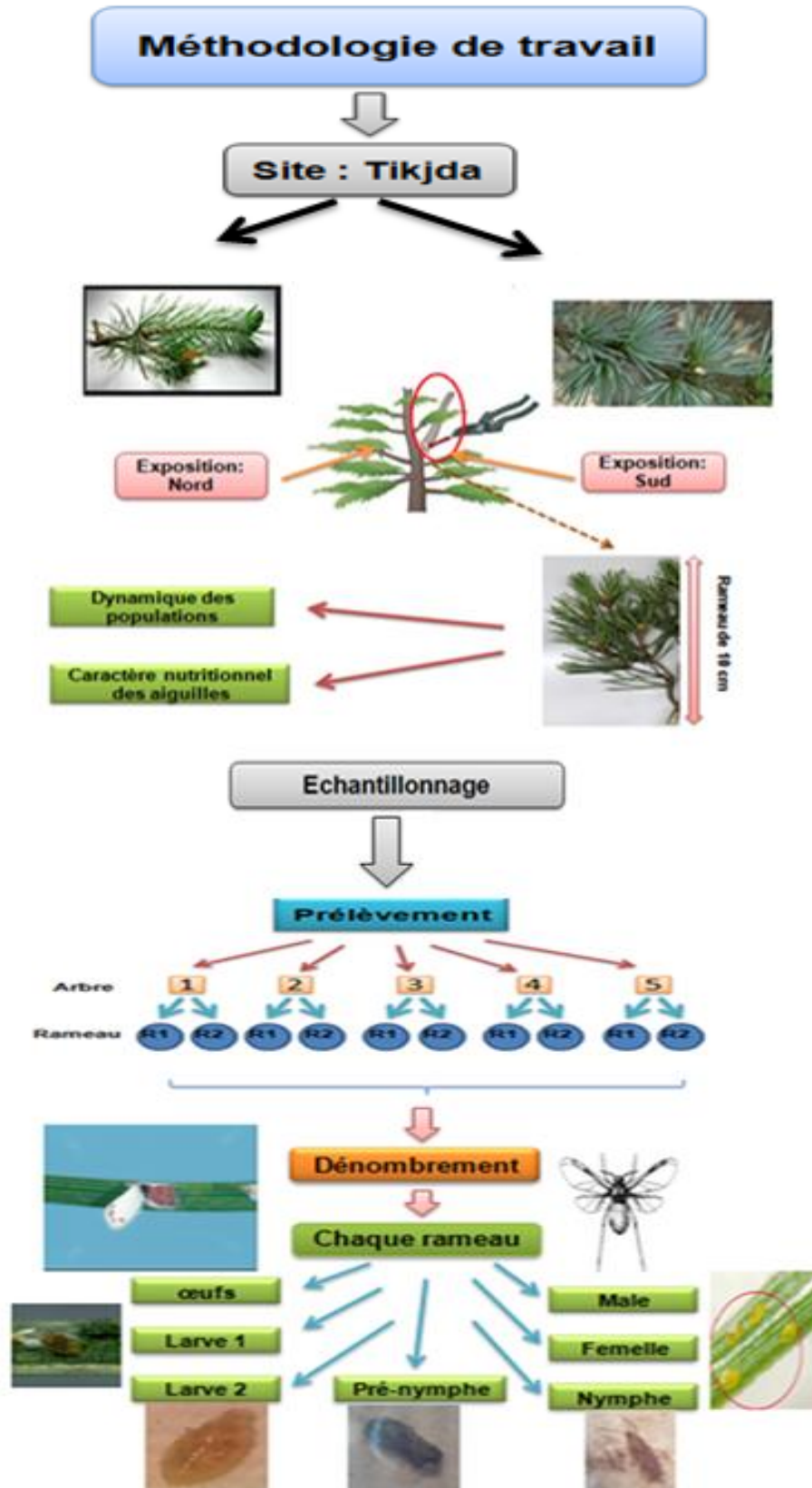


Figure 13: schéma récapitulatif de la méthodologie de travail

CHAPITRE III: RÉSULTATS ET DESCUSION

Chapitre III: Résultats et discussion:

1. Résultats

L'objectif de cette étude est de connaître le cycle biologique, les infestations saisonnières de la cochenille, et de mettre en évidence les interactions des facteurs climatiques; températures maximale, minimale, humidité relative de l'air et des facteurs physiologiques de la plante, ainsi que l'effet de ces facteurs exogènes sur le comportement du ravageur, *Dynaspidiotus regnieri* selon les expositions Nord et Sud des rameaux dans la région de Tikjda.

Vu les circonstances de cette année (COVID-19) on n'a pas pu réaliser ce travail au niveau de la station de Tikjda

1.1. Dynamique des populations de *Dynaspidiotus regnieri*

L'évolution temporelle des populations de la cochenille des aiguilles du cèdre de l'Atlas *Dynaspidiotus regnieri* au niveau des deux stations (fig. 14 a et b) montre qu'elles sont très variables dans le temps selon les morphes biologiques et les stations. En effet, il apparaît que les infestations globales sont plus importantes à Beni Ali (fig. 14 a) et plus représentées en période automno-hivernale par les femelles que par les larves de premier et de deuxième stade. Les nymphes beaucoup plus rares, n'apparaissent qu'au printemps. Tandis qu'à Chréa (fig. 14 b), les infestations beaucoup moins importantes sont représentées par une prédominance en même temps des femelles, des larves de premier et de deuxième stade. Les nymphes très rares, n'apparaissent qu'au printemps (HAMADI, 2017).

