

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  
جامعة باجي مختار - عنابة  
UNIVERSITE BADJI MOKHTAR – ANNABA

FACULTE DES SCIENCES  
DEPARTEMENT DE BIOLOGIE

## THESE

PRESENTEE EN VUE DE L'OBTENTION DU DIPLOME DE DOCTORAT

FILIERE : BIOLOGIE

OPTION : BIODIVERSITE, EVOLUTION, ET ECOLOGIE DE LA SANTE

*Intitulé*

# ECOLOGIE DES MESANGES DANS LE NORD-EST ALGERIEN

*Présentée par : M. SAKRAOUI Walid*

Directrice de thèse:

M<sup>me</sup> BOUSLAMA ZIHAD

*Professeur*

Université d'Annaba

Présidente:

M<sup>me</sup> BENCHALEL Wafa

*Professeur*

Université d'Annaba

Examineurs:

M<sup>me</sup> NOURI Nada

*Maitre de conférences A*

Université d'El Tarf

M<sup>me</sup> ZIANE Nadia

*Maitre de conférences A*

Université d'Annaba

M. TIAR Ghoulem

*Maitre de conférences A*

Université d'El Tarf

*Année universitaire 2018 - 2019*

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  
جامعة باجي مختار - عنابة  
UNIVERSITE BADJI MOKHTAR – ANNABA

FACULTE DES SCIENCES  
DEPARTEMENT DE BIOLOGIE

## THESE

PRESENTEE EN VUE DE L'OBTENTION DU DIPLOME DE DOCTORAT

FILIERE : BIOLOGIE

OPTION : BIODIVERSITE, EVOLUTION, ET ECOLOGIE DE LA SANTE

*Intitulé*

# ECOLOGIE DES MESANGES DANS LE NORD-EST ALGERIEN

*Présentée par : M. SAKRAOUI Walid*

Directrice de thèse:

M<sup>me</sup> BOUSLAMA ZIHAD

*Professeur*

Université d'Annaba

Présidente:

M<sup>me</sup> BENCHALEL Wafa

*Professeur*

Université d'Annaba

Examineurs:

M<sup>me</sup> NOURI Nada

*Maitre de conférences A*

Université d'El Tarf

M<sup>me</sup> ZIANE Nadia

*Maitre de conférences A*

Université d'Annaba

M. TIAR Ghoulem

*Maitre de conférences A*

Université d'El Tarf

*Année universitaire 2018 - 2019*



*Remerciements*

## REMERCIEMENTS

*Je tiens à travers cette petite tribune à exprimer toute ma gratitude et mes plus vifs remerciements à toutes les personnes qui m'ont accompagné tout au long de cette aventure. Je commencerai évidemment par mon jury de soutenance :*

*Je remercie tout d'abord le Professeur **Wafa BENCHALAL** pour avoir accepté de juger ce travail et d'en présider le jury. Je tiens particulièrement à lui exprimer ma grande reconnaissance pour sa disponibilité et sa grande sympathie.*

*Je tiens particulièrement à exprimer ma plus profonde gratitude au Professeur **Zihad BOUSLAMA** ma Directrice de thèse, merci de m'avoir accompagné avec bienveillance et engagement tout au long de mes études en Biologie. Vous m'avez permis de révéler en moi cette vocation de chercheur, de surpasser ma timidité et de m'accomplir pleinement dans mes recherches. Je vous en serai éternellement reconnaissant.*

*Je remercie chaleureusement le Docteur **Nadia ZIANE**, le Docteur **Nada MERABET**, ainsi que le Docteur **Ghoulém TIAR** de m'avoir fait bénéficier,*

avec la plus extrême gentillesse, de vifs encouragements et de précieux conseils. Qu'il me soit permis de leur témoigner ma respectueuse reconnaissance pour avoir accepté de juger ce travail.

Un très grand merci à toute l'équipe EcoSTaq. En particulier, le Docteur Belabed Adnène Ibrahim et Nadir Kouloughli.

Je tiens également à remercier tous les amis qui ont pris part à cette aventure et qui se sont laissé initier aux joies et aux contraintes de terrain, et qui ont été d'une aide très précieuse. Je pense particulièrement à Hichem, Midou, Karim, et surtout Rabie.

Un immense merci à la petite équipe qui m'a énormément aidé à faire aboutir mon article : mon cousin Sabri, sa femme Meriem et au Docteur Sírí CARPENTÉ, pour la traduction en langue anglaise. Je remercie spécialement mon ami Azzidine et sa sœur Amína pour le suivi et la concrétisation du projet.

Je remercie infiniment ma cousine Feriel, son mari Mehdi Boukheroufa, et leur fils Sofiane, pour

leurs aides précieuses, leur sympathie et leurs conseils avisés.

Je remercie également le **Professeur Riad REMITA**, pour son aide, ses orientations et ses encouragements.

Mes remerciements vont aussi à ma famille et mes amis proches qui m'ont énormément aidé et encouragé à mener à terme ce travail, en usant de tous les stratagèmes pour me booster au bon moment. Ils se reconnaîtront sûrement mais je tiens à leur dire que je me sens chanceux d'être si bien entouré.

Mes sentiments les plus profonds vont vers mes premiers fans mes parents, mes sœurs, **Nihed** et **Dounia**, mon beau-frère **Nabil**, ainsi qu'à ma nièce **Mélissa** et mon neveu **Nazim**. Leur présence et leurs encouragements sont pour moi les piliers fondateurs de ce que je suis et de ce que je fais. Mes sentiments les plus affectueux vont également à mes beaux parents qui ont toujours été d'un soutien indéfectible.

Enfin, un merci infini à mes deux amours, ma fille **Méline** et ma femme **HANA**, sans qui toute ma vie n'aurait aucune saveur... je vous aime.



## *Résumés*

## RESUME

Nous nous sommes penchés sur une hypothèse qui a été testée en Europe continentale et qui stipule que la Mésange bleue pourrait tirer un bénéfice appréciable de l'agrandissement expérimental des cavités artificielles utilisées couramment pour l'étudier. L'étude qui en découle a été délibérément réalisée au niveau du massif montagneux de l'Edough dont les caractéristiques sont similaires à celles aux forêts européennes. Nous avons ainsi travaillé durant deux saisons successives où nous avons placé 125 nichoirs standards et 125 nichoirs expérimentalement agrandis. Nous avons ensuite réalisé un suivi de la phénologie de reproduction depuis l'occupation des nichoirs jusqu'à l'envol des jeunes. Une étude morphométrique des pulli a été effectués dans les deux types de nichoirs et les ectoparasites des nids ont été également prélevés, comptabilisés et comparés entre les deux types de cavités artificielles.

Les résultats obtenus montrent globalement un effet positif de l'agrandissement expérimental des nichoirs sur la phénologie de reproduction de la Mésange bleue. En effet, même si la durée de construction et de consolidation physique et thermique des nids dans les nichoirs expérimentaux est plus longue et plus coûteuse en termes d'énergie pour les parents, il n'en demeure pas moins que ça n'affecte pas le succès à la reproduction puisque celui-ci est plus important dans les nichoirs agrandis par rapport aux nichoirs standards. Idem pour le temps d'élevage des jeunes où l'investissement parental est plus important dans les nichoirs expérimentaux, pour autant, cet investissement ne pénalise en aucun cas le succès à l'envol puisqu'il n'existe pas de différences significatives de ce paramètre entre les deux types de nichoirs. Les résultats obtenus illustrent également que les pulli issus des nichoirs expérimentaux ont une croissance pondérale plus importante. Enfin, nos résultats ont démontré que l'agrandissement expérimental des nichoirs pouvait constituer un rempart aux ectoparasites.

**Mots clés :** Mésange bleue - *Cyanistes caeruleus ultramarinus* – Massif Montagneux de l'Edough – agrandissement expérimental des nichoirs – phénologie de reproduction – parasitisme.

## ABSTRACT

We examined the hypothesis that has been tested in continental Europe, that Blue Tits could benefit significantly from experimental enlargement of the artificial cavities commonly used to study it. The resulting study was deliberately carried out at the level of the mountain range of the Edough, whose characteristics are similar to those of European forests. We worked during two successive seasons, we placed 125 standard nest boxes and 125 experimentally enlarged nest boxes. Then we monitored breeding phenology from occupancy of the nest box, to the fledging of the chicks. A pulli morphometric study was carried out in both nest box types, and nest ectoparasites were also collected, accounted, and compared between the two type of nest boxes.

Overall, the results obtained show a positive effect of experimental nest box enlargement on the breeding phenology of the Blue Tit. Although the duration of construction, physical and thermal consolidation of nests in experimental nest boxes is longer and more costly in terms of energy for the parents, this does not affect reproductive success since it is more important in experimental nest boxes than in standard nest boxes. The same goes for the breeding time of chicks, where parental investment is greater in experimental nest boxes, but this investment does not penalize flying success since there are no significant differences in this parameter between the two types of nest boxes. The results obtained also showed that pulli from the experimental nest boxes had greater weight growth. Finally, our results showed that experimental enlargement of nest boxes could provide a bulwark against ectoparasites.

**Key words :** Blue Tit - *Cyanistes caeruleus ultramarinus* – Edough Mountain – experimental nestbox enlargement – reproductive phenology – parasitism.

## المخلص

فحصنا فرضية تم اختبارها في أوروبا القارية، أن القرقف الأزرق لشمال إفريقيا يمكنه أن يستفيد من التوسيع التجريبي للأعشاش الاصطناعية المستخدمة عادة لدراسته. وقد أجريت الدراسة على مستوى السلسلة الجبلية إيدوغ ، التي تشبه خصائصها خصائص الغابات الأوروبية. درسنا لموسمين متتاليين حيث وضعنا 125 صندوق عش قياسي و 125 صندوق عش مكبر تجريبيا، ثم درسنا فنولوجيا التكاثر من إحتلال الصندوق إلى الطيران. وأجريت دراسة مورفومترية الصوت ، كما تم جمع وحصر الطفيليات الخارجية للعش ومقارنته بين نوعي الأعشاش الاصطناعية. وعموما ، تظهر النتائج التي تم الحصول عليها أثرا إيجابيا للتكبير التجريبي للأعشاش على ظاهرة التكاثر للقرقف الأزرق لشمال إفريقيا. على الرغم بأن مدة البناء و التوطيد في الأعشاش التجريبية أطول وأكثر تكلفة من حيث الطاقة للوالدين . هذا الاستثمار لا يعاقب بأي حال النجاح في الطيران لأنه لا توجد فروق ذات دلالة إحصائية في هذه المعلمة بين نوعي صناديق العش. توضح النتائج أيضا أن صوت الأعشاش الاصطناعية لها زيادة في الوزن أعلى . أخيرا ، أظهرت نتائجنا أيضا أن التوسع التجريبي للأعشاش يمكن أن يشكل حاجزا للطفيليات الخارجية .

## الكلمات الرئيسية

جبال الإيدوغ - التوسيع التجريبي للأعشاش الاصطناعية - فنولوجيا التكاثر - التطفل - القرقف الأزرق -

*Cyanistes cæruleus ultramarinus*



*Listes des  
figures, tableaux et photos*

## LISTE DES FIGURES

N°	Titres des figures	Page
<b>1</b>	<i>Localisation de la péninsule de l'Edough.</i>	<b>7</b>
<b>2</b>	<i>Les plages maritimes de la péninsule de l'Edough.</i>	<b>8</b>
<b>3</b>	<i>Position de la station De Séraïdi sur le climagramme d'Emberger. Répartition bioclimatique du chêne liège.</i>	<b>10</b>
<b>4</b>	<i>Carte géologique simplifiées.</i>	<b>13</b>
<b>5</b>	<i>Cadre physique de la partie Est de la péninsule de l'Edough.</i>	<b>14</b>
<b>6</b>	<i>Aire de répartition de la mésange bleue <i>Cyanistes caeruleus</i> dans le monde.</i>	<b>19</b>
<b>7</b>	<i>Site d'étude.</i>	<b>24</b>
<b>8</b>	<i>Plan des deux types de nichoirs.</i>	<b>26</b>
<b>9</b>	<i>Morphologie de la puce</i>	<b>30</b>
<b>10</b>	<i>Cycle de vie de la puce</i>	<b>31</b>
<b>11</b>	<i>Une tique <i>Ixodidae</i>.</i>	<b>33</b>
<b>12</b>	<i>Cycle de vie d'une tique</i>	<b>34</b>
<b>13</b>	<i>Durée de construction des nids</i>	<b>40</b>
<b>14</b>	<i>Taille des nids</i>	<b>41</b>
<b>15</b>	<i>Taux d'occupation des nichoirs installés durant les deux saisons d'étude.</i>	<b>42</b>
<b>16</b>	<i>Fréquences des grandeurs de ponte de la Mésange bleue nord-africaine</i>	<b>43</b>
<b>17</b>	<i>Succès de reproduction de la Mésange bleu nord-africaine.</i>	<b>44</b>
<b>18</b>	<i>Succès à l'envol chez la Mésange bleue nord-africaine.</i>	<b>45</b>
<b>19</b>	<i>Succès à l'éclosion chez la Mésange bleue nord-africaine.</i>	<b>46</b>
<b>20</b>	<i>Temps d'élevage des jeunes.</i>	<b>47</b>
<b>21</b>	<i>Masse des pulli de la Mésange bleue nord-africaine, entre J1 et J17</i>	<b>49</b>
<b>22</b>	<i>Longueur d'aile des pulli de Mésange bleue nord-africaine ,entre J7 et J17</i>	<b>50</b>
<b>23</b>	<i>Longueur du tarse des pulli de Mésange bleue nord-africaine ,entre J7 et J17</i>	<b>51</b>
<b>24</b>	<i>Longueur du culmen des pulli de Mésange bleue nord-africaine ,entre J7 et J17</i>	<b>52</b>
<b>25</b>	<i>Représentation schématique des rostris et capitulum des principaux genres d'Ixodidés.</i>	<b>54</b>
<b>26</b>	<i>Caractérisation taxonomique d'<i>Ixodes ricinus</i></i>	<b>55</b>
<b>27</b>	<i>Description de <i>Demanyssus gallinae</i></i>	<b>57</b>
<b>28</b>	<i>Description de <i>Ceratophyllus</i></i>	<b>58</b>
<b>29</b>	<i>Répartition des parasites sur les deux types de nichoirs</i>	<b>59</b>
<b>30</b>	<i>Proportion des mites dans les nichoirs standards et expérimentaux</i>	<b>59</b>
<b>31</b>	<i>Proportion des puces dans les nichoirs standards et expérimentaux</i>	<b>60</b>
<b>32</b>	<i>Proportion des tiques dans les nichoirs standards et expérimentaux</i>	<b>61</b>
<b>33</b>	<i>Proportion des trois types d'ectoparasites dans les nichoirs standards et les nichoirs expérimentaux</i>	<b>62</b>
<b>34</b>	<i>Les indices parasitaires</i>	<b>64</b>

## LISTE DES TABLEAUX

N°	Titre des tableaux	Page
<b>1</b>	<i>Relevés météorologiques pour l'année 2014.</i>	<b>12</b>
<b>2</b>	<i>Relevés météorologiques pour l'année 2015.</i>	<b>12</b>
<b>3</b>	<i>Changements de noms scientifiques chez les Mésanges.</i>	<b>16</b>
<b>4</b>	<i>Classification du Cyanistes caeruleus.</i>	<b>17</b>
<b>5</b>	<i>Etapés de la construction des nids chez la mésange bleue.</i>	<b>27</b>
<b>6</b>	<i>Détermination de l'âge chez les poussins de mésange bleue.</i>	<b>27</b>
<b>7</b>	<i>Critères d'identification taxonomiques des Siphonaptères.</i>	<b>32</b>
<b>8</b>	<i>Certains critères d'identification des tiques de la région méditerranée.</i>	<b>35</b>
<b>9</b>	<i>Taux d'occupation des nichoirs.</i>	<b>42</b>
<b>10</b>	<i>Paramètres de la reproduction de la Mésange bleue nord-africaine.</i>	<b>48</b>
<b>11</b>	<i>Paramètres morphologiques des pulli de Mésange bleue nord-africaine, entre J7 et J17</i>	<b>52</b>
<b>12</b>	<i>Les indices parasites</i>	<b>63</b>
<b>13</b>	<i>Exemples d'études de la Mésange bleue dans son aire de répartition</i>	<b>65</b>
<b>14</b>	<i>Comparaison de certains paramètres résultants de notre étude avec ceux obtenus par Chabi &amp; Isenmann dans la même zone d'étude (Massif de l'Edough) a différentes altitudes.</i>	<b>67</b>

## LISTE DES PHOTOS

N°	Titres des photos	Page
1	<i>Sous-espèces de mésange bleue Cyanistes caeruleus.</i>	18
2	<i>Cavité naturelle de la mésange bleue dans d'un arbre</i>	20
3	<i>Dimorphisme sexuel chez la Mésange bleue</i>	21



## *Sommaire*

# SOMMAIRE

<b>INTRODUCTION</b>	<b>1</b>
<b>MATERIEL ET METHODES</b>	<b>7</b>
<b>1. DESCRIPTION GENERALE DE LA ZONE D'ETUDE</b>	<b>7</b>
<b>1.1. Aperçu climatologique</b>	<b>9</b>
<b>1.1.1. Climat</b>	<b>9</b>
<b>1.1.2. Le Bioclimat</b>	<b>9</b>
<b>1.1.2.1. La température</b>	<b>10</b>
<b>1.1.2.2. Les vents</b>	<b>11</b>
<b>1.1.2.3. L'humidité de l'air</b>	<b>11</b>
<b>1.1.2.4. La pluviosité</b>	<b>11</b>
<b>1.2. Aperçu géologique</b>	<b>12</b>
<b>1.3. Hydrographie</b>	<b>13</b>
<b>1.4. Biodiversité écosystémique</b>	<b>14</b>
<b>2. PRESENTATION DU MODELE BIOLOGIQUE</b>	<b>15</b>
<b>2.1. Limite génétique</b>	<b>15</b>
<b>2.2. Etymologie</b>	<b>16</b>
<b>2.3. Evolution de la position systématique</b>	<b>17</b>
<b>2.4. Systématique</b>	<b>17</b>
<b>2.5. Description morphologique</b>	<b>18</b>
<b>2.6. Répartition géographique</b>	<b>19</b>
<b>2.7. Habitats naturels et nids</b>	<b>20</b>
<b>2.8. Données bioécologiques</b>	<b>20</b>
<b>2.8.1. Dimorphisme sexuel</b>	<b>20</b>
<b>2.8.2. Reproduction</b>	<b>21</b>
<b>2.8.3. Longévité</b>	<b>22</b>
<b>2.8.4. Rythme d'activité et comportement</b>	<b>22</b>
<b>2.8.5. Régime alimentaire</b>	<b>23</b>

2.8.6. Prédation	23
<b>3. METHODOLOGIE GENERALE</b>	<b>24</b>
3.1. Description du site d'étude	24
3.2. Description de la végétation	25
3.3. Description de la méthodologie	25
3.3.1. Choix et placement des nichoirs	25
3.3.2. Suivi de la construction des nids	26
3.3.3. Suivi de la phénologie de reproduction	27
3.3.3.1. Le taux d'occupation	28
3.3.3.2. La date de ponte	28
3.3.3.3. La taille ou grandeur de ponte	28
3.3.3.4. Le succès à l'éclosion	28
3.3.3.5. Le succès à l'envol	28
3.3.3.6. Le succès reproductif	28
3.3.4 Etude morphométrique des pulli	28
3.3.4.1. Mesure du Tarse	29
3.3.4.2. Mesure de l'aile	29
3.3.4.3. Mesure du culmen	29
3.3.4.4. Mesure du poids	29
3.3.5. Etude des ectoparasites des nids	29
3.3.5.1. Récupération des nids	29
3.3.5.2. Déparasitage et conservation	29
3.3.5.4. Identification taxonomiques des parasites	30
3.3.5.4.1. Les puces	30
3.3.5.4.2. Les tiques	33
3.3.5.4.3. Les mites	37
3.3.5.5. Calcul des indices parasitaires	37
3.3.5.5.1. Estimation de la prévalence	38
3.3.5.5.2. Intensité moyenne parasitaire	38
3.3.5.5.3. Abondance parasitaire	38
3.3.6. Analyses statistiques des données	39
<b>RESULTATS</b>	<b>40</b>
<b>1. PARAMETRES DE REPRODUCTION DE LA MESANGE BLEUE</b>	<b>40</b>
1.1. Durée de construction des nids	40
1.2. Mesure du volume des nids	41
1.3. Taux d'occupation des nichoirs	42

1.4. Période et date de ponte	43
1.5. Grandeur de ponte	43
1.6. Succès de la reproduction	43
1.7. Succès à l'envol	44
1.8. Succès à l'éclosion	45
1.9. Temps d'élevage des jeunes	46
2. DESCRIPTION DES PARAMETRES MORPHOMETRIQUES DES PULLI	48
2.1. Masse moyenne des pulli	48
2.2. Mesure de l'aile	50
2.3. Mesure du tarse	51
2.4. Mesure du culmen	52
3. ECOLOGIE ECTOPARASITAIRES COMPAREE ENTRE NICHOURS STANDARDS ET NICHOURS EXPERIMENTAUX	53
3.1. Caractérisation taxonomique	53
3.1.1. <i>Ixodidés</i>	53
3.1.2. <i>Dermanyssus gallinae</i>	55
3.1.3. <i>Ceratophyllus</i>	57
3.2. Analyse des indices parasitaires	58
DISCUSSION	65
CONCLUSION ET PERSPECTIVES	72
REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES	74



# *Introduction*

## INTRODUCTION

La notion d'habitat désigne la globalité des êtres vivants et leurs interactions ainsi que l'intégralité des éléments physiques ou chimiques (**Begon et al., 1996 ; in Schultz et al., 2003**). C'est également un ensemble d'éléments de l'écologie du paysage qui constituent le milieu en offrant les ressources naturelles suffisantes pour permettre à la population d'une espèce de vivre et se reproduire normalement sur ce territoire (**Morrison et al., 1998 in Schultz et al., 2003**).

Cette notion d'habitat est donc utilisée pour décrire et cartographier l'endroit et les caractéristiques du « milieu » — dans lequel une population d'individus d'une espèce donnée (ou d'un groupe d'espèces symbiotes ou vivant en guildes) peuvent normalement vivre et s'épanouir. **Schultz et al. (2003)** poussent leur analyse en faisant la différence entre la survie et la reproduction. La sélection de l'habitat pour la survie seulement ou pour la survie et la reproduction peut varier en fonction de l'endroit et de la période, c'est le cas des Oiseaux, qui peuvent présenter des besoins différents pendant l'hiver, l'élevage ou les autres saisons.

La pertinence des modèles d'habitat est ainsi liée aux variables environnementales, qui doivent être importantes pour l'espèce cible. Par exemple, les variables couramment utilisées pour les espèces d'oiseaux "sont des mesures du climat (p. ex. température), de la structure du paysage (p. ex. indices de connectivité), de l'hétérogénéité du paysage (p. ex. couvert d'écotones), des ressources (p. ex. disponibilité des insectes) et de l'information biotique (p. ex. concurrents coexistant)" (**Thuiller et Münkemüller, 2010**).

Les habitats naturels sont essentiels à la survie des oiseaux, fournissant des aires de reproduction et d'hivernage, des refuges contre les prédateurs et des haltes migratoires, entre autres services (**Lebbin et al., 2010 ; Pearce-Higgins et Green 2014**). Il n'est donc pas surprenant que la perte d'habitat représente de nombreuses menaces pour les communautés d'oiseaux du monde entier (**Jetz et al., 2007 ; Pearce-Higgins et Green 2014**). Par exemple, la destruction des habitats utilisés par les oiseaux peut exercer des effets profonds au niveau de la population (**Lebbin et al. 2010**).

C'est pour cette raison que de nombreux chercheurs ont eu recours à l'utilisation de nichoirs artificiels, dans l'idée d'inférer les résultats obtenus aux processus affectant les cavités

naturelles (**Mezquida et Marone, 2003 ; Burke et al., 2004**). En effet, leur utilisation facile et le contrôle des expérimentations qu'ils permettent ont attiré rapidement les écologistes qui les ont largement utilisés dans les travaux traitant essentiellement des aspects liés à la reproduction (**Langowska et al., 2010; Mainwaring, 2011**). Les nichoirs permettent un contrôle aisé des expérimentations et l'étude de nombreux aspects qui seraient difficilement accessibles en cavités naturelles. Ils constituent une représentation raisonnable de ces cavités naturelles, même s'ils peuvent en différer par la taille, la forme ou la densité (**Møller, 1992**). Initialement, les nichoirs ont été créés pour soutenir les oiseaux cavicoles, et pour aider la lutte biologique dans les jeunes forêts, plantations, parcs et jardins (**Lambrechts et al., 2010**). De nombreux travaux ont démontré que les nichoirs peuvent aider à mieux contrôler l'impact des effets stochastiques tels que les facteurs abiotiques (p. ex. météo, disponibilité des trous) et facteurs biotiques (p. ex. prédation ou la concurrence) (**Leroux et al., 2015 ; Fokkema et al., 2018 ; Griffith et al., 2018**). L'utilisation des nichoirs a permis de faire des avancées significatives en Ornithologie, à travers l'analyse de la structure et du fonctionnement des écosystèmes, où les oiseaux s'érigent en excellent indicateur pouvant renseigner sur le degré de développement et sur "l'état de santé" d'un écosystème (**Becker, 2003**). Ce qui a valu à cette classe taxonomique une position privilégiée, puisque très utilisée pour élaborer les plans de gestion (**Blondel, 1993 ; Benyacoub, 1993 ; Benyacoub et al., 1998**) des parcs et réserves naturels ainsi que pour formuler des propositions en matière de gestion de l'espace naturel et urbain (**Lambrechts et al., 2010 ; Mainwaring, 2011**).

La revue de **Newton (1994)** a révélé que dans 30 des 32 études sur les oiseaux qui nichent dans les cavités, l'approvisionnement en nichoirs s'est traduit par une augmentation de la densité d'occupation. Cependant, toutes les espèces d'Oiseaux ne réagissent pas de la même manière face à l'introduction des nichoirs artificiels. Certaines espèces s'adaptent bien plus que d'autres, c'est le cas des Mésanges bleues *Cyanistes caeruleus* (**Serrano-Davies et al., 2017 ; Shutt et al., 2018**). L'utilisation privilégiée d'un nichoir, lorsqu'il est disponible, est probablement attribuable à la meilleure protection qu'il offre contre les intempéries et la prédation (**Goodenough et al., 2011**), les oiseaux utilisant des cavités naturelles dans les arbres subissant des pertes plus importantes en raison de l'immersion et de la prédation (**Wesolowski et Rowinski, 2014**). Les *Cyanistes caeruleus* sont ainsi classées comme espèces nicheuses de cavités secondaires, utilisant une cavité déjà présente, contrairement aux

espèces qui nichent dans des cavités primaires et qui creusent leur propre cavité et aux espèces qui utilisent un nid ouvert (**Martin et Li, 1992**).

Ainsi, les Mésanges bleues constituent un bon modèle d'étude en biologie des populations (**Charmantier et al., 2016**). Leur taille, leur abondance et leur durée moyenne de vie donnent accès à l'observation des individus souvent sur plusieurs années, et leur sédentarité permet de les étudier tout au long de leur cycle annuel et de procéder à des échantillonnages de qualité. Les nombreux travaux portant sur les différentes stratégies de reproduction de l'espèce à travers son aire de répartition, ont révélé une grande variabilité dans ses traits d'histoire de vie (**Mainwaring et al., 2014 ; Fokkema et al., 2016 ; Lambrechets et al., 2016b**). La Mésange bleue est très répandue dans le Paléarctique occidental, en moyenne et haute latitudes continentale et océanique, de la Méditerranée et la steppe vers les zones tempérées à celles boréales, et du climat aride jusqu'à l'humide, et dans les régions ayant un mois de juillet entre 14-30°C (**Voous, 1960**). Elle niche essentiellement dans les basses terres, même si elle colonise les Alpes suisses à des altitudes avoisinant les 1250 m. Elle s'est déjà reproduite à des hauteurs de 1700 m (**Glutz von Blotzheim, 1962**). C'est une espèce que l'on retrouve dans presque tous les habitats arborés. Elle exploite les grands et les petits arbres, avec une tendance aux hauteurs plus élevées que les autres espèces du même genre *Parus*, mais dans la plupart des régions de sa répartition géographique, elle porte une préférence affirmée aux chênes du genre *Quercus* (**Cramp et Perrins, 1993**). La Mésange bleue affectionne également les taillis, bosquets, haies, avenues, parcs, jardins, vergers et fermes, toujours à condition qu'il y ait des trous appropriés pour la nidification. En outre, on la retrouve dans les milieux ruraux, péri-urbains et mêmes urbains.

La Mésange bleue a fait l'objet d'études empiriques en Europe, dont les plus importantes ont été portées par d'imminents chercheurs tels que Blondel, Isenmann ou encore Lambrecht (**Blondel et al., 1991, 1993, 1994, 1998, 2002 ; Isenmann, 1987 ; Lambrechts et al., 2010, 2012, 2014, 2016a, 2016b**). En Afrique du Nord et spécialement en Algérie, la Mésange bleue a autant été étudiée qu'en Europe (**Moali et al., 1992 ; Chabi, 1998 ; Isenmann et Moali 2000 ; Bouslama, 2003 ; Ziane et al., 2006 ; Makhloufi, 2011 ; Boulahbal, 2012 ; Benyacoub-Brahmia, 2016 ; Benlahcene, 2016**). Dans notre région d'étude, *Cyanistes caeruleus* est une espèce commune très répandue, et ce, à partir du

niveau de la mer jusqu'aux hauteurs du massif de l'Edough. De ce fait, son monitoring se révèle une source de données très intéressantes.

