

Sommaire

Introduction générale.....	2
a) Objectifs de la thèse.....	4
b) Organisation de la thèse.....	5
c) Méthodologie générale.....	7
d) Traitements statistiques.....	11
 Chapitre 1 : Présentation de la région d'étude, caractérisation climatique.....	14
1.1. Situation géographique et caractéristiques de la région de Sétif.....	15
1.1.1. La zone septentrionale.....	15
1.1.2. La zone centrale.....	15
1.1.3. La zone méridionale.....	17
1.2. Climatologie.....	17
1.2.1. Pluviométrie.....	18
1.2.1.1. Variations mensuelles et annuelles des précipitations.....	18
1.2.1.2. Pluviométrie annuelle au cours de la période 2002- 2005.....	19
1.2.1.3. Pluviométrie au cours des mois d'Avril, Mai et Juin pendant la période 2002 à 2005 dans les différentes stations.....	20
1.2.2. Températures.....	21
1.2.3. Synthèse climatique.....	24
1.2.3.1. Saison sèche et diagrammes ombrothermiques.....	24
 Chapitre 2 : Dynamique de population de la Cigogne blanche dans la région des hautes plaines sétifiennes et en Algérie.....	27
2.1. Introduction.....	28
2.2. Matériel et méthodes.....	31
2.3. Résultats.....	33
2.3.1. Tendances globales de la population de la Cigogne blanche en Algérie de 1935 - 2007.....	33
2.3.1.1. Evolution du nombre de couples reproducteurs (Hpa) dans les différentes régions d'Algérie pendant la période (1993-2007).....	35

2.3.1.2. Variation du succès de reproduction (JZm) en fonction du nombre de couples reproducteurs ayant réussi leur reproduction (HPm) au cours des quatre recensements nationaux 1993- 1995- 1998- 2001.....	37
2.3.1.3. Variation du succès de reproduction (JZm) dans les différentes régions d'Algérie au cours de la période 1993-2001.....	37
2.3.2. Tendances globales des effectifs de la Cigogne blanche dans la région des hautes plaines sétifiennes au cours de la période (1935-2007).....	40
2.3.2.1. Localisation et importance numérique des colonies de la Cigogne blanche dans la région de Sétif, effectifs et expansion des couples nicheurs par localité.....	41
2.3.2.2. Variation du succès de reproduction (JZm) en fonction du nombre de couples reproducteurs ayant réussi leur reproduction (HPm) au cours des quatre saisons de reproduction 2002-2005.....	48
2.3.2.3. Densité de la population.....	48
2.3.2.4. Emplacement des nids.....	49
2.3.2.5. Emplacement des nids et succès de reproduction.....	52
2.3.2.6. Sédentarité de la Cigogne blanche dans la région des hautes plaines sétifiennes.....	52
2.4. Discussion.....	54

Chapitre 3 : Effet des décharges publiques et des dépotoirs des déchets de la volaille sur le succès de reproduction..... 60

3.1. Introduction.....	61
3.2. Matériel et méthodes.....	63
3.3. Résultats.....	66
3.3.1. Succès de reproduction au cours des quatre recensements effectués dans la région de Sétif (2002-2005).....	66
3.3.2. Succès de reproduction en fonction de la distance à la décharge.....	67
3.4. Discussion.....	70

Chapitre 4 : Formation des couples, construction des nids relation entre la taille de ce dernier et les paramètres de reproduction..... 73

