

COLLÈGE SCIENCES ET TECHNOLOGIES POUR L'ÉNERGIE ET L'ENVIRONNEMENT DE LA COTE BASQUE

Université de Pau et des Pays de l'Adour

Licence Professionnelle Métiers de la Protection et de la gestion de l'Environnement

Option Biologie Appliquée aux Écosystèmes exploités

**LES SITES DE NIDIFICATION DU  
FAUCON CRÉCERELLETTE *FALCO NAUMANNI*  
DANS LE SUD-OUEST MONTPELLIÉRAIN**

**BOUTET Elona**



**Stage effectué du 06/04/2020 au 21/08/2020**

à la Ligue de Protection des Oiseaux Hérault, avenue du faucon crécerellette, Villeveyrac

**sous la direction scientifique de Mr Nicolas SAULNIER**



**AGIR** pour la  
**BIODIVERSITÉ**  
HÉRAULT

« Le présent rapport constitue un exercice pédagogique qui ne peut en aucun cas engager la responsabilité de l'Entreprise ou du laboratoire d'accueil »

# Remerciements

J'adresse de sincères remerciements à Mr Nicolas Saulnier, directeur de la Ligue de Protection des Oiseaux Hérault et également maître de stage, car il m'a écouté, aidé, accompagné et guidé tout au long de ce stage, il m'a confié des responsabilités, a eu confiance en moi ce qui m'a permis de m'investir pleinement dans mon travail et de réaliser au mieux cette incroyable expérience.

Je remercie Mr Mathieu Garcia, chargé de mission au pôle expertise, pour son accompagnement tout au long du suivi et son partage de connaissances sur l'espèce.

Je remercie Mr Philippe Pillard, directeur de la Ligue de Protection des Oiseaux Rapaces et responsable du suivi des Faucons crécerellettes en plaine de la Crau, de m'avoir offert l'opportunité d'assister au baguage et à la pose de balise GPS des Faucons crécerellettes, ainsi que pour son partage de connaissances multiples sur l'espèce.

Je remercie l'ensemble des bénévoles, Valentin, Carole, Fanny, Clémence, Jonathan, Julian, Louise, Laetitia, Mathilde, Mikaelle, Patrick, Thierry, Timothée, Elia, Camille, Noémie, Lucia et Laurie-May pour leur aide précieuse et leur investissement dans le suivi.

Je remercie les communes qui m'ont accordé l'opportunité de réaliser certains suivi du haut des clochers de leurs églises.

Enfin, je remercie toute l'équipe de la Ligue de Protection des Oiseaux de l'Hérault et les financeurs de ce stage sans qui cette fabuleuse expérience n'aurait pu être possible.

## Table des matières

1. Introduction.....	1
2. Matériel et méthodes.....	3
2.1. Modèle biologique.....	3
2.1.1. Description.....	3
2.1.2. Reproduction.....	4
2.1.3. Statut légal.....	4
2.1.4. Distribution.....	5
2.2. Les sites d'étude.....	5
2.3. Déroulement du suivi.....	7
2.4. Recueil des informations statistiques.....	9
2.4.1. Saisie des données.....	9
2.4.2. Protocole de mesure des caractéristiques.....	9
2.5. Outils statistiques.....	10
2.5.1. Prise en main des informations.....	11
3. Résultats.....	12
3.1. Étude descriptive des sites de nidification.....	12
3.1.1. Répartition des nids dans les villages.....	12
3.1.2. Hauteur sous nid.....	13
3.1.3. Orientation de l'ouverture des nids.....	15
3.2. Étude comparative selon le type de village.....	16
3.2.1. Répartition des nids en fonction du type de village.....	16
3.2.2. Hauteur sous nid en fonction du type de village.....	18
3.2.3. Orientation de l'ouverture des nids en fonction du type de village.....	19
4. Discussion.....	21
5. Conclusion.....	22
6. Références bibliographiques.....	24

## Index des figures

Figure 1. Faucon crécerellette mâle adulte ©Valentin SENDAT.....	3
Figure 2. Faucon crécerellette juvénile ©Valentin SENDAT.....	3
Figure 3. Faucon crécerellette femelle ©Valentin SENDAT.....	3
Figure 4. Carte des sites d'études.....	6
Figure 5. Pelote de réjection de Faucon crécerellette ©Valentin SENDAT.....	7
Figure 6. Diagramme en barres de la répartition des nids dans les villages.....	12
Figure 7. Distribution de la hauteur sous nid : histogramme et boxplot.....	14

Figure 8. Diagramme en barres de l'orientation de l'ouverture des nids.....	15
Figure 9. Diagramme en barres empilées de la répartition des nids en fonction du type de village .....	17
Figure 10. Boxplot et graphe des moyennes côte à côté de la hauteur sous nid en fonction du type de village.....	18
Figure 11. Diagramme en barres empilées de l'orientation de l'ouverture des nids en fonction du type de village.....	20

# 1. Introduction

Grégaire et migrateur, le Faucon crécerellette, *Falco naumanni*, est une espèce de rapace classée dans la catégorie "Préoccupation mineure" de la Liste rouge au niveau mondial (Fowlie, 2011) et dans la catégorie "Vulnérable" au niveau national (UICN *et al.*, 2011). Cette vulnérabilité lui vaut de faire l'objet d'un Plan National d'Actions agissant pour le maintien de ses habitats de nidification et favorisant le développement de nouveaux noyaux de population (Pilard, 2011-2015). En France, l'espèce est mentionnée pour la première fois par Millet-Horsin en 1918 mais ce n'est qu'en 1947 qu'elle est redécouverte (Rivoire et Hue, 1947 ; Cheylan, 1991). L'espèce est alors présente de 1947 à 1965 dans plusieurs départements du sud de la France (Aude, Gard, Bouches-du-Rhône) avec un effectif nicheur compris entre 70 et 150 couples. En 1980, cet effectif chute autour d'une quinzaine de couples et en 1993 l'espèce n'est plus observée dans les sites connus précédemment, cependant en 1983 deux couples nicheurs sont découverts dans la plaine de la Crau (Bouches-du-Rhône). En 2002, alors que l'espèce est quelque peu rétablie en Crau, une colonie de 11 couples est découverte dans le village de Saint-Pons-de-Mauchiens (Hérault) (Ravayrol et Buhot, 2002). Enfin, suite à une opération de réintroduction dans la basse plaine de l'Aude menée en 2006, une population se développe dans ce département. En 2019, on compte 220 couples nicheurs répartis sur 21 sites de la plaine de la Crau, 243 couples répartis sur 19 sites de l'Hérault et 52 couples répartis sur 6 sites de l'Aude. L'effectif nicheur de la population française en 2019 se porte donc à un total de 515 couples.

En France, les premiers sites de nidification de l'espèce sont décrits entre 1950 et 1980, ceux-ci sont principalement établis en milieu naturel dans des falaises, quelques sites apparaissent cependant sur des vieux bâtiments tels que des abbayes, des remparts, des bergeries ou encore des ruines (Pilard, 2011-2015). À partir de 1980 plus aucun couple ne nidifie dans les falaises et l'espèce adopte alors de nouveaux sites de nidification très différents des précédents. Tout d'abord, des colonies nidificatrices s'établissent en plaine de la Crau, au sol, dans des tas de pierres puis, dans les années 2000, des colonies s'établissent en milieu urbain, sous les toitures des vieux bâtiments de l'Aude et de l'Hérault. Dans les villages héraultais, les toitures présentent souvent une architecture traditionnelle méditerranéenne où les tuiles romaines qui les composent sont simplement posées. Les couples nicheurs s'installent alors généralement dans l'espace

situé entre les tuiles et les voliges où l'ancienneté des toitures offre une accumulation de substrat sur lequel la femelle peut déposer sa ponte. Les sites de nidification sont donc nombreux dans les centres des villages qui présentent des toitures anciennes dont les tuiles du débord n'ont pas été bouchées, (Saulnier, 2008) c'est pourquoi la nidification en milieu urbain est actuellement la plus répandue en France.

Parmi les villages héraultais occupés par l'espèce, certains présentent une structure originale dite circulaire ou ronde (Josserand, 1931) emblématique de l'ancienne région Languedoc-Roussillon. Pawlowski (1992) décrit ces villages composés « d'anneaux disposés régulièrement autour d'un noyau central » comme des circulades, qu'il oppose aux autres villages rencontrés qui sont le plus souvent des bastides, villages fortifiés fondés sur un schéma rectangulaire, aux rues perpendiculaires. Actuellement, environ 3/4 des sites de nidification de la population héraultaise sont répartis dans 5 circulades qui sont Caux, Nézignan l'Évêque, Saint-Pargoire, Villeveyrac et Saint-Pons-de-Mauchiens, village ayant accueilli la première colonie nidificatrice dans l'Hérault. Les sites restants sont répartis dans 8 autres villages de type « bastides » ce qui semble montrer une préférence des faucons pour les circulades. Dans un tel contexte, il est pertinent d'étudier la différence d'attractivité des sites de nidification entre les deux types de villages. Premièrement les sites seront décrits qualitativement et quantitativement à l'échelle des 13 villages puis une étude comparera ces caractéristiques de sites selon le type de village afin de confirmer si les sites des circulades sont plus attractifs que ceux des autres villages.

Le rapport se focalisera tout d'abord sur le modèle biologique et les méthodes utilisées. Par la suite, les résultats seront présentés à l'aide de tableaux et de graphiques. Pour finir, une discussion sera initiée sur ces résultats et sur les perspectives envisagées.