Chez la Mésange bleue, la reproduction se divise en trois phases d'investissement: la production d'œufs, l'incubation et l'approvisionnement des pulli. Toutes les trois sont énergétiquement coûteuses et impliquent un compromis entre l'effort parental et le maintien de la condition parentale, un compromis qui s'impose à la reproduction actuelle mais aussi à la reproduction future (**Balestrieri et al., 2018**). Les oiseaux construisent un nid pour y pondre leurs œufs. Ce nid peut prendre une variété de formes allant de la boue à peine creusée jusqu'à la construction ornementée (**Lambrechts et al., 2016 a ; Jarvinen et al., 2017**) . Indépendamment de leur construction, le rôle du nid est de fournir un emplacement pour l'incubation des œufs jusqu'à l'éclosion, puis un endroit sûr jusqu'à l'envol. Le niveau d'investissement au moment de l'incubation peut avoir une incidence sur les événements du cycle biologique en aval, comme la date d'éclosion (**Matthysen et al., 2011 ; Vedder, 2012**) et la fécondité future (**Nilsson et al., 2008 ; Nord et Nilsson, 2011**).

Par ailleurs, De nombreux travaux ont démontré que les nichoirs contenaient des charges d'ectoparasites beaucoup plus élevées par rapport aux cavités naturelles, en raison de leur microclimat favorable (**Hebda et Wesolowski, 2012**). On peut aussi supposer qu'un microclimat stable à l'intérieur du nichoir favorise la croissance bactérienne. Le succès de la reproduction est soumis à une forte pression de sélection et détermine donc les caractéristiques du cycle biologique (**Peralta-Sanchez et al., 2012**). Par conséquent, les oiseaux acceptent souvent les coûts de remise en forme associés aux ectoparasites et aux bactéries pathogènes par rapport au risque accru d'échec de la reproduction dans les cavités naturelles. Cependant, il ne faut pas négliger que selon la théorie de l'évolution du parasite, la croissance accrue du parasite a des effets négatifs sur la fitness de l'hôte, communément appelé virulence (**Ewald, 1994**). Qu'il s'agisse du point de vue du parasitologue ou bien celui de l'écologue, les parasites se définissent souvent de manière différente. Pour le premier, il s'agit d'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). Pour l'écologie, il s'agit de la même définition mais avec la stipulation qu'un parasite réduit la survie et / ou le succès de la reproduction de son hôte (**Mennerat et al., 2019**). 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 (**Zeghouma et al., 2019**). Etant donné que chaque organisme est confronté au parasitisme, soit en tant qu'hôte, soit en tant que parasite (**Barbault 1992 ; Combes, 2001**), 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 (**Minchella et Scott 1991 ; Fitze et al., 2004**), la dynamique des populations (**Poulin, 1998**) et dans le façonnement ainsi des traits d'histoire de vie des individus. De nombreux travaux ont également mis en exergue la présence d'effets des ectoparasites sur la croissance des pulli (**Brommer et al., 2011**) et l'induction de réponses immunitaires et inflammatoires coûteuses (**Møller et al., 2005**). Le système immunitaire immature des oisillons peut entraîner des impacts directs plus importants de l'ectoparasitisme en raison de la nécessité d'attribuer des ressources nutritionnelles suffisantes pour la croissance (**Szep et Møller 1999**). Compte tenu de l'impact négatif des ectoparasites sur la forme physique de l'hôte, il y aura sélection sur les hôtes pour éviter les infestations de parasites par le comportement, physiologique et réponses immunologiques (**Michalakis, 2007**). Toute ces -réponses sont complémentaires et peuvent être induites chez les adultes, les oisillons ou les deux (**Simon et al., 2005**).

C'est à partir de tous ces éléments que s'est inspirée notre problématique et l'hypothèse qui en découle à savoir l'analyse de la pertinence d'un agrandissement expérimental des nichoirs artificiels usuellement utilisés sur terrain, et son incidence éventuelle sur les paramètres de reproduction, de croissance et de robustesse contre les attaques parasitaires. Cette étude a été donc menée dans le massif montagneux de l'Edough où nous avons abordé les aspects suivants :

- Une première partie a été consacrée à l'analyse comparative des paramètres de reproduction de la Mésange bleue entre nichoirs standards et nichoirs expérimentaux.

- Une seconde partie s'est focalisée sur une analyse comparative des paramètres morphométriques des pulli dans les deux types de dispositifs.

Une dernière partie que nous avons consacrée à l'analyse comparative de l'infestation parasitaire dans les deux types de dispositifs.

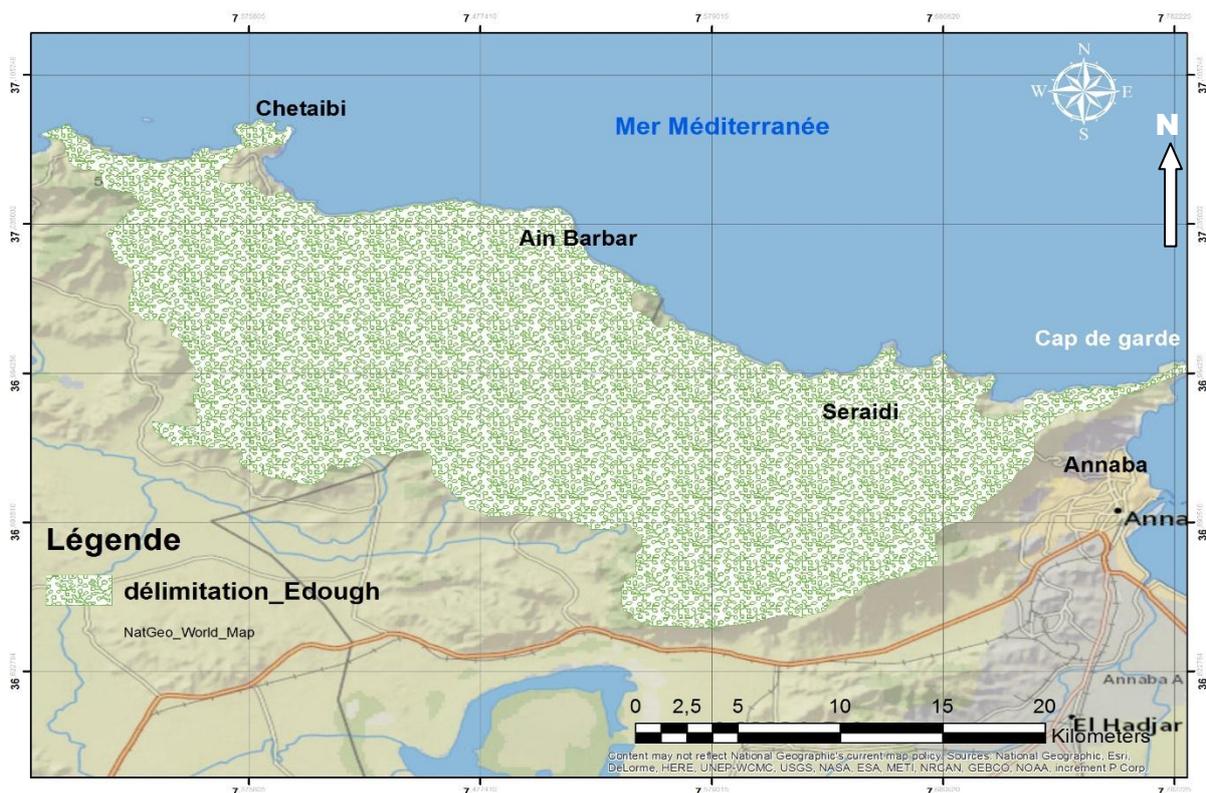


*Matériel et  
Méthodes*

## MATERIEL ET METHODES

### 1. DESCRIPTION GENERALE DE LA ZONE D'ETUDE

Notre étude a été effectuée dans le massif montagneux de l'Edough, dans la wilaya d'Annaba, à l'extrême nord-est de l'Algérie ( latitude 36°,30 N et 37°,03 N et 7°,20 E et 8°,40 E), ville côtière limitée par la mer méditerranée au Nord, au Sud par les monts de la Medjerda, à l'Est par les frontières algéro-tunisiennes et à l'Ouest et Sud-ouest le massif de l'Edough (Fig. 1).



**Figure 1: Localisation de la péninsule de l'Edough (Bousslama, 2017).**

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 (Fig. 1). Le littoral de la péninsule de l'Edough s'étend du Cap de Fer jusqu'au Cap de Garde, au point où commence la plaine sablonneuse du Golfe de Bône (**Rozet et Carette, 1850**). La distance entre les deux caps est de 80 km. Sa masse principale,

allongée en direction N55°E correspond au djebel Edough proprement dit. La ligne de crêtes, longue de 26 km, atteint son point culminant à 1008 m d'altitude, au mont Bouzizi appelé par les anciens le Kef Sebaâ (rocher du lion), qui se trouve être le point culminant de la région (1008m), 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**).

Des falaises maritimes, des côtes rocheuses constituent le littoral mais aussi des plages maritimes longent ce littoral (Fig. 2). Ces plages correspondent à la végétation des rochers maritimes de type siliceux, et à la végétation psammophile des dunes littorales qui fractionnent la côte.



**Figure 2: Les plages maritimes de la péninsule de l'Edough (Bouslama, 2017).**

Six communes de cette wilaya se partagent la région du massif de l'Edough : Chétaïbi (Tekouch/Herbillon), Oued El Aneb, Séraïdi (Bugeaud), Treat, Berrahal et une partie de la ville d'Annaba (Hippone/Bône).

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 (**Frangi, 2002**). D'autres sources ont, sans doute, été trouvées

depuis. Le village de Bugeaud fut installé par les Français à près de 900 mètres d'altitude, sur les pentes du Mont Edough. Le site de Bugeaud est situé à 12 kilomètres d'Annaba (et donc du niveau de la mer, ce qui donne une idée de la déclivité de la pente) et à 168 kilomètres de Constantine.

## **1.1. Aperçu climatologique**

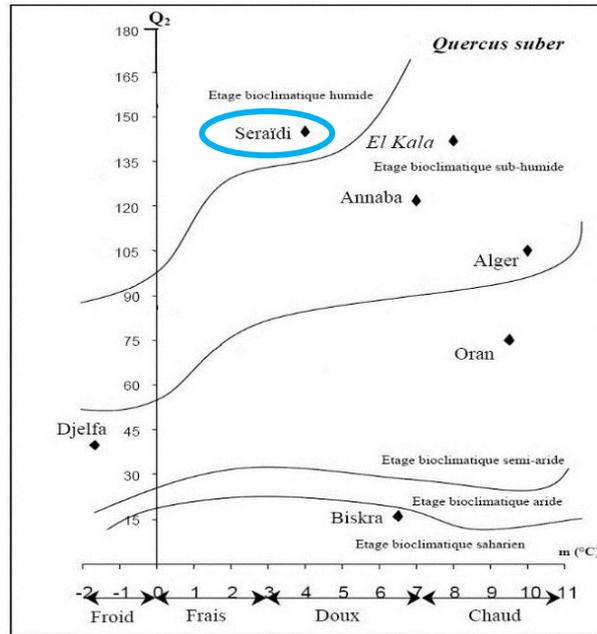
### **1.1.1. Climat**

La zone d'étude est sous l'influence d'un climat subhumide (**Emberger, 1955**), caractérisé par une pluviométrie fort généreuse, Ce climat est à caractère méditerranéen avec une période pluvieuse d'octobre à avril et une période sèche de mai à septembre. La température moyenne annuelle est de l'ordre de 18.7°C en 2014 et 18.4°C en 2015. Les mois les plus chauds sont juillet et août où la température moyenne oscille autour de 22°C.

Les mois les plus froids sont décembre et janvier avec des températures moyennes de l'ordre de 7 °C. Durant la saison estivale, ce sont les vents chauds et secs qui dominent. Ils assèchent l'atmosphère et favorisent le déficit hydrique de la végétation et contribuent fortement à la propagation de violents incendies de forêts. Par ailleurs, la pluviométrie fort généreuse de la zone d'étude permet non seulement l'entretien du couvert forestier, mais surtout le maintien du réseau hydrographique important (**In De Belair, 1990**).

### **1.1.2. Le Bioclimat**

La synthèse bioclimatique montre que le climat de la région d'étude est du type méditerranéen : pluvieuse en hiver et sec en été (Fig. 3).



**Figure 3: Position de la station De Séraïdi sur le climagramme d'Emberger. Répartition bioclimatique du chêne liège. (D'après Daget, 1977).**

Le quotient d'Emberger (1952) situe Séraïdi (et tous les massifs environnants) dans l'étage bioclimatique humide tempéré (Fig. 3) (Belouahem-Abed *et al.*, 2009). En Numidie orientale (Annaba-El Tarf), les températures élevées de l'été et l'humidité se conjuguent pour créer ici et là un véritable climat subtropical. Par contre, les conditions climatiques hivernales sont réunies pour créer un climat tempéré (Belouahem-Abed *et al.*, 2009).

Ainsi un certain nombre d'espèces végétales au regard des variations intra-annuelles et inter-annuelles du climat trouve en Numidie sub-littorale des conditions adéquates leur permettant de se maintenir localement : pluies abondantes de l'hiver accompagnées de températures élevées de l'été : toutes ces conditions simulant un climat tempéré en hiver et subtropical en été, ce qui nous permet d'avancer que la région comporterait une véritable poche relictuelle tropicale (De Belair, 1996).

Il semble que le climat algérien n'a pas fondamentalement changé depuis la période pré-historique. Un climat de type méditerranéen règne dans la région ; plusieurs paramètres le caractérisent et l'influencent :

**1.1.2.1. La température :** ce paramètre varie en fonction de l'altitude, de la distance de la mer et de la position topographique (Toubal, 1986) ; de manière plus générale, Seltzer (1946) souligne que dans toute l'Algérie (hormis le Sahara) ; la température moyenne est, de

novembre à avril, inférieure à la moyenne annuelle ; elle lui est supérieure de mai à octobre.... On peut donc diviser l'année en un semestre froid et un semestre chaud (**in De Belair, 1990**). Le tableau 1 permet d'en évaluer la variation.

**1.1.2.2. Les vents :** jouant un très grand rôle dans la région, ils sont relativement stable depuis le Quaternaire récent ; les plus violent sont ceux du Nord-est souvent liés aux pluies d'équinoxes, qui apportent la précipitation les plus importantes venues de l'Atlantique, lorsque les hautes pressions du large des Açores ont cédé le pas aux basses pressions venues de l'Atlantique. A l'opposé, le sirocco qui souffle du Sud-est principalement en été, assèche et favorise, avec les températures élevées les incendies de forêts (**De Belair, 1990**).

**1.1.2.3. L'humidité de l'air :** ce paramètre dont les valeurs sont relativement élevées à proximité du littoral, atteint les valeurs les plus froids (janvier et décembre). Cette humidité élevée de l'air, même en période estivale, explique que la région puisse être plongée dans un voile de brume : véritable compensation pour les végétaux qui ne bénéficiant presque d'aucune précipitation durant l'été.

**1.1.2.4. La pluviosité :** elle est conditionnée par les perturbations cycloniques d'origine atlantique de l'Ouest et du Nord-est, et les dépressions qui prennent naissance en méditerranée occidentale, généralement centré dans le périmètre du golfe de Gène-Corse-Sardaigne. Ce second phénomène n'affecte, en général, que la partie orientale du Tell algérien et est à l'origine de son statut de région la plus humide d'Algérie (**in Benyacoub 1993**). **Seltzer (1946)** remarque que les pluies qui tombent en Algérie étant pour la plus part d'origine orographique ; cependant, on note une diminution de l'intensité des précipitations d'ouest en est dû à l'importance de l'ombre hydrique de massif de l'Edough, ce dernier a pour effet de bloquer partiellement les pluies cycloniques de l'hiver (**De Belair, 1990**). Le tableau 01 permet d'en évaluer la variation.

La région étudiée est caractérisée par un climat méditerranéen. La température moyenne annuelle est de 15°C. Par sa situation en altitude, la région reçoit des précipitations abondantes dont le total annuel est de 1043 mm à la station de Séraïdi pendant la période 1978-1995.

Les chutes de neige sont également fréquentes, elles accompagnent les pluies et les grêles et couvrent les sommets dont l'altitude dépasse les 700 m. Le couvert neigeux peut atteindre 20 cm. Les tableaux 1 et 2 montrent toutes les données climatiques de la région durant les 2 années d'études.

**Tableau 1: Relevés météorologiques pour l'année 2014.**

(T : température médiane °C ; TM : Température maximale °C ; Tm : Température minimale °C ; PP : Moyenne Précipitations mm).

	Janv.	Fév.	Mars	Avri.	Mai	Juin.	Juil.	Aou.	Sept.	Oct.	Nov.	Déc.
T	12.9	13.1	12.6	15.8	18.0	23.0	24.5	25.8	25.3	22.1	18.5	12.8
TM	17,4	18.6	16.8	21.6	23.7	28.6	30.2	31.1	0.8	27.6	24.5	17.0
Tm	19,6	7.7	8.6	10.1	12.2	17.4	18.9	20.6	19.8	16.7	12.8	8.7
PP	5.4	3.3	8.8	4.0	3.3	3.0	0.0	0.0	4.4	10.5	10.8	15.1

**Tableau 2: Relevés météorologiques pour l'année 2015.**

(T : température médiane °C ; TM : Température maximale °C ; Tm : Température minimale °C ; PP : Moyenne Précipitations mm).

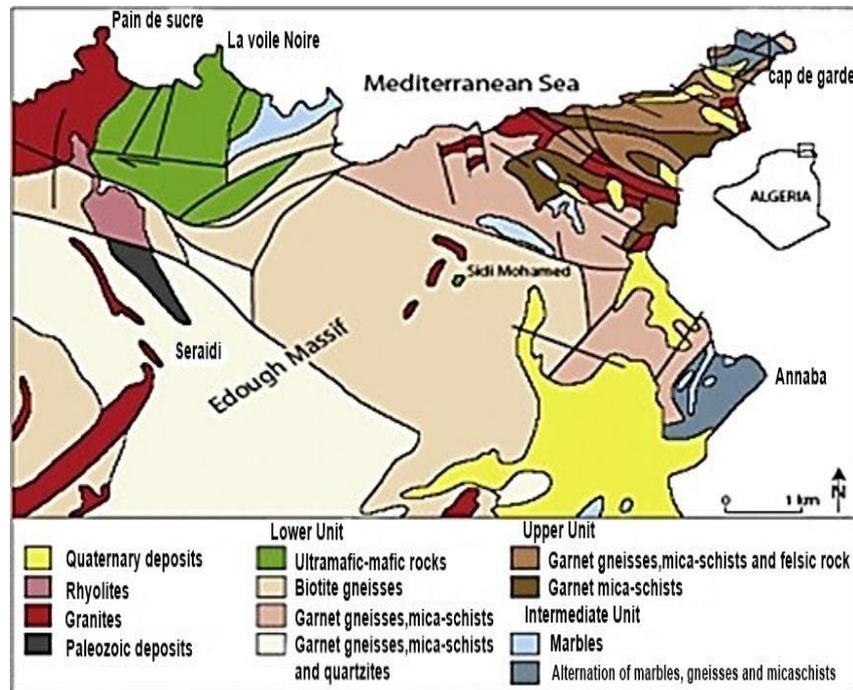
	Janv.	Fév.	Mars	Avri.	Mai	Juin.	Juil.	Aou.	Sept.	Oct.	Nov.	Déc.
T	11.7	10.5	13.5	15.3	20.0	22.5	25.8	26.6	24.2	21.5	16.3	12.9
TM	15.9	14.1	17.9	21.1	26.2	28.2	31.5	31.7	29.5	26.7	20.4	19.0
Tm	7.5	6.8	9.0	9.4	13.8	16.9	20.1	21.6	19.1	16.3	12.2	6.8
PP	11.5	11.0	10.6	4.0	8.0	1.5	0.0	8.0	5.9	7.2	11.5	8.0

## 1.2. Aperçu géologique

Le massif de l'Edough est un socle métamorphique polycyclique recouvert par une couverture tectonique méso-cénozoïque et recoupé par des roches magmatiques diverses : leuco granites per alumineux au Burdigalien supérieur ; microgranites sub-alcalins et rhyolites per alumineuses au Langhien (Fig. 4).

Il est constitué d'un soubassement primaire cristallin en partie recouvert par les sédiments gréseux et parfois argileux du Numidien et surmonté en accordance tectonique par des unités sédimentaires mésozoïques épizonales d'affinité tellienne. Le coeur du dôme est

formé essentiellement de gneiss en association complexe avec des roches ultramafiques (Bossière *et al.*, 1976 ; Caby *et al.*, 2001 ; Hadj Zobir *et al.*, 2007) surplombé par des micaschistes à grenat, disthène et staurotide associé à des marbres surmontés par une alternance des micaschistes à grenat, staurotide et andalousite et de bancs de quartzite avec des lentilles de leucograite gneissique (Fig. 4).



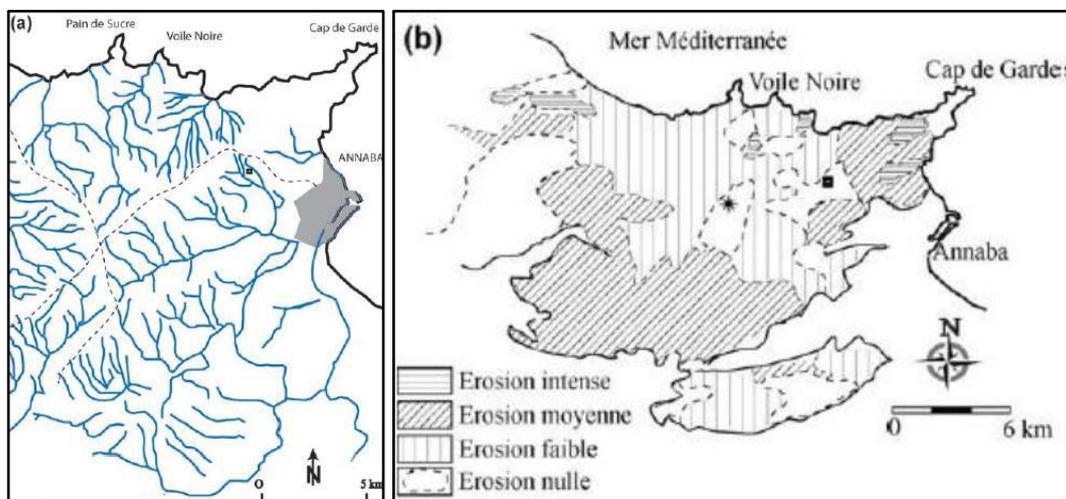
**Figure 4 : Carte géologique simplifiées : a) du massif de l'Edough avec les principaux indices miniers et accidents tectoniques SONAREM «Société Nationale de la Recherche Minière» 1980, et autres) et (b) du Cap de Garde avec localisation des échantillons et des zones urbanisées**

### 1.3. Hydrographie

La péninsule de l'Edough comporte deux bassins versants ainsi que deux sous bassins versants plus ou moins limités par les lignes de crêtes principales. Le réseau hydrographique y est très dense et le drainage de type dendritique. Les fortes pentes et la nature de la roche ne permettent pas le ruissellement diffus et favorisent l'écoulement rapide (Fig. 5).

Ces caractéristiques influent sur le degré de sensibilité à l'érosion de la région (Oularbi *et Zeghiche*, 2009). Par conséquent les majeures parties des matériaux érodés dans le versant Nord-Est vont être déposés aux niveaux des plages maritimes

Dans la saison de sécheresse, les innombrables Oueds de la région perdent leurs eaux, ce qui diminue leur débit. Mais cette eau chemine à travers des fissures et des cavités pour donner de nombreuses sources au niveau du territoire de la région **(Aouadi, 1989)**.



**Figure 5 : Cadre physique de la partie Est de la péninsule de l'Edough ; (a) Réseau hydrographique à drainage dendritique (Hilly, 1962) ; (b) Carte de sensibilité à l'érosion (Oularbi et Zeghiche, 2009).**

Ce massif compte plusieurs Oueds qui sont :

- Oued er Rebiba : c'est le plus important ; il prend sa source à Ain Fedaa et la Fontaine du Prince aux environs de Bouzizi ; son principal affluent est l'oued Beryen.
- Oued Begrat : c'est le second en taille ; son principal affluent est l'oued el Nmel qui prend naissance dans les monts de Seraidi.
- Oued Sidi Amarra : draine la forêt de Koudiat Sidi Moussa et Djebel Bou Baidi.
- Oued Ezzeriba : se trouve dans une vallée Nord-est de Seraidi considérée comme la plus riche du point de vue agricole **(in Hamel, 2013)**.
- Oued El Maoured : se trouve dans le secteur d'Ain Barbar (7km) **(In Hamel, 2013)**
- Oued Kef Djemel : aucune information n'est disponible sur cet oued

#### 1.4. Biodiversité écosystémique

La péninsule de l'Edough est constituée d'une grande richesse écosystémique : c'est ainsi que l'on retrouve les forêts caducifoliés (zéenaies) et sclérophylles (subéraies et forêts

mixtes (chêne liège et pins maritime et d'Alep), les maquis denses et claires (bas, moyens et hauts), les pelouses, les plages maritimes, les zones humides, les aulnaies, et les écosystèmes marins.

Elle représente une mosaïque d'habitats, ces derniers du fait de leur différence ont permis une biodiversité et une richesse spécifique très importantes. Les différentes formations végétales observées sont :

- Sur le versant Nord du massif de l'Edough, à partir de 0 m jusqu'à 200 m d'altitude, le *Quercus coccifera* L. occupe les formations dunaires (Cordon dunaire) juxta littorale ;
- Entre 200 et 500 m et sur les deux rives de l'Oued Mafragh, des maquis hauts d'oléolentisque dominant les contres bas des versants et les glacis terrasses des vallées
- L'espace compris entre 200 et 700 m est dominé par un maquis haut constitué essentiellement par le *Quercus suber* ;
- A partir de 700 m et jusqu'au sommet, on rencontre une forêt de chêne zeen ;
- Entre 500 et 900 m on rencontre un maquis haut de chêne liège ;

Sur le versant Sud, entre 900 et 1000 m une forêt dense de chêne zeen se cantonne surtout sur les crêtes sommitales.

## 2. PRESENTATION DU MODELE BIOLOGIQUE

La Mésange bleue constitue un modèle de choix dans l'étude des populations de passereaux dans divers contextes écologiques (**Blondel et al., 1993**).

### 2.1. Limite génétique

Selon les décisions récentes de la Commission de l'Avifaune Française (CAF) (2009) ; une analyse phylogénétique des Mésanges (Paridae) fondée sur des séquences d'ADN mitochondrial suggère l'existence de six clades principaux parmi les espèces aujourd'hui

Incluses dans le genre *Parus* (**Gill et al., 2005**) :

Les Mésanges « bleues » (*Cyanistes*),

Les Mésanges « charbonnières » (*Parus* sensu stricto),

Les Mésanges « huppées » nord-américaines (*Baeolophus*),

Les Mésanges « huppées » eurasiennes (*Lophophanes*),

Les Mésanges « noires » (*Periparus*),

Les Mésanges brunes à capuchon noir (*Poecile*).

Les données suggèrent que les Mésanges « bleues » (*P. caeruleus* et *P. cyanus*) occupent une position basale dans l'arbre des *Parus*. **Gill et al. (2005)** proposent de reconnaître neuf genres de Mésanges parmi lesquels se trouvent les six clades cité précédemment, en argumentant que le traitement générique actuel des Mésanges n'est pas satisfaisant, car *Parus*, l'un des genres les plus grands chez les oiseaux, n'est pas monophylétique. Ils proposent donc d'assigner les Mésanges à six genres différents en tenant compte de l'histoire évolutive des espèces. Cette proposition a été retenue par la CAF à la suite des Britanniques et des Néerlandais. La plupart des Mésanges placées sur la Liste des Oiseaux de France font donc l'objet d'une modification générique comme indiqué dans le tableau 3.

**Tableau 3. Changements de noms scientifiques chez les Mésanges.**

Nom vernaculaire	Nouvelle dénomination générique
Mésange bleue	<i>Cyanistes caeruleus</i> (Linné, 1758)
Mésange azurée	<i>Cyanistes cyanus</i> (Pallas, 1770)
Mésange charbonnière	<i>Parus major</i> (Linné, 1758)
Mésange huppée	<i>Lophophanes cristatus</i> (Linné, 1758)
Mésange noire	<i>Periparus ater</i> (Linné, 1758)
Mésange boréale	<i>Poecile montanus</i> (Conrad von Baldenstein, 1827)
Mésange nonnette	<i>Poecile palustris</i> (Linné, 1758)

## 2.2. Etymologie

Son nom binominal taxinomique *Cyanistes caeruleus* vient du grec kuanos (« éclat bleu, métallique »), et *caeruleus* (« bleu foncé »). Quant à son nom vernaculaire mésange, il est issu du francique meisinga (« mésange »), probablement dérivé de l'ancien haut allemand meisa ou maisa, adjectif qui signifie « menu ». Le nom anglais de la mésange bleue, blue tit (« petite bleue ») fait également référence à cette petite taille et à la couleur bleue de son plumage.