4.1. Introduction.....	74
------------------------	----

4.2. Matériel et méthodes.....	75
4.3. Résultats.....	77
4.3.1. Arrivée des couples nicheurs.....	77
4.3.2. Influence des dimensions du nid sur l'élection de ce dernier.....	77
4.3.3. Formation des couples.....	78
4.3.4. Construction des nids.....	81
4.3.5. Relation entre la taille du nid et les paramètres de reproduction.....	82
4.4. Discussion.....	82
 Chapitre 5 : Effet de la disponibilité alimentaire sur les paramètres de la reproduction, le poids des poussins à l'éclosion et leur survie.....	86
5.1. Introduction.....	87
5.2. Matériel et méthodes.....	90
5.3. Résultats.....	93
5.3.1. Dates et taille de ponte.....	93
5.3.2. Caractéristiques physiques des œufs.....	94
5.3.2.1. Dimensions et volume.....	94
5.3.3. Taille de ponte, date de ponte et disponibilité alimentaire.....	95
5.3.4. Effet de la disponibilité alimentaire sur le succès d'éclosion.....	98
5.3.5. Patron de variation du volume des œufs à l'intérieur des couvées et effet de la disponibilité alimentaire.....	98
5.3.6. Effet du volume des œufs sur le poids des poussins à l'éclosion.....	102
5.3.7. Effet de la nourriture supplémentaire sur le poids des poussins à l'éclosion, interaction entre l'ordre d'éclosion et la nourriture supplémentaire....	102
5.3.8. Survie des poussins en relation avec le volume des œufs, le poids à l'éclosion et l'ordre d'éclosion.....	106
5.3.9. Relation entre le volume des œufs et le succès de reproduction.....	107
5.4. Discussion.....	108
 Chapitre 6 : Contrôle de la répartition de la nourriture dans la nichée.....	119
6.1. Introduction.....	120
6.2. Matériel et méthodes.....	123
6.3. Résultats.....	126

6.3.1. Mortalité des jeunes poussins par inanition et succès de la reproduction..	126
6.3.2. Variation dans l'asymétrie des poussins et effet de la mortalité précoce sur ce paramètre.....	128
6.3.3. Expérience de l'échange du poussin de rang A.....	129
6.3.3.1. Données du Sud de l'Espagne 1996.....	129
6.3.3.2. Données de nos colonies (2004).....	130
6.4. Discussion.....	132
Chapitre 7 : Infanticide parental.....	138
7.1. Introduction.....	139
7.2. Matériel et méthodes.....	141
7.3. Résultats.....	143
7.3.1. Cas assistés d'infanticide parental chez la Cigogne blanche.....	143
7.3.2. Paramètres de reproduction en fonction de la taille de ponte et de la nichée.....	143
7.3.3. Comparaisons des paramètres de reproduction entre les couples infanticides et les couples non infanticides.....	147
7.3.4. Effet du phénomène de l'infanticide sur la masse corporelle des poussins à l'envol	148
7.3.5. Dynamique de croissance des poussins de la Cigogne blanche dans les nichées à infanticide.....	151
7.3.6. Poids des poussins à l'infanticide, âge de l'attaque et sexe des parents infanticides.....	152
7.4. Discussion.....	153
Discussion générale.....	160
Conclusion générale.....	172
Références bibliographiques.....	181

Liste des tableaux

Tableau 1. Moyennes mensuelles et annuelles des précipitations de quelques stations de la région de Sétif.....	19
Tableau 2. Total de pluviométrie annuelle (mm) dans quelques stations de la région de Sétif, durant les années 2002, 2003, 2004 et 2005.....	20
Tableau 3. Moyennes pluviométriques (mm) dans quelques stations de la région de Sétif, au cours des mois d'Avril, Mai et juin pendant les années 2002, 2003, 2004 et 2005. (RM : renseignement manquant).....	21
Tableau 4. Moyennes mensuelles et annuelles des températures de quelques stations de la région de Sétif.....	22
Tableau 5. Nombre de nids occupés (HPa) dans les différentes régions d'Algérie d'après Moali-Grine <i>et al.</i> (2004) entre la période (1995- 2001), les données 2007 sont fournies par la direction générale des Forêts (D.G.F.).....	35
Tableau 6. Paramètres démographiques de la Cigogne blanche dans les différentes régions d'Algérie d'après Moali-Grine <i>et al.</i> 2004.....	39
Tableau 7. Effectifs des nids occupés par les couples nicheurs par localité au cours de la période (2001- 2007).....	47
Tableau 8. Effectifs des individus hivernants de la cigogne blanche dans la région des hautes plaines sétifiennes. Période (1999-2005).....	53
Tableau 9. Densité des couples nicheurs de la Cigogne blanche dans différentes régions d'Algérie.....	58
Tableau 10. Dépotoirs, lieux de séchage et décharges fréquentés par les cigognes.....	64
Tableau 11. Analyse de la covariance pour les effets indépendants des facteurs sur le succès de reproduction. Année, nourriture supplémentaire sont des variables indépendantes et la distance est une covariable.....	68
Tableau 12. Valeurs moyennes du succès de la reproduction au cours des années (2002-2005). 0 = Absence de nourriture supplémentaire, 1 = présence de cette dernière.....	69
Tableau 13. Dimensions (mm) et Volume (cm ³) des œufs mesurés (N= 384).....	95
Tableau 14. Analyse de la covariance (ANCOVA): Effets des facteurs indépendants	