## 2. Matériel et méthodes

### 2.1. Modèle biologique

#### 2.1.1. Description

Le modèle biologique de ce rapport est le Faucon crécerellette, *Falco naumanni*, décrit par Fleischer en 1818. C'est un petit rapace colonial et migrateur de l'ordre des Falconiformes et de la famille des Falconidés. Son envergure est comprise entre 63

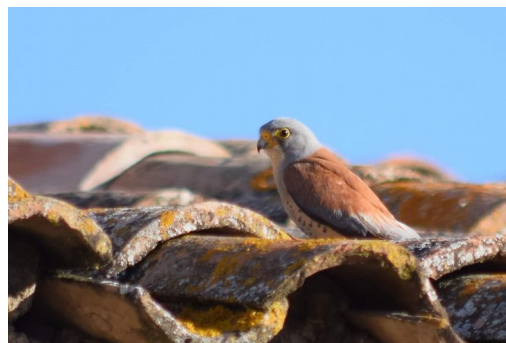


Figure 1. Faucon crécerellette mâle adulte ©Valentin SENDAT

et 72 cm pour une longueur comprise entre 27 et 33 cm. Physiquement, il est très semblable au Faucon crécerelle, *Falco tinnunculus*, cependant certains détails permettent de les distinguer comme son plumage, ses ongles blancs, sa taille plus svelte, son cri et son comportement grégaire. On peut noter un dimorphisme du plumage entre les deux sexes, le mâle adulte (Figure 1) présente une tête aux couleurs gris-bleues sans moustache foncée, un manteau brun-roux à l'aspect bien uni sans tâches, des couvertures sus-alaires gris-bleues et des rectrices grises terminées par une barre noire. La



Figure 2. Faucon crécerellette juvénile ©Valentin SENDAT

femelle (Figure 3) arbore un plumage brun tacheté et barré semblable à celui des jeunes



Figure 3. Faucon crécerellette femelle ©Valentin SENDAT

de l'année (Figure 2). Enfin les mâles de première année ont un faciès identique à celui des mâles adultes, cependant ils ne possèdent pas de couvertures sus-alaires gris-bleues et leur manteau brun-roux présente quelques tâches. Le plumage adulte est acquis à l'âge d'un an au terme de la première mue qui s'étale de mars à août.

## **2.1.2.Reproduction**

La période de reproduction du Faucon crécerellette en France s'étend de début mars à fin juillet selon quatre phases phénologiques. En mars, les faucons migrent en France afin de s'installer sur les sites de nidification. Dans l'Hérault, ces sites sont souvent localisés sous les tuiles des bâtiments. Comme l'espèce est grégaire et cavernicole, sa zone de nidification doit compter de nombreuses cavités ce qui est le cas en milieu urbain au vu du nombre de tuiles sur les toitures. Durant la première phase dite de cantonnement, le mâle choisit un site de nidification et entreprend des parades et des offrandes. Les femelles choisissent ainsi leur mâle et les couples se forment. Fin avril débute la phase de ponte et de couvaion, la femelle reste de plus en plus au nid, et est nourrie par le mâle via des offrandes dont la fréquence varie de 15 minutes à 2 heures. Elle pond entre 1 et 5 œufs, la couvaion dure environ 28 jours, elle est partagée entre les deux parents avec tout de même une prépondérance de couvaion de la part de la femelle au début et à la fin de l'incubation. En juin, les œufs éclosent et la phase d'élevage des jeunes commence. Les poussins restent au nid pendant les trois premières semaines et sont généralement nourris par le mâle les premiers jours puis, dès la deuxième semaine, par les deux parents. La fréquence des nourrissages est inférieure à 15 minutes. Fin juin et début juillet, environ 28 jours après l'éclosion, les jeunes quittent le nid, c'est la phase dite d'envol. Une semaine plus tard, environ 35 jours après l'éclosion, les jeunes sont indépendants. Enfin, en juillet et en août, une fois la saison de reproduction terminée, les faucons se rassemblent en dortoirs pré-migratoires avant de repartir en direction de leur zone d'hivernage en Afrique de l'Ouest au mois de septembre.

## **2.1.3.Statut légal**

Depuis la loi du 10 juillet 1976, le Faucon crécerellette, comme tous les rapaces en France, est protégé en l'application des articles du code de l'environnement par l'arrêté ministériel du 29 octobre 2009 fixant la liste des oiseaux protégés sur l'ensemble du territoire et les modalités de leur protection. Il fait également parti de la liste des espèces de vertébrés protégées et menacées d'extinction en France dont l'aire de répartition excède le territoire d'un département. On peut noter qu'il est également inscrit en Annexe I de la Directive européenne « oiseaux » 79/409 CEE, en Annexe II de la convention de Berne (19 sept. 1979) et en Annexe I et II de la convention de Bonn (23 juin 1979). Son



statut légal lui permet donc de bénéficier de mesures spéciales de protection d'habitat, de conservation et de gestion.

En France, compte tenu de l'évolution positive des effectifs de la population depuis 1983, l'espèce est inscrite sur la Liste Rouge de la faune menacée de France avec le statut de Vulnérable (UICN *et al.*, 2011). Cependant, cette croissance est assez irrégulière dans le temps c'est pourquoi deux Plans National d'Actions ont été élaborés pour le Faucon crécerellette (un PNA 2002-2006 et un PNA 2011-2015). L'objectif du Plan National d'Actions Faucon crécerellette de 2011-2015 est son retrait de la liste des espèces menacées de disparition en France. Pour ce faire, la population doit atteindre un effectif supérieur à 1000 individus matures répartis à travers 6 noyaux de population présentant des paramètres reproducteurs leur permettant de résister à la dégradation des conditions d'hivernage. Un troisième PNA est actuellement en cours d'élaboration, en attendant celui de 2011-2015 reste en vigueur.

#### **2.1.4. Distribution**

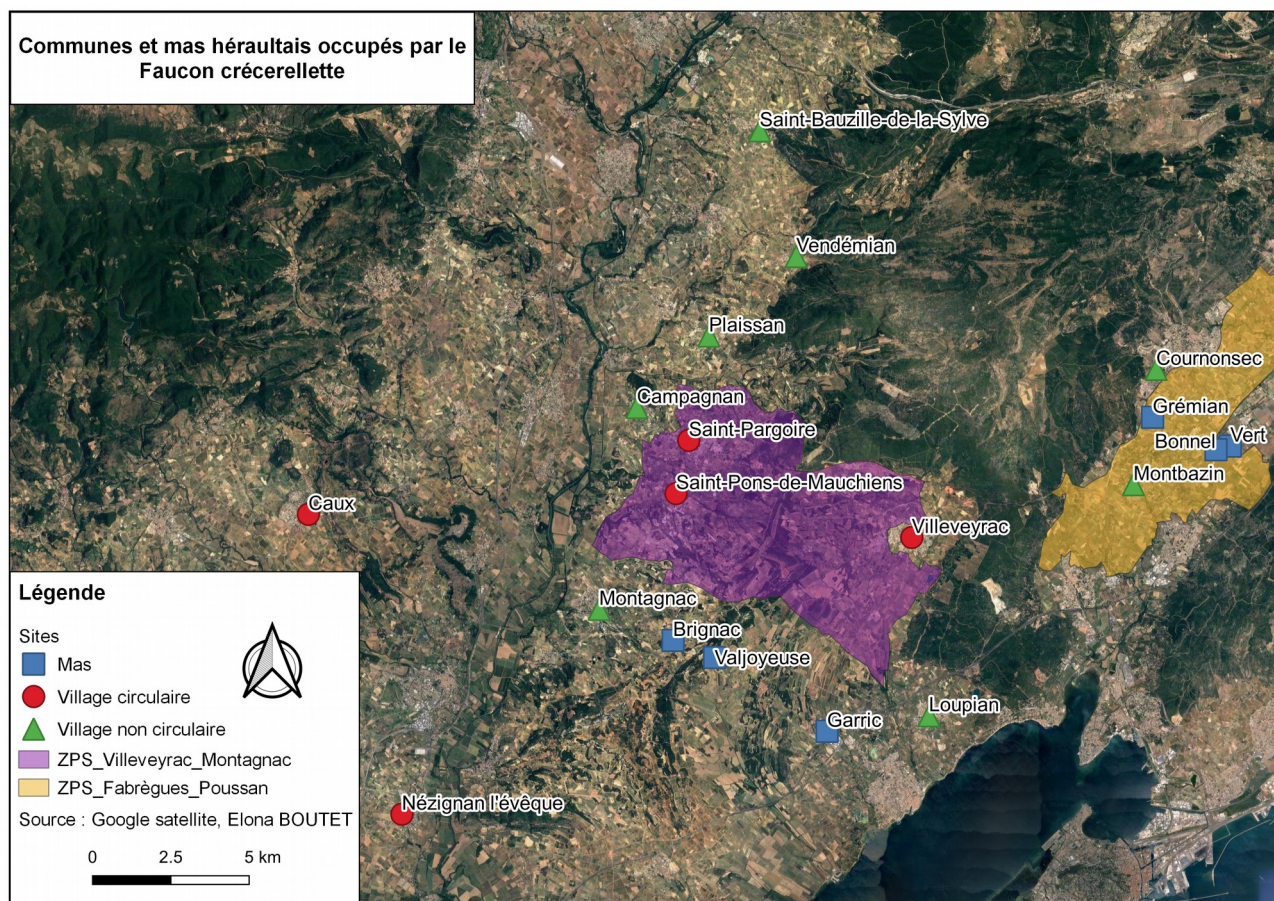
En ce qui concerne la distribution de l'espèce, son aire de répartition s'étend à travers la zone méditerranéenne de l'Afrique du Nord et de l'Europe du Sud puis, elle se prolonge en direction de l'est vers certains pays du Proche-Orient, du Moyen-Orient et du Sud de la Russie. Sa zone d'hivernage s'étend de la zone sahélienne jusqu'au Sud de l'Afrique, l'espèce est également notée en petit nombre dans le Sud de l'Espagne, au Maroc et irrégulièrement dans le Sud de l'Asie. La zone d'hivernage de la population d'Europe occidentale se situe en Afrique de l'Ouest. (Annexe 1)

Au niveau national, la population de Faucons crécerellettes occupe le pourtour méditerranéen plus précisément la plaine de la Crau et quelques villages des départements de l'Aude et de l'Hérault.

## **2.2. Les sites d'étude**

Dans l'Hérault, le suivi de l'espèce est actuellement réalisé sur 19 sites dont 13 communes et 6 mas (bâtiment agricole), dans les Bouches-du-Rhône il est réalisé sur 21 sites situés en plaine de la Crau dont 7 sont aménagés et enfin dans l'Aude, il est réalisé sur 6 sites dont 4 communes et 2 mas.