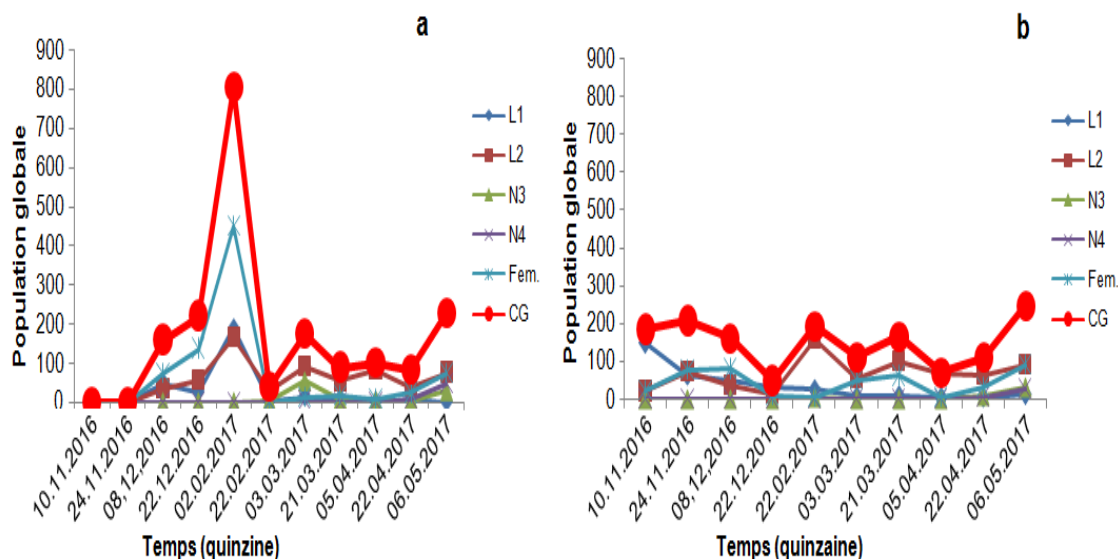


Figure 14: évolution temporelle des populations globales et des différents stades de la cochenille du cèdre de l'Atlas, *Dynaspidiotus regnieri* à Beni Ali (a) et Chrèa (b). (HAMADI, 2017)

L1: larves mobile et fixe de 1^{er} stade ; L2: larve de 2^{ème} stade; N3 : pré nymphe; N4:nymphe; Fem: Femelle; CG: courbe globale

l'impact des facteurs climatiques (températures maximale, minimale, humidité relative de l'air) sur les infestations de la cochenille *Dynaspidiotus regnieri* dans les stations de Chrèa et beni Ali (HAMADI, 2017)

1. Par station:

1.2. Béni Ali:

Les résultats comparés de l'interaction des facteurs climatiques (températures maximale, minimale, humidité relative de l'air) et physiologiques (teneur en eau, acides aminées, proline) au niveau des expositions Nord (Tab.2 A) et Sud (Tab.2 B) des aiguilles du cèdre de l'Atlas dans la région de Beni Ali montrent d'après les coefficients de corrélation qu'il existe une forte interaction entre certains de ces facteurs sur les infestations de la cochenille, *Dynaspidiotus regnieri*. Ainsi, au niveau des deux expositions Nord et Sud, il apparaît que le facteur température maximale a un effet contradictoire en diminuant la teneur en eau des aiguilles ($r = -0,498$ N; $r = -0,4661$ S), la quantité des acides aminés ($r = -0,45952$ N; $r = -0,4684$ S) et surtout sur les infestations ($r = -0,5734$ N; $r = -0,50554$), alors qu'elles sont corrélées positivement de façon assez marquée avec le taux de proline ($r = +0,69226$ N; $r = +0,74101$). De même, les températures

minimales sont beaucoup plus corrélées avec le taux d'infestation au Nord ($r=+ 0,79592$) qu'au Sud ($r=+ 0,43585$), et l'humidité relative de l'air est en même temps assez corrélée positivement avec la teneur en eau ($r=+ 0,434$ N; $r=0,35394$ S) et les infestations des aiguilles ($r=+ 0,47611$ N; $r=+ 0,41514$ S) (**HAMADI, 2017**).