sur la taille de ponte: Colonie, nourriture supplémentaire et année sont les variables indépendantes (facteurs) et la date de ponte est une covariable.....	96
Tableau 15. Taille de ponte, date de ponte et succès d'éclosion de la Cigogne blanche nichant dans trois colonies différentes. Pour 1 date de ponte, le premier jour = 1 ^{er} Janvier. * La colonie 3 en 2002 et la colonie 1 en 2004 n'avaient pas de nourriture supplémentaire.....	97
Tableau 16. Analyse de la covariance (ANCOVA) : Effets des facteurs indépendants sur le volume des oeufs. Ordre de ponte, nourriture supplémentaire et Année, sont les variables indépendantes (facteurs) et la taille de ponte et la date de ponte sont des covariables.....	100
Tableau 17. Volume des oeufs (moyenne \pm Erreur standard) par ordre de ponte.....	101
Tableau 18. Analyse de la covariance (ANCOVA) : Effets des facteurs indépendants sur la masse des poussins à l'éclosion. Année, nourriture supplémentaire et ordre d'éclosion sont les variables indépendantes (facteurs) et volume est une covariable.....	104
Tableau 19. Masse corporelle moyenne des poussins (g) à l'éclosion (Moyenne \pm ES) suivant l'ordre de celle-ci au cours des trois années d'étude.....	105
Tableau 20. Masse corporelle moyenne des poussins (g) à l'éclosion chez les couples de Cigogne blanche en présence de nourriture supplémentaire (N.S.) et les couples témoins (S. N. S.) : sans nourriture supplémentaire au cours des trois années d'étude. Les différences sont significatives entre les deux groupes d'oiseaux.....	105
Tableau 21. Variabilité géographique des dimensions des œufs de <i>Ciconia ciconia</i> (modifié à partir de Profus, 1991).....	108
Tableau 22. Comparaison du volume de nos œufs avec ceux de la Pologne.....	108
Tableau 23. Pourcentage de survie des poussins dépendant de l'ordre d'éclosion en 2002, 2003 et en 2004.....	128
Tableau 24. Effets de l'expérience du changement du poussin de rang 1 sur les proies consommées par les poussins dans les nichées témoins (Tém) et les nichées expérimentales (Expér) en 1996 et en 2004. Poids total = poids total des proies consommées par chaque poussin. Moyennes \pm DS.....	132
Tableau 25. Paramètres de reproduction chez la Cigogne blanche (Moyenne \pm DS)	

selon la taille de ponte et de la nichée pendant les saisons de reproduction 2002, 2003 et 2004. M.C.E. masse corporelle à l'envol. JZa : Nombre moyen de jeunes par couple. JZm : Nombre moyen de jeunes par couple ayant réussi leur reproduction. M.C.E : Masse corporelle à l'envol.....	146
Tableau 26. Comparaison des paramètres de reproduction entre les couples infanticides et les couples non infanticides chez la Cigogne blanche en 2002. M.C.E. masse corporelle à l'envol.....	148
Tableau 27. Dynamique de croissance des poussins de la Cigogne blanche exprimée en pourcentage du poids à l'éclosion dans huit nichées dans lesquelles les parents ont tué un poussin (marqué par un Astérix) pendant les saisons de reproduction 2002, 2003 et 2004.....	152
Tableau 28. Comparaison du poids entre les poussins victimes d'infanticide et les survivants de la même nichée.....	153