Parmi les 13 communes héraultaises, on trouve : Campagnan, Caux, Cournonsec, Loupian, Montagnac, Montbazin, Nézignan l'Évêque, Plaissan, Saint-Bauzille-de-la-Sylve, Saint-Pargoire, Saint-Pons-de-Mauchiens, Vendémian et Villeveyrac dont certaines (Caux, Nézignan l'Évêque, Saint-Pargoire, Saint-Pons-de-Mauchiens, Villeveyrac) sont des circulades, villages bâtis en cercle autour d'une église ou d'un château. L'ensemble des sites héraultais se situent dans la plaine littorale agricole du Sud-Ouest montpelliérain et sont cartographiés à la Figure 4.



**Figure 4. Carte des sites d'études**

L'installation de l'espèce dans l'Hérault a par ailleurs contribué à la création en 2006 d'une nouvelle Zone de Protection Spéciale (zone relative à la conservation des oiseaux sauvages) intégrée au réseau européen Natura 2000 (réseau ayant pour objectif de maintenir la diversité biologique des milieux naturels dans une logique de développement durable). La ZPS FR9112021 « Plaine de Villeveyrac-Montagnac » s'étend sur 5 265 hectares et comprend les communes de Loupian, Montagnac, Saint-Pargoire, Saint-Pons-de-Mauchiens et Villeveyrac ainsi que l'ensemble des habitats de chasse de la population

héraultaise. Cette zone est une vaste plaine essentiellement cultivée de vignes et bordée d'une succession de contreforts et de collines occupés par la garrigue. Les communes de Cournonsec et de Montbazin sont elles incluses dans la ZPS FR9112020 « Plaine de Fabrègues-Poussan » qui s'étend sur 3 288 hectares. Cette zone est une vaste mosaïque de zones cultivées ponctuées de haies et de petits bois favorables à de nombreuses espèces d'oiseaux et à forte valeur patrimoniale.

### 2.3. Déroulement du suivi

Le suivi se déroule en plusieurs parties qui sont définies selon les phases phénologiques des faucons (cf Reproduction). Pour les sessions de terrain, le stagiaire est seul ou accompagné d'un salarié, d'un volontaire en service civique et/ou de bénévoles. Cette année, suite au contexte de la crise sanitaire, le suivi qui se déroule habituellement du mois de mars au mois de juillet n'a pu débuter qu'à la date du 22 avril. Pour ces mêmes raisons, le stagiaire n'a pu être accompagné avant le 11 mai (Annexe 2). Sur le terrain il est équipé de jumelles (10x42), d'une carte du village, d'une fiche de suivi (Annexe 3) sur laquelle il note ses observations et enfin d'une antenne fixée à son sac à dos qui permet de télécharger les données des GPS dont certains individus sont équipés. Il y a 13 villages et 6 mas à prospecter, la fréquence des suivis sur ces sites varie selon le nombre de couples présents. Les villages où nichent plus de 10 couples doivent être prospectés au moins une fois par semaine, les autres villages et les mas au moins une fois toutes les deux semaines. La prospection consiste à couvrir l'ensemble des rues des vieux bourgs via des transects et des points d'observations.

De mars à fin avril, pendant la phase de cantonnement, le travail de terrain est peu intense et laisse place à des sessions de bibliographie pour se renseigner sur l'espèce et les travaux menés à son égard. À cette période, l'objectif est d'identifier les toits et les quartiers qui sont appréciés par les oiseaux, pour cela certains comportements sont à relever ; les parades, les offrandes et les prospections des mâles ainsi que les accouplements. De mai à début juin, le travail de terrain s'intensifie, les femelles pondent et les couples couvent. À cette période, l'objectif est de localiser le maximum de sites de



**Figure 5. Pelote de réjection de Faucon crécerellette ©Valentin SENDAT**

nidification (à la tuile d'entrée près) via l'observation d'offrandes du mâle à la femelle sous la tuile. Cependant à cette période, les oiseaux sont assez discrets et sauvages c'est pourquoi certains sites peuvent être identifiés via des indices de présence comme des traces de fiente le long d'une gouttière ou encore la présence de pelotes de réjection au sol sous la toiture (Figure 5). De juin à début juillet, le travail de terrain est à son maximum, les jeunes sont nés et les parents les nourrissent à intervalles réguliers. Certains suivis peuvent alors avoir lieu du haut des clochers des églises lorsque les communes ont donné leur autorisation, ce type de suivi permet de faciliter certaines observations. À cette période, l'objectif est alors d'identifier l'ensemble des sites de nidification en observant les parents nourrir la portée ainsi que le nombre de jeunes à l'envol dans chaque nid (le succès reproducteur). Cette donnée est la plus complexe à récolter car il faut être présent au bon moment ; lorsque les jeunes se pressent à l'entrée, sur la gouttière ou lorsqu'ils quittent le nid et tentent de voler. En 2019, l'incertitude pour le nombre de jeunes à l'envol s'élevait à 54 %, taux qui tend à augmenter avec l'accroissement de l'effectif de la population (LPO Hérault, 2019). À la même période, le stagiaire prospecte également de nouveaux villages, supposés favorables à la reproduction de l'espèce afin d'y découvrir de nouvelles colonies nidificatrices. Enfin, de juillet à septembre, les oiseaux quittent les villages et se rassemblent dans des dortoirs post-nuptiaux puis pré-migratoires. À cette période, l'objectif est d'identifier les dortoirs favorables à l'espèce et d'estimer l'effectif de faucons sur ces dortoirs. Le suivi a lieu chaque jeudi en début de soirée lorsque les faucons se regroupent pour passer la nuit.

Tout au long du suivi, le stagiaire retranscrit ses observations et celles des observateurs bénévoles dans un fichier de données brutes. Lorsque la reproduction se termine et que toutes les données ont été collectées, le stagiaire met à jour les informations sur chaque site de nidification dans un tableur Excel (commune, numéro du nid, adresse du bâtiment, localisation du nid (tuile), âge du mâle, bague du mâle, bague de la femelle, bilan de la reproduction (échec, succès), nombre de jeunes à l'envol, date approximative de la sortie des jeunes) et cartographie chaque site sous SIG.

Dans un premier temps le but du suivi est de réaliser un inventaire quasi-exhaustif de la population reproductrice et d'estimer ses paramètres démographiques (productivité, succès reproducteur, ...). Dans un second temps, le but du suivi est de répondre à la problématique du rapport, ainsi une fois que tous les sites de nidification sont connus, le

stagiaire retourne à chacun d'entre eux afin de relever des variables permettant de caractériser ces sites. Ces caractéristiques sont présentées à la partie suivante.

## 2.4. Recueil des informations statistiques

### 2.4.1. Saisie des données

On étudie un échantillon de 280 nids (nombre de sites de nidification à l'année 2020 hors mas), supposés indépendants.

Ces nids sont caractérisés selon 4 variables, la liste et les informations à leur sujet sont contenues dans le Tableau 1.

INTITULÉ	SIGNIFICATION	UNITÉ DE MESURE OU MODALITÉS	TYPE	RÔLE
<b>Village</b>	Agencement du village	2 modalités : circulade ; autre	Qualitative binaire	Variable explicative X
<b>Répartition</b>	Répartition du nid dans le village	8 modalités : nord ;nord-est ; est ;sud-est ;sud ;su d-ouest ;ouest ;nord- ouest	Qualitative nominale	Variable d'intérêt Y
<b>Hauteur</b>	Hauteur sous le nid	En mètres	Quantitative continue	Variable d'intérêt Y
<b>Orientation</b>	Orientation de l'ouverture du nid par rapport aux axes cardinaux	8 modalités : nord ;nord-est ; est ;sud-est ;sud ;su d-ouest ;ouest ;nord- ouest	Qualitative nominale	Variable d'intérêt Y

Tableau 1. Dictionnaire des variables

### 2.4.2. Protocole de mesure des caractéristiques

Les données permettant de caractériser le processus de reproduction sont relevées au cours du suivi qui se déroule du mois d'avril au mois de juillet. La fiabilité de ces données repose sur un phénomène de répétition des observations orchestré via des prospections alternées entre le stagiaire et les bénévoles. Il est important de souligner que l'être humain est un moyen de mesure soumis à un effet observateur et donc à une précision variable. En effet, la réalisation d'un inventaire en milieu urbain et ses contraintes associées : le

manque de visibilité sur certains sites, l'absence de connaissances sur la taille des pontes, la temporalité du suivi ou encore le climat peuvent avoir un impact sur la récolte des données.

Les variables permettant de caractériser les nids sont relevées une fois l'ensemble des sites de nidification connus, donc au mois de juillet.

Lorsque le site de nidification est situé au niveau des tuiles d'égouts (première rangée), la hauteur sous nid est alors mesurée à l'aide d'un télémètre (DLE 70 Professional BOCH) ayant une précision au 1/1000 m. Lorsque la hauteur sous nid n'est pas mesurable (façade non accessible, nid au niveau de la cheminée,...) la variable prend la valeur NA.

Pour déterminer la répartition du nid dans le village, les zones les plus favorables à la nidification du Faucon crécerellette soit l'ensemble des vieux bâtiments de chaque village, sont délimitées sous forme de polygones avec le logiciel QGIS 3.6.0. Avec ce même logiciel le centroïde de chaque polygone est calculé correspondant aux centres des villages (Annexe 4). A partir de ce point central et à l'aide d'un rapporteur en 360°, 8 intervalles angulaires correspondant aux 8 axes cardinaux sont représentés sur les cartes. Chaque nid prend la valeur associée à l'intervalle angulaire auquel il appartient. Ces intervalles sont présentés dans le Tableau 2.