Tableau 2: interaction des facteurs climatiques (T°C, H.R.) et sur les infestations de *Dynaspidiotus regnieri* selon les expositions dans la station de Beni Ali

A: nord; B: sud

A	AAN	PRN	INFN	TEN	B	AAS	PRS	INFS	TES
AAN	0	0,83284	0,31223	0,23903	AAS	0	0,43843	0,47306	0,82795
PRN	0,91951	0	0,73313	0,71629	PRS	0,6522	0	0,76581	0,98819
INFN	0,84898	0,65921	0	0,29247	INFS	0,7277	0,5393	0	0,0075
TEN	-0,51299	0,16955	0,46553	0	TES	-0,4018	-0,00695	0,88847	0
T max	-0,45952	0,69226	-0,5734	-0,498	T max	-0,4684	0,74101	-0,50554	-0,4661
T min	0,17268	0,25801	0,79592	-0,28214	T min	0,144	0,33172	0,43585	0,21965
HR %	0,091373	0,03278	0,47611	0,434	HR %	0,3946	-0,4143	0,41514	0,35394

AAN: Acides Aminés Nord, **PRON:** Proline Nord, **INFN:** Infestation Nord, **TEN:** Teneur en eau Nord, **TmaxN:** Température maximale Nord, **TminN:** Température minimale Nord, **HRN:** Humidité Relative Nord, **AAS:** Acides Aminés Sud, **PROS:** Proline Sud, **INFS:** Infestation Sud, **TES:** Teneur en eau Sud, **TmaxS:** Température maximale Sud, **TminS:** Température minimale Sud, **HRS:** Humidité Relative Sud.

1.2. Chréa:

Les résultats comparés de l'interaction des facteurs climatiques (températures maximale, minimale, humidité relative de l'air) et physiologiques (teneur en eau, acides aminées, proline) au niveau des expositions Nord (Tab.3 A) et Sud (Tab.3 B) des aiguilles du cèdre de l'Atlas dans la région de Chréa .montrent d'après les coefficients de corrélation qu'il existe forte interaction entre ces facteurs sur les infestations de la cochenille, *Dynaspidiotus regnieri*. Cependant, au niveau de l'exposition Nord, il apparaît que le facteur température maximale a un effet contradictoire en diminuant la teneur en eau des aiguilles ($r= -$

0,63175 N; $r = -0,58149$ S) et la quantité des acides aminés ($r = -0,49126$ N; $r = -0,5255$ S) et de façon assez marquée surtout sur les infestations ($r = -0,7919$ N; $r = -0,89636$ S), alors qu'elles sont corrélées positivement avec le taux de proline ($r = +0,62681$ N; $r = +0,52383$ S). De même, les températures minimales sont beaucoup plus corrélées avec le taux d'infestation au Nord ($r = +0,79592$) qu'au Sud ($r = +0,43585$), et l'humidité relative de l'air est en même temps assez corrélée positivement avec la teneur en eau ($r = +0,70767$ N; $r = 0,42039$ S) et les infestations des aiguilles ($r = +0,47611$ N; $r = +0,41514$ S).

Tableau 3: interaction des facteurs climatiques (T°C, H.R.) sur les infestations de *Dynaspidiotus regneri* selon les expositions dans la station de Chrèa

A: nord; B: sud

A	AAN	PRON	INFN	TEN	B	AAS	PROS	INFS	TES
AAN	0	0,78392	0,52855	0,9583	AAS	0	0,00373	0,19616	0,71835
PRON	0,62834	0	0,01181	0,28628	PROS	0,9162	0	0,31418	0,82465
INFN	0,88971	0,86563	0	0,20268	INFS	0,8548	0,74737	0	0,75528
TEN	-0,02457	0,47081	0,64816	0	TES	0,1683	0,10385	-0,14569	0
T max	-0,49126	0,62681	-0,7919	-0,63175	T max	-0,5255	0,52383	-0,89636	-0,58149
T min	-0,59091	-0,3409	0,66338	-0,37438	T min	-0,1102	0,27003	0,5545	-0,21441
HR %	0,40804	-0,7618	0,44913	0,70767	HR %	0,1986	-0,11786	0,32662	0,42039

AAN: Acides Aminés Nord, **PRON:** Proline Nord, **INFN:** Infestation Nord, **TEN:** Teneur en eau Nord, **TmaxN:** Température maximale Nord, **TminN:** Température minimale Nord, **HRN:** Humidité Relative Nord, **AAS:** Acides Aminés Sud, **PROS:** Proline Sud, **INFS:** Infestation Sud, **TES:** Teneur en eau Sud, **TmaxS:** Température maximale Sud, **TminS:** Température minimale Sud, **HRS:** Humidité Relative Sud

2. Effet comparé entre les deux stations:

Les résultats comparés de l'interaction des facteurs climatiques (températures maximale, minimale, humidité relative de l'air) et physiologiques (teneur en eau, acides aminées, proline) des aiguilles du cèdre de l'Atlas dans les stations de Beni Ali et Chrèa (Tab.4 A et B) montrent d'après les coefficients de

corrélation qu'il existe une forte interaction entre certains de ces facteurs sur les infestations de la cochenille, *Dynaspidiotus regnieri*. Ainsi, au niveau des deux stations, il apparaît que le facteur température maximale a un effet contradictoire en diminuant la teneur en eau des aiguilles ($r = -0,67183(A)$; $r = -0,72254(B)$), la quantité des acides aminés ($r = -0,61147(A)$; $r = -0,5003(B)$) et sur les infestations ($r = -0,6537(A)$; $r = -0,62646(B)$), alors qu'elles sont corrélées positivement avec le taux de proline ($r = +0,56593(A)$; $r = +0,62323(B)$). De même, les températures minimales sont beaucoup plus corrélées avec le taux d'infestation au Sud ($r = +0,64034$) qu'au Nord ($r = +0,54439$). L'humidité relative de l'air est en même temps fortement corrélée positivement avec la teneur en eau aussi bien à Béni Ali ($r = +0,74288$) qu'à Chrèa ($r = +0,87209$) et moyennement corrélée avec les infestations des aiguilles ($r = +0,48009 (A)$; $r = +0,40705 (B)$).