Liste des figures

Figure 1. Carte représentative des zones d'étude de la région de Sétif.....	16
Figure 2. Variation inter-annuelle des précipitations de 1980 à 2000 dans trois stations types.....	18
Figure 3. Régime thermique de trois stations types de la région de Sétif.....	23
Figure 4. Diagrammes ombrothermiques de quelques stations types.....	25
Figure 5. Nombre de nids occupés par les couples nicheurs (HPa) en Algérie (Période 1935-2007).....	34
Figure 6. Evolution du nombre de nids occupés (Hpa) par les couples nicheurs de la Cigogne blanche dans les différentes régions d'Algérie période (1993-2007).....	36
Figure 7. Succès de reproduction (JZm) en fonction du nombre de couples reproducteurs ayant réussi leur reproduction (HPm) en (a) 1993, (b) 1995, (c) 1998 et (d) 2001, (e) 1993- 2001.....	38
Figure 8. Variation du succès de reproduction (JZm) dans les différentes régions d'Algérie, (Moyenne \pm DS).....	40
Figure 9. Nombre de nids occupés par les couples nicheurs (HPa) dans la région des Hautes plaines sétifiennes (Période 1935-2007).....	41
Figure 10 Importance numérique, localisation et expansion récente de la Cigogne blanche <i>Ciconia ciconia</i> dans la région de Sétif (a) en 2001, (b) 2002, (c) 2003, (d) 2004, (e) 2005, f (2006), et (g) en 2007.....	46
Figure 11. Relation entre le succès de la reproduction et le nombre de couples reproducteurs ayant réussi leur reproduction (HPm), dans la région de Sétif.....	48
Figure 12. Pourcentage des différents types de supports recensés dans la région des Hautes plaines sétifiennes (a) 2002, (b) 2003, (c) 2004, (d) 2005, (e) 2006, (f) 2007...	51
Figure 13. Succès de reproduction (Moyenne \pm DS) au cours des quatre saisons de reproduction (2002-2005).....	66
Figure 14. Succès de reproduction en fonction de la distance aux décharges et aux dépotoirs au cours des quatre saisons de reproduction (2002-2005). (a) en 2002, (b) 2003, (c) 2004 et (d) en 2005.....	67
Figure 15. Succès de reproduction au cours des différentes années (moyenne \pm DS) en absence de nourriture supplémentaire = 0, et en présence de cette dernière = 1.....	69
Figure 16. Relation entre la date de retour aux nids et le diamètre de ces derniers	

(jour 1= 1 ^{er} Janvier).....	78
Figure 17. Relation entre la date de retour aux nids et la formation des couples (jour 1= 1 ^{er} Janvier).....	79
Figure 18. Relation entre la date d'arrivée aux nids et la durée mise pour avoir un partenaire.....	80
Figure 19. Relation entre le diamètre du nid et la durée mise pour avoir un partenaire.....	81
Figure 20. Distribution de chaque taille de ponte dans les trois colonies étudiées durant les années 2002, 2003 et 2004.....	94
Figure 21. Variation du volume des œufs (Moyenne \pm DS) en fonction de l'ordre de ponte au cours des trois saisons de reproduction 2002- 2003 et 2004 dans les trois colonies.....	100
Figure 22. Relation entre le volume des œufs et l'ordre de ponte (moyenne \pm ES) pour les couples de la Cigogne blanche à ponte en présence de nourriture supplémentaire = 1 et des couples témoins = 0 (toutes les pontes sont incluses).....	101
Figure 23. Relation entre le volume des œufs et le poids des poussins à l'éclosion.....	102
Figure 24. Variation de la masse corporelle des poussins (Moyenne \pm DS) en fonction de l'ordre de ponte au cours des trois saisons de reproduction 2002- 2003 et 2004 dans les trois colonies.....	104
Figure 25. Variation de la masse corporelle des poussins (Moyenne \pm DS) en fonction de la nourriture supplémentaire au cours des trois saisons de reproduction 2002- 2003 et 2004 dans les trois colonies.....	106
Figure 26. Relation entre le volume des oeufs et le succès de reproduction.....	107
Figure 27. Nombre de cas de décès à différents âges en 2002, 2003 et 2004.....	127
Figure 28. Variation de l'index d'asymétrie de la masse corporelle des poussins de la nichée (voir méthodes) pendant la période d'élevage durant 2002 (symboles fermés), 2003 (triangles ouverts) et 2004 (cercles ouverts).....	129
Figure 29. Consommation de nourriture (g \pm DS) de chaque poussin dans la nichée avant et après le changement du poussin le plus lourd par un poussin similaire de poids (nichées témoins) ou par un poussin plus lourd (nichées expérimentales) en 1996 et 2004. Rang = 1 pour le poussin le plus lourd de la nichée.....	131
Figure 30. Variation du nombre moyen de jeunes par couple (JZa) par taille de ponte.	144
Figure 31. Variation du nombre moyen de jeunes par couple (JZm) ayant réussi leur	