	<b>NORD</b>	<b>NORD-EST</b>	<b>EST</b>	<b>SUD-EST</b>	<b>SUD</b>	<b>SUD-OUEST</b>	<b>OUEST</b>	<b>NORD-OUEST</b>
<b>Angle en °</b>	337,5 à 22,5	22,5 à 67,5	67,5 à 112,5	112,5 à 157,5	157,5 à 202,5	202,5 à 247,5	247,5 à 292,5	292,5 à 337,5

**Tableau 2. Axes cardinaux et angles associés**

Pour déterminer l'orientation de l'ouverture du nid, l'angle entre le Nord et l'ouverture est mesuré pour chaque nid (Annexe 5). Le Tableau 2 fixe les 8 valeurs d'orientations possibles correspondant aux 8 axes cardinaux. En fonction de l'angle mesuré, la variable prend la valeur associée. Lorsque l'ouverture du nid est sur le faîte ou non visible, la variable prend la valeur NA.

## **2.5. Outils statistiques**

Les méthodes statistiques sont implémentées sur le logiciel R. Le risque d'erreur est fixé à 5 % pour l'interprétation des résultats.

### **2.5.1.Prise en main des informations**

L'unité statistique est le site de nidification. La variable explicative est le type de village (circulade ou autre). Les variables d'intérêts sont : la répartition du nid, la hauteur sous nid et l'orientation de l'ouverture du nid.

Toutes les variables présentées dans le Tableau 1 sont étudiées en fonction de la variable qualitative « type de village » à l'aide d'outils graphiques, d'indicateurs de liaisons et de tests statistiques.

Dans le cas de l'étude « répartition du nid dans le village » ou « orientation de l'ouverture du nid » en fonction du « type de village » ce sont 2 variables qualitatives qui sont étudiées, ainsi il faut préalablement synthétiser les valeurs dans un tableau de distribution conditionnelle permettant alors de travailler sur les pourcentages des nids dans les villages et non leurs effectifs (cela permet d'éliminer le biais dû à la différence du nombre de nids par type de villages). Par la suite un test non paramétrique d'indépendance du Chi<sup>2</sup> est appliqué, l'hypothèse nulle de ce test est l'indépendance des variables qui n'est rejetée que si la p-value est inférieure à 0,05.

Dans le cas de l'étude « hauteur sous nid » en fonction du « type de village », une variable qualitative binaire et une variable quantitative sont étudiées, Il faut donc préalablement vérifier si la variable quantitative suit une loi normale sur chaque sous-groupe formé par la variable qualitative et si les variances sont égales. Pour cela un test de Shapiro-Wilk et un test de Batlett sont respectivement appliqués. Si ces conditions sont vérifiées, un test paramétrique t de Student bivarié est appliqué, l'hypothèse nulle de ce test est l'égalité des moyennes qui n'est rejetée que si la p-value est inférieure à 0,05. Si ces conditions ne sont pas vérifiées, un test non paramétrique de Willcoxon Mann et Whitney bivarié est appliqué, l'hypothèse nulle de ce test est l'égalité des médianes qui n'est rejetée que si la p-value est inférieure à 0,05.

### 3. Résultats

#### 3.1. Étude descriptive des sites de nidification

##### 3.1.1. Répartition des nids dans les villages

	EST	NORD	NORD-EST	NORD-OUEST	OUEST	SUD	SUD-EST	SUD-OUEST	TOTAL
%	11,83	15,41	11,83	8,96	15,05	12,54	11,83	12,54	100

Tableau 3. Pourcentage de nids selon leur répartition dans les villages

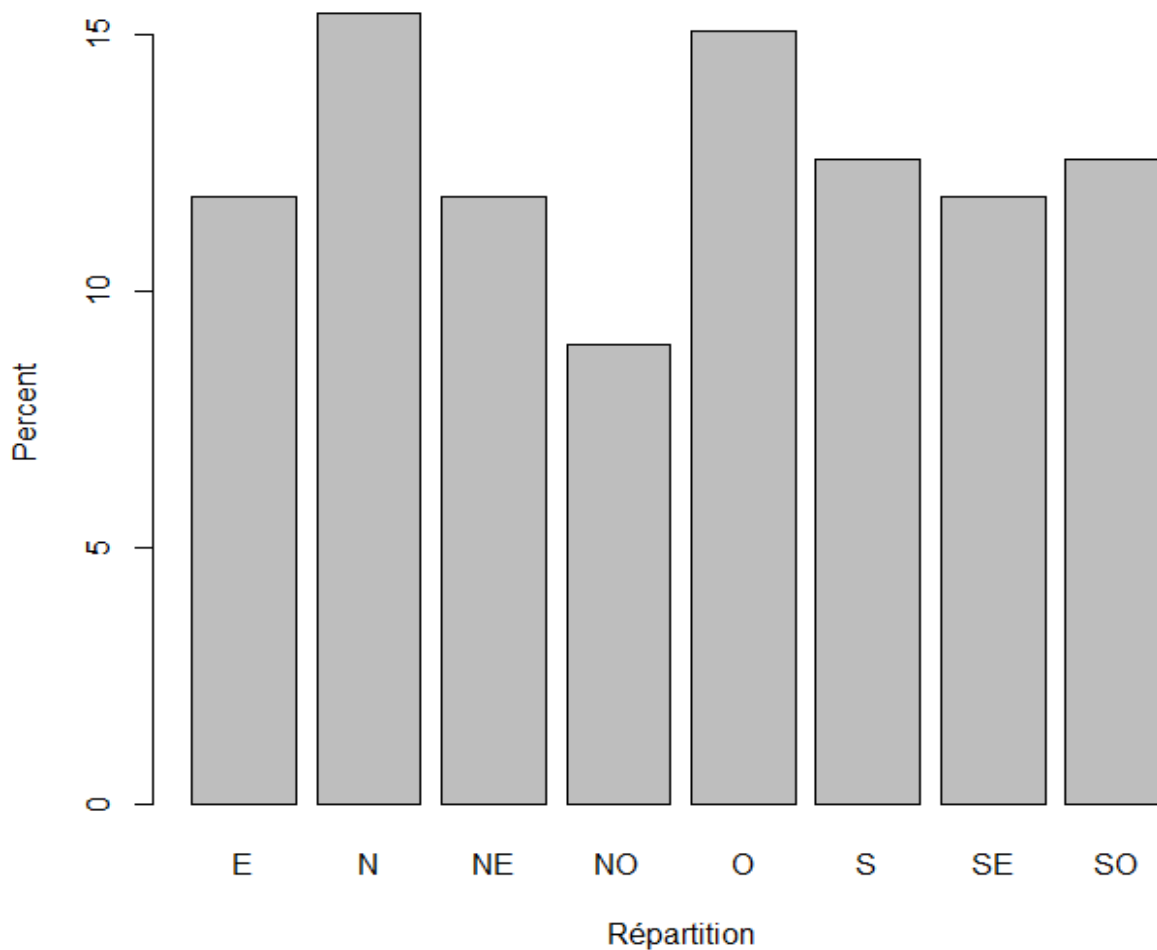


Figure 6. Diagramme en barres de la répartition des nids dans les villages



Si l'on étudie la répartition des nids de Faucons crécerellettes à l'échelle des 13 villages de l'Hérault, on remarque que le Nord et l'Ouest sont des zones particulièrement appréciées par l'espèce au contraire du Nord-Ouest où l'on trouve le moins de nids.

### 3.1.2. Hauteur sous nid

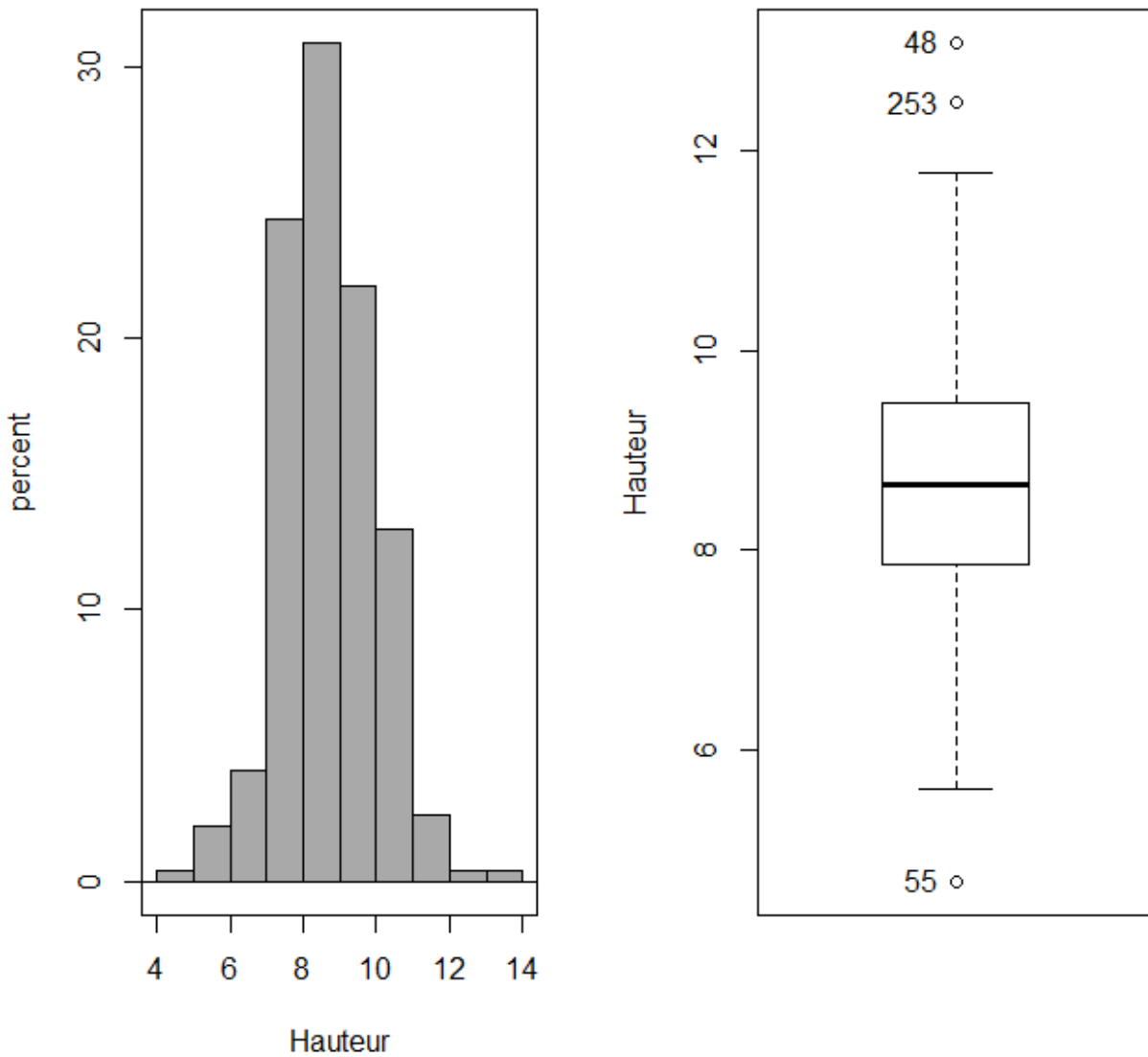
	MEAN	SD	IQR	0 %	25 %	50 %	75 %	100 %	N
Hauteur (m)	8.695573	1.26225	1.60925	4.69	7.86475	8.649	9.474	13.07	246

Tableau 4. Indicateurs statistiques classiques de la hauteur sous nid

La hauteur moyenne sous nid est d'environ 8,696 mètres ( $IC_{95\%}(\text{moyenne}) = [8.537056; 8.854090]$ )<sup>1</sup>. 50 % des valeurs sont inférieures à 8,649 mètres, soit une médiane très proche de la moyenne, les valeurs sont homogènes entre les nids.