Tableau 4: interaction des facteurs climatiques (T°C, H.R.) sur les infestations de *Dynaspidiotus regnieri* entre les deux stations

A: Béni Ali; B: Chrèa

A	AABA	PROBA	INFBA	TEBA	B	AAC	PROC	INFC	TEC
AABA	0	0,63222	0,47983	0,61206	AAC	0	0,19361	0,40933	0,72945
PROBA	0,55208	0	0,8259	0,85756	PROC	-0,8574	0	0,42456	0,7259
INFBA	0,70298	0,71031	0	0,14237	INFC	-0,6734	0,76226	0	0,09627
TEBA	-0,23494	-0,0842	0,61409	0	TEC	0,1615	0,16364	0,67485	0
TmaxBA	-0,61147	0,56593	-0,6537	-0,67183	TmaxC	-0,5003	0,62323	-0,62646	-0,72254
TminBA	-0,5032	0,32415	0,54439	0,08007	TminC	-0,3552	-0,19407	0,64034	0,06251
HRBA	0,46552	-0,1527	0,48009	0,74288	HRC	0,3349	-0,54798	0,40705	0,87209

AABA: Acides Aminé Béni Ali, **PROBA:** Proline Béni Ali, **INFBA:** Infestation Béni Ali, **TEBA:** Teneur en Eau Béni Ali, **TmaxBA:** Température maximale Béni Ali, **TminBA:** Température minimale Béni Ali, **AAC:** Acides Aminé Chrèa, **PROC:** Proline Béni Ali, **INFC:** Infestation Chrèa, **TEC:** Teneur en Eau Chrèa, **TmaxC:** Température maximale Chrèa, **TminC:** Température minimale Chrèa,

2. Discussion:

La compréhension des relations nutritionnelles qui unissent les plantes, les populations de ravageurs et leurs ennemis naturels tout en tenant en compte des adaptations aux conditions environnementales est donc un élément clé afin de gérer et de préserver les écosystèmes.

Dans cette optique, la présente étude vise à mettre en évidence les effets des facteurs climatiques (température humidité de l'air) sur les infestations de la cochenille du Cèdre de l'Atlas, *Dynaspidiotus regnieri* sur les aiguilles des rameaux à exposition Nord et Sud au niveau des stations de Béni Ali et Chrèa.

2.1. Dynamique des populations de *Dynaspidiotus regnieri*:

Les résultats de l'évolution temporelle comparée des populations globales et des différents stades de la cochenille des aiguilles du cèdre de l'Atlas *Dynaspidiotus regnieri* selon les expositions, dans les deux stations montrent que cette cochenille présente aux stades larvaires 1 et 2, ainsi qu'à l'état de femelle, un niveau d'infestation hiverno-printanier plus prononcé que celui des pré-nymphes et nymphes à Béni Ali qu'à Chrèa. Cependant, durant la phase hivernale l'infestation des larves de premier stade est plus importante que celle des larves de deuxième stade qui se rapproche de celle des femelles à Béni Ali, Alors que les infestations des larves de premier et deuxième stade se raccordent à Chrèa. L'infestation printanière aussi bien globale que par stade biologique reste très peu marquée que celle de l'hiver dans les deux stations. Mais, elle est beaucoup plus représentée par les larves de 2^{ème} stade dont les infestations augmentent par rapport à celles des larves mobile et fixe de 1^{er} stade, qui diminuent pour devenir très rares. Alors que les pré-nymphes, les nymphes et les femelles sont très peu abondantes. Au niveau de l'exposition Nord, les larves de 1^{er} stade sont présentes durant le mois de Décembre, alors que les larves 2^{ème} stade et les femelles sont présentes entre les mois de Février à Avril. Tandis que les pré-nymphes et les nymphes apparaissent entre les mois de Mars et Mai. Tandis qu'au niveau de l'exposition Sud, les femelles et les larves de 1^{er} sont présentes entre les mois de Décembre à Février. Alors que larves de 2^{ème} stade, les pré-nymphes, les nymphes apparaissent entre Février et mai. Il ressort de ces résultats que la cochenille du cèdre de l'Atlas, *Dynaspidiotus regnieri* arrivant à se