L'espèce à laquelle le naturaliste suédois Carl Von Linné a donné son nom de *Parus caeruleus*, est décrite dans la dixième édition de son *Systema Naturae* en 1758. Le naturaliste Conrad Gessner décrit déjà scientifiquement cette espèce en 1555 dans son ouvrage de zoologie *Historia animalium* en 1953. Aristote, dans son ouvrage *Histoire des animaux*, classe cette mésange dans les *Aegithalos* (en latin *aegithus*) qui se traduit probablement par « petit oiseau », peut-être même par « mésange ».

### 2.3. Evolution de la position systématique

Des analyses génétiques en 2002 montrent l'existence de deux espèces de mésange bleue auparavant confondues : *Parus caeruleus* en Europe, et *Parus teneriffae* en Afrique du Nord, sur les îles Canaries et Pantelleria.

Suite à des études de systématique plus poussées en 2005, l'American Ornithologists' Union sous l'impulsion de l'ornithologue Frank Gill et la British Ornithologists' Union proposent de placer la mésange bleue non plus dans un sous-genre mais un genre à part, *Cyanistes*. La Commission de l'Avifaune Française décide en 2009 de changer le nom scientifique de la mésange bleue *Parus caeruleus* en *Cyanistes caeruleus*. Ce changement de nom est adopté dans la classification de référence du Congrès ornithologique international.

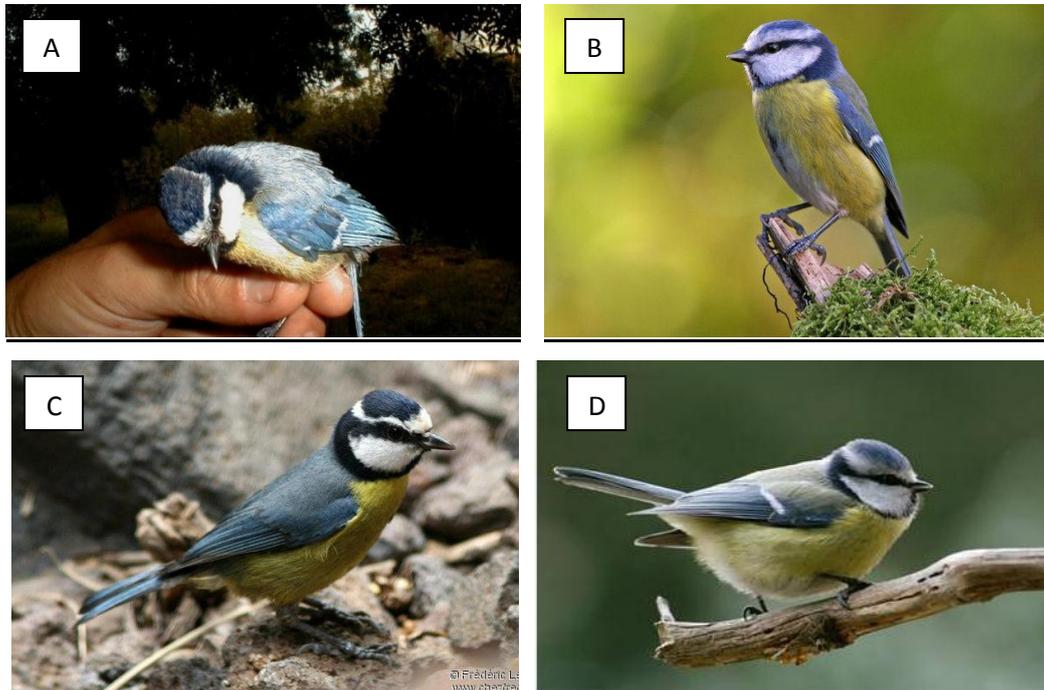
### 2.4. Systématique

Cette espèce a été décrite par le naturaliste suédois Carl Von Linné en 1758. (Tab. 4)

**Tableau 4 : Classification du *Cyanistes caeruleus***

Classification	
Règne	<b>Animalia</b>
Embranchement	<b>Chordata</b>
Classe	<b>Aves</b>
Ordre	<b>Passeriformes</b>
Famille	<b>Paridae</b>
Genre	<b><i>Cyanistes</i></b>
Espèce	<b><i>Cyanistes caeruleus</i></b>
Sous-espèce	<b><i>Cyanistes caeruleus ultramarinus</i></b>

La sous-espèce *ultramarinus*, observée du Maroc jusqu'en Tunisie, est caractérisée morphologiquement par une calotte noire, un manteau bleu-gris foncé, et un bec plus court que celui de la sous espèce européenne *P.c.caeruleus* (Photo 1).



**Photo 1: Sous-espèces de mésange bleue (*Cyanistes caeruleus*).**

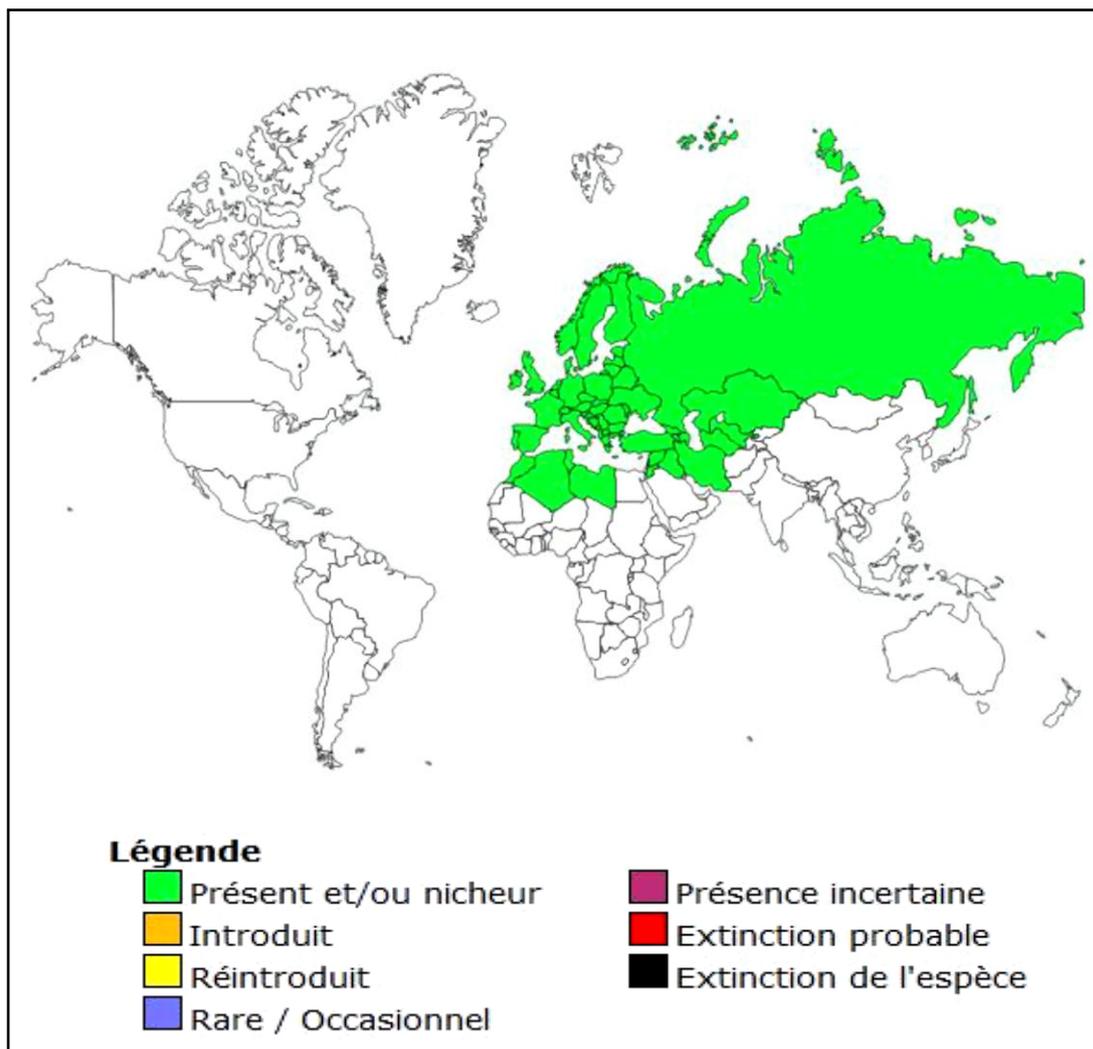
*A. C.c. ultramarinus* (Afrique du Nord) © S.Benyacoub / *B. C.c.caeruleus* (Europe) © Y.Thonnerieux / *C. C.c.teneriffae* (îles Canaries) © F.Leviez / *D. C.c.ogliastrae* (Corse, Sardaigne, sud ibérique)

## 2.5. Description morphologique

D'une longueur totale d'environ 13 cm, d'un poids de 9 à 12 g et d'une envergure comprise entre 12 et 14 cm, la Mésange bleue se distingue par une petite tête arrondie et un cou peu développé. La présence d'un trait sourcilier noir passant par l'œil et une petite calotte bleue sur fond blanc sont des aspects typiques de cette espèce. Les plumes du ventre et de la poitrine sont jaunes et barrés d'une bande étroite médiane gris sombre. Les ailes sont bleutées avec du bleu vif sur les grandes couvertures et au poignet. Elle présente un dimorphisme sexuel au niveau de la taille avec le mâle légèrement plus grand que la femelle (**Blondel et al., 2002**). Ce dimorphisme existe également au niveau de la couleur du plumage de différentes régions du corps (au niveau de la tête, le dessus de la queue, le dos (**Hunt et al., 1998**)).

## 2.6. Répartition géographique

Sa large distribution dans le paléarctique occidental, depuis la Scandinavie aux îles canaries au sud et de l'atlantique à l'Oural à l'est (**Perrins, 1979**) (Fig. 6), a drainé des données provenant de diverses régions de l'aire de répartition, et a permis des investigations sur la phylogénie des différentes sous espèces (**Kvist *et al.*, 2004**) ainsi que l'analyse de l'évolution des traits d'histoire de vie en fonction de la latitude et des divers facteurs écologiques associés (**Fargallo, 2004**).



**Figure 6 : Aire de répartition de la mésange bleue *Cyanistes caeruleus* dans le monde (Source : International Union for Conservation of Nature 2017)**

## 2.7. Habitats naturels et nids

La mésange bleue est une espèce cavicole secondaire, nichant dans les cavités naturelles des arbres, ou les cavités creusées par d'autres espèces telles que les pics (Photo 2) (**In Boulahbal, 2012**).



**Photo 2 : Cavité naturelle de la mésange bleue dans un arbre ©A.LANGDON**

## 2.8. Données bioécologiques

### 2.8.1 Dimorphisme sexuel

Il existe un dimorphisme sexuel chez la mésange bleue au niveau de la taille, avec le mâle légèrement plus grand que la femelle (**Blondel et al., 2002**). Ce dimorphisme existe également au niveau de la couleur du plumage, le mâle a des teintes plus vives que la femelle (**Dejongue, 1990**). Les deux sexes sont très similaires sauf que le mâle a un collier plus large bleu-noir et des couvertures alaires plus sombres que la femelle (Photo 3) (**Kightley et Madge, 1997**).



**Photo 3 : Dimorphisme sexuel chez la Mésange bleue : Le mâle (à gauche) présente une calotte (1) et des couvertures alaires supérieures (2) bleu marin / noir brillant tandis que la femelle se voit bleu plus clair et plus terne. Le collier (3) est plus épais chez le male.**

### 2.8.2. Reproduction

Elle se reproduit entre la fin du mois de Mars et la mi-juillet. La période de la reproduction varie selon la latitude et l'altitude (**Lack, 1954 ; Chabi, 1998**). Après la construction du nid, la femelle pond jusqu'à 15 œufs en Europe continentale, de 4 à 13 œufs en Corse (**Blondel et al., 1998 ; Lambrechts et al., 1997**) et de 4 à 12 œufs en Afrique du Nord (**Moali et al., 1992 ; Chabi, 1998**). Elle pond 1 œuf par jour tôt le matin et commence généralement à couvrir lorsque la ponte est complète (**In Bouslama, 2003**). La date de ponte se montre étroitement liée à la latitude dans l'aire de répartition, présentant un gradient sud-nord, les populations vivant dans les latitudes nordiques se reproduisant plus tard que celles vivant dans les régions sud de cette aire.

La taille de ponte tend à diminuer vers les parties périphériques de l'aire de répartition et semble maximale vers les parties centrales, traduisant une étroite adaptation des populations aux conditions écologiques locales (**Fargallo, 2004**). Le succès reproductif reste tributaire de la quantité de ressources disponibles dans le milieu ainsi que des niveaux de prédation ou de parasitisme (**In Boulahbal, 2012**).

Après l'envol, les jeunes sont assistés par leurs parents durant une période d'environ trois semaines (**Perrins, 1979 ; Dias, 1994**).

### 2.8.3. Longévité

C'est un oiseau qui a une durée de vie variable car la plupart des jeunes meurent dans la première année de leur naissance et par manque d'habileté à se nourrir seuls et également par un manque de rapidité d'échapper aux prédateurs. Pour ceux qui ont eu le privilège de dépasser le cap, l'espérance de vie augmente considérablement car, d'après Blondel et *al.* (1992 a) la survie annuelle moyenne varie de 40 à 60%. La longévité maximale de 11 ans et 5 mois a été observée en Angleterre (**Perrins, 1979**) (*In Bouslama, 2003*).

### 2.8.4. Rythme d'activité et comportement

La Mésange bleue est un petit oiseau très actif et très agile. Elle est sans cesse en mouvement à la recherche de sa nourriture. Elle a une façon bien à elle d'évoluer dans les huppiers en adoptant des positions acrobatiques autorisées par ses doigts griffus. Elle se laisse pendre à l'extrémité des rameaux, la tête en bas, et explore du bec suivant la saison bourgeons et fructifications. Lorsqu'elle en a terminé avec une brindille, elle s'installe sur la suivante qui subit un mouvement de balancier caractéristique. En saison de reproduction, la Mésange bleue forme des couples territoriaux. Malgré sa petite taille, elle est batailleuse et sait se montrer agressive envers les intrus de même taille qui lui font concurrence, en particulier pour les sites de nidification. Néanmoins, la densité spécifique est souvent l'une des plus élevées parmi les passereaux forestiers. Le mâle en parade se laisse tomber, ailes étendues, depuis les huppiers en vue de la femelle, et se présente devant elle ailes écartées et vibrantes, calotte bleue bien en vue. Il pratique aussi l'offrande de nourriture à la femelle qui quémante dans l'attitude du poussin, en faisant trembler ses ailes. Pour l'attirer vers la cavité qui pourrait abriter le nid, le mâle effectue de lents glissés vers elle pour l'inviter à la visiter. La Mésange bleue cherche sa nourriture en hauteur dans les arbres, en moyenne plus haut que les autres membres de la famille et descendant plus rarement au sol. La nuit, la Mésange bleue se tient dans le lierre ou les feuillus denses, mais aussi dans des endroits abrités comme des creux ou des trous quand il fait mauvais temps. Après l'émancipation

des jeunes et pour toute la période inter-nuptiale, les Mésanges bleues forment avec d'autres espèces de mésanges, grimpereaux et roitelets, des groupes qui vagabondent en quête de nourriture, tout d'abord en forêt, puis au fur et à mesure que le froid gagne, se rapprochent des milieux urbanisés où elles savent pouvoir trouver un complément alimentaire. Elles fréquentent assidûment les postes d'alimentation, appréciant graisse et graines grasses. C'est une migratrice partielle en Europe. Les oiseaux de nos régions sont généralement sédentaires mais les populations vivant en Europe du Nord et du Nord-Est sont affectées par des mouvements d'assez grande ampleur en direction du sud-ouest du continent.

#### 2.8.5. Régime alimentaire

Le régime alimentaire pendant la période de reproduction est principalement insectivore. Les proies préférentielles sont les chenilles défoliatrices des jeunes feuilles des arbres, mais les jeunes peuvent être nourris par d'autres Arthropodes tels que les araignées, les sauterelles, et les phasmes (**Blondel et al., 1991 ; Banbura et al., 1994 et 1999 ; Sakraoui, 2000**). En hiver, elle se nourrit de fruits, de baies et de graines (**Perrins et Cuisin, 1987**) mais ceci dépend de l'habitat et de la période de l'année (**Betts, 1955**) (*In Bouslama, 2003*).

#### 2.8.6. Prédation

La prédation chez la mésange bleue a été étudiée dans les forêts du nord-est algérien durant cinq années. Les observations ont été réalisées pendant la saison de reproduction, dans des nichoirs placés dans la subéraie de la forêt domaniale de Brabtia (parc national d'El Kala). Les résultats ont révélé que les mésanges nord africaines subissent la perte de plus de 36% des nids chaque année et semblent être soumises à une pression de prédation au nid plus intense que les populations vivant dans les forêts tempérées européennes. Cinq type de prédateurs sont impliqués dans ce processus : la genette commune, le pic épeiche, le lézard ocellé, les fourmis, ainsi que des Rongeurs. La genette est le principal prédateur des nids de mésanges dans les nichoirs. Les pressions de prédation aux stades œuf et poussin sont statistiquement similaires. La prédation est plus intense en fin de saison de reproduction. De plus, le taux de prédation a augmenté au cours des années d'étude et a induit un ajustement

phénotypique par la réduction de la taille de ponte moyenne. Enfin, les nids artificiels ne subissent pas de pression de prédation significativement différente de celle relevée sur les nids naturels. Ils ont été attaqués et détruits essentiellement par le lézard ocellé et les Rongeurs.

### 3. METHODOLOGIE GENERALE

#### 3.1. Description du site d'étude

Notre site d'étude est une forêt de chêne zéen d'une superficie de 16,6 ha, orientée Nord-Nord-est, vers la mer ( $36^{\circ}54'19.57''\text{N}$  -  $7^{\circ}39'20.43''\text{E}$ ), avec une altitude moyenne de 716 mètres (Fig. 7).

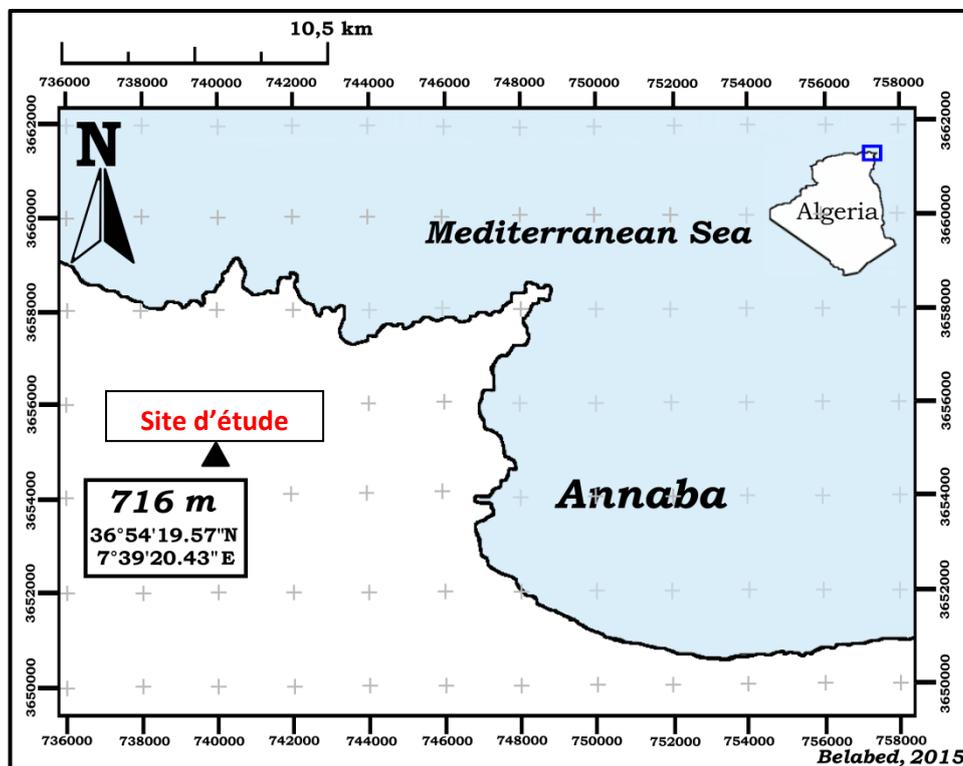


Figure 7 : Site d'étude. D'après Belabed, 2015.

### 3.2. Description de la végétation

La végétation a une strate arborée très développée, dominée par le chêne zéen, avec quelque chêne lièges (très peu) au bord du chemin. La strate herbacée est peu développée.

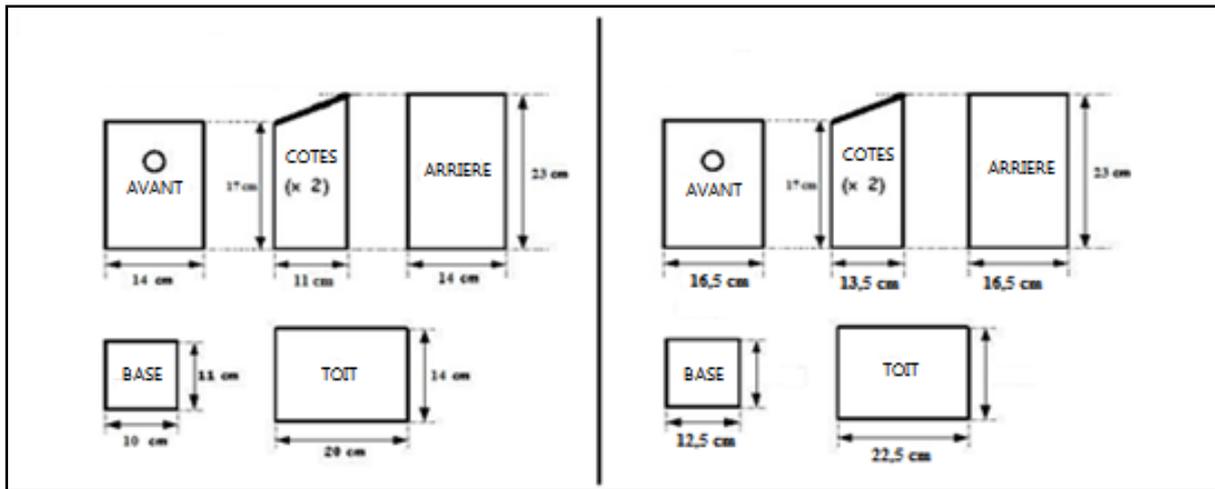
### 3.3. Description de la méthodologie

Cette étude a été réalisée durant deux années successives (2014 et 2015), du mois de janvier au mois de juillet. Nous avons installé 100 nichoirs en 2014 et 150 nichoirs en 2015, soit un total de 250 nichoirs. Ils ont été installés avant le début de la saison de reproduction (la fin Janvier), de manière aléatoire, orientés de la même manière et sur des arbres identiques.

#### 3.3.1. Choix et placement des nichoirs

Les nichoirs sont des dispositifs utilisés par les ornithologues comme des cavités artificielles de nidification pour les oiseaux cavicoles. Ils permettant un bon isolement thermique, similaire à l'ambiance des cavités naturelles, tout en respectant un volume interne suffisant pour la construction du nid. Les nichoirs présentent un trou d'envol d'un diamètre de 28 mm, ils permettent ainsi d'exclure les autres oiseaux cavicoles tels que la mésange charbonnière. Depuis de nombreuses années, l'utilisation de ces cavités artificielles s'est largement diffusée dans les travaux traitant les aspects liés à la phénologie de la reproduction. Leur usage pratique, comparé aux difficultés de localisation et d'accès aux cavités naturelles, permet de récolter de nombreuses données. (**Dias et Blondel, 1996 ; Benyacoub et Chabi, 2000 ; Ziane, 1993 ; Sakraoui, 2000 ; Bouzlama, 2003 ; Lambrechets et al., 2010 ; Boulahbal, 2012**). Pour autant, nous avons choisi dans le cadre de cette étude, de tester différents volumes de cavités artificielles et de détecter une éventuelle incidence sur les paramètres de reproduction de l'espèce. Dans ce sens, nous avons opté pour deux types de nichoirs (Fig. 8):

Les nichoirs conventionnels, de taille standard ont un volume de 2200 cm<sup>3</sup>, quant aux nichoirs expérimentaux, plus volumineux, on un volume de 3375 cm<sup>3</sup>.



**Figure 8 : Plan des deux types de nichoirs : standard à gauche, expérimental à droite**

Les nichoirs standards et expérimentaux ont été installés au mois de janvier durant les deux années d'étude. Ils ont été placés à 50 m de distance en moyenne les uns des autres, et répartis de manière totalement aléatoire pour éviter tout biais méthodologique. Sur les 100 nichoirs installés en 2014, la moitié étaient expérimentaux. En 2015, nous avons installé 75 nichoirs standards et 75 nichoirs expérimentaux.

### 3.3.2. Suivi de la construction des nids

Une fois les nichoirs standards et expérimentaux installés, nous avons procédé à une visite systématique afin de mesurer les étapes et la durée de construction des nids par les Mésanges (Tab. 5). Ces visites des nichoirs a été initiée une quinzaine de jours après leur installation, à raison d'une visite par semaine (**Dunn, 1977**). Divers stades de construction des nids y sont observés. Pour chaque type de nichoir, le taux d'occupation a été calculé. Ce taux correspond au pourcentage de nichoirs occupés par les mésanges par rapport au nombre de nichoirs posés sur site au cours d'une saison. On considère qu'un nichoir est occupé lorsqu'il y a présence d'au moins un œuf (**Bousslama, 2003 ; Boulahbel, 2012 ; Benyacoub-Brahmia, 2016**).

**Tableau 5 : Etapes de la construction des nids chez la mésange bleue. (Perret, 2003).**

STADES	CARACTERISTIQUES
01	Moins de 10 brindilles de mousses.
02	Plus de 10 brindilles.
03	Plus de 10 brindilles arrangées, mais le fond du nichoir est visible.
04	Construction de la coupe.
05	Coupe terminée sauf le revêtement intérieur.
06	Nid prêt pour la ponte.
07	1 œuf dans le nid.

### 3.3.3. Suivi de la phénologie de reproduction

Les nichoirs occupés ont été visité quotidiennement pour noter tous les paramètres relatifs à la phénologie de reproduction, depuis la ponte du premier œuf jusqu'à l'envol du dernier oisillon.

Une fois les œufs éclos, l'âge des poussins est noté, en utilisant l'échelle établie par les chercheurs du C.E.F.E/C.N.R.S de Montpellier, et qui se base sur les modifications du plumage depuis l'éclosion jusqu'à l'envol (Tab. 6).

**Tableau 6 : Détermination de l'âge chez les poussins de mésange bleue. ( In Boulahbel 2012)**

AGES	CRITERES DE DETERMINATION
<b>Eclosion</b>	Toupet de duvet gris sur la tête, commissures du bec jaunes, gosier rouge orangé, poussins nus rouges, aveugles, silencieux.
<b>1 jour</b>	Poussins jaunissant, pépient faiblement.
<b>2 jours</b>	Faible taches ponctuelles noirâtres médianes sur le dos (fourreaux des plumes de couverture)
<b>3 jours</b>	Les fourreaux des rémiges pointent de 1mm environ sur les ailes.
<b>4 jours</b>	Bondes dorsales des fourreaux noires, bien marquées.
<b>5 jours</b>	Les fourreaux des rémiges font 5 mm, ceux des rectrices pointent au croupion.
<b>6 jours</b>	Deux lignes latérales jaunes apparaissent sur le ventre, les yeux commencent à s'entrouvrir.
<b>7 et 8 jours</b>	Fourreaux des rémiges de 10 mm, des plumes sortent de la tête, les yeux sont au ¼ ouverts.
<b>9 jours</b>	Duvet sur presque tout le corps, les rémiges sortent de leurs fourreaux de 5 mm, la tête est bien emplumée.
<b>10 jours</b>	Ventre emplumé sauf une bande large de 5 mm au centre, yeux grands ouverts, rémiges de 8 mm, rectrices de 4 mm.
<b>11 jours</b>	Raie ventrale sans plumes de 2 mm, rémiges de 12 mm, rectrices de 6 mm.
<b>12 jours</b>	Raie ventrale bien emplumée, rémiges de 12 mm, rectrices de 6 mm.
<b>13 jours</b>	Croupion, haut de cuisse et flancs encore garnis de duvet.
<b>14 et 15 jours</b>	Commencent à voler.
<b>16-18 jours</b>	Les poussins peuvent voler et se percher à un arbre.

Par ailleurs, différents paramètres ont été mesurés:

**3.3.3.1. Le taux d'occupation** : Ce taux correspond au pourcentage de nichoirs occupés par les mésanges par rapport au nombre de nichoirs posés sur site au cours d'une saison. On considère qu'un nichoir est occupé lorsqu'il y a présence d'au moins un oeuf (**Bouslama, 2003 ; Boulahbel, 2012 ; Benyacoub-Brahmia, 2016**).

**3.3.3.2. La date de ponte** : date à laquelle le premier œuf est pondu. On retiendra pour l'échantillon la première date de ponte (ponte du premier œuf du couple le plus précoce) qui donne une indication sur la précocité des pontes au cours de chaque saison et la date de ponte moyenne (moyenne des dates de pontes).

**3.3.3.3. La taille ou grandeur de ponte** : c'est le nombre d'œufs pondus par femelle. La femelle pond un œuf par jour et débute l'incubation en général avant l'achèvement de la ponte. La taille de ponte moyenne est la moyenne des tailles de ponte de l'échantillon.