---

1 L'intervalle de confiance de la moyenne à 95% s'interprète de la façon suivante : cet intervalle a 95% de chances de contenir la vraie valeur de la moyenne globale sur la population.



**Figure 7. Distribution de la hauteur sous nid : histogramme et boxplot**

L’histogramme présente une forme normale confirmée par un test de Shapiro-Wilk qui donne une p-value > 0,05 ( $W = 0.99225$ , p-value = 0.2241), plus de 30 % des hauteurs sous nid sont comprises dans la classe modale comprenant des hauteurs entre 8 et 9 mètres. Le boxplot est symétrique, on identifie que 3 valeurs extrêmes, la distribution des valeurs autour de la médiane est homogène.

### 3.1.3. Orientation de l'ouverture des nids

	EST	NORD	NORD-EST	NORD-OUEST	OUEST	SUD	SUD-EST	SUD-OUEST	TOTAL
%	5,47	13,87	14,60	13,14	4,74	13,50	15,33	19,34	100

Tableau 5. Pourcentage de nids selon l'orientation de leur ouverture

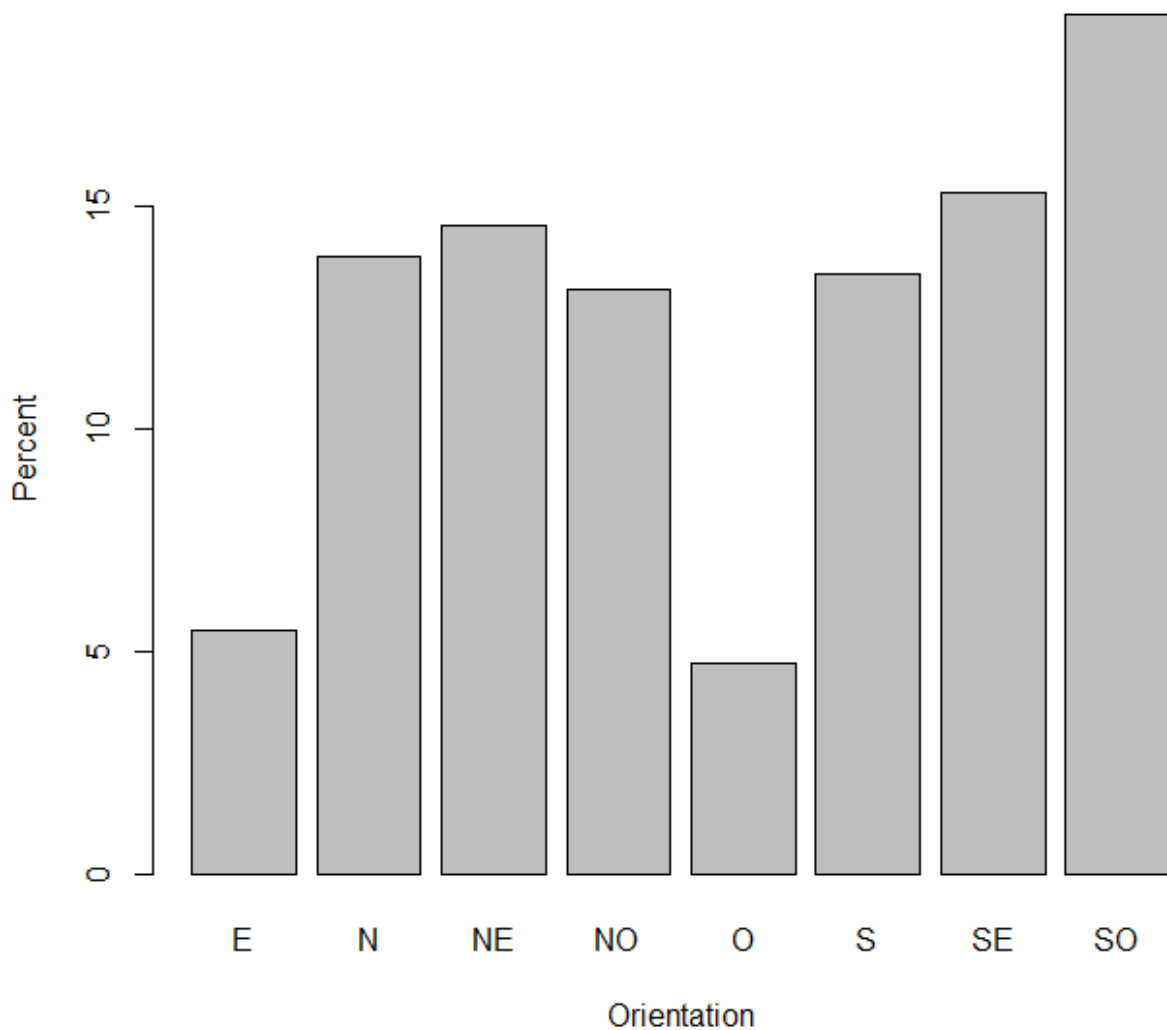


Figure 8. Diagramme en barres de l'orientation de l'ouverture des nids

Si l'on étudie l'orientation de l'ouverture des nids de Faucons crécerellettes à l'échelle des 13 villages de l'Hérault, on remarque que les nids sont le plus souvent orientés Sud-Ouest et le moins souvent orientés Est et Ouest.

## 3.2. Étude comparative selon le type de village

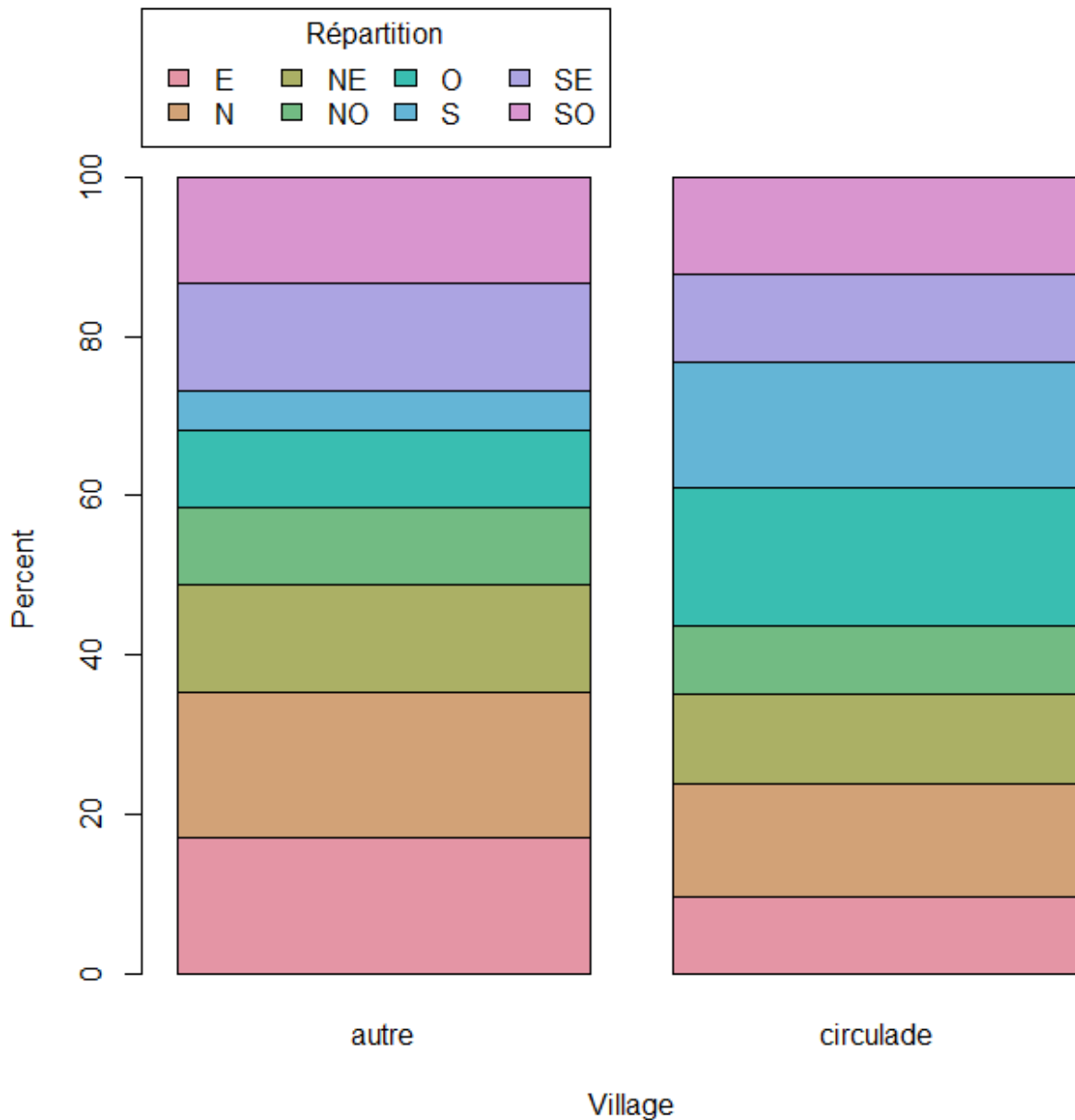
### 3.2.1. Répartition des nids en fonction du type de village

	EST	NORD	NORD-EST	NORD-OUEST	OUEST	SUD	SUD-EST	SUD-OUEST	TOTAL
<b>Autre</b>	17	18,3	13,4	9,8	9,8	4,9	13,4	13,4	100
<b>Circulade</b>	9,6	14,2	11,2	8,6	17,3	15,7	11,2	12,2	100

Tableau 6. Pourcentage de nids selon leur répartition et le type de village

A priori les pourcentages diffèrent entre les circulades et les autres villages ce qui semble indiquer un lien entre les deux variables.