préserver durant la période hivernale sous la forme de larves de premier, de deuxième stade, mais également à l'état de femelle immature, non pondreuse, alors qu'au printemps les infestations sont représentées beaucoup plus par les larves 2 que par les larves 1 et les femelles (**HAMADI,2017**) démontre bien que son cycle biologique dans les deux stations et quelque soit l'exposition diffère de celui qu'elle développe en Espagne, comme le montrent **Del Estal et al. (1994)** qui précisent que la biologie de cette espèce n'est pas connue dans son aire d'origine et seuls les travaux des données biologiques dans le centre de l'Espagne (Ségovie et Madrid) arrivent à démontrer que *D. regnieri* est une espèce univoltine (une seule génération par an) et que les femelles adultes fécondées (aux téguments très sclérifiés) présentes sur les aiguilles de cèdre tout au long de l'année, constituent également la forme de résistance à l'hiver. ces auteurs précisent les larves de stade 1, qui sont mobiles, n'apparaissent qu'au début du mois de juin, constituent la forme de dispersion de l'espèce et restent présentes jusqu'en septembre, avec un maximum en juin ou juillet. Alors que, les larves de stade 2 peuvent être présentes jusqu'à mi-octobre et les jeunes femelles adultes de mi-juillet à novembre.

Les morphes mâles pré nymphe, nymphe et adulte n'apparaissant et ne se préservant qu'au printemps aussi bien à Béni Ali qu'à Chrèa ne présentent pas le même type de cycle de vie annuel que celui observé en Espagne par **Del Estal et al. (1994)** montrant que les mâles aux stades pré-pupe, pupes et adulte sont présents durant une partie de l'hiver en faible proportion, mais aucun ne survit jusqu'au printemps. La majorité d'entre eux n'est présente que du début juillet à fin août.

2.2. Effets des facteurs climatiques (T° max., et min. et l'humidité relative de l'air) sur les infestations de *Dynaspidiotus regnieri*:

Les résultats portant sur l'effet des interactions des facteurs climatiques sur les infestations de *Dynaspidiotus regnieri* montrent qu'ils ont des effets controversés en fonction des expositions, mais également des différents facteurs climatiques et physico-chimiques. Ainsi, l'altitude a un effet majoratif sur les infestations qui sont les plus importantes sous l'effet des températures minimales, et moins importantes sous l'effet des températures maximales, mais qui diffèrent

selon l'altitude des stations (Chrèa 1500 m dont T° max. varie entre 15°C et 18°C et Béni Ali 900 m T° max. varie entre 20°C et 26°C). Ces températures maximales provoquent une augmentation du taux de proline, mais une diminution des infestations quelque soit les altitudes et les stations (**HAMADI, 2017**). En absence d'études sur l'effet des facteurs climatiques sur cette espèce de cochenille, nous nous sommes documentés et essayés de confronter nos résultats à ceux des travaux réalisés sur d'autres insectes, en particulier les Aphididae dont le régime alimentaire est similaire et sensible à la qualité nutritive des plantes, puisqu'un changement de statut nutritif des plantes les affectent directement ou indirectement (**Hartvigsen et al., 1995**) sur leur croissance, sans affecter leur métabolisme (**Qian et al., 2001**).

L'impact des changements climatiques sur les insectes est étroitement lié à l'augmentation de la température, un paramètre important qui régule leur vitesse de développement.

CONCLUSIONS-PERSPÉCTIVES

CONCLUSION GENERALE ET PERSPECTIVES

Le but de cette étude est de savoir l'incidence des facteurs climatiques sur les infestations de la cochenille (*Dynaspidiotus regnieri*) du cèdre de l'Atlas *Cedrus atlantica* Man dans la station de Chrèa et de Beni Ali. Cette étude nous a permis de conclure que quelque soit l'exposition, et l'altitude les différents stades présentent deux périodes d'infestation; la première automno-hivernale qui se caractérise par la présence plus marquée des larves L1 que celle des larves 2 et des femelles, contrairement à la période printanière durant laquelle prédominent les Larves 2, par rapport aux larves 1, pré-nymphes, nymphes et femelles. Cette cochenille passe l'hiver sous forme de jeunes larves de premier et deuxième stade, de femelle (**HAMADI, 2017**). Les résultats portant sur l'effet des facteurs climatiques sur les infestations de *D. regnieri* dans les stations de Béni Ali et Chrèa montrent que l'infestation est plus importante sous l'effet de la température minimale.

En perspective, vu les circonstances de cette année (COVID-19) nous n'avons pas pu réaliser ce travail au niveau de la station de Tikjda, il serait intéressant de compléter ce travail par des études plus approfondies permettant de mieux mettre en évidence le cycle biologique annuel de l'espèce dans cette station

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

Référence bibliographique:

Abdessemed K., 1982. Le cèdre de l'Atlas (*Cedrus atlantica M.*) dans le massif de l'Aurès et du Belzma .Etude phyto-sociologique. Problèmes de conservation et d'aménagement. Thèse de Doc.Ing.Fac. Des sciences et techniques, St Jérôme Aix Marseille ,200p.

Aroun M.E.F., 2015. Le complexe aphides et ennemis naturels en milieu cultivé et forestier en Algerie. Thèse de doctorat en protection des végétaux, Ecole Nationale Supérieure Agronomique, El Harrache, Alger, 118p.