**3.3.3.4. Le succès à l'éclosion** : c'est le rapport du nombre d'œufs éclos au nombre d'œufs pondus par nid.

**3.3.3.5. Le succès à l'envol** : rapport du nombre de poussins envolés au nombre d'œufs éclos par nid.

**3.3.3.6. Le succès reproductif** : rapport du nombre de poussins envolés au nombre d'œufs pondus par nid

Ces trois derniers paramètres sont exprimés en pourcentage. Des valeurs moyennes sont calculées pour chacun d'eux.

### **3.3.4. Etude morphométrique des pulli**

De nombreuses mesures morphométriques standards ont été effectuées sur les pulli après éclosion jusqu'à avant l'envol. Il s'agit de :

**3.3.4.1. Mesure du Tarse :** Pour mesurer le tarse, nous tenons l'oiseau sur le dos entre l'index et le majeur. Le plus au bout des doigts possible, pour maintenir la patte à mesurer entre le pouce et l'annulaire. L'angle formé par le tarse et le tibia de l'oiseau doit être inférieur à 90°. Les doigts de l'oiseau doivent être repliés à 90° vers l'arrière pour bien mesurer l'os. La mesure se fait avec la partie plate du pied à coulisse.

**3.3.4.2. Mesure de l'aile :** Il faut maintenir le cou de l'oiseau entre l'index et le majeur ; les pattes entre le pouce et l'annulaire. Glisser la règle en-dessous de l'aile repliée, maintenir le poignet de l'oiseau contre la butée, étirer les plumes de l'aile, et les garder le plus possible en contact avec la règle. La lecture se fait au bout de la plume la plus longue.

**3.3.4.3 Mesure du culmen :** Pour mesurer la longueur du culmen, on prend appui sur le crâne, au départ du bec, avec la pointe du pied à coulisse. On va chercher le bout du bec par en-dessous (donc à l'intérieur du bec) avec l'autre extrémité du pied à coulisse.

**3.3.4.4 Mesure du poids :** Le poids des pulli a été mesuré à l'aide d'une balance de précision Pesola, 0,01g.

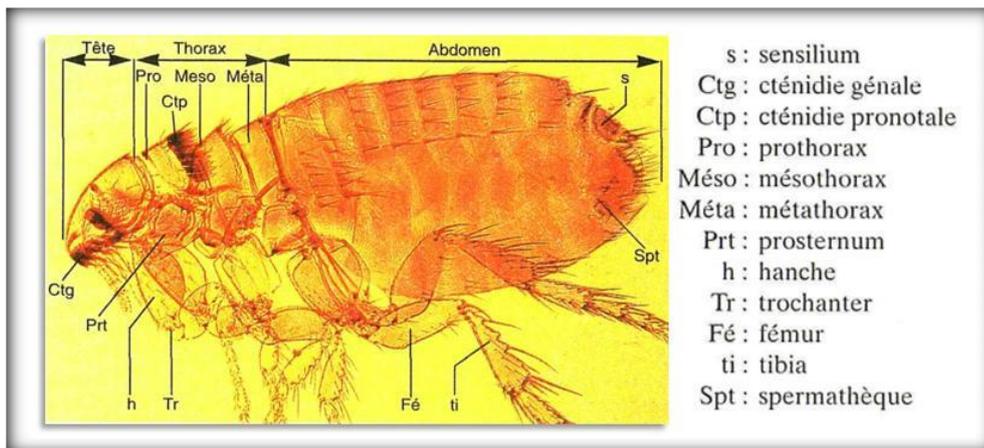
### **3.3.5. Etude des ectoparasites des nids**

**3.3.5.1. Récupération des nids :** Après l'envol des poussins, les nids ont été récupérés dans des sacs noirs en plastique numérotés avec une distinction claire entre les nids des nichoirs standards et ceux des nichoirs expérimentaux. Ces nids ont été ensuite conservés dans réfrigérateur jusqu'au moment de l'identification.

**3.3.5.2. Déparasitage et conservation :** Les nids ont subis des fouilles minutieuses au laboratoire. Les ectoparasites récoltés ont été fixés dans des flacons à fermeture hermétique contenant de l'éthanol à 70°.

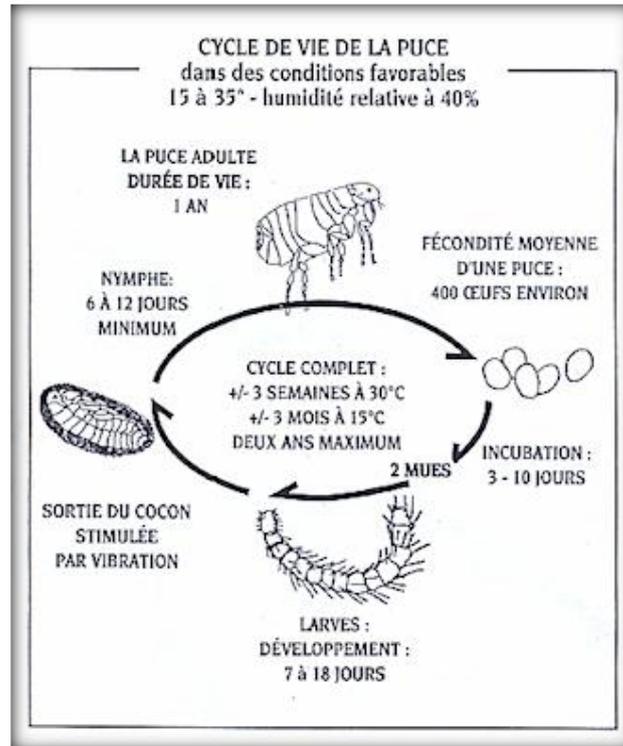
**3.3.5.4. Identification taxonomiques des parasites :** L'observation des ectoparasites sous microscope binoculaire , combinée à l'utilisation de clés d'identification les plus connus , nous a permis de caractériser trois ordres taxonomiques: les puces, les mites et les tiques.

**3.3.5.4.1. Les puces :** Les puces sont des insectes piqueurs appartenant à l'Ordre des Siphonaptères (anciennement appelés Aphinaptères), dépourvus d'ailes, de couleur jaune ou brun sombre, mesurant 1 à 8 mm de longueur. Leur corps est aplati latéralement ce qui facilite leur progression dans le pelage. Leurs pattes sont adaptées au saut. Le corps et les pattes sont couverts de nombreuses soies (Fig. 9).



**Figure 9 : Morphologie de la puce (Franc 1994)**

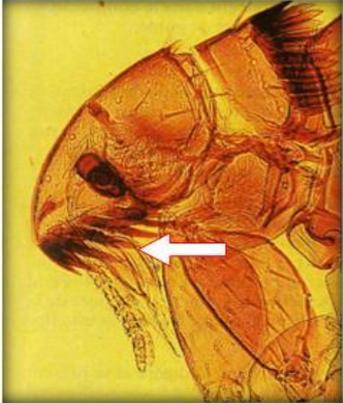
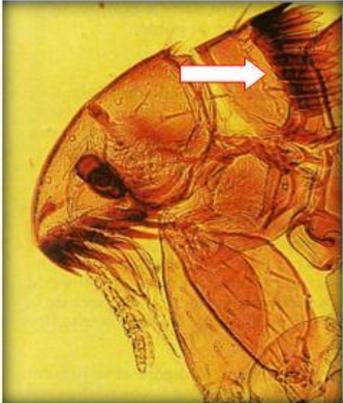
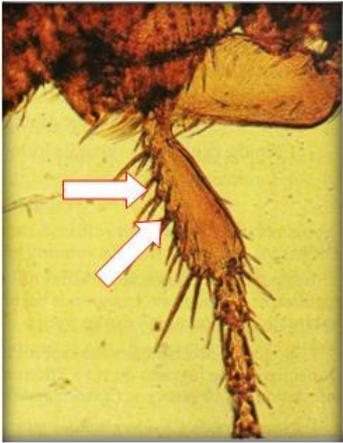
La femelle pond des œufs au sol ou sur les hôtes ; les larves vermiformes, se développent sur le substrat ou sur l'hôte et sont détritiphages. La nymphe, est immobile dans son cocon et peut correspondre à un stade de quiescence en fonction des micro- ou macro- climats. Les adultes font leur repas lors de piqûres indolores et pluriquotidiennes (Fig. 10).



**Figure 10 : Cycle de vie de la puce**

Pour l'identification des puces, nous nous sommes appuyés sur clés dichotomiques de **Beaucournu et Launey (1990)** et de **Franc (1994)**. Le tableau 7 résume les critères d'identification principaux associés à des illustrations explicatives.

**Tableau 7 : Critères d'identification taxonomiques des Siphonaptères (Beaucornu et Launey, 1990, photos explicatives in Franc, 1994)**

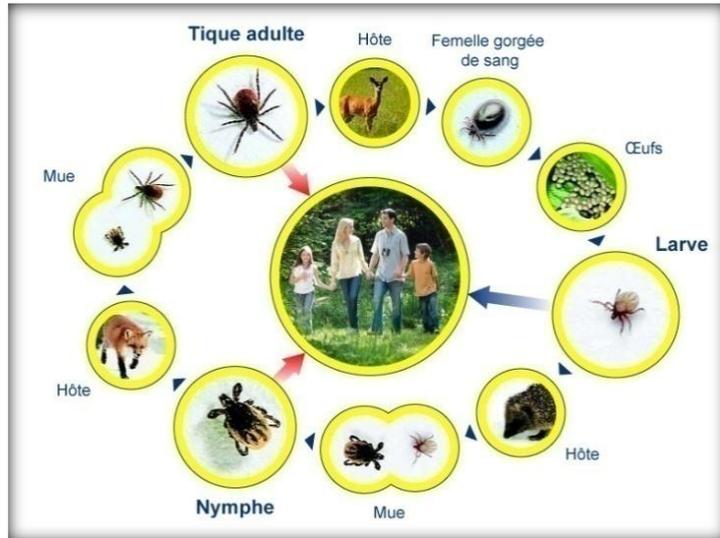
	Critères d'identification	Illustrations
Tête	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Nombre et forme des dents</li> <li>• Développement, Absence/présence de ctenidies génale.</li> <li>• Présence ou absence de soie oculaire.</li> <li>• Forme du front</li> <li>• Degrés de développement de l'œil.</li> <li>• Forme de la tête.</li> <li>• Présence, absence, et localisation des petites soies spiniformes.</li> <li>• Présence ou absence des soies oculaire</li> </ul>	<p>Exemple : Ctenidies génale bien développée.</p>  <p>D'après : Franc, 1994</p>
Thorax	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Présence ou absence de ctenidies thoracique.</li> <li>• Présence ou absence de ctenidies pronatale.</li> <li>• Largeur du thorax.</li> <li>• Absence ou présence d'épaississement pleural du mésothorax.</li> <li>• Niveau de séparation du métasternite et du métépisternite.</li> <li>• Présence ou absence d'épaississement pleurale du mésothorax.</li> <li>• Dimension du thorax et de ses segments.</li> </ul>	<p>Exemple : Ctenidies thoracique bien développées</p>  <p>D'après : Franc, 1994</p>
Abdomen	<p>Nombre d'encoches au bord postérieur du tibia III.</p>	<p>Exemple : Encoches au bord postérieur</p>  <p>D'après : Franc, 1994</p>

**3.3.5.4.2. Les tiques :** Ce sont des ectoparasites obligatoires, se subdivisant en deux familles principales, les *Argasidae* (tiques molles) et les *Ixodidae* (tiques dures). Appartenant à la super famille des *Ixodoidea*. Leurs corps sont globuleux, aplatis, de taille relativement grande (véritable géant parmi les acariens) et de coloration terne variant du plus ou moins foncé (Fig. 11)



**Figure 11 : Une tique *Ixodidae***

Leurs cycles de vie présentent trois phases (Fig. 12) : une phase larvaire (larve hexapode), une phase nymphale (nymphe octopode) et enfin une phase adulte séparée par des mues. Les nymphes hématophage, se gorgent du sang de leur hôte .Les adultes pondent leurs œufs dans les endroits où l'hôte présente un certain grégarisme: dortoir, rassemblement...pour maximiser les chances de contamination. Les nymphes, les adultes ainsi que les larves, s'alimentent fixés sur l'hôte pendant une semaine environ. Au terme de cette phase, elles se détachent et se laisse tomber pour muer. La ponte se produit, sur le sol.



**Figure 12 : Cycle de vie d'une tique**

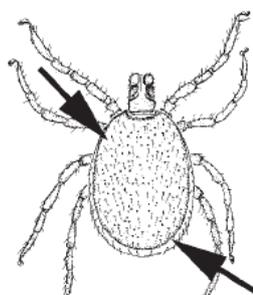
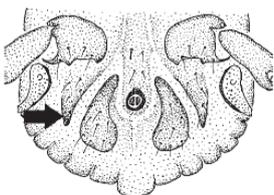
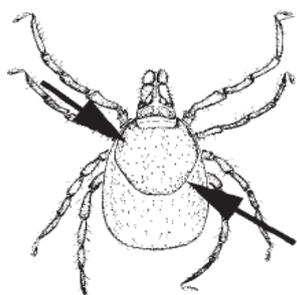
Pour l'identification des tiques, nous nous sommes basés sur les clés dichotomiques de **Walker et al. (2003)**. Le tableau 8 illustre les critères d'identification principaux des tiques associés à des schémas explicatifs.

**Tableau 8 : Certains critères d'identification des tiques de la région méditerranéenne (Walker et al., 2007)**

**Sexe**

Femelle

Mâle

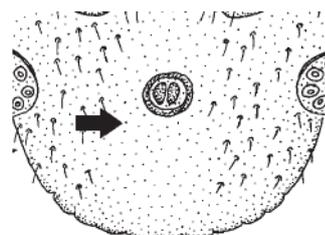
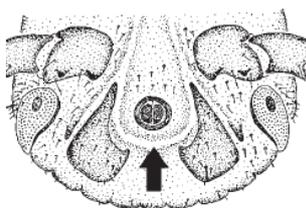
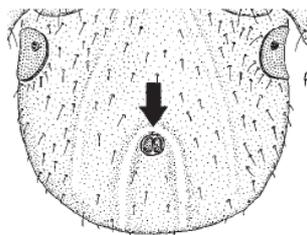


**Sillon anal**

Prosriata

Métasriata

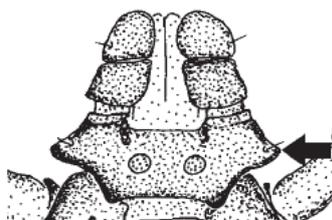
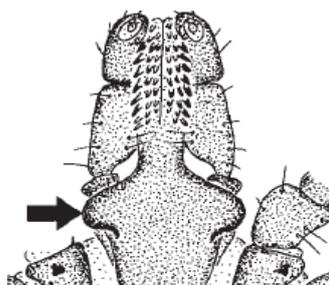
Absence



**Rostre**

Longirostres

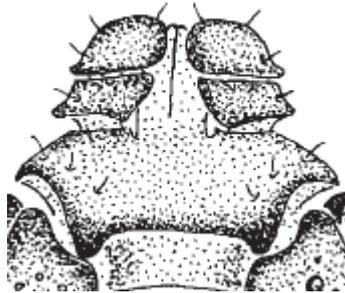
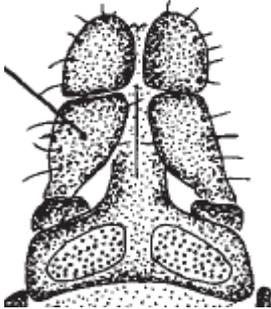
Brévirostres



### Capitulum

Rectangulaire

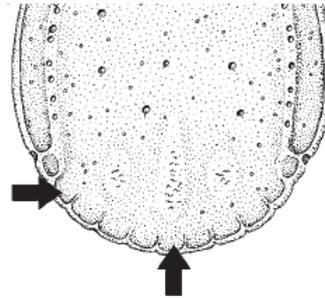
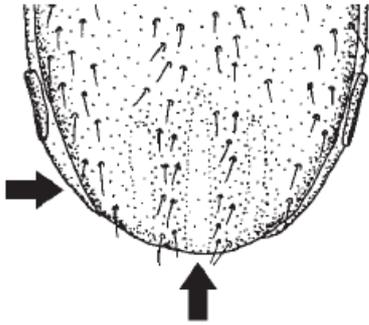
Hexagonal



### Festons

Absence

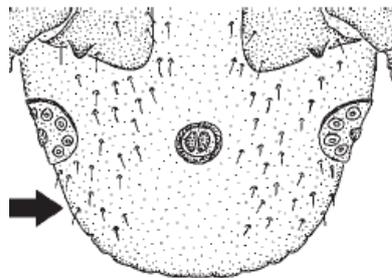
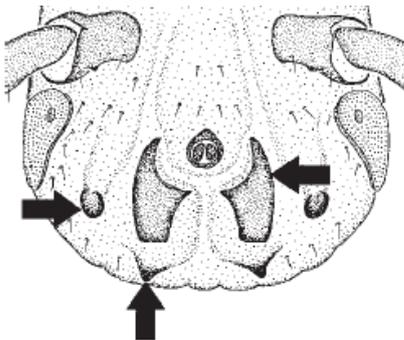
Présence



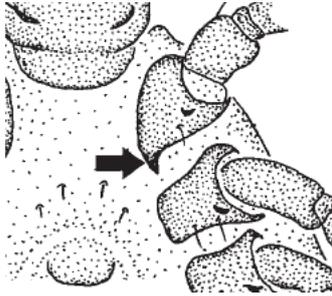
### Ecussons ventraux

Présence

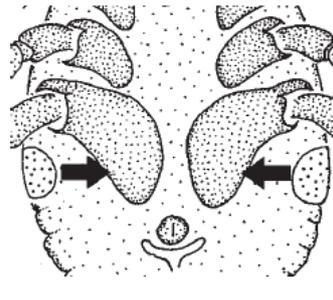
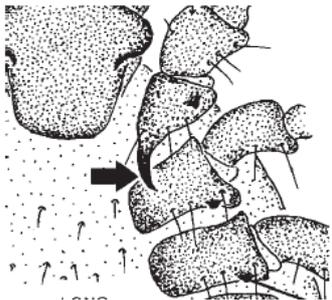
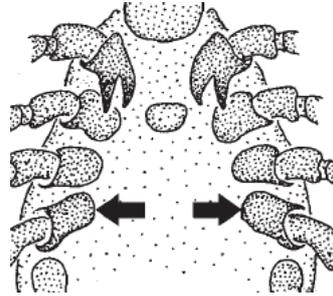
Absence



**Coxa 1**



**Coxa 4**



**3.3.5.4.3. Les mites :** Ce sont des individus de petite taille, ils parasitent à tous les stades de leur développement. Leur abdomen n'est pas segmenté et possède quatre paires de pattes courtes de six articles insérées près les unes des autres sur la moitié antérieure du corps. Ils sont dotés de chélicères styliformes adaptés à la succion. Leur corps est pyriforme, élargi en arrière et couvert de soies courtes et peu serrées. Ils sont blancs à jeun et rouges après les repas, il s'agit donc d'ectoparasite hématophage (**In Tran, 1977**)

**3.3.5.5. Calcul des indices parasitaires :** Une fois les ectoparasites identifiés, nous avons calculé les indices parasitaires proposés par **Margolis et al., 1982** : la prévalence (Pr) , l'intensité parasitaire moyenne (IM), et l'abondance parasitaire (A) .

**3.3.5.5.1. Estimation de la prévalence (Pr) :** C'est le nombre des individus parasités (nP) sur le nombre des individus examinés (N).

$$\text{Pr} = \text{nP}/\text{N} \times 100$$

- “Espèce dominante” (prévalence > 50%),
- “Espèce satellite” ( $10 \leq$  prévalence  $\leq 50\%$ ) et
- “Espèce rare” (prévalence < 10%) ont été définis selon **Valtonen et al., 1997**.

**3.3.5.5.2. Intensité moyenne parasitaire (IM) :** C'est le rapport du nombre total d'individus d'une espèce parasite (n) sur le nombre des spécimens infestés (Np).

$$\text{IM} = \text{n}/\text{Np}$$

Pour les intensités moyennes (IM), la classification adoptée est celle de **Bilong-Bilong et Njine, 1998** :

- $\text{IM} < 10$  : intensité moyenne très faible,
- $10 < \text{IM} \leq 50$  : intensité moyenne faible,
- $50 < \text{IM} \leq 100$  : intensité moyenne moyenne,
- $\text{IM} > 100$  : intensité moyenne élevée.

**3.3.5.5.3. Abondance parasitaire (A) :** C'est le rapport de nombre total d'individus d'une espèce parasite (n) sur le nombre total des spécimens examinés (N).

$$\text{A} = \text{n} / \text{N}$$

### **3.3.6. Analyses statistiques des données :**

L'analyse statistique des données a été effectuée par l'utilisation des logiciels « Minitab 17 » (eds, 2015). Les résultats sont exprimés en moyennes  $\pm$  erreur standard. Nous avons utilisé les tests T de Student et l'analyse de la variance pour la comparaison des moyennes.

Quant à la représentation graphique des données, elle s'est appuyée sur l'élaboration d'histogrammes, de secteurs et d'anneaux réalisés sous Microsoft Office Excel 2010



## *Résultats*

## RESULTATS

### 1. PARAMETRES DE REPRODUCTION DE LA MESANGE BLEUE NORD-AFRICAINE

#### 1.1. Durée de construction des nids

Les résultats obtenus montrent au départ des différences très hautement significatives entre la durée de construction des nids dans les nichoirs standards (19 jours), et celle des nichoirs expérimentaux (23.5 jours) (Fig. 13).

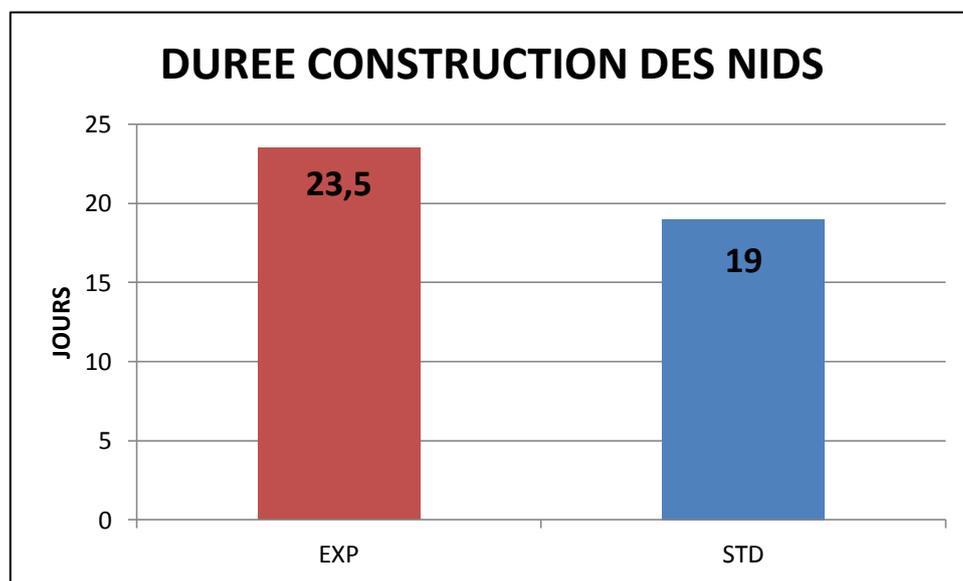


Figure 13 : Durée de construction des nids

#### Two-Sample T-Test and CI: EXP; STD

Two-sample T for EXP vs STD

	N	Mean	StDev	SE Mean
EXP	33	23,50	1,76	0,39

STD 17 19,00 2,36 0,75

Difference = mu (EXP) - mu (STD)

Estimate for difference: 4,50000

95% CI for difference: (2,69173; 6,30827)

T-Test of difference = 0 (vs not =): T-Value = 5,34 P-Value = 0,000 DF = 14

## 1.2. Mesure du volume des nids

Nous avons tenté de savoir si le volume expérimentalement agrandis des nichoirs a une incidence sur la taille des nids construits par la Mésange. Les résultats obtenus illustrent des différences très hautement significatives entre la taille des nids construits dans les nichoirs standards et les nichoirs expérimentaux en faveur de ces derniers ( $t = 5.45$  ;  $p < 0.001$ ) (Fig 14).

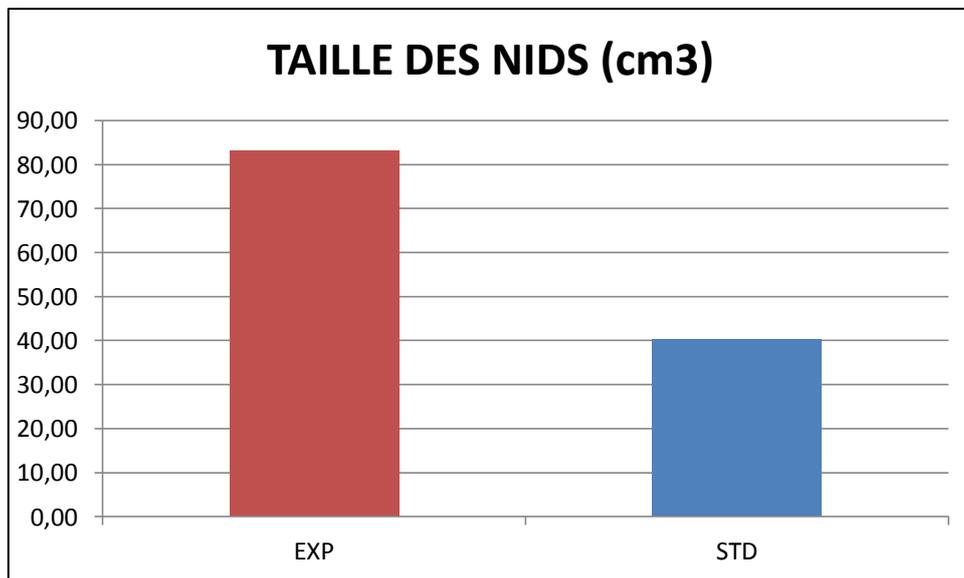


Figure 14 : Taille des nids

### Two-Sample T-Test and CI: EXP; STD (volume (cm3))

Two-sample T for EXP vs STD

	N	Mean	StDev	SE Mean
EXP	33	83,2	17,8	4,0

STD 17 40,2 21,5 6,8

Difference =  $\mu$  (EXP) -  $\mu$  (STD)

Estimate for difference: 42,9680

95% CI for difference: (26,1734; 59,7626)

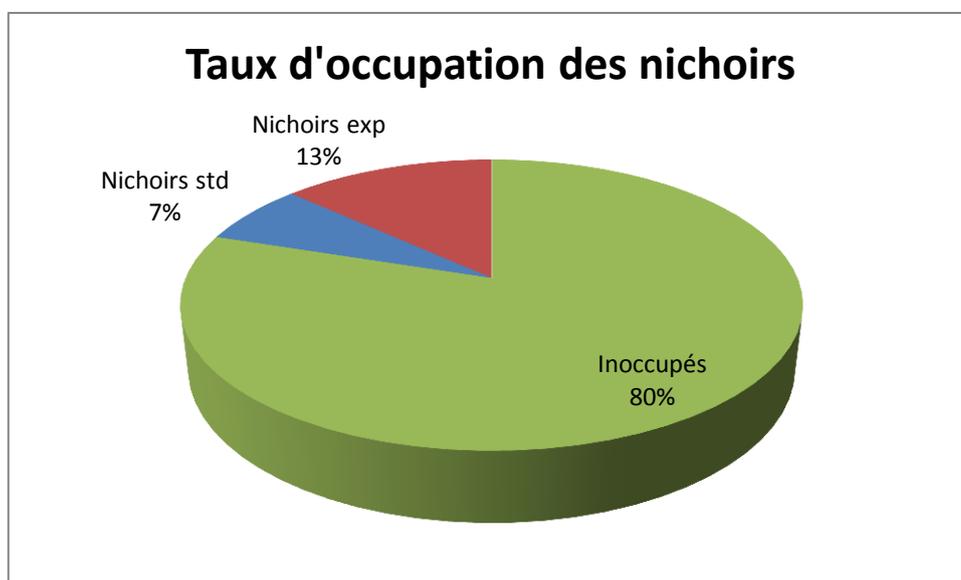
T-Test of difference = 0 (vs not =): T-Value = 5,45 P-Value = 0,000 DF = 15

### 1.3. Taux d'occupation des nichoirs

Nous considérons qu'un nichoir est occupé lorsqu'il contient au moins un œuf. Nos résultats ont montré que sur les 125 nichoirs standards installés, seuls 17 nichoirs ont été occupés. Nos résultats ont également montré que sur le 125 nichoirs expérimentaux installés, 33 nichoirs ont été occupés, (Tab. 9 ; Fig. 15), Ce qui sous-entend que les Mésanges bleus nord-africaine ont une préférence pour les nichoirs expérimentalement agrandis.