reproduction par taille de ponte.....	145
Figure 32. Masse corporelle à l’envol des poussins issus des nichées à infanticide et à non infanticide pendant la saison de reproduction 2002. Couples infanticides = 0 Couples non infanticides =1.....	149
Figure 33. Variation de la masse corporelle à l’envol par ordre d’éclosion des poussins pendant la saison de reproduction 2002. Ordre d’éclosion = 1 pour le poussin premier éclo.....	150
Figure 34. Interaction entre l’ordre d’éclosion et l’infanticide pendant la saison de reproduction 2002. Ordre d’éclosion = 1 pour le poussin premier éclo dans la nichée.....	151

Résumé

Dans cette thèse, nous présentons des données en Eco-éthologie de *Ciconia ciconia* dans la région des hautes plaines sétifiennes sur une période de quatre années d'études (2002-2005) et pour certains aspects liés à la dynamique, la durée s'étale de (2001-2007). Nos résultats portent sur la dynamique de la population de l'espèce (localisation et fluctuations numériques des colonies, emplacement des nids et variation du succès de la reproduction en fonction de la nature du support). En outre, nous avons discuté les résultats de la dynamique de population de l'espèce à l'échelle nationale à travers des résultats bibliographiques et ceux de l'enquête de la DGF en 2007. Les résultats sur la biologie de la reproduction traitent (Choix du nid en fonction de sa taille, influence de la date de retour et taille du nid sur la durée de la formation du couple, construction du nid, effet de la nourriture supplémentaire sur la date et la taille de ponte, le succès d'éclosion et sur le volume des œufs et par conséquent sur la survie des poussins). Cette étude a également mis en évidence une intéressante interaction significative entre la nourriture supplémentaire et l'ordre d'éclosion. En plus de la disponibilité alimentaire, la taille de ponte était affectée indépendamment par le taux de précipitations avant la ponte. Les décharges et dépotoirs de déchets de la volaille ont eu un fort impact sur le succès de la reproduction, faisant ressortir une interaction intéressante entre pluviométrie et disponibilité alimentaire en 2002, année de faible pluviométrie. En ce qui concerne l'investissement parental dans le contrôle de la distribution de la nourriture dans la nichée, l'expérience menée a conclu que les parents pourraient exercer un contrôle sur la distribution de la nourriture et par conséquent sur la réduction de la nichée en investissant plus dans les poussins les plus grands mais pas (sous des conditions environnementales favorables) au dépend des poussins juniors. Dans tous les nids sujets d'infanticide, tous les poussins victimes étaient les poussins les plus faibles de la nichée. L'infanticide parental ne touche sélectivement pas les parents de moindre qualité et probablement, n'importe quels parents pourraient décider d'accélérer le processus de la réduction de la nichée quand quelques poussins tombent au dessous d'un certain seuil de qualité. Les résultats d'infanticide rencontrés dans nos colonies sont discutés sous un point de vue adaptatif comparés avec les autres hypothèses émises sur le thème et où on a essayé de sortir avec notre propre hypothèse.