Aussenac G. et Guehl J., 1990. Ecophysiologie du cèdre (*Cedrus sp.*).Conséquence pour la sylviculture station de sylviculture et de production INRA, Nancy, pp: 191-139

Awmack C.S. Et Leather S.R., 2002. Host plant quality and fecundity in herbivorous insects. *Annual Review of Entomology*, 47, 817-844.

Balachowsky A., 1928. Contribution à l'étude des coccides de l'Afrique Mineure (Deuxième note).Bulletin de la Société d'Histoire Naturelle de l'Afrique du Nord. 1. Pp. 121-144.

Balachowsky A., 1948. Les cochenilles de France, d'Europe du nord de l'Afrique e du bassin méditerranéen. IV. Monographie des Coccoidea, classification Diaspidinae (Première partie). Entomologie Appliquée. Actualités Scientifiques et Industrielles. 1054: 243-394.

Balachowsky A., 1954. Etude comparative des cochenilles du cèdre au Liban et en Afrique du Nord. *Revue de Pathologie Végétale et d'Entomologie Agricole en France*. 33: 108-114. Courbet F. (coordinateur) et al 2012. *Le cèdre en France face au changement climatique : bilan et recommandations*. Document RMT AFORCE, 29 pages.

Barriteau M. et Ferrandes P., 1992. Les cèdres. In <<L'amélioration des plante>>.Gallais A., Bannerot H., INRA. Paris:732-743.

Barriteau M. et Ferrandes, P., 1990. L'amélioration des cèdres en France. In actes du Symposium International sur le cèdre .Antalya, Turquie : 366-379.

Belhadid zahia, Chakali Gahdeb, Mohamed Ghalem, Haddar Lilia et Hamza Boughrara, 2013. DISTRIBUTION DES CARABOIDEA DANS DIFFÉRENTS

PEUPLEMENTS FORESTIERS DU PARC NATIONAL DE CHRÉA, ALGÉRIE. Lebanese Science Journal, Vol. 14, No. 2, 2013. Pp 53-61.

Belkhodja M. et Benkabilia. M., 2000. Proline response of faba bean (*Vicia faba* L.) under salt stress. *Egypt. J. of Agric. Res.*, 78, (1), pp.185-195.

Benabid, A., 1994. Biogéographie, phytosociologie et phytodynamique des cédraies de l'Atlas *Cedrus atlantica* (Manetti). *Ann. Rech. For. Maroc.* T 27. pp 61-76.

Boudy P., 1950. Economie forestière Nord Africaine: Monographie et traitements des essences forestières. Ed.Larose, T2(II), Paris, 878p.

Boudy P., 1952. Guide du forestier en Afrique du Nord. Ed. La Maison Rustique. 505 p.

Boutamine., 1987. Etude structurale et dynamique du peuplement de pin noir du Djurdjura, Mémoire. Ing. USTHB. pp. 10-14.

Chapman R.F et Blaney W.M., 1979. Chapitre 4: How animals perceive secondary compounds, dans Rosenthal G.A. et Janzen D.H. 1979. Herbivores, their interaction with secondary plant metabolites. Academic Press. New York, New York.718 p.

Chuche,J ., Denis Thiery., 2014. Biology and ecology of the Flavescence dor´ee vector *Scaphoideus titanus*: a review. *Agronomy for Sustainable Development*, Springer Verlag/EDP Sciences, INRA, 34 (2), pp.381-403.

Comeau A., 1992. La résistance aux pucerons : Aspects théoriques et pratiques. In: Vincent Ch. et Coderre D. (Eds.), *La lutte biologique*. Ed. Lavoisier Tec & Doc, Québec, pp. 433- 449.

Corrigan J. J. et Srinivasan N. G., 1966. The occurrence of certain D-amino acids in Insects. *Biochemistry*, 5, pp. 1185-1190.

Del Estal P., Soria S. et Vinuela E., 1994. Localizacion y ciclo biologico de *Nuculaspis regnieri*, Balachw 1928 (Homoptera Diaspididae) en la zona centro de espana. *Bolletino Sanidad Vegetal, Plagas* 20(2) pp. 477-486.

Derridj, A. 1990. Etude des populations de *Cedrus atlantica* M. en Algérie. Thèse Doc. U.P.S Toulouse .288 p.

Dinant S., Bonnemain J.L., Girousse C., Kehr J., 2010. Phloem sap intricacy and interplay with aphid feeding, *C. R. Biologies* 333; 504–515.

El Yousfi M., 1994. La santé du Cèdre de l'Atlas au Maroc. *Ann. Rech. For., T (27):* 593-611.

Emberger, L., 1938. Contribution à la connaissance des cèdres en particulier du Deodar et du cèdre de l'Atlas. *Rev. de Bot. App. Et d'Agre. Tropicale. Bull. n°198* Fev. Tome XVII, pp. 77-91.

Fabre (J.-P.), Mouna (M.), Du Merle (P.), Benhalima (S.)1999. Le Point sur certains ravageurs du Cèdre de l'Atlas en Afrique du Nord, en France et en Europe. *Forêt méditerranéenne*, tome 20, n° 4, 1999, pp. 203-218.