**Tableau 9 : taux d'occupation des nichoirs.**

Saison	Nichoirs std		Nichoirs exp		Total
	2014	2015	2014	2015	
Installés	50	75	50	75	250
Occupés	6	11	12	21	50
Taux (%)	12	14,66	24	28	20



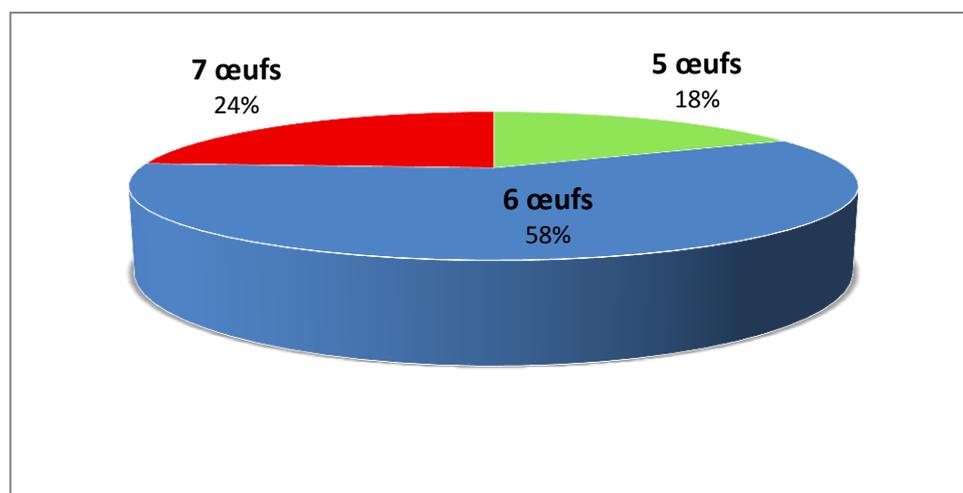
**Figure 15. Taux d'occupation des nichoirs installés durant les deux saisons d'étude.**

#### 1.4. Période et date de ponte

Les résultats montrent que la période de ponte est de 14 jours pour les nichoirs standards et de 9 jours pour les nichoirs expérimentaux. En effet, le premier œuf du couple le plus précoce dans les nichoirs standards a été pondu le 11 Avril en 2014 et le 17 Avril en 2015, et celui du couple le plus tardif le 19 Avril en 2014 et le 29 Avril en 2015, quant au nichoirs expérimentaux, le premier œuf du couple le plus précoce a été pondu le 25 Avril en 2014 et le 21 Avril en 2015, et celui du couple le plus tardif le 30 Avril en 2014 et le 1 Mai en 2015.

#### 1.5. Grandeur de ponte

La grandeur moyenne de ponte est de 6.06 œufs (Tab.10). La grandeur de ponte varie de 5 à 7 œufs par femelle. Au total, nous avons dénombré 9 pontes de 5 œufs (18%), 29 pontes de 6 œufs (58%) et 12 pontes de 7 œufs (24%), (Fig. 16).



**Figure 16. Fréquences des grandeurs de ponte de la Mésange bleue nord-africaine**

#### 1.6. Succès de la reproduction

Les résultats obtenus montrent des différences significatives du succès de la reproduction entre les nichoirs standards et les nichoirs expérimentalement agrandis. En effet, le succès de la reproduction est de 83.6 % dans les nichoirs expérimentaux comparativement à celui des standards qui est de 57.5 % (Tab. 10 ; Fig. 17)

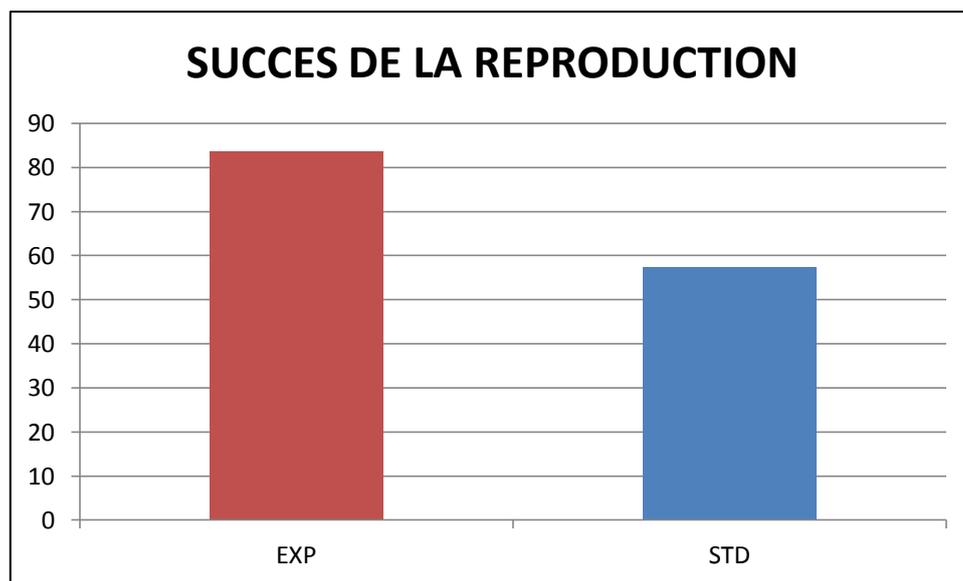


Figure 17. Succès de reproduction de la Mésange bleu nord-africaine.

### Two-Sample T-Test and CI: EXP; STD (S REPROD)

Two-sample T for EXP vs ST

	N	Mean	StDev	SE Mean
EXP	33	83,6	24,1	5,4
STD	17	57,5	26,3	8,3

Difference = mu (EXP) - mu (STD)

Estimate for difference: 26,1680

95% CI for difference: (5,1877; 47,1483)

T-Test of difference = 0 (vs not =): T-Value = 2,64 **P-Value = 0,018** DF = 16

### 1.7. Succès à l'envol

Le nombre moyen des jeunes envolés dans les nichoirs standards est de 3.4, ce qui correspond à un succès moyen à l'envol de 74.33%. Dans les nichoirs expérimentaux, le nombre moyen de jeunes envolés est de 5.15, ce qui correspond a un succès moyen a l'envol de 90.07%. (Fig. 18). La comparaison du succès à l'envol entre les deux types de nichoirs ne montre pas de différences significatives.

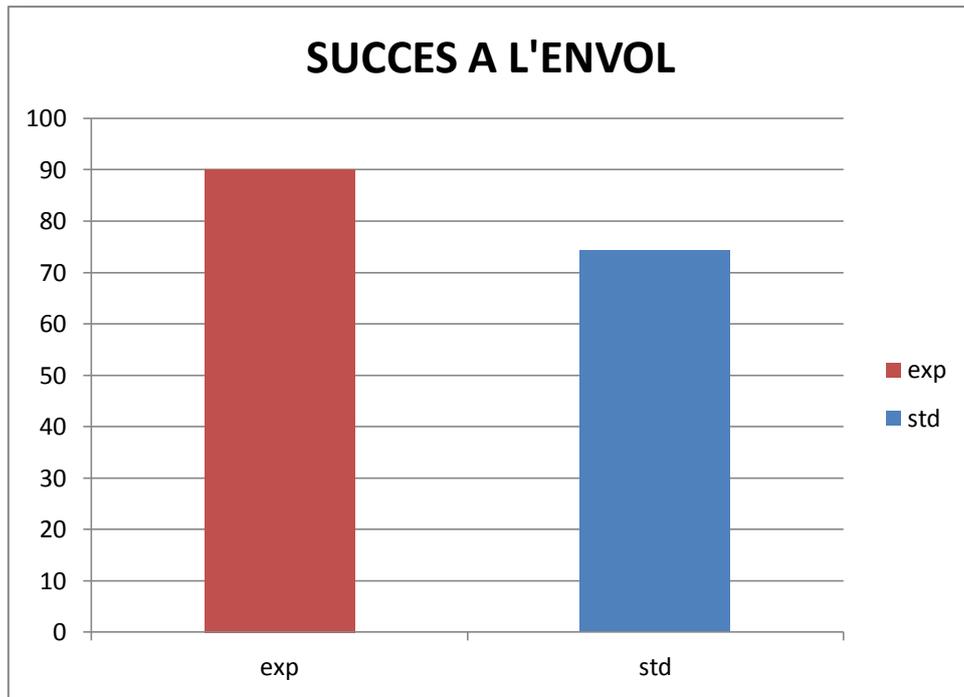


Figure 18. Succès à l'envol chez la Mésange bleue nord-africaine

**Two-Sample T-Test and CI: EXP; STD (S ENV)**

Two-sample T for EXP vs STD

	N	Mean	StDev	SE Mean
EXP	33	90,1	23,0	5,2
STD	17	71,0	27,8	8,8

Difference = mu (EXP) - mu (STD)

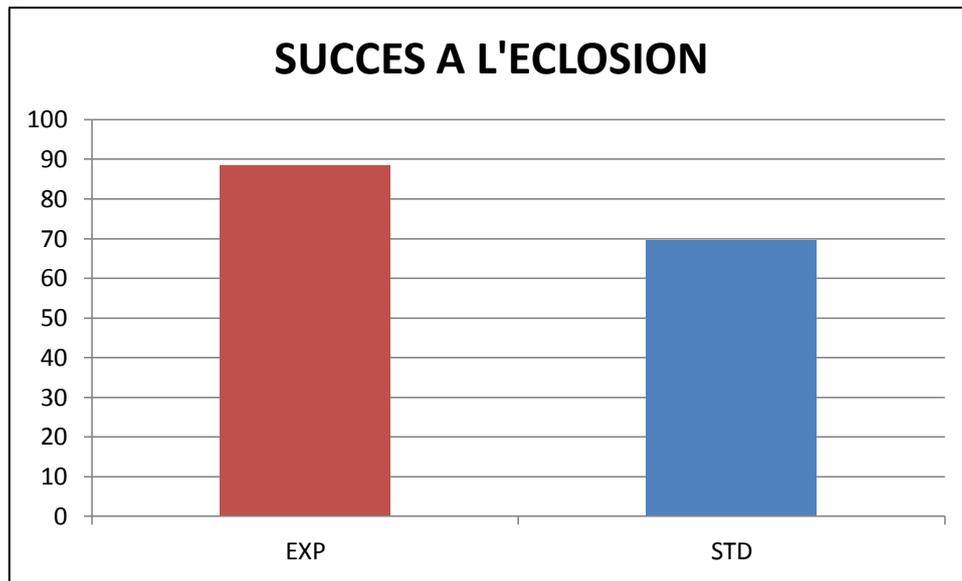
Estimate for difference: 19,0725

95% CI for difference: (-2,6647; 40,8097)

T-Test of difference = 0 (vs not =): T-Value = 1,87 **P-Value = 0,081** DF = 15

**1.8. Succès à l'éclosion**

Le succès à l'éclosion est de 69.5% dans les nichoirs standards et de 88.4% dans les nichoirs expérimentaux. Cependant, L'analyse comparée des taux entre nichoirs standards et expérimentaux ne révèle pas de différences significatives (Fig. 19).



**Figure 19. Succès à l'éclosion chez la Mésange bleue nord-africaine.**

**Two-Sample T-Test and CI: EXP; STD (S ECL)**

Two-sample T for EXP vs STD

	N	Mean	StDev	SE Mean
EXP	33	88,4	24,3	5,4
STD	17	69,5	29,2	9,2

Difference = mu (EXP) - mu (STD)

Estimate for difference: 18,9300

95% CI for difference: (-3,8858; 41,7458)

T-Test of difference = 0 (vs not =): T-Value = 1,77 P-Value = 0,097 DF = 15

**1.9. Temps d'élevage des jeunes**

Les résultats obtenus révèlent des différences très significative entre la période d'élevage des jeunes dans les nichoirs expérimentalement agrandis et celui des nichoirs standards en faveur des nichoirs expérimentaux (t = ; p<0.001), (Fig. 20)

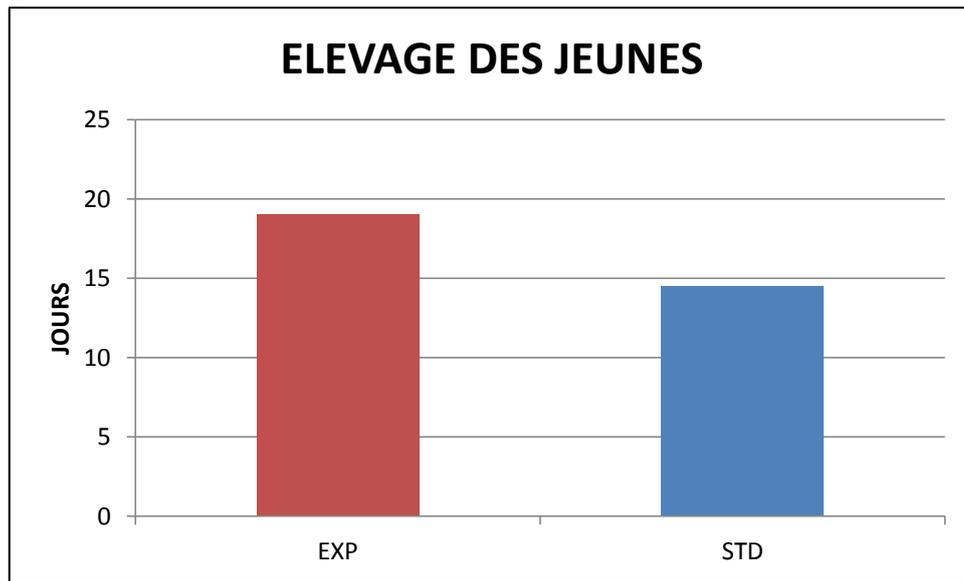


Figure 20. Temps d'élevage des jeunes.

### Two-Sample T-Test and CI: EXP; STD

Two-sample T for EXP vs STD

	N	Mean	StDev	SE Mean
EXP	33	19,05	1,15	0,26
STD	17	14,50	2,01	0,64

Difference = mu (EXP) - mu (STD)

Estimate for difference: 4,55000

95% CI for difference: (3,05435; 6,04565)

T-Test of difference = 0 (vs not =): T-Value = 6,63 P-Value = 0,000 DF = 12

**Tableau 10.** Paramètres de la reproduction de la Mésange bleue nord-africaine ( $m \pm sd$ ,  $n$ ). ( $m$  = moyenne,  $sd$  = Déviation standard,  $n$  = nombre d'observation)

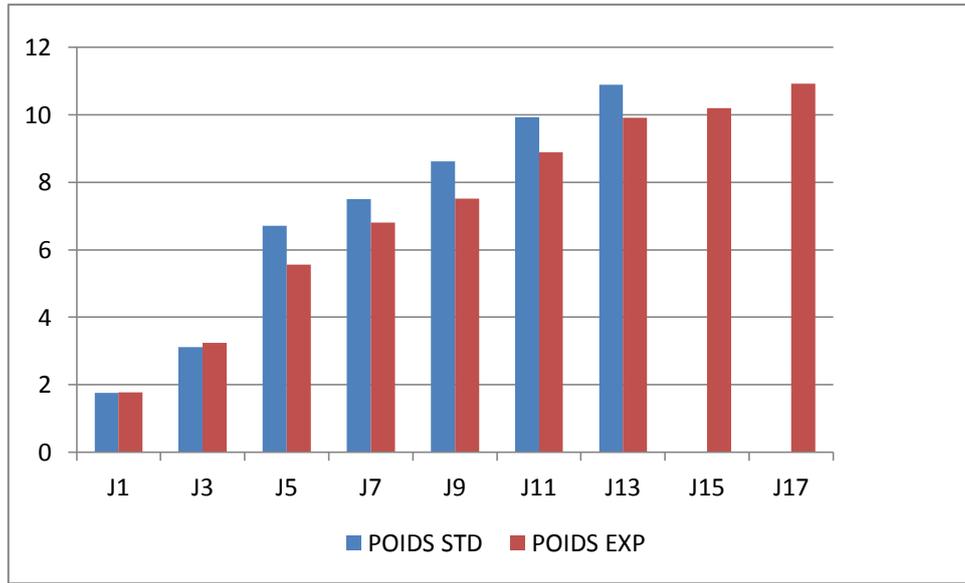
Types de nichoirs	Standards	Expérimentaux
Taux d'occupation des nichoirs	7%	13%
Grandeur de ponte	$6.00 \pm 0.67$ , $n = 17$	$6.10 \pm 0.64$ , $n = 33$
Elevage des jeunes (jours)	$14.50 \pm 1.57$ , $n = 17$	$19.05 \pm 1.15$ , $n = 33$
Succès de la reproduction (%)	$57,47 \pm 26.27$ , $n = 17$	$83.64 \pm 24.06$ , $n = 33$
Succès à l'éclosion	$69.474 \pm 29.18$ , $n = 17$	$88.40 \pm 24.25$ , $n = 33$
Succès à l'envol	$70.998 \pm 27.84$ , $n = 17$	$90.07 \pm 23.03$ , $n = 33$

## 2. DESCRIPTION DES PARAMETRES MORPHOMETRIQUES DES PULLI DE LA MESANGE BLEUE NORD-AFRICAINE

Dans cette partie, nous décrivons les résultats relatifs à l'analyse comparative des données morphométriques des pulli entre nichoirs standards et nichoirs expérimentaux. L'objectif étant de démontrer l'éventuel impact de l'agrandissement expérimental des nichoirs sur la bonne croissance des pulli.

### 2.1. Masse moyenne des pulli

Les résultats obtenus montrent globalement qu'il n'existe pas de différences significatives du poids des oisillons à J1 et J3 entre les deux types de nichoirs (Tab. 10) (Fig. 23). En revanche, la différence s'exprime à partir du 5<sup>ème</sup> jour où l'on constate une augmentation de l'état pondéral des pulli issus des nichoirs standards comparativement aux nichoirs expérimentaux (Tab. 10), (Fig. 23). Il en est de même à J7 (Tab. 11) (Fig. 21), jusqu'au 13<sup>ème</sup> jour. A J15, on constate que seuls les oisillons des nichoirs expérimentaux restent au nid jusqu'à J17 (Fig. 23).



**Figure 21 : Masse des pulli de la Mésange bleue nord-africaine, entre J1 et J17**

**Two-Sample T-Test and CI: EXP; STD (MASSE) / J5**

Two-sample T for EXP vs STD

	N	Mean	StDev	SE Mean
EXP	198	5,56	0,58	7,4
STD	102	6,72	0,61	8,8

T-Test of difference = 0 (vs not =): T-Value = 1,75 P-Value = 0,021 DF =

**Two-Sample T-Test and CI: EXP; STD (MASSE) / J7**

Two-sample T for EXP vs STD

	N	Mean	StDev	SE Mean
EXP	198	6,8	0,42	7,4
STD	102	7,5	0,52	8,8

T-Test of difference = 0 (vs not =): T-Value = 1,92 P-Value = 0,047 DF =

**Two-Sample T-Test and CI: EXP; STD ( MASSE ) / J9**

Two-sample T for EXP vs STD

	N	Mean	StDev	SE Mean
EXP	198	7,52	0,30	7,4
STD	102	8,62	0,62	8,8

T-Test of difference = 0 (vs not =): T-Value = 1,74 P-Value = 0,033 DF =

**Two-Sample T-Test and CI: EXP; STD ( MASSE ) / J11**

Two-sample T for EXP vs STD

	N	Mean	StDev
EXP	198	8,89	0,44
STD	102	9,93	0,60

T-Value = 1,62 P-Value = 0,035 DF =

**Two-Sample T-Test and CI: EXP; STD ( MASSE ) / J13**

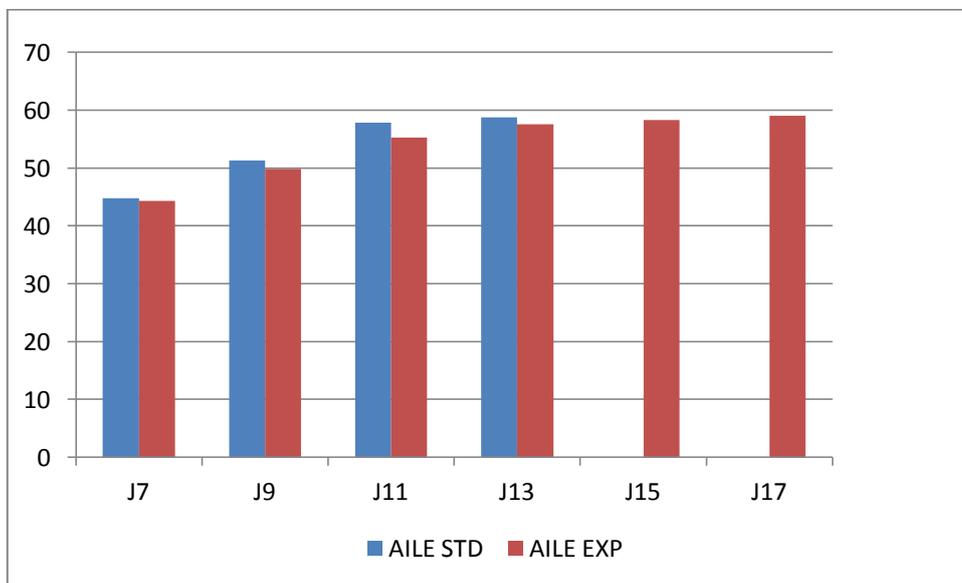
Two-sample T for EXP vs STD

	N	Mean	StDev
EXP	198	9,91	0,71
STD	102	10,89	0,75

T-Value = 1,54 P-Value = 0,040 DF =

**2.2. Mesure de l’aile**

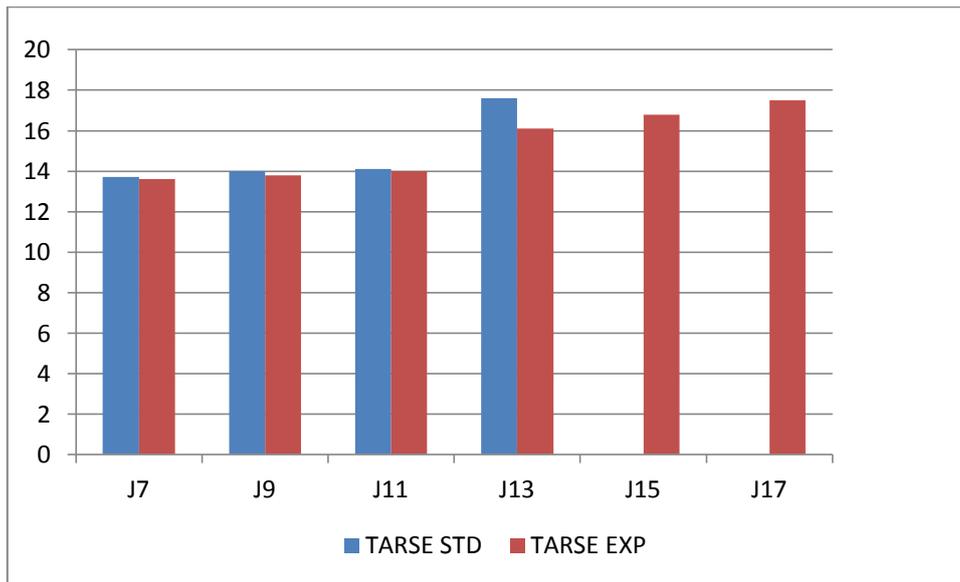
Globalement, on constate qu’il n’existe pas de différences significatives de la longueur de l’aile entre nichoirs standards et expérimentaux. Autrement dit, l’agrandissement expérimental des nichoirs semble n’avoir aucune incidence sur la longueur de l’aile (Fig. 22).



**Figure 22 : Longueur d’aile des pulli de Mésange bleue nord-africaine ,entre J7 et J17**

### 2.3. Mesure du tarse

Les résultats obtenus montrent globalement qu'il n'existe pas de différences significatives dans la longueur du tarse chez les oisillons de 7, 9 et 11 jours, entre nichoirs expérimentaux et nichoirs standards (Tab 11). En revanche, on constate une différence significative de ce paramètre à J13 en faveur des nichoirs standards. Les résultats obtenus montrent également que seuls les oisillons des nichoirs expérimentaux sont restés au nid à J15, ceux des nichoirs standards s'étant déjà envolés (Fig. 23).



**Figure 23 : Longueur du tarse des pulli de Mésange bleue nord-africaine, entre J7 et J17**

#### Two-Sample T-Test and CI: EXP; STD (LONGEUR TARSE ) / J13

Two-sample T for EXP vs STD

	N	Mean	StDev
EXP	198	16,1	2,3
STD	102	17,6	2,8

T-Value = 1,87 P-Value = 0,043 DF =

## 2.4. Mesure du culmen

Les résultats montrent globalement qu'il n'existe pas de différences significatives de ce paramètre entre les nichoirs standards et expérimentaux, et ce pendant toute la durée de croissance des pulli (Tab 11), (Fig. 24)

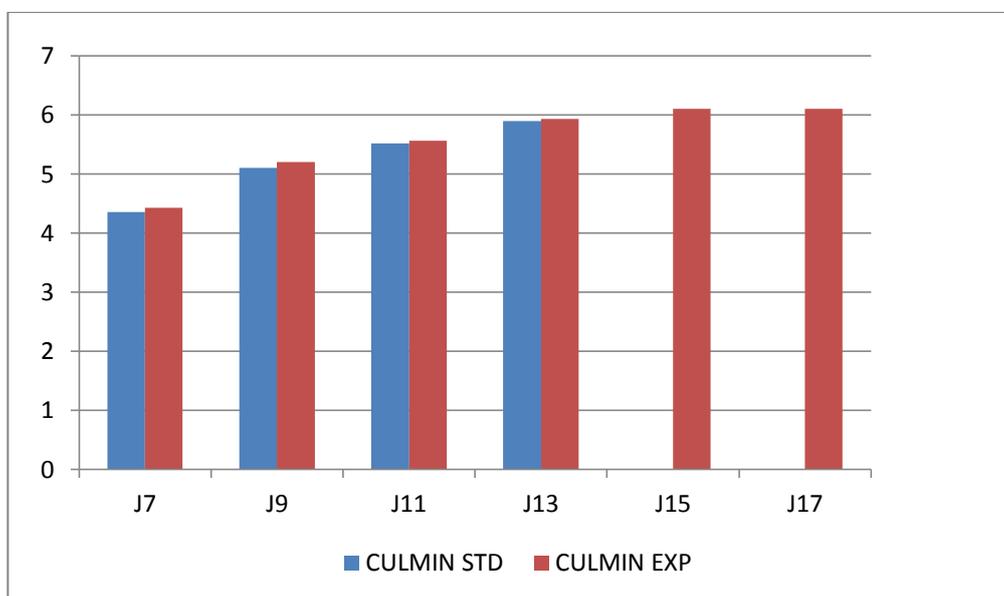


Figure 24 : Longueur du culmen des pulli de Mésange bleue nord-africaine, entre J7 et J17

Tableau 11 : Paramètres morphologiques des pulli de Mésange bleue nord-africaine , entre J7 et J17

Types de nichoirs	Jours	Standards	Expérimentaux
Masse moyenne	J7	7,5 ± 0.5	6,8 ± 0.62
	J9	8,62 ± 0.67	7,52 ± 0.85
	J11	9,93 ± 0.72	8,89 ± 0.95
	J13	10.89 ± 0.90	9,91 ± 1.0
	J15	-	10,2 ± 0.98
	J17	-	10,93 ± 1.1
Mesure de l'aile	J7	44,8 ± 2,5	44,3 ± 3.1
	J9	51,3 ± 1.7	49,8 ± 4.5
	J11	57,8 ± 2.7	55,3 ± 3.9
	J13	58,75 ± 3.2	57,6 ± 4.2
	J15	-	58,32 ± 4.6
	J17	-	59 ± 2.9
Mesure du tarse	J7	13,7 ± 1.2	13,6 ± 0.5
	J9	14 ± 0.9	13,8 ± 1.0
	J11	14,1 ± 1.7	14 ± 0.8
	J13	17,6 ± 1.2	16,1 ± 1.3

	J15	-	16,8 ± 1.6
	J17	-	17,5 ± 1.2
<b>Mesure du culmen</b>	J7	4,36 ± 0.36	4,43 ± 0.52
	J9	5,1 ± 1.10	5,3 ± 0.86
	J11	5,52 ± 0.68	5,56 ± 0.65
	J13	5,9 ± 0.75	5,93 ± 0.98
	J15	-	6,1 ± 0.75
	J17	-	6,1 ± 0.81

### 3. ECOLOGIE ECTOPARASITAIRES COMPAREE ENTRE NICHOS STANDARDS ET NICHOS EXPERIMENTAUX

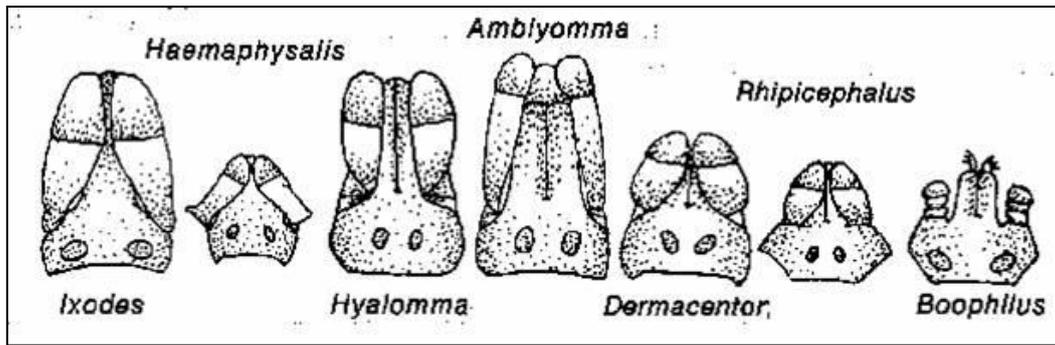
#### 3.1. Caractérisation taxonomique

Au terme du déparasitage, nous avons procédé à la caractérisation taxonomique des ectoparasites. L'observation sous binoculaire, associée à l'utilisation des clés d'identification nous ont permis de distinguer la présence de trois Ordres taxonomiques : il s'agit des tiques et des mites (pour les Acariens), et des puces (pour les Siphonaptera).