Dans les circulades les nids se situent majoritairement à l'Ouest et au Sud, peu de nids sont observés à l'Est et au Nord-Ouest. Dans les autres villages, les nids se situent majoritairement au Nord et à l'Est, peu de nids sont observés au Sud à l'Ouest et au Nord-Ouest. La répartition des nids est assez opposée entre les deux types de villages, seul le Nord-Ouest est communément peu apprécié par les faucons.



**Figure 9. Diagramme en barres empilées de la répartition des nids en fonction du type de village**

Ce graphique indique visuellement des différences entre les deux types de villages, nous allons confirmer ou non cette hypothèse avec un test d'indépendance du Chi<sup>2</sup>.

Le Chi<sup>2</sup> réalisé sur cette table donne une p-value > 0,05 (X-squared = 11,579, df = 7, p-value = 0,1153). Les deux variables sont indépendantes, la répartition des nids n'est pas significativement différente entre les deux types de villages.

### 3.2.2. Hauteur sous nid en fonction du type de village

	MEAN	SD	IQR	0 %	25 %	50 %	75 %	100 %	N
<b>Autre</b>	8.468493	1.348668	1.6120	5.605	7.5765	8.338	9.1885	13.070	71
<b>Circulade</b>	8.787703	1.217408	1.6725	4.690	7.9330	8.717	9.6055	12.473	175

Tableau 7. Indicateurs statistiques classiques de la hauteur sous le nid

En regardant les moyennes, il ne semble pas y avoir de lien entre les deux variables car celles-ci sont proches.

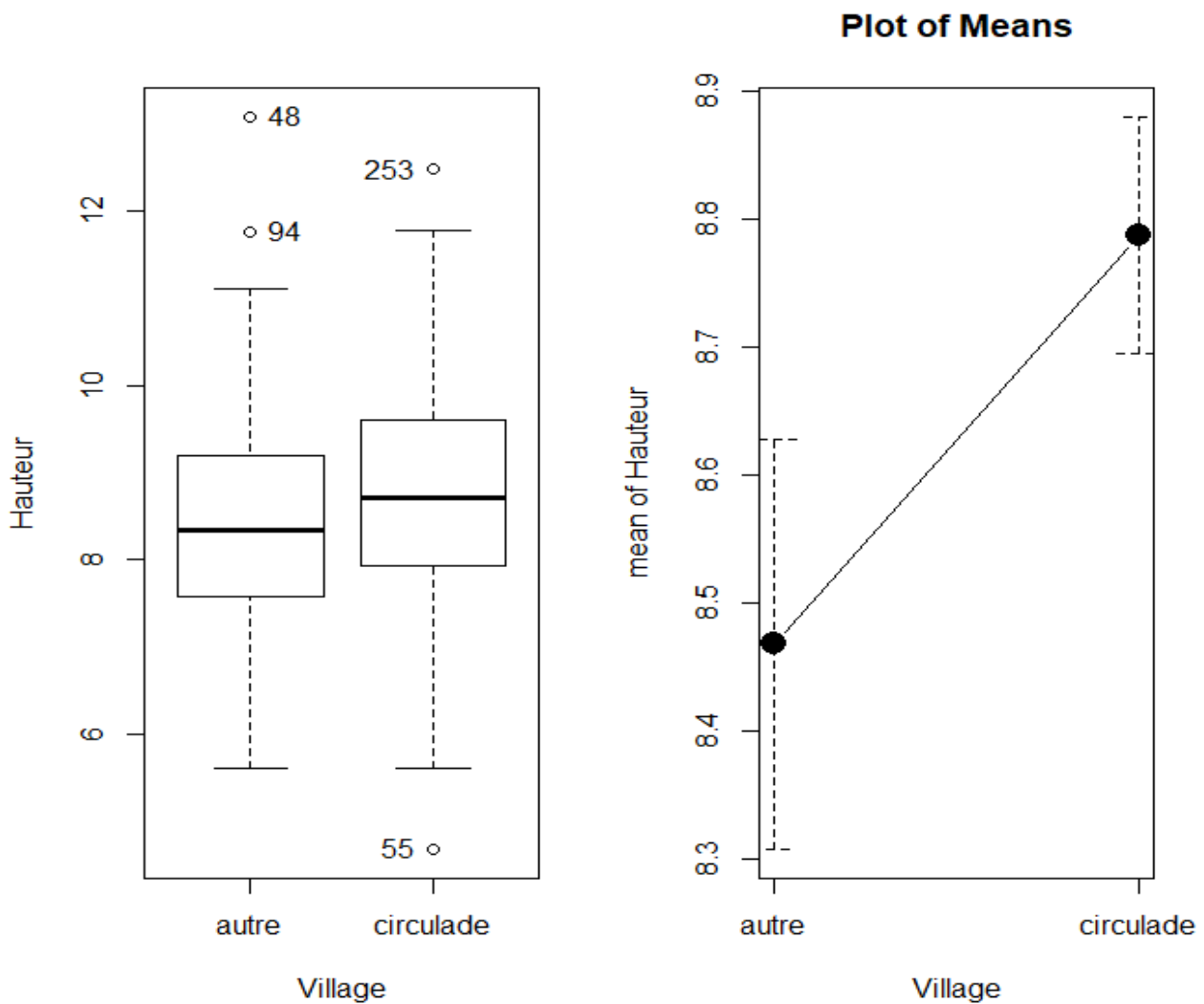


Figure 10. Boxplot et graphe des moyennes côte à côté de la hauteur sous nid en fonction du type de village

Le boxplot côte à côte indique des valeurs extrêmes aussi bien dans les circulades que dans les autres villages. Les boîtes sont quasi-identiques ainsi que les moustaches, ce qui semble indiquer qu'il n'y a pas de lien entre les variables « hauteur sous nid » et « type de village ».

Le graphe des moyennes côte à côte indique que la hauteur moyenne sous nid dans les circulades est plus élevée que dans les autres villages mais attention, l'échelle utilisée fausse la perception.

Le test de Shapiro-Wilk réalisé pour chaque sous-groupe formé par la variable qualitative « type de village » donne une p-value > 0,05 ( $W = 0,97215$ , p-value = 0,1155 pour les autres villages et  $W = 0,99244$ , p-value = 0,4965 pour les circulades). On accepte donc la normalité et on conclut que la variable « hauteur sous nid » suit une loi normale sur chaque sous-groupe formé par la variable « type de village ».

Un test de Bartlett réalisé pour chaque sous-groupe formé par la variable qualitative « type de village » donne une p-value > 0,05 (Bartlett's K-squared = 1.0706, df = 1, p-value = 0.3008). On accepte donc l'homogénéité des variances.

Par conséquent pour confirmer nos hypothèses concernant le lien nous allons réaliser un test t de Student bivarié car les conditions nécessaires à sa réalisation sont réunies. Ce test donne une p-value > 0,05 ( $t = -1,7289$ , df = 118,71, p-value = 0,08642). Les deux variables sont indépendantes, les hauteurs sous nid des circulades et des autres villages ne sont pas significativement différentes.

### 3.2.3. Orientation de l'ouverture des nids en fonction du type de village

	EST	NORD	NORD-EST	NORD-OUEST	OUEST	SUD	SUD-EST	SUD-OUEST	TOTAL
<b>Autre</b>	6,2	11,1	14,8	14,8	4,9	7,4	12,3	28,4	100
<b>Circulade</b>	5,2	15,0	14,5	12,4	4,7	16,1	16,6	15,5	100

Tableau 8. Pourcentage de nids selon l'orientation de leur ouverture et le type de village

A priori les pourcentages diffèrent entre les circulades et les autres villages ce qui semble indiquer un lien entre les deux variables.

Dans les circulades les orientations sont homogènes, seules les orientations Est et Ouest sont minoritaires. Dans les autres villages, l'orientation Sud-Ouest est largement majoritaire et à nouveau les orientations Est et Ouest sont minoritaires.