Fabre J-P., 1988. Possibilités d'infestation par les pucerons : *Cedrobium laportei* Remaudière, *Cinara cedri* Mimeur (Homoptera, Lachnidae), chez le genre *Cedrus*. *Ann. Sci. For., 45(2) : 125-140.*

Fabre J-P., 1994. Etat actuel des connaissances sur les ravageurs originaux de l'aire naturelle des Cèdres parvenus en France, colonisation par les insectes d'un nouvel écosystème forestier. *Ann. Rech. For., T (27): 539-551*

Ferrandes, P., 1986. Amélioration génétique des arbres forestiers. *R.F.F.N°spécial* p.139-141.

Germain, J.-F., Boutte, B., Boivin, T & Chalon, A., 2014. Un nouveau parasite dans les forêts de cèdre de l'Atlas: La cochenille des aiguilles *Dynaspidiotus regnieri*. *Forêt Méditerranéenne*, 35 (1), 53-58. <http://prodinra.inra.fr/record/361618>

HAMADI F.Z., 2017- Incidence quantitatives des acides aminés des aiguilles du cèdre de l'Atlas, *Cedrus atlantica* Man sur les infestations de *Dynaspidiotus regnieri* dans deux stations du parc national de chrèa. *Mém. Master, Phytopharmacie App., Univ. Blida 1, Algérie, 42p.*

Hahn D.A., 2005. Larval nutrition affects lipid storage and growth, but not protein or carbohydrate storage in newly eclosed adults of the grasshopper *Schistocerca Americana*. *Journal of Insect Physiology*, 51, 1210-1219.

Halimi, A., 1980. L'Atlas Blideen, Climat et étage végétaux. Ed. O.P.U. Alger: 523 p.

Hartvigsen G., Wait D.A. et Coleman J.S., 1995, Tri-trophic interactions influenced by resource availability: predator effects on plant performance depend on plant resources. *Oikos*, 74, pp 463-468.

Heyser JW, DeBruin D., Kincaid M., Johnson R.Y, Rodriguez M.M & Robinson N.J., 1989. Characterization of L [513C] – proline biosynthesis in halophytic and non halophytic suspension cultures by ¹³C NMR. *J. Plant Physiol.*, 135, 459-446.

Krouchi F., 1995. Contribution à l'étude de l'organisation reproductive du cèdre de l'Atlas (*Cedrus atlantica* Manetti) à Tal-Guileg (Djurdjura Nord Occidental). Thèse. Mag. INA. Alger. 105p. 6 Annexes

Ladanyi M. et Horvath L., 2010. A review of the potential climate change impact on insect populations general and agricultural aspects. *Applied Ecology and Environmental Research* 8, 143-152.

M'hirit, O., 1982. Etudes écologiques et forestières du Rif marocain. Essai sur une approche multidimensionnelle de la phytoécologie et de la productivité du cèdre. *Ann. Rech. For. au Maroc*. Tome 22:502p.

Martikainen P., Slitonen J., Punttila P., Kaila L. et Rauh, J., 2000. Species richness of Coleoptera in mature managed and oldgrowth boreal forests in southern Finland, *Biological Conservation* 94, 199–209.

Meddour R., 2010. Bioclimatologie, phytogéographie et phytosociologie en Algérie. Exemple des groupements forestiers et préforestiers de la Kabylie. Thèse. Doct. Agr. Option: Foresterie. U.M.M.T.O. 398p.

Meddour, R., 1994. Cédraies de l'Atlas Blidéen, bioclimatologie, syntaxonomie et dynamique Séminaire sur le Cèdre de l'Atlas. Ifrane (Maroc, 7-11 juin 1993). *Ann. Rech. For. Maroc.*, 27 (numéro spécial), Vol.1. Edité par M'Hirit, O., Samih, A. et Malagnoux, M. pp.: 106-127.

Morandini, R. and Mercurio, R., 1990. Atlas Cedar (*Cedrus atlantica* M.) in Italy. In actes du Symposium International sur le cèdre. Antalya, Turquie.

Mouna M. and Fabre J-P., 2005. Pest insect of cedars: *Cedrus atlantica* Manetti, *C. libani* A. Richard and *C. brevifolia* Henry in Mediterranean area in: LIEUTIER F. et

GHAIOULE D. (Eds.), Entomological Research in Mediterranean Forest Ecosystems. INRA, France, pp. 89-103. vol. 53, 966-971.

Mouna M., 1994. Etat des connaissances sur l'entomofaune du Cèdre de l'atlas (*Cedrus atlantica* Manetti) au Maroc. Ann. Rech. For. Maroc, T(27) : 513-526.

Mouna M., 2001. Les principaux insectes ravageurs du cèdre de l'Atlas (*Cedrus atlantica*) au Maroc in: workshop on " Assessment of the scale of insect infestation in cedar forest in Lebanon and the Mediterranean region ". Univ., Beirut, Liban, pp. 25-34.

Naidu, B.P., D.F. Cameron Et S.V. Konduri, 1998. Improving Drought Tolerance of Cotton by Glycine Betaine Application and Selection. Proceedings of the Australian Agronomy Conference, July 20-23, 1998, The Australian Society Of Agronomy, Australia.