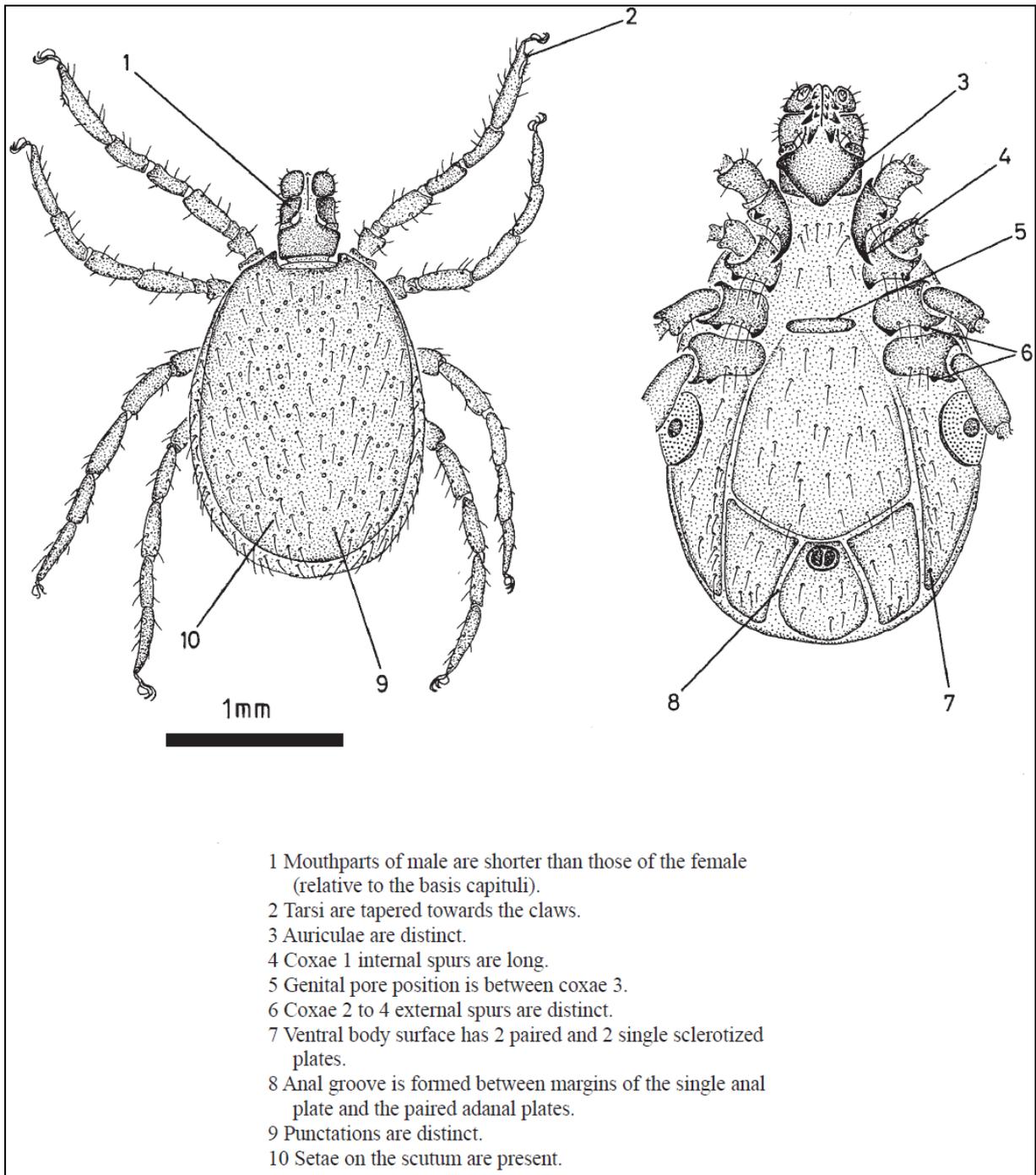
Concernant les tiques, l'utilisation des clés de **Walker et al. (2003)** et de **Nuttall et al. (1911)** nous a permis d'identifier deux genres taxonomiques : il s'agit du genre *Ixodes* et du genre *Dermanyssus*.

##### 3.1.1. Ixodidés

L'identification des *Ixodidés* s'est faite à partir de l'étude des structures morphologiques. Elle est largement orientée par la connaissance de l'hôte d'accueil et la provenance géographique de la tique. De manière grossière, la première clé d'identification repose sur l'observation, en face ventrale, du sillon périanal. Chez les Prostriata, dont *Ixodes* est le seul genre, le sillon périanal contourne l'anus cranialement, tandis que chez les Metastriata, le sillon périanal contourne l'anus caudalement. La longueur du rostre et la forme du capitulum sont ensuite les caractères principaux qui permettent d'identifier un genre (Fig. 25),(Fig. 26).



**Figure 25 : Représentation schématique des rostres et capitulum des principaux genres d'Ixodidés (d'après George, 2005)**



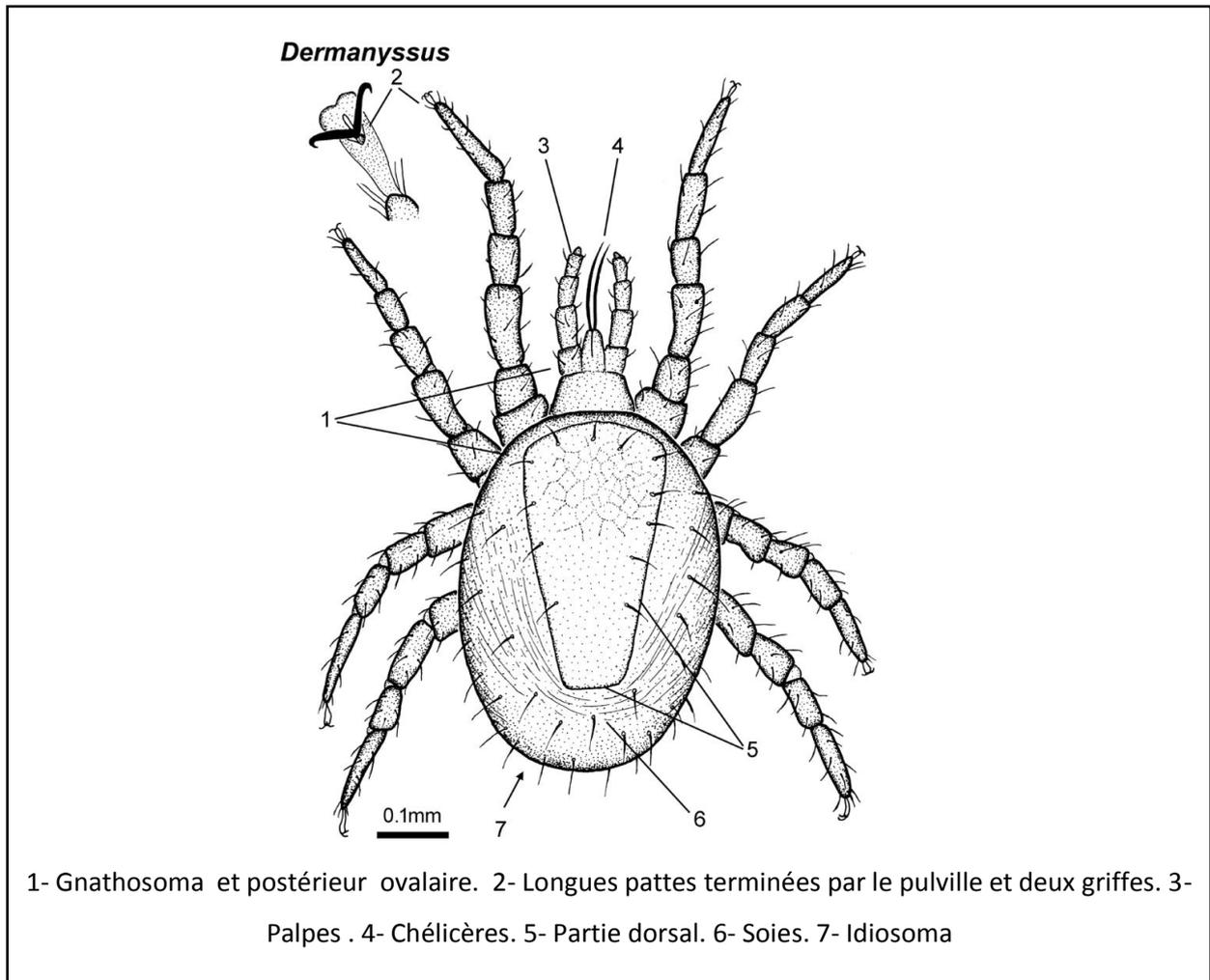
**Figure 26 : Caractérisation taxonomique d'*Ixodes ricinus* (Walker et al., 2003).**

### 3.1.2. *Dermanyssus gallinae*

*Dermanyssus gallinae* (De Geer, 1778) est un acarien mesostigmate (Gamasida) hématophage, essentiellement parasite des oiseaux (poule, mésange, pigeon, moineau,

étourneau etc.). Faute d'oiseaux, il peut parasiter aussi les Mammifères maintenus dans des locaux où ont vécu des volailles.

**Cosoroaba (2001)** fait une description détaillée des caractéristiques morphologiques de *Dermanyssus gallinae*. Il en ressort que les femelles de cette espèce parasite mesurent à jeun, en moyenne, 700µm x 380µm, tandis que les femelles gorgées mesurent 1100µm de long. Les mâles ont de dimensions plus réduites de quelques dizaines de micromètres. Le tégument est faiblement chitinisé à stries orientées circumscutiforme et à nombreuses soies. La femelle a un écusson dorsal étendu, pentagonal, portant des soies plus courtes que celles des autres parties de l'idiosoma. Sur la partie ventrale il y a un bouclier génital, en forme de langue et un bouclier anal trapézoïdal. L'anus est situé à l'extrémité postérieure de ce dernier. Les pattes, dépourvues d'épimères, sont longues et terminées par un appareil ambulacraire formé d'une pulville et d'une paire de griffes bien développées. Les membres antérieurs sont utilisés aussi comme organes sensoriels. Le gnathostoma ou capitulum a la forme d'un tube au travers duquel les liquides sont absorbés et transmis vers l'œsophage. Le plafond du tube est l'épistoma, qui couvre sur la partie dorsale les chélicères longs et filiformes. Chez la femelle le deuxième segment des chélicères mesure 275µm de long et le premier 45µm. Le mâle a des chélicères plus courtes, le premier segment ayant une longueur de 84 µm et le second seulement de 54µm. Sur la partie ventrale, la base du capitule est formée par l'union des segments coxaux élargis des palpes. Il y a une paire de stigmates, à proximité de la coxa III (mesostigmates), entourés chacun d'un peritrème légèrement allongé vers la partie antérieure (Fig. 27).

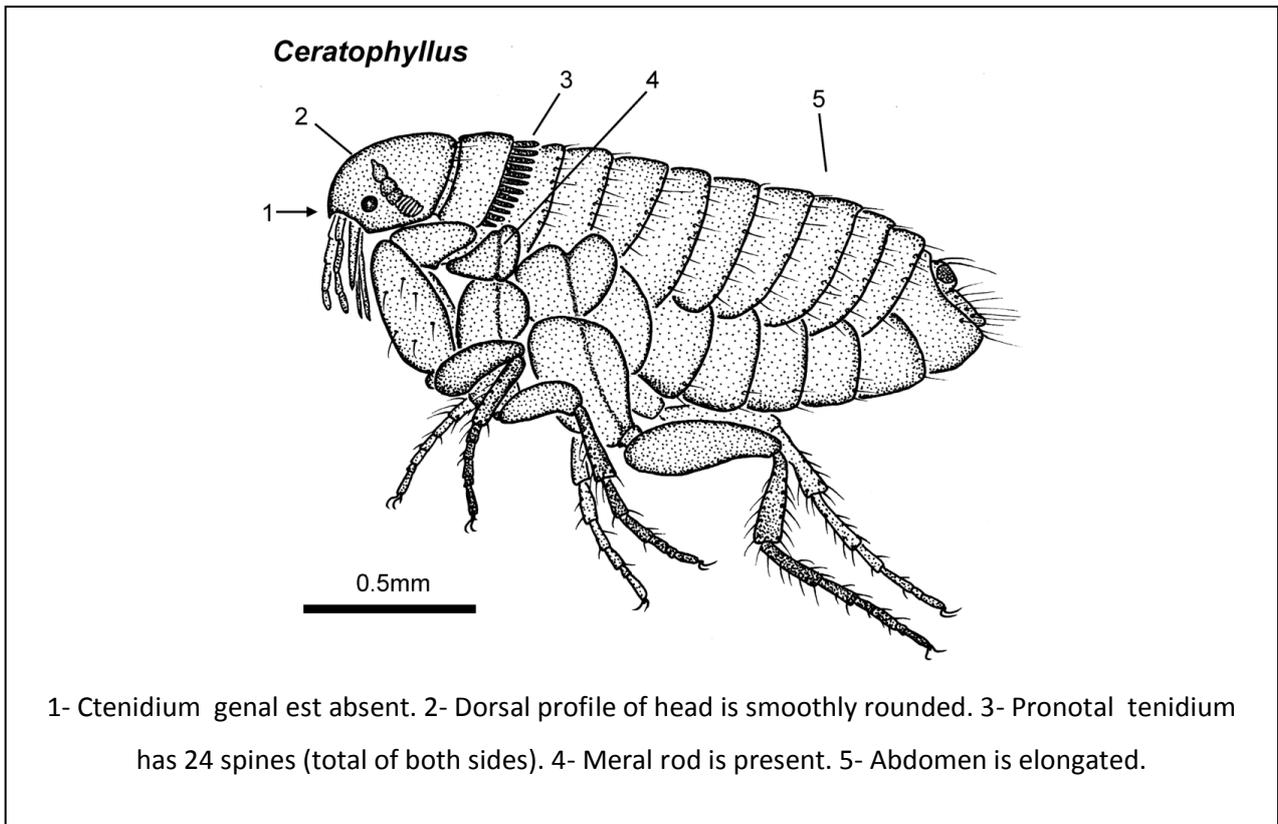


**Figure 27. Description de *Dermanyssus gallinae***

### 3.1.3. *Ceratophyllus*

Pour les puces, l'utilisation des clés d'identification de **Beaucournu et Launay (1990)**, nous a permis de distinguer un seul genre: il s'agit du genre *Ceratophyllus*.

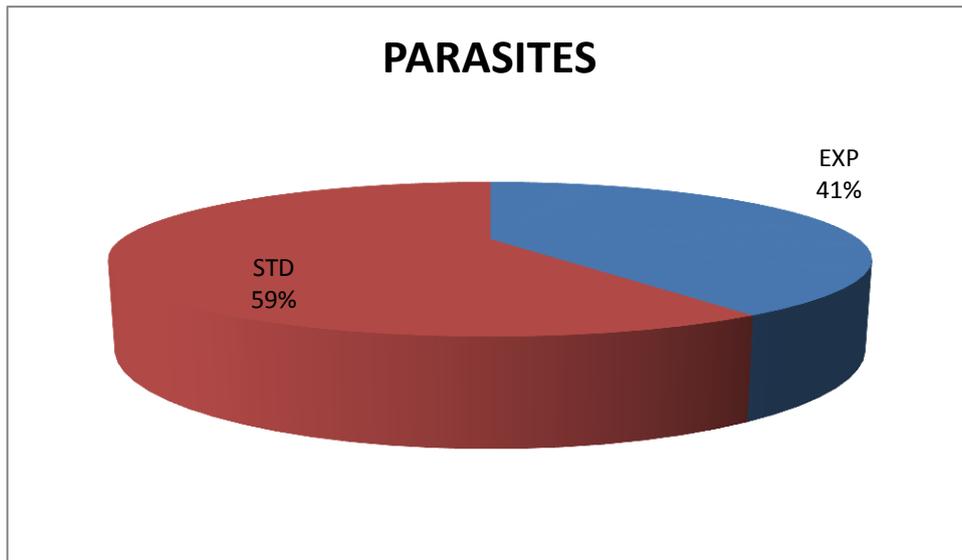
Les principales caractéristiques du genre *Ceratophyllus* sont (Fig. 28):



**Figure 28 : Description de *Ceratophyllus***

### 3.2. Analyse des indices parasitaires

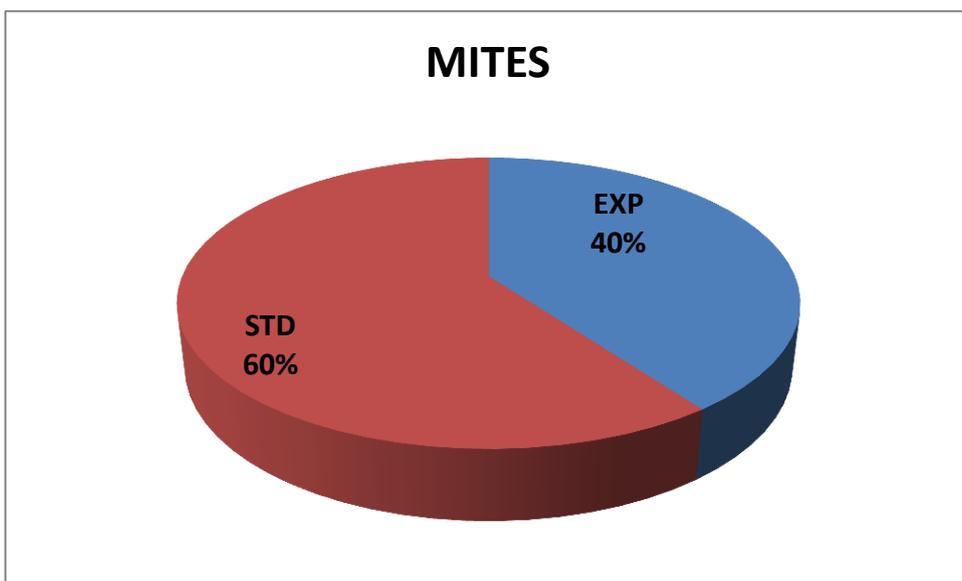
Une fois les ectoparasites identifiés, nous avons procédé à leur quantification. Sur les 50 nids triturés, 3235 ectoparasites ont été prélevés dont 2891 mites, 112 puces et 232 tiques. On constate d'emblée que les ectoparasites sont plus nombreux dans les nichoirs standards que dans les nichoirs expérimentaux (Fig. 29).



**Figure 29 : Répartition des parasites sur les deux types de niochirs**

Les mites sont significativement plus abondantes dans les nids issus des niochirs standards (60%) par rapport aux niochirs expérimentaux (40%) ( $t = -3.62 ; p = 0.004$ ) (Fig. 30).

La même tendance s'observe pour les Puces, où l'on constate une augmentation significative des puces dans les niochirs standards (64%), comparativement aux niochirs expérimentaux (36%) ( $T = -2.29 , p = 0.033$ ) (Fig.31). Pour les tiques, elles sont aussi abondantes dans les niochirs expérimentaux (53%) que dans les niochirs standards (47%) (Fig.32).



**Figure 30: Proportion des mites dans les niochirs standards et expérimentaux**

**Two-Sample T-Test and CI: MITES (EXP); MITES (STD)**

Two-sample T for MITES (EXP) vs MITES (STD)

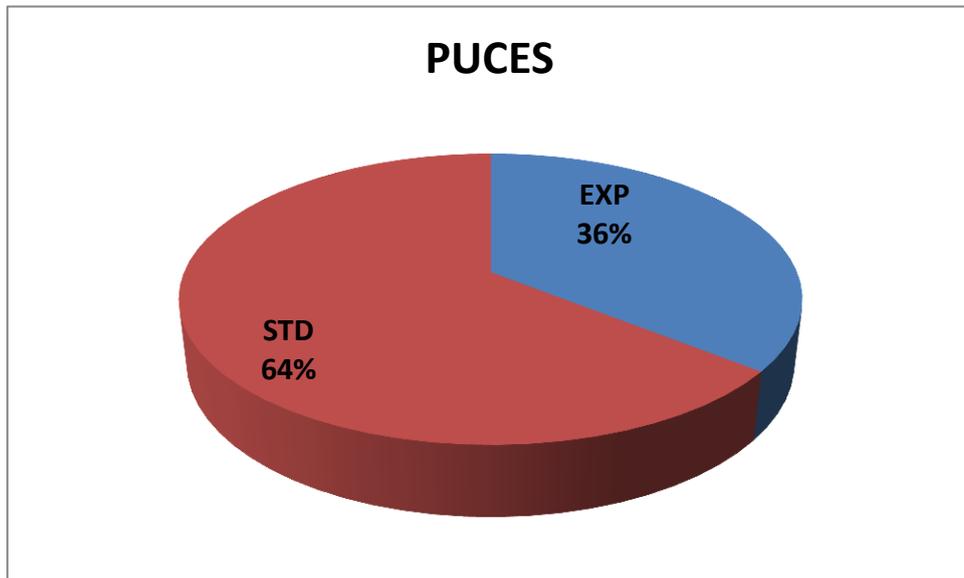
	N	Mean	StDev	SE Mean
MITES (EXP)	33	82,5	17,6	3,9
MITES (STD)	17	124,2	34,2	11

Difference = mu (MITES (EXP)) - mu (MITES (STD))

Estimate for difference: -41,7500

95% CI for difference: (-67,1110; -16,3890)

T-Test of difference = 0 (vs not =): T-Value = -3,62 P-Value = 0,004 DF = 11



**Figure 31: Proportion des puces dans les nichoirs standards et expérimentaux**

**Two-Sample T-Test and CI: PUCES (EXP); PUCES (STD)**

Two-sample T for PUCES (EXP) vs PUCES (STD)

	N	Mean	StDev	SE Mean
PUCES (EXP)	33	2,95	1,76	0,62
PUCES (STD)	17	5,30	1,58	0,82

Difference = mu (PUCES (EXP)) - mu (PUCES (STD))

Estimate for difference: -2,35000

95% CI for difference: (-4,49392; -0,20608)

T-Test of difference = 0 (vs not =): T-Value = -2,29 P-Value = 0,033 DF = 19

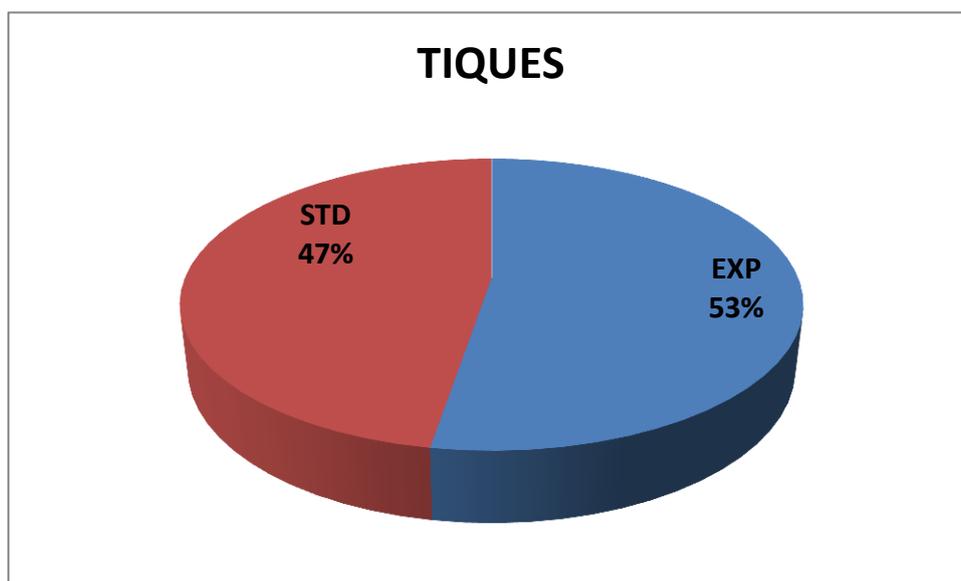


Figure 32 : Proportion des tiques dans les nichoirs standards et expérimentaux

### Two-Sample T-Test and CI: TIQUES (EXP); TIQUES (STD)

Two-sample T for TIQUES (EXP) vs TIQUES (STD)

	N	Mean	StDev	SE Mean
TIQUES (EXP)	33	8,00	6,54	1,5
TIQUES (STD)	17	7,20	3,05	0,96

Difference = mu (TIQUES (EXP)) - mu (TIQUES (STD))

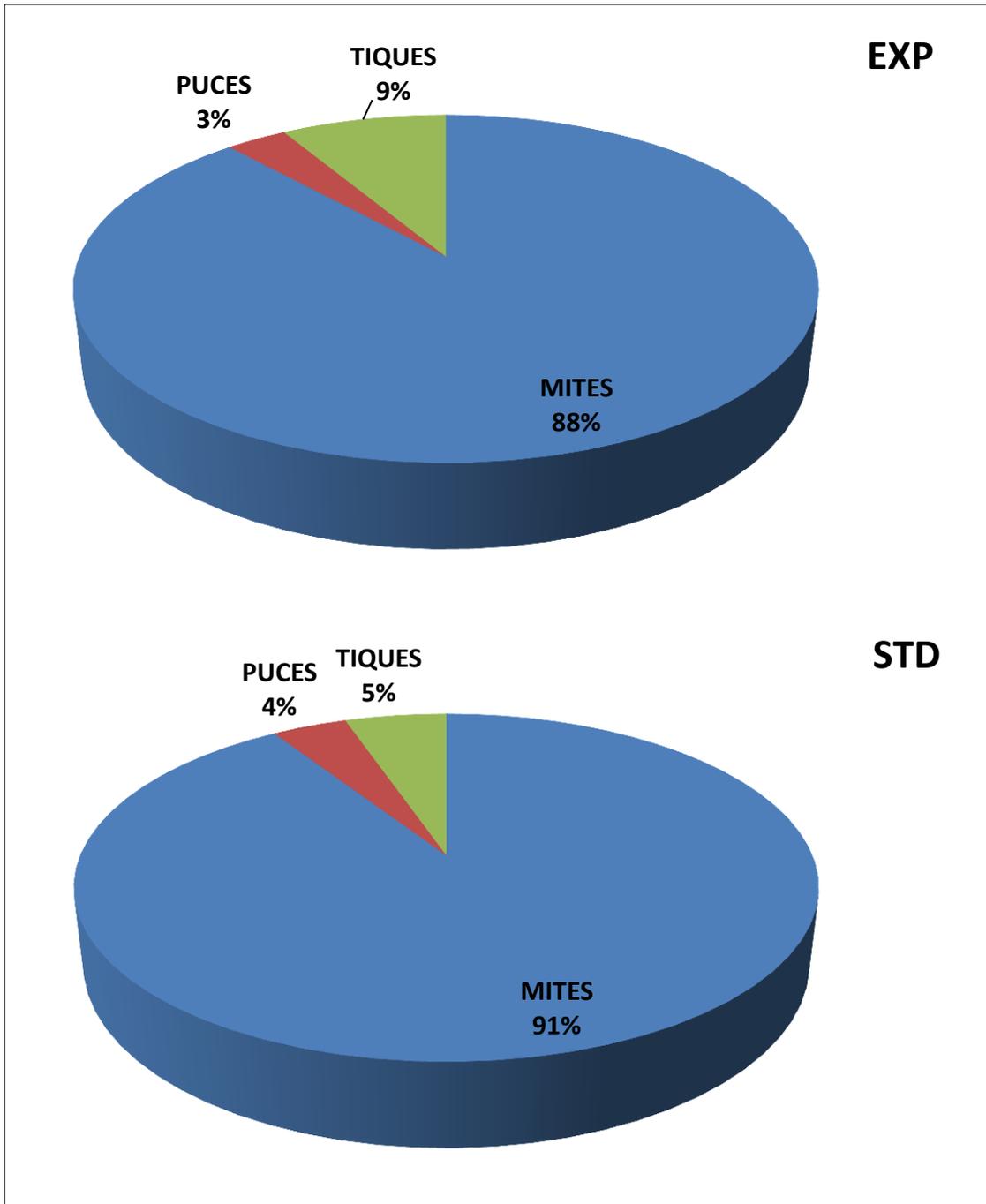
Estimate for difference: 0,800000

95% CI for difference: (-2,792597; 4,392597)

T-Test of difference = 0 (vs not =): T-Value = 0,46 P-Value = 0,651 DF = 27

Globalement, les résultats obtenus montrent que les ectoparasites retrouvés dans les nichoirs expérimentaux sont : les mites à 88%, les tiques à 9%, et les puces à 3%. En

revanche, on retrouve dans les nichoirs standards 91% de mites, 5% de tiques et 4% de puces (Fig. 33).



**Figure 33 : Proportion des trois types d'ectoparasites dans les nichoirs standards et les nichoirs expérimentaux**

Nous avons calculé les indices parasitaires (Prévalence (**Pr**), Intensité moyenne (**IM**) et Abondance (**A**), en fonction de l'ordre (Mites, Tiques et Puces).

Globalement, on constate que tous les indices parasitaires sont en faveur des mites et que cette tendance s'exprime aussi bien dans les nichoirs standards que dans les nichoirs expérimentaux.

La prévalence des puces et des tiques diminue avec l'augmentation du volume des nids passant de 0.90 à 0.80 pour les puces et de 0.90 à 0.75 pour les tiques. Concernant les mites, l'abondance parasitaire diminue avec l'augmentation du volume des nids (de 124.2 jusqu'à 82.45). Même constat pour l'intensité moyenne. (Tableau 12), (Fig. 34).