Summary

In this thesis, we present data on behavioural ecology of *Ciconia ciconia* in Sétif (northern Algeria) during a four years study period (2002-2005), for some aspects on the species as population dynamic, the period is longer (2001-2007). Our results are related to the population dynamic (localisation and numeric fluctuations of colonies, nest sites and variation of breeding success with nesting structures). In addition we discuss national bibliographic results and results from the national survey carried out in 2007 by the DGF. Results on the breeding biology have focused on (Nest selection in relation to nest size, effect of arrival date and nest size on mating, effect of supplemental food on the laying date, clutch size, hatching success, egg volume and therefore on chick survival. Clutch size was also affected independently by rainfall before laying. This study has also found a significative interesting interaction between supplemental food and hatching order. Rubbish dumps and rubbish from chicken farms had a very high effect on breeding success with a important interaction between rainfall and supplemental food in 2002 the year with lower rainfall. Concerning the parental investment in the control over food distribution in the brood, the experiment carried out concluded that white stork parents may keep a level of control over food distribution and subsequent brood reduction by investing more in the larger sibs but not (under good environmental circumstances) at the expense of junior chicks. In all infanticidal nests, all victimized chicks were the lightest in their broods. The infanticide is not bias towards lower quality parents. Probably any parents decide to accelerate brood reduction when some chicks fall under a given threshold of quality. Results about parental infanticide in our colonies are discussed from an adaptive point of view and compared with other hypothesis established on the topic where we tried to give our own hypothesis.

ملخص

تبين هذه الأطروحة نتائج دراسة دامت أربع سنوات من الأبحاث في بيئة و سلوكية طائر اللقلق في منطقة الهضاب العليا (سطيف) بين عامي 2002 و 2005. اهتمت دراستنا بديناميكية هذه المجموعات (التمركز- التغيرات في تعداد الطيور المعششة و إختبار مواقع الأعشاش و تغيرات نسبة النجاح في التكاثر). كما اهتمت بديناميكية هذا الطائر عبر القطر الوطني عن طريق نتائج بيبليوغرافية و نتائج التحري الوطني الذي أجري من طرف المديرية العامة للغابات سنة 2007. تعالج النتائج حول بيولوجيا التكاثر إختبار الأعشاش نسبة إلى حجم العش و أثر تاريخ العودة من الهجرة و حجم العش على مدة تشكل الأزواج و بناء العش و أثر الغذاء الإضافي على تاريخ الإباضة و عدد البيضات و النجاح في التفقيس و حجم البيضات . أثبتت هذه الدراسة علاقة وطيدة بين نسبة الغذاء و رتبة التفقيس، إضافة إلى وفرة التغذية فقد كان عدد البيضات متأثرا بكمية التساقط قبل التبييض. كان للقمامات العمومية و قمامات فضلات الدواجن أثرا إيجابيا على نسب نجاح التكاثر حيث إلتمسنا علاقة مهمة بين نسبة التساقط و نسبة الغذاء سنة 2002 و التي امتازت بنسبة تساقط ضئيلة. أما في ما يخص التحكم في توزيع الغذاء على الصيصان في العش فقد أثبتت تجربتنا أن الأبوين يمكن لهما التحكم في توزيع الغذاء بالإهتمام بالصوص الأكبر حجما و لكن ليس على حساب الصيصان الأصغر عمرا بشرط توفر ظروف بيئية معتدلة. في الأعشاش أين قام الأباء بقتل صيصانهم كان جميع الضحايا أضعف بنية من إخوانهم. إن قتل الأباء لصيصانهم لا يعتبر مؤشر لنوعية رديئة للأباء، بل يستطيع أي لقلق قتل الصيصان التي لا تنمو نموا جيدا مقارنة مع بقية أخواتها، كما بينته النظريات المقترحة لهذا الموضوع.