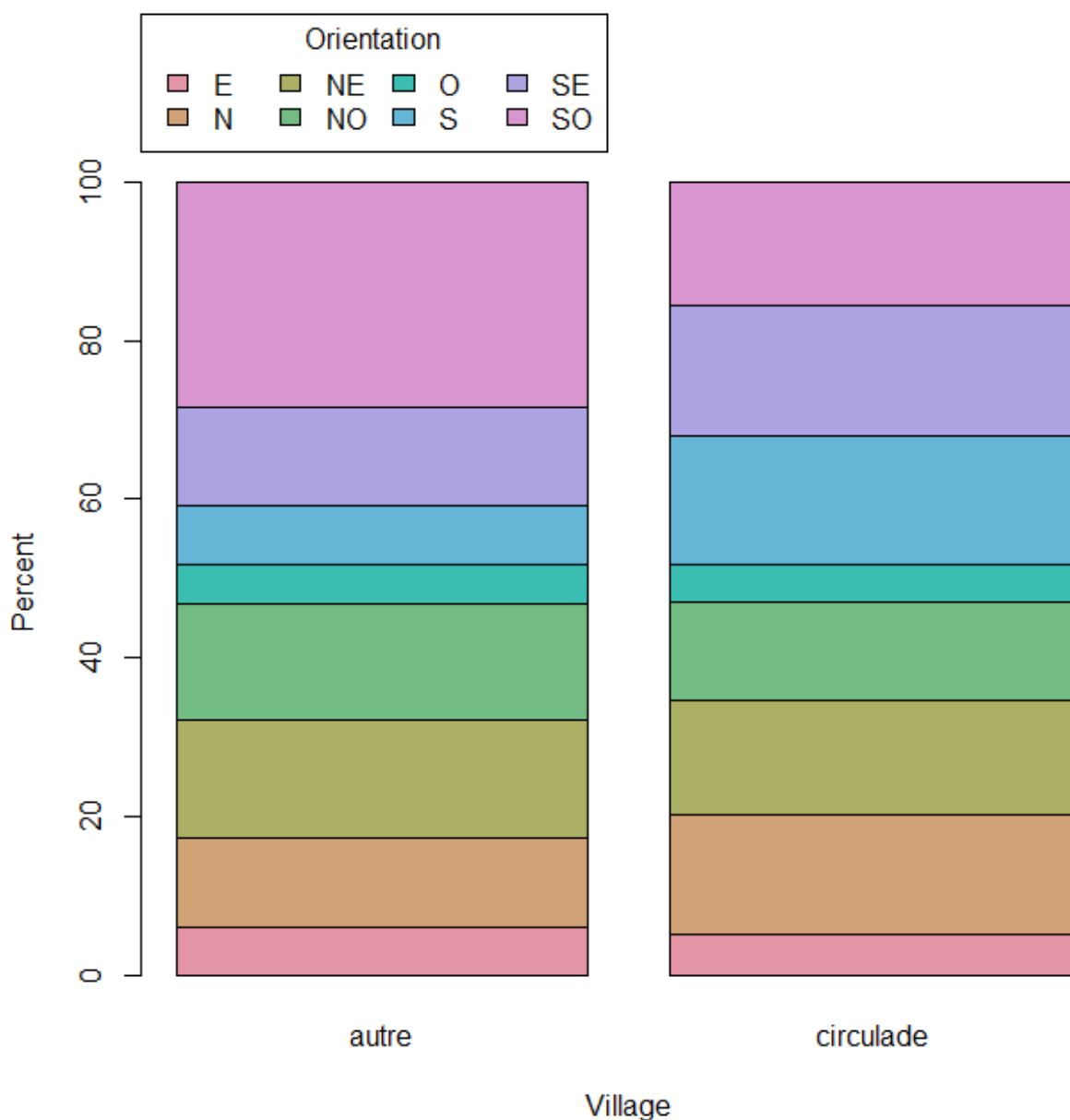


Figure 11. Diagramme en barres empilées de l'orientation de l'ouverture des nids en fonction du type de village

Ce graphique indique visuellement des différences entre les deux types de villages, nous allons confirmer ou non cette hypothèse avec un test d'indépendance du Chi<sup>2</sup>.



Le Chi<sup>2</sup> réalisé sur cette table donne une p-value > 0,05 (X-squared = 9,6952, df = 7, p-value = 0,2065). Les deux variables sont indépendantes, l'orientation de l'ouverture des nids n'est pas significativement différente entre les deux types de villages.

## 4. Discussion

La caractérisation des sites de nidification du Faucon crécerellette a permis de montrer que les nids étaient généralement situés au Nord et à l'Ouest et rarement au Nord-Ouest des villages occupés par l'espèce, cependant ces résultats sont à nuancer car la zone la plus favorable à la nidification a été délimitée à l'ensemble des vieux bâtiments des villages. En effet, les connaissances actuelles sur l'espèce permettent d'affirmer que celle-ci a tendance à nicher sous les tuiles des vieux bâtiments à l'architecture traditionnelle méditerranéenne or, chaque année quelques cas de nidification dans des bâtiments modernes de type lotissement au mas Bonnel (Cournonsec) sont recensés ce qui semble indiquer une certaine plasticité de l'espèce en matière de reproduction.

Il a également été montré que les nids du Faucon crécerellette se situaient sur des bâtiments haut d'en moyenne 8,696 mètres alors que des bâtiments plus petits étaient accessibles. Des études ont montré que le Faucon crécerellette favorisait les nids les plus hauts (Negro et Hiraldo 1993 ; Franco *et al.*, 2005 ; Sara *et al.*, 2012) car la position en hauteur bénéficie de plusieurs avantages. En effet, l'accessibilité par les prédateurs est limitée et les perturbations humaines telles que le passage des habitants, les nuisances sonores, ou encore la présence de photographes sont amoindries. Deux études ont par ailleurs démontré que la prédation et les perturbations humaines étaient les principales causes de réduction d'une population d'une année sur l'autre (Serrano *et al.*, 2001 ; Catry *et al.*, 2009).

Enfin l'étude sur l'orientation de l'ouverture des nids a montré que l'orientation Sud-Ouest étaient largement favorisée au détriment des orientations Est et Ouest. En effet une exposition Sud-Ouest permet de bénéficier d'un ensoleillement tout au long de la journée au niveau du nid et donc d'un apport de chaleur constant au contraire d'une exposition Est ou Ouest qui permet de bénéficier des rayons du soleil uniquement le matin ou l'après-midi. Une étude a par ailleurs démontré que les sites favorisés par l'espèce se trouvaient orientés Sud et Ouest avec une probabilité d'éclosion des œufs plus importante (Sara *et*

*al.*, 2012). La chaleur favoriserait l'éclosion des œufs et donc également le succès reproducteur.

La suite de l'étude n'a pas permis de montrer une différence significative entre les sites de nidification des circlades et ceux des autres villages. En effet il semble que les nids aient les mêmes caractéristiques quelque soit l'agencement du village cependant quelques différences ont pu être notées. Dans les circlades, les nids sont souvent situés à l'Ouest et au Sud contrairement à ceux des autres villages qui sont plutôt situés à l'Est et au Nord. La hauteur moyenne sous nid est légèrement supérieure (+0,319 mètres) dans les circlades. Et enfin, l'orientation de l'ouverture des nids des circlades n'a pas d'orientation dominante tandis que dans les autres villages les nids sont majoritairement orientés Sud-Ouest, on trouve presque deux fois plus de nids à cette orientation dans les autres villages que dans les circlades (respectivement 28,4 % et 15,5 %).

Ainsi, il n'y a pas de différence significative entre les sites de nidification des circlades et ceux des autres villages. Malgré un nombre plus important de couples reproducteurs dans les circlades, celles-ci n'offrent pas de sites de nidification plus attractifs.

## **5. Conclusion**

Cette étude dans sa globalité a permis d'approfondir les connaissances sur la nidification et la reproduction du Faucon crécerellette dans les villages du Sud-Ouest montpelliérain. Ces connaissances permettront d'optimiser les prospections de nouvelles colonies qui ont lieu chaque année à la période d'élevage des jeunes (juin/juillet) ainsi que la mise en place d'actions de conservation sur les secteurs les plus favorables à la nidification du Faucon crécerellette, principalement les bâtiments hauts, situés au Nord et à l'Ouest des villages et dont les façades sont orientées Sud-Ouest. Dans les circlades, les secteurs concernés sont les bâtiments hauts, situés au Sud et à l'Ouest des villages et dont les façades sont orientées Sud-Est, Sud, Sud-Ouest, Nord, Nord-Est et Nord-Ouest. Dans les autres villages, les secteurs concernés sont les bâtiments hauts, situés au Nord et à l'Est des villages et dont les façades sont orientés Sud-Ouest.

Toutefois pour une gestion plus adaptée des études complémentaires devraient être réalisées car des variables telles que la perturbation humaine ou l'exposition de l'ouverture des nids au vent n'ont pas été prises en compte dans cette étude et pourraient apporter des explications sur le choix des sites de nidification dans les villages. Par exemple, la

répartition opposée des nids entre les deux types de villages pourrait avoir un lien avec le vent dominant. En effet, selon l'agencement du village, les bâtiments sont exposés à des vents différents, on pourrait alors supposer que les faucons cherchent à se mettre à l'abri d'un vent trop fort, contraignant le vol, l'accès au nid ou encore le premier envol des jeunes.

Dans l'Hérault, les sites de nidification ne sont pas encore un facteur limitant car chaque année de nouveaux sites sont découverts ainsi que de nouvelles colonies et de nouveaux villages hôtes ce qui contribue à renforcer l'effectif et la viabilité de la population. Cependant ils pourraient le devenir si une mauvaise gestion des sites était mise en place. Une étude montre qu'en 2007, au Portugal, 52 % de la population totale se reproduisait dans des nichoirs. Cette nidification en milieu artificiel tendrait à augmenter dans de nombreuses régions d'Europe avec la perte des sites de nidification, souvent liée à la restauration, à la démolition ou à l'effondrement de bâtiments anciens (Catry *et al.*, 2009). C'est pourquoi il est primordial de sensibiliser les héraultais sur l'importance du Faucon crécerellette, allié de l'agriculture et indicateur de la qualité des terroirs afin de limiter les risques liés à la destruction de ses sites de nidification notamment via les fréquentes rénovations de toitures.

Le bilan à l'année 2020 reste tout de même très positif pour le Faucon crécerellette, ses effectifs et ses habitats continuent de croître. La présence de l'espèce dans l'Hérault est à l'image d'une cohabitation possible et durable avec l'Homme ainsi qu'une magnifique preuve d'espoir quant à la résilience possible de la biodiversité.

## 6. Références bibliographiques

**Catry I., Alcazar R., Franco A.M. et Sutherland W.J., 2009.** Identifying the effectiveness and constraints of conservation interventions: A case study of the endangered lesser kestrel. *Biological Conservation*, 142 : 2782-2791.

**Cheyran G., 1991.** Le Faucon crécerellette (*Falco naumanni*) en France : statut actuel et régression. *Faune de Provence*, 12 : 45-49.

**Fowlie M., 2011.** 2011 Red List update. *World Birdwatch*, juin 2011: 20-21.

**Josserand L., 1931.** Les villages ronds du Razès dans *Revue géographique des Pyrénées et du Sud-Ouest*. *Sud-Ouest Européen*, 2 (1), pp. 5-21.