**Tableau 12: Les indices parasitaires**

	<b>MITES</b>	<b>PUCES</b>	<b>TIQUES</b>
<b>P</b>	1,00	0,83	0,80
<b>P (EXP)</b>	1,00	0,80	0,75
<b>P ( STD)</b>	1,00	0,90	0,90
<b>AP</b>	96,37 ± 31.11	3,732 ± 2.89	7,73 ± 5.57
<b>AP (EXP)</b>	82,45 ± 17.6	2,95 ± 2.76	8,00 ± 6.54
<b>AP ( STD)</b>	124,20 ± 34.24	5,30 ± 2.58	7,20 ± 3.05
<b>IM</b>	96,37	4,48	9,67
<b>IM (EXP)</b>	82,45	3,69	10,67
<b>IM ( STD)</b>	124,20	5,89	8,00

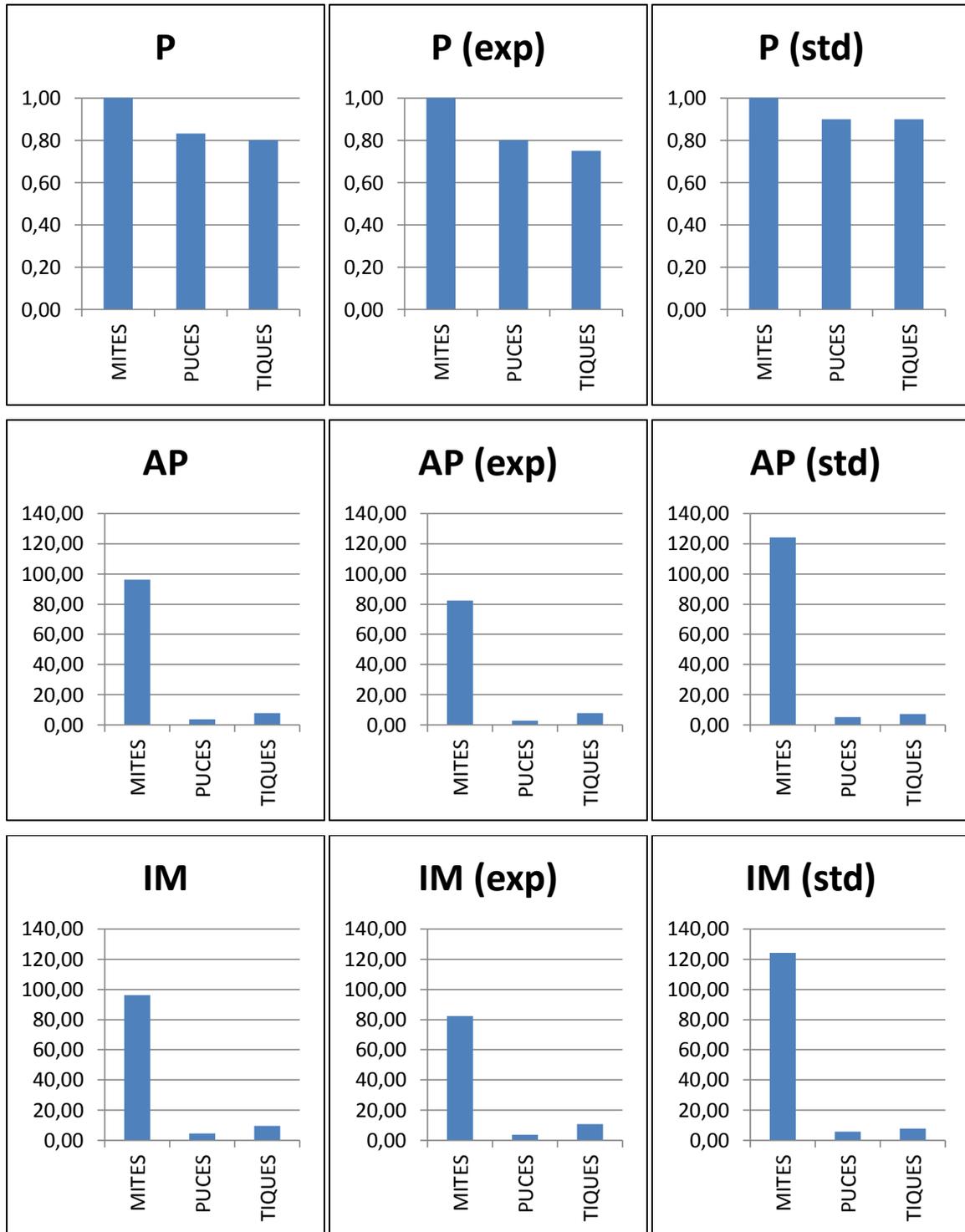


Figure 34 : Les indices parasitaires



## *Discussion*

## DISCUSSION

### *Cyanistes caeruleus* : modèle de prédilection pour le monitoring de la reproduction chez les passereaux ?

La biologie de *Cyanistes caeruleus* a déjà fait l'objet de très nombreuses recherches, tant l'espèce constitue un modèle de choix dans l'analyse des processus de fonctionnement et d'évolution des populations animales (**Blondel et al., 1994 ; Perrins, 1979**) Ces oiseaux occupent une importante aire de de distribution géographique, permettant d'étudier et de comparer les différents systèmes écologiques en place dans des paysages hétérogènes. De plus, étant cavicoles, elles n'abandonnent pas facilement leurs nichées, sont peu craintives et acceptent aisément les nichoirs artificiels. Ces derniers ont été utilisés pour l'étude de la phénologie de reproduction de l'espèce depuis les années 70, dans le cadre de l'analyse comparative des traits d'histoire de vie des Mésanges continentales et insulaires, par la suite, elles ont été étendues à un certain nombre d'autres sites du Bassin méditerranéen occidental, du sud de l'Europe et d'Afrique du Nord (**Blondel et al., 1990 ; Sanz, 2002**). (Tab. 13).

**Tableau 13: Exemples d'études de la Mésange bleue dans son aire de répartition**

Zone d'étude	Auteurs
Algérie	Benlahcene 2016
	Benyacoub 1993
	Boulahbal <i>et al.</i> 2012
	Boslama <i>et al.</i> 2002
	Brahmia <i>et al.</i> 2012
	Chabi <i>et al.</i> 1998
	Isenmann <i>et</i> Moali 2000
	Moali <i>et al.</i> 1992
	Ziane <i>et al.</i> 2006
Angleterre	Mainwaring 2011
Espagne	Cantatrero <i>et al.</i> 2013
	Badas <i>et al.</i> 2017
France	Blondel <i>et al.</i> 1987, 1990, 1991, 1993, 1994, 1998, 2002
	Isenmann 1987
	Lambrechts <i>et al.</i> 1997, 2010, 2012, 2014, 2016a, 2016b
	Møller <i>et al.</i> 1994
Pologne	Wesolowski <i>et al.</i> 2014

Toutes ces données ont permis à la communauté scientifique d'alimenter le débat sur les stratégies adaptatives comparées chez *Cyanistes caeruleus* à l'issue de l'interaction de ces populations avec leur milieu (**Lambrechts et al., 2010**). Un débat qui est toujours d'actualité si l'on considère tous les enjeux environnementaux liés aux changements climatiques, et où l'espèce revêt le statut de bio indicateur pour analyser le degré d'adaptabilité face à ces nouveaux changements globaux (**Padoa-Schioppa et al., 2005**).

### *Cyanistes caeruleus* s'adapte elle à l'agrandissement expérimental des nichoirs ?

L'analyse comparative de la reproduction chez *Cyanistes caeruleus* entre nichoirs témoins et expérimentaux a montré globalement de nettes différences. Tout d'abord, la durée de construction des nids est plus longue dans les nichoirs expérimentaux, avec une différence très hautement significative, ce qui est en accord avec les résultats de (**Moreno et al., 2008**), chez le Gobe-mouche noir, où ils expliquent le rallongement de la période de construction par les nombreux va-et-vient, entre le nid et le transport des matériaux nécessaire à la couverture de toute sa surface. Le volume des nids est plus grand dans les nichoirs expérimentaux avec une différence très hautement significative, ce qui suggère que la mésange bleue alloue d'importants efforts au remplissage et à la consolidation de toute la base du nid. En effet, de nombreux travaux ont prouvé que la construction d'un nid implique des coûts énergétiques importants chez certaines espèces (**Withers, 1977 ; Lens et al., 1994 ; Slagsvold et Lifjeld, 1990 ; Stanley, 2002**) et un temps considérable (**Hotta, 1994 ; Nores et Nores, 1994**). Ainsi, l'effort dépensé pour la construction du nid pourrait nuire au succès de la reproduction, et empiéter sur la survie de l'adulte post-reproductif sans affecter nécessairement la productivité pendant l'élevage en cours (**Moreno et al., 2008**). En outre, quelques études ont abordé l'impact éventuel des coûts énergétiques de construction des nids sur la survie et la fécondité (**Lens et al., 1994 ; Soler et al., 2001 ; De Neve et Soler 2002 ; Gill et Stutchbury 2005 ; Moreno et al., 2008**).

Le taux d'occupation total, entre nichoirs standards et expérimentaux n'a pas excédé les 20% , ce qui est inférieur aux résultats de **Brahmia et al. (2012)** et de **Chabi et al. (1995)** dans les mêmes sites d'étude (Tab. 14).

**Tableau 14 : Comparaison de certains paramètres résultants de notre étude avec ceux obtenus par Chabi & Isenmann dans la même zone d'étude (Massif de l'Edough) a différentes altitudes.**

Ref	Altitude	DP	PP	GP	Occup	SR	SE
Sakraoui, 2019 (présent travail)	700 m	24 Avril	9	6.06	20%	70,55%	82,20%
Chabi & Isenmann, 1997	500 m	14 Avril	29.3	6.46	70 %	72%	84%
Chabi & Isenmann, 1997	1000 m	2 Mai	23.6	7.39	71 %	85%	98%

Ce taux s'explique aisément par la pression de dérangement induite par une fréquentation de plus en plus importante des lieux (observations personnelles). Même si il est communément admis que les espaces naturels représentent actuellement des lieux idéalisés, convoités, qui connaissent une fréquentation croissante par certains visiteurs pour leurs aspects authentiques et jugés « sauvages », ils sont néanmoins appréciés par d'autres car ils représentent des supports idéaux à la pratique de leurs activités de loisirs, qu'elles soient sportives (dans le cadre des sports de nature) ou non.

**Ramade (2002)** définit l'impact environnemental comme les « conséquences d'une dégradation des conditions écologiques sur le milieu naturel ou l'environnement de l'homme ». Les impacts de la fréquentation humaine, peuvent être multiples et remettre en cause la pérennité de certains sites : piétinement de la flore, dégradation des habitats, érosion des sols, pollution chimique et visuelle, prélèvements d'espèces végétales, dénaturation des paysages, etc. (**Cole, 2001 ; Le Corre, 2004 ; Mounet, 2000, 2004 ; Peuziat, 2005**). Ces derniers seront d'ailleurs d'autant plus problématiques et pris au sérieux qu'ils affecteront des espaces écologiquement rares, sensibles et/ou vulnérables. Le dérangement de la faune sauvage fait partie des impacts de la fréquentation humaine. Le dérangement est défini par **Triplet et Schricke (1998)** comme « tout événement généré par l'activité humaine qui provoque une réaction (l'effet) de défense ou de fuite d'un animal, ou qui induit directement ou non, une augmentation des risques de mortalité (l'impact) pour les individus de la population considérée ou, en période de reproduction, une diminution du succès reproducteur ». Le dérangement de la faune n'a donc pas pour objet la destruction ou la dégradation physique des habitats des espèces mais les conséquences, à plus ou moins long terme, de la confrontation directe entre la pratique des activités humaines (récréatives, sportives ou professionnelles) et la présence d'animaux sauvages dans les mêmes milieux.

Les oiseaux sont davantage confrontés au dérangement par les activités humaines et font aujourd'hui l'objet d'une attention particulière de la part des scientifiques (**Ramade, 2002**). Le dérangement représente en définitive « une menace pour les oiseaux à partir du moment où il les empêche de satisfaire dans de bonnes conditions de sécurité leurs exigences écologiques et comportementales » (**Rocamora et Yeatman-Berthelot, 1999**).

Par ailleurs, les résultats obtenus ont démontré que le taux d'occupation des nichoirs expérimentaux était plus élevé que celui des nichoirs standards. Deux hypothèses peuvent être faites: le premier prône pour une sélection purement aléatoire où la sélection de la mésange pour les nichoirs occupés est aléatoire, tant que le nichoir n'est pas occupé. La seconde hypothèse est que les mésanges bleues nord-africaine adultes pourraient choisir les nichoirs expérimentaux avant l'occupation, prédisant l'optimisation du succès de la reproduction et la survie des jeunes.

En ce qui concerne la grandeur de ponte, la taille moyenne est de 6 œufs et est relativement faible par rapport à d'autres études sur cette espèce (**Bousslama et al., 2002 ; Fargallo 2004 ; Boulahbal et al., 2012 ; Brahmia et al., 2012**). La taille de la couvée dans les deux types de nichoirs n'a montré aucune différence significative. Ceci est en accord avec les travaux de (**Møller et al., 2014**), qui a montré que l'agrandissement de la base des nichoirs n'affecte pas la taille de la couvée.

Le succès de l'envol est plus important dans les nichoirs expérimentaux, mais sans différence significative, ce qui est soutenu par les résultats de **Lambrechts et al. (2016b)**, qui suggère qu'un ou plusieurs aspects chez la femelle, tels que son état de santé, peuvent être responsables d'un meilleur succès de l'envol dans les grands nids.

Le succès à l'éclosion est de 69,47% pour les nichoirs témoins et de 88,40% pour les nichoirs expérimentaux sans différence significative, ces résultats sont confirmés par ceux obtenus par **Baghdadani et al. (2014)** chez la pie d'Eurasie en Iran, qui suggèrent que les grands nids ont une température plus stable pendant l'incubation des œufs.

Avec un succès de reproduction de 57,47% dans les nichoirs témoins et de 83,64% dans les nichoirs expérimentaux, notre étude a montré que l'augmentation de la taille du nichoir augmente le succès de reproduction. Ceci est consolidé par **Lambrechts et al. (2016)**, qui ont montré que la taille des nids affecte le succès de la reproduction. **Van Balen (1984) et Löhrl (1986)** ont supposé que des nichoirs plus grands pourraient augmenter l'efficacité de la reproduction (incubation et élevage des poussins).

Les résultats obtenus sur les paramètres de la reproduction de la Mésange bleue nord-africaine (*Cyanistes caeruleus ultramarinus*) confirment donc la grande variabilité des traits d'histoire de vie des populations de Mésange bleue qui nichent dans le bassin méditerranéen (date et période de ponte) comparativement aux autres populations qui nichent au nord de l'aire de répartition de l'espèce (**Blondel et al., 1987 ; Isenmann et al., 1990**).

### *L'agrandissement expérimental des nichoirs produit-il des pulli en meilleure santé ??*

Nos résultats ont démontré que l'agrandissement expérimental des nichoirs semble affecter sérieusement les conditions morphométriques des pulli. Dans notre cas, nous avons opéré une modification de la structure d'accueil de la nichée et non pas de la taille des nichées. Cette dernière a été expérimentée dans le cadre des travaux de **Ziane (2008)**. Les résultats obtenus ont démontré que les pulli issus des nichées réduites ont un poids plus importants que ceux issus des nichées témoins. L'effort investi par les parents pour réussir l'envol d'un maximum de poussins dans les nichées témoins est plus grand puisqu'il affecte leur qualité avant l'envol. Ainsi, la diminution de l'effort reproductif se traduirait par l'amélioration des conditions corporelles des poussins témoignant des bonnes conditions de nourrissage.

De nombreuses études se sont penchées sur la relation entre la taille de la nichée et l'effort parental, généralement estimé à l'aide de la fréquence de nourrissage (**Nur, 1987**). **Lack (1954)**, proposa un modèle selon lequel les adultes ont une taille de nichée correspondant au nombre de poussins qu'ils sont capables d'élever adéquatement. Il stipule également que la taille de nichée optimale correspond à la taille de nichée la plus fréquemment observée dans la population (nichée modale). Dans notre étude, nous avons tenté de mettre en évidence l'incidence de l'augmentation expérimentale des nichoirs sur les paramètres morphométriques des pulli à travers l'analyse des compromis entre construction du nid, effort de reproduction et investissement parental. Il en résulte que ce compromis existe bel et bien pour les mésanges bleues adultes, notamment dans les nichoirs expérimentaux, puisqu'elles se sont investies dans la construction de grands nids isolants de manière optimale et se sont également investies dans les soins apportés aux pulli, ce qui explique

l'augmentation de quelques paramètres morphométriques chez les oisillons élevés dans les nichoirs expérimentaux comparativement à ceux élevés dans les nichoirs standards.

### *L'agrandissement expérimental des nichoirs favorise-t-il l'infestation parasitaire ?*

De façon générale, les cavités de nidification constituent des microclimats susceptibles d'être colonisés par des bactéries, décomposeurs et détritivores en raison de la présence de matières fécales et de restes de nourriture des oiseaux cavicoles, ainsi que d'ectoparasites qui se nourrissent de sang, de la peau et des plumes d'oiseaux hôtes (**Collias et Collias, 1984 ; Mazgajski, 2007**). Les ectoparasites des nids se nourrissant du sang des oisillons et des adultes, de ce fait, la présence et l'abondance d'ectoparasites dans les cavités de nidification peuvent en constituer un facteur évolutif supplémentaire modulant les adaptations des oiseaux cavicoles, Mésange bleue compris (**Heeb et al., 2000**).

Les adultes et les oisillons peuvent réduire la présence d'ectoparasites (**O'Connor et al., 2010**). L'assainissement du nid (**Welty, 1982**) fait référence aux comportements des parents chez des espèces cavicoles ayant tendance à éliminer les ectoparasites sur des oisillons ou du matériel de nid (**Hurtrez-Boussès et al., 2000**), en les retirant du nid aussi bien que des œufs (**Montevicchi, 1974**), des matières fécales (**Blair, 1941**) ou des oisillons morts (**Skutch, 1976**). Les parents sont censés allouer du temps et de l'énergie pour l'assainissement afin de contrôler la charge d'ectoparasites nuisibles dans le nid et sur les oisillons. Ces comportements anti-parasitaires peuvent prendre beaucoup de temps (**Cotgreave et Clayton, 1994**) et peuvent donc réduire le temps que l'adulte peut consacrer à la recherche de nourriture.

Au terme de cette étude, nous avons pu identifier les ectoparasites à partir de la fouille systématique des nids. Il s'agit en l'occurrence des mites, des tiques et des puces. Pour certains passereaux qui nichent dans des cavités, des puces comme *Ceratophyllus gallinae* et des acariens comme *Dermanyssus gallinoides* constituent les plus importants groupes d'ectoparasites (**Merino et al., 1998 ; Merino et Potti, 1995 ; Moreno et al., 2009 ; Rendell et Verbeek, 1996**). De nombreux travaux sont en accord avec nos résultats dans les mêmes sites d'étude (**Bousslama et al., 2002**), et que ces Espèces ne sont généralement pas

spécifiques à l'hôte (**López-Arrabé *et al.*, 2012 ; Moreno *et al.*, 2009 ; Tripet et Richner, 1997**).

Les résultats obtenus ont également montré que les nichoirs expérimentaux exposaient moins les pulli au parasitisme par rapport aux nichoirs standards. Dans ce sens, nous suggérons que les nids agrandis contribuent aux déperditions thermiques chez les oisillons et éventuellement sur les œufs ce qui explique la diminution de l'infestation parasitaire en faveur des nichoirs expérimentaux.



*Conclusion et  
perspectives*

## CONCLUSION ET PERSPECTIVES

L'utilisation généralisée des nichoirs artificiels a permis des avancées significatives dans les connaissances fondamentales en écologie, notamment le comportement et la physiologie des oiseaux cavicoles, en particulier chez les petits passereaux tels que la Mésange bleue. Outre les facilitations techniques et pratiques qu'offrent ces dispositifs (contrôle de routine, manipulation expérimentale des œufs, des oisillons ou des parents), la création de ces habitats supplémentaires qui imitent efficacement les caractéristiques physiques et thermiques des cavités naturelles des arbres, permettent surtout aux chercheurs d'émettre des recommandations pour pallier à l'exploitation forestière et à l'expansion de l'urbanisation. Les résultats qui en découlent ont donc une portée certaine pour des applications dans la gestion des espaces forestiers ou pour les organismes de conservation qui recommandent largement le recours aux cavités artificielles qui peuvent représenter des sites plus sécurisés que les cavités naturelles.

A travers une approche expérimentale rigoureuse, cette étude pionnière nous a permis d'apprécier l'intérêt de modifier la taille de ces cavités artificielles et d'analyser le bénéfice éventuel sur la phénologie de reproduction chez la Mésange bleue nord-africaine. C'est dans cette optique que nous avons effectué une étude comparative de tous les paramètres, qu'il s'agisse de reproduction, de morphométrie des pulli ou d'infestation parasitaire, entre nichoirs standards et nichoirs expérimentalement agrandis. Globalement, nos résultats ont démontré que les nichoirs expérimentaux ont un effet positif sur le succès de la reproduction et pourrait même être un rempart aux ectoparasites ce qui a largement conforté notre hypothèse de départ.

A partir de tous ces résultats, il serait intéressant d'envisager les perspectives suivantes :

- Conduire la même analyse sur une période beaucoup plus élargie, en augmentant sensiblement le nombre de nichoirs, et en diversifiant les milieux.
- Mesurer l'impact de la pression de dérangement à travers l'analyse de l'effet de la fréquentation et de l'exploitation touristiques des milieux naturels sur les populations de Mésange bleue.

- Mener une Analyse comparative sur les proportions de chaque composante des nids construits par les Mésanges entre nichoirs standards et nichoirs expérimentaux.
- Approfondir l'étude de l'effet des nichoirs expérimentalement agrandis sur la croissance pondérale et l'état de santé des pulli à travers l'analyse de certains paramètres sanguins tels que l'hématocrite.



*Références  
bibliographiques*

## REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

**AOUADI B. (1989).** La végétation de l'Algérie Nord orientale. Histoire des influences anthropiques et cartographie à 1/200.000. Thèse Doct., Univ. J. Fournier. Lab. *Eco. Vegetal*. 109p.

**BADAS E.P., MARTINEZ J., RIVERO DE AGUILAR J., STEVENS M., VAN DER VELDE M., KOMDEUR J. & MERINO S. (2017).** Eggshell pigmentation in the blue tit: male quality matters. *Behav Ecol Sociobiol* 71:57. doi: 10.1007/s00265-017-2286-4.

**BALESTRIERI R., BASILE M., ROMANO S., FERRARO S., IZZO M., POSILICO M. & MATTEUCCI G. (2018).** Breeding performance of Blue tits *Cyanistes caeruleus* can be predicted from time since last logging in Mediterranean mixed oak forest. *Avocetta* 42 : 67-73.

**BANBURA J., BLONDEL J., LAMBRECHTS M., DE WILDE H. & GALAN M. J. (1994).** Nestling diet variation in an insular Mediterranean population of blue tits *Parus caeruleus*: effects of years, territories and individuals. *Oecologia* 100: 413-420.

**BANBURA J., LAMBRECHTS M.M., BLONDEL J., PERRET P. & CARTAN-SON M. (1999).** Food handling time of blue tit chicks: Constraints and adaptation to different prey types. *Journal of Avian Biology* 30: 263-270.

**BARBAULT R. (1992).** Ecologie des peuplements. Structure, dynamique et évolution. Masson, Paris. 273p.

**BEAUCOURNU J. C. & H. LAUNAY. (1990).** Les puces de France et du Bassin méditerranéen occidental. Faune de France 76, Paris. Fédération française des Sociétés de Sciences naturelles. 548pp.

**BECKER P.H. (2003).** Biomonitoring with birds. In: Markert B.A, Breure A.M., Zechmeister H.G. eds Trace metals and other contaminants in the environment 6: 677-736.

**BELOUAHEM-ABED D., BELOUAHEM F. & DE BELAIR G. (2009).** Biodiversité floristique, vulnérabilité et conservation des aulnaies glutineuses de la Numidie algérienne (NE algérien). *European Journal of Scientific Research* 32(3), p. 329-361.

**BENLAHCENE K. (2016).** Contribution à l'étude de la Mésange maghrébine (*Parus caeruleus ultramarinus*) et la Mésange charbonnière (*Parus major*) dans les localités de Sabra et Moutas Tlemcen. Mémoire de Master. Dép. Ressources forestières. Univ. Tlemcen, 59p+Annexes.

**BENYACOUB S. (1993).** Ecologie de l'avifaune forestière nicheuse de la région d'El-Kala Nord-Est algérien. Thèse. Univ. Bourgogne Dijon. 287p.

**BENYACOUB S., LOUANCHI M., BABA AHMED R., BENHOUBOU S., BOULAHBAL R., CHALABI B., HAOU F., ROUAG R. & ZIANE N. (1998).** Plan directeur de gestion du Parc National d'El-Kala et du complexe de zones humides Wilaya d'El-Tarf. 300p.

**BENYACOUB S. & CHABI. Y. (2000).** Diagnose écologique de l'avifaune du Parc National d'El-Kala. *Numéro spécial juin. Publication de Univ. Annaba.*

**BENYACOUB-BRAHMIA Z. (2016).** Etude du stress éco-physiologique par la pollution métallique chez la mésange bleue (*Cyanistes caeruleus ultramarinus*) : recherche d'un gradient de contamination en fonction du degré d'urbanisation du milieu. Thèse de doctorat. Dép. Biologie. Univ. Annaba, 200p.

**BETTS M. M. (1955).** The food of titmice in oak woodlands. *J. Anim. Ecol.* 54: 531-556.

**BILONG-BILONG C.F. & NJINET C. (1998).** Dynamique des populations de trois monogènes parasites d'*Hemichromis fasciatus* dans le lac municipal de Youndé et intérêt possible en pisciculture intensive. *Ann. Fac. Sci. Univ. Ynd. Série Sci. Nat et vie.* 34 (02) : 295 – 303.

**BLAIR R.H. (1941).** Nest-sanitation with additions from published sources by B. W. Tucker. *British Birds* 34:206-215, 226-235, 250-255

**BLONDEL J., CLAMENS A., CRAMM A., GAUBERT H. & ISENMANN P. (1987).** Population studies on tits in Mediterranean region. *Ardea* 75: 21-34.

**BLONDEL J., PERRET P. & MAISTRE M. (1990).** On the genetically basis of the laying date in an island population of Blue Tit. *J. Evol. Biol* 3; pp 469-475.

**BLONDEL J., DERVIEUX A., MAISTRE M. & PERRET P. (1991).** Feeding ecology and life history variation of the blue Tit in Mediterranean deciduous and sclerophyllous habitats. *Oecologia* 88: 9-14.

**BLONDEL J., DIAS P. C., MAISTRE M. & PERRET P. (1993).** Habitat heterogeneity and life-history variation of Mediterranean blue tits *Parus caeruleus*. *Auk* 110:511-520.

**BLONDEL J. & DIAS P.C. (1994).** Summer green, evergreen and life history variation in Mediterranean Blue Tits. In Arianoutsou, M. et Groves, R. H. *Plant-Animal Interactions in Mediterranean-Type Ecosystems*, 25-36. Kluwer Publishers. Printed in the Netherlands.

**BLONDEL J., MAISTRE M., PERRET P., HURTREZ-BOUSSES S. & LAMBRECHTS M.M. (1998).** Is the small clutch size of a Corsican blue tit population optimal? *Oecologia* 117: 80-89.

**BLONDEL J., PERRET P., ANSTETT M.C. & THEBAUD C. (2002).** Evolution of sexual size dimorphism in birds: test of hypotheses using blue tits in contrasted Mediterranean habitats. *Journal of Evolutionary Biology* Volume 15, Issue 3, pages 440-450.

**BOSSIERE G., COLLOMB P. & MAHDJOUB Y. (1976).** Sur un gisement de péri-dotites de couvert dans le massif cristallophyllien de l'Edough (Annaba, Algérie). *C. R. Acad. Sci. Paris. Ser. D* 283, 885–888.

**BOULAHBAL R. (2012).** La prédation sur les populations de *Cyanistes caeruleus ultramarinus* Paridae, Aves dans les forêts du nord-est algérien : identité et impact des prédateurs durant la période de reproduction. Thèse Doct. Univ. Annaba. 127p.

**BOULAHBAL R., BENYACOUB S. & GIRAUDOUX P. (2012).** Nest predation on the northafrican blue tit, *Parus caeruleus ultramarinus* L. 1758, in Algerian cork oak forests. *Bulletin de la Societe Zoologique de France* 133(1): 245-252.

**BOUSLAMA Z., LAMBRECHTS M., ZIANE N., DJENIDI R. & CHABI Y. (2002).** The effect of nest ectoparasites on parental provisioning in a north-African population of the Blue Tit *Parus caeruleus*. *Ibis* 144: 73-78.

**BOUSLAMA 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. Thèse de doctorat. Univ. Annaba. 103 p.

**BRAHMIA Z., SCHEIFLER R., CRINI N., MAAS S., GIRAUDOUX P. & BENYACOUB S. (2012).** Breeding performance of blue tits *Cyanistes caeruleus ultramarinus* in relation to lead pollution and nest failure rates in rural, intermediate, and urban sites in Algeria. *Environmental Pollution* (174) : 171-178.