Nedjahi M., 1988. la croissance et la productivité du cèdre de l'Atlas à Chréa, Ann.Rech.Forest.Algérie, Vol2, Pp23-58.

Nedjahi A., 1988. La cédraies de Chréa « Atlas Blidéen » : Phénologie, productivité, régénération. Thèse.Doc.Univ.de Nancy 1.France, 184p.

Niraz, S., Leszczynski, B., Ciepiela, A., Urbanska, A., Warchol, J., 1985. Biochemical aspects of winter wheat resistance to aphids. *International Journal of Tropical Insect Science*, 6(03), 253-257.

Palevsky E., Borochoy-Neori H. et Gerson U., 2005. Population dynamics of *Oligonychus afrasiaticus* in the southern Arava Valley of Israel in relation to date fruit characteristics and climatic conditions. *Agricultural and Forest Entomology* 7: 283-290.

Penny F. Langhammer, Mohamed I. Bakarr, Leon A. Bennun, Thomas M. Brooks, Rob P. Clay, Will Darwall, Naamal Desilva, Graham J. Edgar, Güven Eken, Lincoln D.C. Fishpool, Gustavo A.B. Da Fonseca, Matthew N. Foster, David H. Knox, Paul Matiku, Elizabeth A. Radford, Ana S.L. Rodrigues, Paul

Salaman, Wes Sechrest et Andrew W. Tordoff., 2011. Identification et analyse des lacunes des Zones clés de la biodiversité. UICN. 91p.

Petersen M.K et Hunter M.S., 2002. Ovipositional preference and larval - early adult performance of two generalist lacewing predators of aphids in pecans. *Biol. Cont.*, 25, 101-109.

Putod R., 1979. Le reboisement du cèdre dans le Sud-est de la France. Bull. Vulg. Forrest. N°8 P: 58.

Qian YL., Wilhelm S.J. & Marcum K.B., 2001. Comparative Responses of Two Kentucky Bluegrass Cultivars to Salinity Stress. *Crop Science*, 41, p.1895-1900.

Quézel P., 1957. Peuplement végétal des hautes montagnes de l'Afrique du Nord. Lechevalier(Ed).Paris. France, 463p.

Quezel, P., 1976. Les forêts du pourtour méditerranéen. In Forêts et maquis méditerranéens: écologie, conservation et aménagement. Note technique MAB, 2. Pp : 9-33. UNESCO, Paris

Quézel, P., 1980. Biogéographie et écologie des conifères sur le pourtour méditerranéen. In <<Actualité d'Ecologie forestière>>, collection éditée par Pesson, Paris, pp.: 205-256.

Quézel P., 1998. Cèdres et cédraies du pourtour méditerranéen : signification bioclimatique et phytogéographique. *Forêt médit.* 19 : 243-260.

Quezel P., Et Medail F., 2003. Ecologie et biogéographie des forêts du bassin méditerranéen, Ed. Ins, dédié d'écol et paléo. Univ. Aix Marseille II, 570 p.

Remaudière, G., 1954. Les Cinarini (Hom. Aphidoidea, Lachnidae) du cèdre en Afrique du Nord. Revue de Pathologie Végétale et d'Entomologie Agricole de France, vol. 33, 115-122.

Saporta. G., 1990. Probabilités. Analyse des données et statistiques,Ed Technip.493p

Sauvion N., Calatayud P. A., Thiery D., et marion-Poll F., 2013. *Interactions insectes-plantes*. Editions Quae.

Singh, T.N., D. Aspinall, L.G. Paleg et S.F. Bogges, 1973. Stress Metabolism. II. Changes in Proline Concentration in Excised Plant Tissues. *Aust. J. Biol. Sci.*, 26: 57-63.

Slansky F. J. R. et Rodriguez J.G., 1987. *Nutritional ecology of insects, mites, spiders, and related invertebrates: an overview*, In: F. Slansky Jr. and J.G. Rodriguez (eds.), New York. pp. 1-69.

Slansky F. J. R. et Rodriguez J.G., 1987. *Nutritional ecology of insects, mites, spiders, and related invertebrates: an overview*, In: F. Slansky Jr. and J.G. Rodriguez (eds.), New York. pp. 1-69.

Strong D.R; Lawton J.H. et Southwood R., 1994. *Insects on plants: community patterns and mechanisms*. Harvard University press. Cambridge, Massachusetts. 313 p.

Thery A., 1928. Etude sur les bup restides de l'Afrique du nord. Mémoires de la société des sciences naturelles du Maroc, 1-586.

Toth, J., 1980. Le cèdre dans quelques pays du partout méditerranéen et dans deux autres pays à grande importance forestière. *Forêt. Médit. II (1)*, CTGREF, Aix en Provence.

Van Asch M. et Visser M.E., 2007. Phenology of forest caterpillars and their host trees: The importance of synchrony. *Annual Review of Entomology* 52: 37-55.

Weibull J., 1987. Seasonal changes in the free amino acids of oat and barley phloem sap in relation to plant growth stage and growth of *Rhopalosiphum padi*. *Ann. Appl. Biol.* 111: 729-737.