**BROMMER J.E., PITALA N., SIITARI H., KLUEN E. & GUSTAFSSON L. (2011).** Body size and immune defense of nestling Blue Tits ( *Cyanistes caeruleus* ) in response to manipulation of ectoparasites and food supply. *Auk* 128 : 556 – 563

**BURKE D.M., ELLIOTT K., MOORE L., DUNFORD W., NOL E., PHILLIPS J., HOLMES S. & FREEMARK K. (2004).** Patterns of nest predation on artificial and natural nests in forests. *Conserv. Biol.* 18: 381–388.

**CABY R., HAMMOR D. & DELOR C. (2001).** Metamorphic evolution, partial melting and Miocene exhumation of lower crust in the Edough metamorphic core complex, west Mediterranean orogen, eastern Algeria. *Tectonophysics* 342, 239–273.

**CANTARERO A., LÓPEZ-ARRABÉ J., RODRÍGUEZ-GARCÍA V., GONZÁLEZBRAJOS S., RUIZ-DE-CASTAÑEDA R., REDONDO A.J.Y. & MORENO J. (2013).** Factors affecting the presence and abundance of generalist ectoparasites in nests of three sympatric hole-nesting bird species. *Acta Ornithologica* 48: 39-54.

**CHABI Y. & ISENMANN P. (1997).** La reproduction de la Mésange bleue *Parus caeruleus ultramarinus* dans les suberaies *Quercus suber* à trois différentes altitudes en Algérie. *Alauda*. 65 1: 154-18.

**CHABI Y. (1998).** Biologie de la reproduction des mésanges dans les chênaies du Nord-est de L'Algérie. Thèse de doctorat. Univ. Badji. Annaba.197p.

**CHARMANTIER A., WOLAK M.E., GREGOIRE A., FARGEVIEILLE A. & DOUTRELANT C. (2016).** Colour ornamentation in the blue tit: quantitative genetic (co)variances across sexes. *Heredity*, doi: 10.1038

**COLE D. N. (2001).** Visitor use density and wilderness experiences : a historical review of research. Actes du colloque « *Visitor use density and wilderness experience : proceedings* », US, Department of Agriculture, Forest Service, Rocky Mountain Research Station, Missoula, 1-2 juin 2000, pp. 11-20.

**COLLIAS N.E. & COLLIAS E.C. (1984).** Nest building and bird behavior. Princeton University Press, Princeton, New Jersey.

**COMBES C. (2001).** L'art d'être parasite. Les associations du vivant. Ed. Champs Flammarion, Paris.

**COSOROABA I. (2001).** Massive *Dermanyssus gallinae* invasion in battery – husbandry raised fowls. *Rev Med Vet-Toulouse*. 152 :89-96.

**COTGREAVE P. & CLAYTON D.H. (1994).** Comparative-analysis of the time spent grooming by birds in relation to parasite load. *Behaviour* 131:171-187

**CRAMP S. & PERRINS C.M. (1993).** Handbook of the birds of Europe, the Middle East and North Africa. The birds of the Western Palearctic. Vol. VII. Oxford University Press, Oxford.

**DAGET P.H. (1977).** Le bioclimat méditerranéen : caractère généraux, méthode de classification de la vegetation, 34P.

**DE BELAIR G. (1990).** Structure, fonctionnement et perspective de gestion de quatre éco-complexes lacustres et marécageux (El-Kala, Est algérien). Thèse de doctorat. Univ. de Montpellier II, tomes, tableaux et figures, tome texte 193 p.

**DE NEVE L. & SOLER J.J. (2002).** Nest-building activity and laying date influence female reproductive investment in magpies: an experimental study. *Anim. Behav.* 63: 975-980.

**DEJONGUE J.F. (1999).** Les oiseaux dans leur milieu, Ecoguide. Edition: Bordas. 255p.

**DIAS P.C. (1994).** Adaptation et maladaptation des Mésanges bleues dans les mosaïques d'habitats méditerranéens : l'hypothèse Source-Puits. Thèse d'université. Univ. Montpellier II. p 232.

**DIAS P.C. & BLONDEL J. (1996).** Breeding time, food supply and fitness components in Mediterranean Blue tits. *Ibis* 138: 644-649.

**DUNN E. (1977).** Predation by weasels (*Mustela nivalis*) on breeding tits (*Parus spp.*) in relation to the density of tits and rodents. *J.Anim.Ecol.* 46 : 633-652.

**EMBERGER L. (1955).** Une classification biogéographique des climats. *Rec Trav. Lab. Bot. Géol. Fac. Se.* 7 (11) 3-43.

**EWALD P.W. (1994).** Evolution of infectious diseases. Oxford University Press, UK

**FARGALLO J.A. (2004).** Latitudinal trends of reproductive traits in the blue tit *Parus caeruleus*. *Ardeola* . 51(1) : 177-190.

**FITZE P.S., TSCHIRREN B. & RICHNER H. (2004).** Life history and fitness consequences of ectoparasites. *Journal of Animal Ecology.* 73:216-226.

**FOKKEMA R.W., UBELS R., JOOST M. & TINBERGEN J.M. (2016).** Great tits trade off future competitive advantage for current reproduction, *Behavioral Ecology*, 27(6) :1656–1664.

**FOKKEMA R.W, UBELS R, BOTH C, DE FELICI L, & TINBERGEN J.M. (2018).** Ecology and Evolution. 2018 : Reproductive effort and future parental competitive ability: A nest box removal experiment. *Eco & Evo*, 8:8865–8879.

**FRANC M. (1994).** Puces et méthodes de lutte. *Rev. sci. tech. Off. Int.* 13(4): 1019- 1037

**GILL F.B., SLIKAS B. & SHELDON F.H. (2005).** Phylogeny of Titmice (*Paridae*) : II. Species relationships based on sequences of the mitochondrial cytochrome-b gene. *The Auk* 122: 121-143

**GILL S. A. & STUTCHBURY B.J.M. (2005).** Nest building is an indicator of parental quality in the monogamous neotropical buff-breasted wren (*Thryothorus leucotus*). *Auk* 122: 1169–1181.

**GLUTZ VON BLOTZHEIM U. (1962).** Die Brutvogelder Schweiz. 3. Aufl. Verlag Aargauer Tagblatt, Aargau.

**GOODENOUGH A., ELLIOT E., LAND S. & HART ADAM G.(2011).** Do Orientation-Based Differences in Nestbox Temperature Cause Differential Ectoparasite Load and Explain Patterns of Nest-Site Selection and Offspring Condition in Great tits? *International Journal of Zoology*, 2011:1-7.

**GRIFFITHS S.R, LENTINI P.E, SEMMENS K, WATSON S.J, LUMSDEN L.L & ROBERT K.K. (2018).** Chainsaw-Carved Cavities Better Mimic the Thermal Properties of Natural Tree Hollows than Nest Boxes and Log Hollows. *Forests* 2018, 9(5), 235.

**HADJ ZOBIR S., LAOUAR R. & OBERHA SLI R. (2007).** Les metabasites de Sidi Mohamed (Edough, NE Algerien) : caracteristiques petrographiques, mine ralogiques et geochemiques. *Bull. Ser. Ge ol. Nat.* 18 (1), 25–41.

**HAMEL T. (2013).** Contribution à l'étude de l'endémisme chez les végétaux vasculaires dans la péninsule de l'Edough (Nord-Est algérien). Thèse de Doctorat, Université Badji Mokhtar Annaba, (Algérie). 238p.

**HANI A.L., DJARBRI & MANIA J. (1997).** Etude des caractéristiques physico - chimiques du massif cristallophyllien de Séraïdi (nord - est Algérien). *Hard Rock Hydrosystems, IAHS Proceedings & Reports* , 241 :47-59.

**HEBDA G. & WESOLOWSKI T. (2012).** Brief report Low flea loads in birds' nests in tree cavities. *Ornis Fennica*. 89 pp. 139--144.

**HEEB P. KÖLLIKER M. & RICHNER H. (2000).** Bird-ectoparasite interactions, nest humidity and ectoparasite community structure. *Ecology* 81:958-968.

**HOTTA M. (1994).** Infanticide in little swifts taking costly nests. *Anim. Behav.* 47: 491–493.

**HUNT S.A.T.D., BENNETT I.C., CUTHILL & GRIFFITHS R. (1998).** Blue Tits are ultraviolet tits. *Proc. R. Soc. Lond. B.* 265: 451-455.

**HURTREZ-BOUSSES S. RENAUD F. BLONDEL J. PERRET P. & GALAN M.J. (2000).** Effects of ectoparasites of young on parents' behaviour in a Mediterranean population of Blue Tits. *Journal of Avian Biology* 31:266-269.

**ISENMANN P. (1987).** Geographical variation in clutch size: the example of the Blue Tit *Parus caeruleus* in the mediterranean area. *Vogelwarte* 34: 93-99.

**ISENMANN P. & MOALI A. (2000).** Oiseaux d'Algérie. Ed. Société d'étude ornithologique de France. Pais, 336 p.

**JARVINEN P., KLUEN E., & BROMMER J.E. (2017).** Experimental manipulation of Blue Tit nest height does not support the thermoregulation hypothesis. *Ornis Fennica* 94 : 00-00.

**JETZ W., WILCOVE D.S. & DOBSON A.P. (2007).** Projected impacts of climate and land-use change on the global diversity of birds. *PLoS Biology*. 5, e157.

**KIGHTLEY C. & MADGE S. (1997).** Guide vigot des oiseaux d'Europe. Ed. Pica press. Paris, 300p.

**KVIST L., VIIRI K., DIAS P.C., RYTKÖNEN S. & ORELL M. (2004).** Glacial history and colonization of Europe by the blue tits *Parus caeruleus*. *Journal of Avian Biology*. 35 : 352-359.

**LACK D. (1954).** The natural regulation of animal numbers. Claredon, London.

**LAMBRECHTS M., BLONDEL J., HURTREZ-BOUSSES S., MAISTRE M. & PERRET P. (1997).** Adaptive inter-population differences in blue tit life-history traits on Corsica. *Evol. Ecol.* 11: 599-612.

**LAMBRECHTS M.M., ADRIAENSEN F., ARDIA D.R., ARTEMYEV A.V., ATIENZAR F., BANBURA J., BARBA E., BOUVIER J.C., CAMPRODON J., COOPER C.B., DAWSON R.D., EENS M., EEVA T., FAIVRE B., GARAMSZEGI L.Z., GOODENOUGH A.E., GOSLER A.G., GREGOIRE A., GRIFFITH S.C., GUSTAFSSON L., JOHNSON L.S., KANIA W., KEISS O., LLAMBIAS P.E., MAINWARING M.C., MÄND R., MASSA B., MAZGAJSKI T.D., MØLLER A.P., MORENO J., NAEF-DAENZER B., NILSSON J.L., NORTE A.C., ORELL M., OTTER K.A., PARK CH.R., PERRINS CH.M., PINOWSKI J., PORKERT J., POTTI J., REMES V., RICHNER H., RYTKÖNEN S., SHIAO M.T., SILVERIN B.,**

**SLAGSVOLD T., SMITH H.G., SORACE A., STENNING M.J., STEWART I., THOMPSON CH.F., TÖRÖK J., TRYJANOWSKI P., VAN NOORDWIJK A.J., WINKLER D.W. & ZIANE N. (2010).** The design of artificial nestboxes for the study of secondary hole-nesting birds: a review of methodological inconsistencies and potential biases. *Acta Ornithol.* 45: 1–26.

**LAMBRECHTS MM., AIME C., MIDAMEGBE A., GALAN M-J., PERRET P., GREGOIRE A. & DOUTRELANT C. (2012).** Nest size and breeding success in first and replacement clutches: an experimental study in Blue Tits *Cyanistes caeruleus*. *Journal of Ornithology* .153:173-179.

**LAMBRECHTS M. M., DEMEYRIER V., FARGEVIELLE A., GIOVANNINI P., LUCAS A., MARROT P., MIDAMEGBE A., PERRET P., CHARMANTIER A., DOUTRELANT C. AND GREGOIRE A. (2014).** Great Tits build shallower nests than Blue Tits. *Avian biology Research* 7:251–254.

**LAMBRECHTS M.M., BLONDEL J., DE FRANCESCHI C. & DOUTRELANT C. (2016a).** Nest size is positively correlated with fledging success in Corsican Blue Tits (*Cyanistes caeruleus*) in an insular oak-dominated habitat mosaic. *J. Ornithol.* 158: 125–132.

**LAMBRECHTS M.M., MARROT P., FARGEVIELLE A., GIOVANNINI P., LUCAS A., DEMEYRIER V., MIDAMEGBE A., PERRET P., GREGOIRE A., CHARMANTIER A. & DOUTRELANT C. (2016b).** Nest size is not closely related to breeding success in Blue Tits: a long-term nest-box study in a Mediterranean oak habitat. *Auk* 133:198–204.

**LANGOWSKA A., EKNER A., SKORKA P., TOBOLKA M. & TRYJANOWSKI P. (2010).** Nest-site tenacity and dispersal patterns of *Vespa crabro* colonies located in bird nest-boxes. *Sociobiology* 56: 375–382.

**LEBBIN D.J., PARR M.J. & FENWICK G.H. (2010).** The American Bird Conservancy Guide to Bird Conservation. University of Chicago Press, Chicago.

**LE CORRE N. (2004).** Concilier conservation de l'avifaune et activités humaines ou comment prendre en compte le dérangement dans la gestion intégrée de la zone côtière : le cas du golfe du Morbihan. Mémoire de DEA de géomorphologie et d'aménagement des littoraux, Université de Bretagne Occidentale, Brest, 170 p.

**LENS L., WAUTERS L.A. & DHONDT A.A. (1994).** Nest-building by crested tit *Parus cristatus* males : an analysis of costs and benefits. *Behav. Ecol. Sociobiol.* 35: 431–436.

**LE ROUX D.S., IKIN K., LINDENMAYER D.B., BISTRICER G., MANNING A.D. & GIBBONS P. (2005).** Enriching small trees with artificial nest boxes cannot mimic the value of large trees for hollow-nesting birds. *Restor. Ecol.* 24,252–258.

- LÖHRL H. (1986).** Experimente zur Bruthöhlenwahl der Kohlmeise (*Parus major*). *J. Ornithol.* 127: 51–59.
- LOPEZ-ARRABE J., CANTARERO A., GONZALEZ-BRAOJOS S., RUIZ-DE-CASTAÑEDA R. & MORENO J. (2012).** Only some ectoparasite populations are affected by nest re-use: an experiment on pied flycatchers. *Ardeola* 59:253-266.
- MAINWARING M.C. (2011).** The use of nestboxes by roosting birds during the nonbreeding season: a review of the costs and benefits. *Ardea* 99: 167–176.
- MAINWARING M.C., HARTLEY I.R., LAMBRECHTS M.M. & DEEMING D.C. (2014).** The design and function of birds nests. *Ecol. Evol.* 4 : 3909 -3928.
- MAKHOULFI A. (2011).** Reproduction et régime alimentaire de la mésange bleue *Parus caeruleus* Bonaparte 1841 (Aves Paridae) dans une forêt de Bâinem (Alger). Mémoire de Magister. E.N.S.A. El-Harrach, Alger, 136p + annexes.
- MARGOLIS L.G., ESCH W., HOLMES J.C., KURIS A.M. & CHAD, G.A. (1982).** the use of ecological termin parasitology (report of ad hoc communitie of the american society of parasitologists). *Journal of parasitology.* 68: 131 – 133.
- MARTIN T. & LI P. (1992).** Life history traits of open vs. cavity-nesting birds. *Ecology.* 73(2), pp. 579-592.
- MATTHYSEN E., ADRIAENSEN F. & DHONDT, A. A. (2011).** Multiple responses to increasing spring temperatures in the breeding cycle of blue and great tits (*Cyanistes caeruleus*, *Parus major*). *Global Change Biology*, 17: 1-16.
- MAZGAJSKI T.D. (2007).** Effect of old nest material on nest site selection and breeding parameters in secondary hole nesters - a review. *Acta Ornithologica.* 42:1-14.
- MENNERAT A., CHARMANTIER A., PERRET P., HURTREZ-BOUSSES S. & LAMBRECHTS M.M. (2019).** Parasite intensity is driven by temperature in a wildbird. *Peer Community in Ecology.* Doi : 10.1101/323311.
- MERINO S., POTTI J. (1995).** Mites and blowflies decrease growth and survival in nestling pied flycatchers. *Oikos* 73:95-103.
- MERINO S. & POTTI J. (1998).** Growth, nutrition, and blow fly parasitism in nestling Pied Flycatchers. *Canadian Journal of Zoology-Revue Canadienne De Zoologie* 76:936-941.

**MEZQUIDA E.T. & MARONE L. (2003).** Are results of artificial nest experiments a valid indicator of success of natural nests? *Wilson Bull.* 115: 270–276.

**MICHALAKIS Y. (2007).** *Parasitisme et évolution des traits d'histoire de vie.* In **Ecologie et évolution des systèmes parasites.** PP. 129-154. (Eds. Thomas F, Guégan JF & Renaud F) de Boeck, Bruxelles.

**MINCHELLA D.J. & SCOTT M.E. (1991).** Parasitism: A cryptic determinant of animal community structure. *Trends. Ecol. Evol.* 6:250–254.

**MOALI A., AKIL M. & ISENMANN P. & (1992).** Modalités de la reproduction de deux populations de mésanges bleue *Parus ultramarinus* en Algérie. *Rev. Ecol. Terre et vie*, (47) : 313-318.

**MØLLER A.P. (1992).** Nest boxes and the scientific rigour of experimental studies. *Oikos* 63: 309–311.

**MØLLER A.P. (2005).** Parasites, predators and the duration of developmental periods. *Oikos* 111: 291–301.

**MØLLER A.P., ADRIAENSEN F., ARTEMYEV A., BANBURA J. & BARBA E. (2014).** Variation in clutch size in relation to nest size in birds. Variation in nest size in relation to clutch size in birds. *Ecol. Evol.* 18: 3583–3595.

**MONTEVECCHI. (1974).** Eggshell removal and nest sanitation in ring doves. *Wilson Bulletin* 86:136-143.

**MORENO J., MARTINEZ J., CORRAL C., LOBATO E., MERINO S., MORALES J., MARTINEZ-DE LA PUENTE J. & G. TOMÁS. (2008).** Nest construction rate and stress in female Pied Flycatchers *Ficedula hypoleuca*. *Acta Ornithologica.* 43:57–64.

**MORENO J., MERINO S., RUIZ-DE-CASTANEDA R., LA-PUENTE J.M., DEL CERRO S. & AGUILAR J.R., (2009).** Nest-dwelling ectoparasites of two sympatric hole-nesting passerines in relation to nest composition: An experimental study. *Ecoscience* 16:418-427.

**MOUNET J-P. (2004).** *Sports de nature et environnement. Elaboration d'un instrument d'évaluation environnementale pour le Plan Départemental des Espaces, Sites et Itinéraires relatifs aux sports de nature de l'Ardèche.* Laboratoire SENS, Association Cohérence, Conseil général de l'Ardèche, 79 p.

**NEWTON I. (1994).** Experiments on the limitation of bird breeding densities: a review. *Ibis* 136: 397–411.

**NILSSON J.F., STJERNMAN M. & NILSSON J.A. (2008).** Experimental reduction of incubation temperature affects both nestling and adult blue tits *Cyanistes caeruleus*. *Journal of Avian Biology*, 39: 553-559.

**NORD A. & NILSSON J.-Å.K. (2011).** Incubation Temperature Affects Growth and Energy Metabolism in Blue Tit Nestlings. *The American Naturalist*, **178**: 639-651.

**NORES A.I. & NORES M. (1994).** Nest-building and nestling behavior of the brown cacholote. *Wilson Bull.* 106: 106– 120.

**NUR N. (1987).** Parents, nestlings and feeding frequency : a model of optimal parental investment and implications for avian reproductive strategies. Pp. 457-475 dans foraging behavior. Editeurs :A.C. Kamil, J.R.Krebs et H.R. Pulliam Press, New York, 676p.

**NUTTAL G.H., WARBURTON C., COOPER W.F. & ROBINSON L.E. (1911).** Ticks, a monograph of the Ixodoidea. *Cambridge University Press*.

**O'CONNOR J.A., ROBERTSON J., KLEINDORFER S. (2010).** Video analysis of host-parasite interactions in nests of Darwin's finches. *Oryx*. 44:588-594.

**OULARBI A. & ZEGHICHE A. (2009).** La sensibilité à l'érosion du massif cristallophyllien de l'Edough (Nord-est Algérien), *Revue Synthèse des Science et de la Technologie*, 20:61-75.

**OUNET J-P. (2000).** L'impact des loisirs de nature sur le milieu humain. *Cahier Espaces*, n° 67, pp. 216-225.

**PADOA-SCHIOPPA E., BAIETTO M., MASSA R., BOTTONI L. (2005).** Bird communities as bioindicators: The focal species concept in agricultural landscapes. *Ecological indicators*, 6:83-93.

**PEARCE-HIGGINS J.W., GREEN R.E. (2014).** Birds and climate change: impacts and conservation responses. Cambridge University Press, Cambridge.

**PERALTA-SANCHEZ J., MARTIN-VIVALDI M., MARTIN-PLATERO A., MARTINEZ-BUENO M., ONATE M., RUIZ-RODRIGUEZ M. & SOLER J. (2012).** Avian life history traits influence eggshell bacterial loads: a comparative analysis. *Ibis*. 154 pp. 725-737.

**PERRINS C.M. (1979).** British Tits. Collins, London.

**PERRINS C. & CUISIN M. (1987).** Les oiseaux d'Europe. Delachaux & Niestlé, Neuchâtel, Paris. 320p.

**PEUZIAT I. (2005).** Plaisance et environnement - Pratiques, représentations et impacts de la fréquentation nautique de loisir dans les espaces insulaires. Le cas de l'archipel de Glénan (France). Thèse de Géographie, Université de Bretagne Occidentale, Brest, 344 p.

**POULIN R. (1998).** Evolutionary Ecology of Parasites: From Individuals to Communities. Chapman & Hall, London, UK

**RAMADE F. (2002).** *Dictionnaire encyclopédique de d'écologie et des sciences de l'environnement.* Deuxième édition, Dunot, Paris, 1075 p.

**RENDELL W.B. & VERBEEK N.A.M. (1996).** Are avian ectoparasites more numerous in nest boxes with old nest material? *Canadian Journal of Zoology.* 74:1819-1825.

**ROCAMORA G. & YEATMAN-BERTHELOT D. (1999).** *Oiseaux menacés et à surveiller en France. Listes rouges et recherche de priorités.* Société d'études ornithologiques de France/LPO, Paris, 598 p.

**ROZET & CARETTE (1850).** *L'Algérie.* Paris : Fermin Didot Frères , 692p.

**SAKRAOUI F. (2000).** Contribution à l'étude de l'écologie alimentaire des poussins de la Mésange bleue *Parus caeruleus ultramarinus* dans les chênaies sempervirentes du Parc National d'El-Kala Nord-est algérien : Caractérisation taxonomique et estimation de la richesse en eau des proies. Thèse de magistère. Univ. Annaba pp 61.

**SANZ J.J. (2002).** Climate change and breeding parameters of great and blue tits through out the western Palaearctic. *Global Change Biology.* 8: 409–422.

**SCHULTZ A., KLENKE R., LUTZE G., VOSS M., WIELAND R. & WILKENING B. (2003).** Habitat models to link situation evaluation and planning support in agricultural landscapes. In Bissonette, J. A., & Storch, I. (Ed.), *Landscape ecology and resource management. Linking theory with practice* . Washington, DC [u.a.]: Island Press.

**SELTZER P. (1946).** Le climat de l'Algérie. Trav. Instit. Météo. Et Ohys. Du globe. *La Typo-Litho Ed.* Alger.

**SERRANO-DAVIES E., BARRIENTOS R. & SANZ J.J. (2017).** The role of nest-box density and placement on occupation rates and breeding performance: A case study with Eurasian Blue Tits. - *Ornis Fenn.* 94: 21–32.

**SHUTT J.D, BOLTON M., CABELLO I.B., BURGESS M.D., & PHILLIMORE A.B. (2018).** The effects of woodland habitat and biogeography on blue tit *Cyanistes caeruleus* territory occupancy and productivity along a 220 km transect. *ECOGRAPHY*. 41 : 1967-1978.

**SIMON A., THOMAS D.W., SPEAKMAN J.R., BLONDEL J., PERRER P. & LAMBRECHTS M.M. (2005).** Impact of ectoparasitic blowfly larvae (*Protocalliphora spp.*) on the behavior and energetics of nestling Blue Tits. *Journal of Field Ornithology* 76:402-410.

**SKUTCH A.F. (1976).** Parent Birds and Their Young. University of Texas Press.

**SLAGSVOLD T. & LIFJELD J.T. (1990).** Influence of male and female quality on clutch size in tits (*Parus spp.*). *Ecology*. 71: 1258–1266.

**SOLER J.J., DE NEVE L., MARTINEZ J. J. & SOLER M. (2001).** Nest mass affects clutch size and the start of incubation in magpies: an experimental study. *Behav. Ecol.* 12: 301–307.

**STANLEY T.R. (2002).** How many kilojoules does a Black-billed Magpie nest cost? *J. Field Ornithol.* 73: 292–297.

**SZEP T. & MØLLER A.P. (1999).** Cost of parasitism and host immune defence in the sand martin *Riparia riparia*: a role for parent-offspring conflict? *Oecologia* 119:9- 15.

**THUILLER W. & MÜNCKEMÜLLER T. (2010).** Habitat suitability modeling. In Møller, A. P., Fiedler, W., & Berthold, P. (Ed.), *Oxford biology. Effects of climate change on birds* (pp. 77–85). Oxford [u.a.]: Oxford Univ. Press.

**TOUBAL O. (1986).** Phytoécologie, biogéographie et dynamique des principaux groupements végétaux du massif de l'Edough (Algérie nord-orientale). Cartographie au 1/25000. Thèse. Doc.3e cycle.Univ.grenoble. 109 p.

**TRAN V.L. (1977).** Les ravageurs du riz en Côte d'Ivoire. Systématique des espèces et de leurs parasites. Biologie de *Chilo diffusilineus* (J. de JOANNIS) et de *C.zacconius* BLESZYNSKI (Lepidoptera,Pyralidee) Thèse Doc.3<sup>e</sup> cycle. Univ. Pierre et Marie Curie Paris VI. 74p.

**TRIPET F. & RICHNER H. (1997).** The coevolutionary potential of a 'generalist' parasite, the hen flea *Ceratophyllus gallinae*. *Parasitology* 115:419-427.

**TRIPLET P. & SCHRICKE V. (1998).** Les facteurs de dérangement des oiseaux d'eau : synthèse bibliographique des études abordant ce thème en France. *Bulletin mensuel de l'Office national de la chasse*, n° 235, pp. 20-27.

**VALTONEN E.T., HOLMES J.C. & KOSKIVAARA M. (1997).** Eutrophication, pollution and fragmentation: effects on parasite communities in roach (*Rutilus rutilus*) and perch (*Perca fluviatilis*) in four lakes in the Central Finland. *Can. J. Aquat.Sci.* 54: 572-585.

**VAN BALEN J.H. (1984).** The relationship between nest-box size, occupation and breeding parameters of the great tit *Parus major* and some other hole-nesting species. *Ardea.* 72: 163–175.

**VEDDER O. (2012).** Individual birds advance offspring hatching in response to increased temperature after the start of laying. *Oecologia*, 170: 619-628.

**VOOUS K.H. (1960).** Atlas of European birds. Nelson, London.

**WALKER A. R., CAMICAS J.L., ESTRADA-PENA A., HORAK I.G., LATIF A.A., PEGRAM R.G . &**

**PRESTON P.M. (2003).** Ticks of domestic animal in Africa: a guide to identification of specis, Biosciences reports, Edinburgh EH105QR, Scotland, U.K., *Ed the University of Edinburgh.* 227p.

**WALKER A.R., BOUATTOUR A. & CAMICAS J.L. (2007).** Ticks of domestic animals in Africa: A guide to identification of species. *Bioscience Reports Scotland, UK ;* 202-205,214-217.

**WELTY J.C. (1982)** The Life of Birds. Saunders College Publishing, Philadelphia.

**WESOŁOWSKI T. & ROWINSKI P. (2014).** Do Blue Tits *Cyanistes caeruleus* synchronize reproduction with caterpillar peaks in a primeval forest? *Bird Study* 61: 231–245.

**WITHERS P.C. (1977).** Energetic aspects of reproduction by the Cliff Swallow. *Auk* 94: 718–725.

**ZEGHOUMA D., BOUSLAMA Z., DUVALLET G. & AMR Z.S. (2019):** Horse flies and their seasonal abundance in El Tarf Province of northeastern Algeria. *J Vector Ecol* 43(2) : 305-311.

**ZIANE N. (1993).** Ecologie de la reproduction de la mésange bleue dans le nord-est de l'Algérie. *Mem.Ing.Univ. Annaba* 30 p.

**ZIANE N., CHABI Y. & LAMBRECHTS M.M. (2006).** Breeding performances of blue tit *Cyanistes caeruleus ultramarinus* in relation to habitat richness of oak forest patches in north- eastern Algeria. *Acta Ornithologica*, (41) : 163-169.

**ZIANE N. & CHABI Y. (2008).** Ecologie de la reproduction de la Mésange bleue *Cyanistes caeruleus ultramarinus* dans un habitat caducifolié: caractérisation du régime alimentaire et inventaire des écoparasites. *Revue Synthèse n°17*, Janvier. pp : 14-24.