**Negro J.J. et Hiraldo F., 1993.** Nest-site selection and breeding success in the Lesser Kestrel *Falco naumanni*. *Bird Study*, 40 : 115-119.

**Pawlowski K., 1992.** *Circulades languedociennes de l'an mille - Naissance de l'urbanisme européen*. Presses du Languedoc, Montpellier. 220 p.

**Pilard P., 2011-2015.** Plan National d'Action Faucon crécerellette. LPO Mission rapaces, France. 124 p.

**Pilard P., Saulnier N., Bourgeois M. et Mollard M., 2019.** Rapport d'activités 2019, Plan National d'Action Faucon crécerellette 2011-2015. Ligue de Protection des Oiseaux, France. 75 p.

**Ravayrol A. et Buhot D., 2002.** Le Faucon crécerellette (*Falco naumanni*) nicheur dans l'Hérault. *Ornithos*, 9 (4): 172.

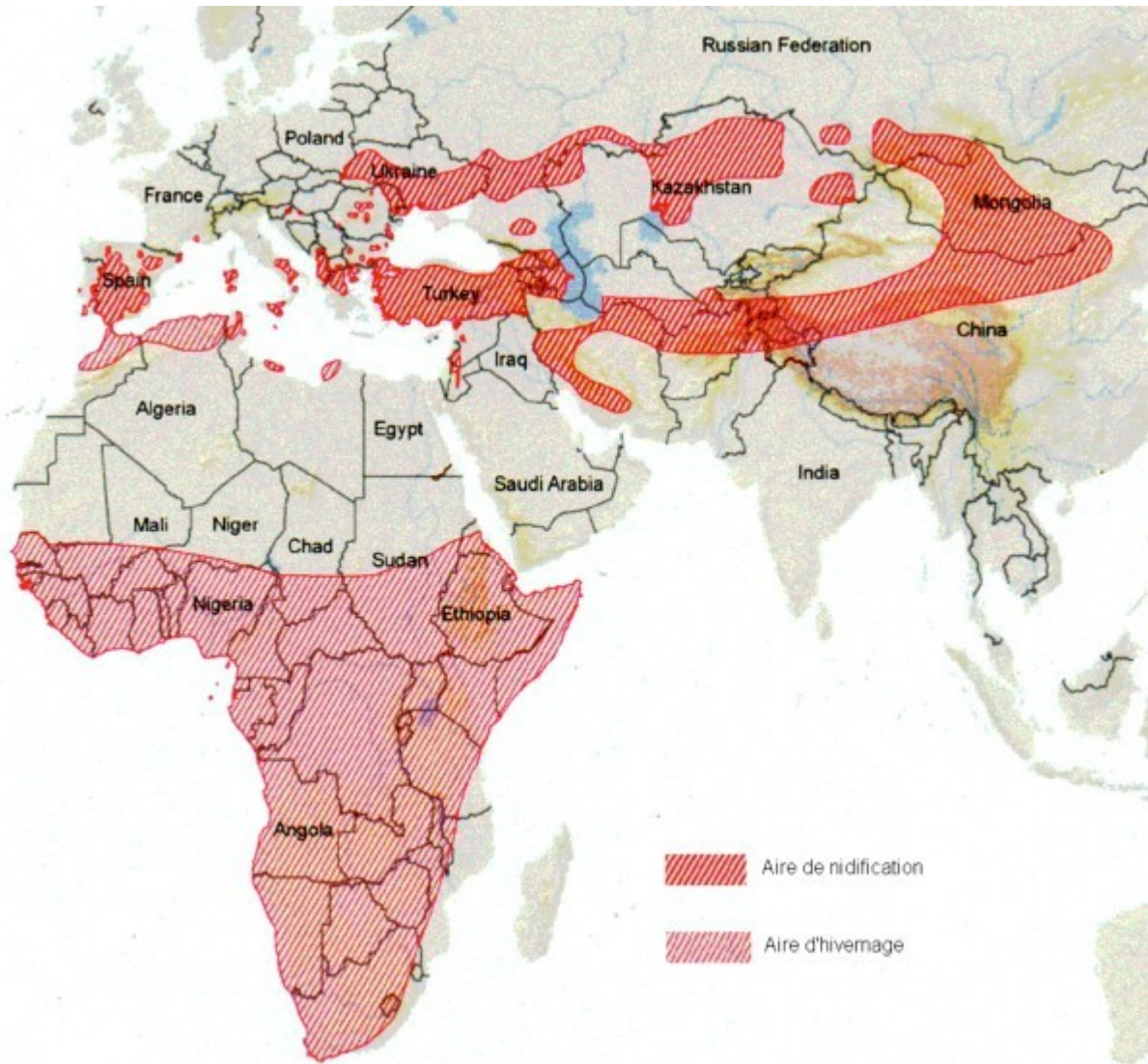
**Rivoire A. et Hue F., 1947.** La Crécerellette (*Falco naumanni*) nidificatrice en France. *L'oiseau et la Revue Française d'Ornithologie*, 17: 94-101.

**Sarà M., Campobello D. et Zanca L., 2012.** Effects of nest and colony features on lesser kestrel(*Falco naumanni*) reproductive success. *Avian Biology Research*, 5 (4) : 209-217.

**Serrano D., Tella J.L., Forero M.G. et Donazar J.A., 2001.** Factors affecting breeding dispersal in the facultatively colonial lesser kestrel: individual experience vs. conspecific cues. *Journal of Animal Ecology*, 70 : 568-578.

**UICN France, MNHN, LPO, SEOF et ONCFS, 2011.** *Chapitre Oiseaux de France métropolitaine*. La liste rouge des espèces menacées en France. Paris, France.

# Annexes



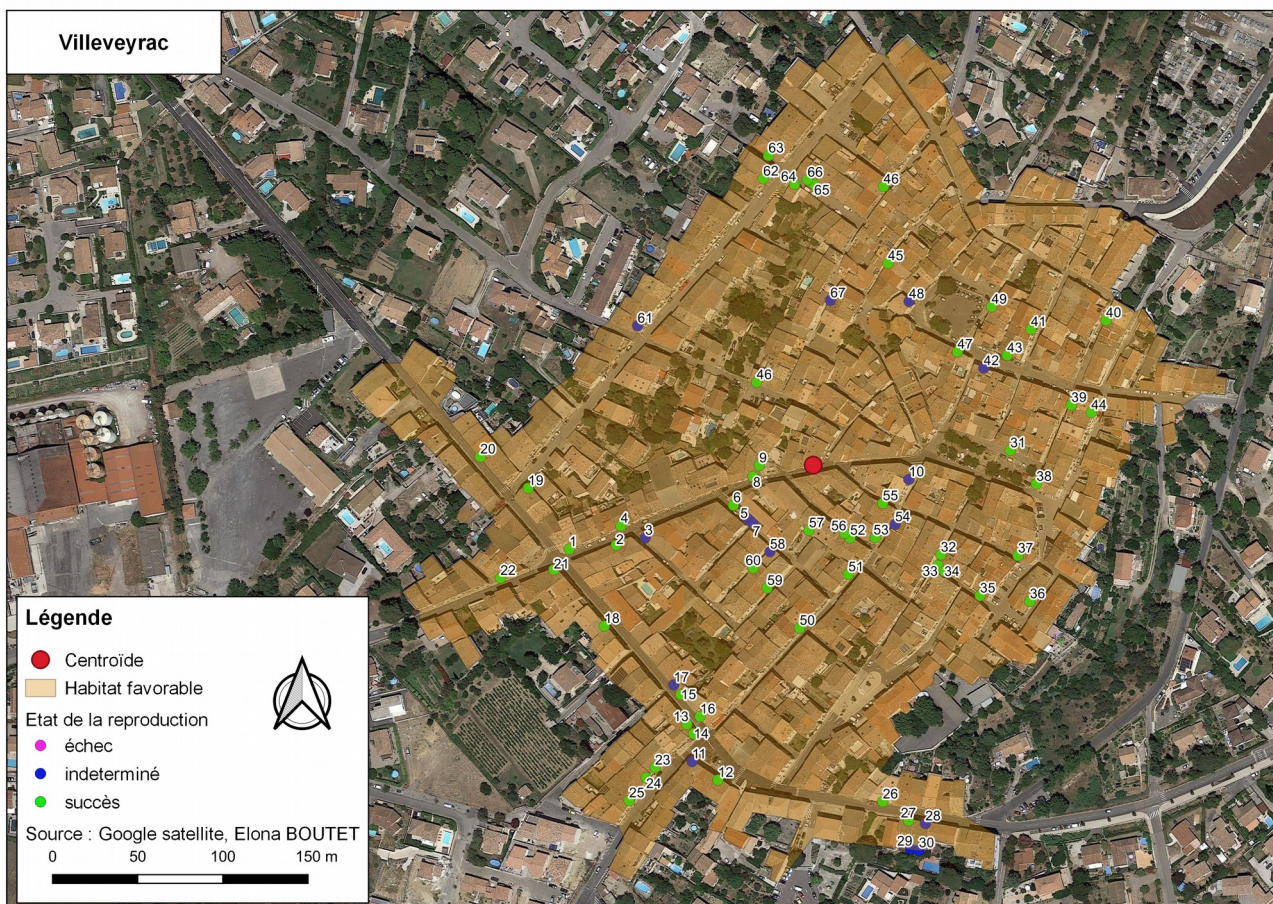
Annexe 1. Répartition du Faucon crécerellette dans le monde (D'après [www.iucnredlist.org](http://www.iucnredlist.org), 2008)

	Avril				Mai				Juin				Juillet				Août			
	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34
Bibliographie																				
Terrain																				
Traitement des données																				
Rapport																				

## Annexe 2. Organisation du temps de travail

Date	Heure	Lieu	Lieu-dit / n° et rue	Code carte	Tuile, site de nidif	Sexe	Bague		Comportement		Jeunes		Phase phénologique	Age	Vent	Temps	Observations	Observateur
							TD	TG	Posé	Vol	Apport proies < 15min	> 15min						

**Annexe 3. Fiche de suivi**



**Annexe 4. Habitat favorable et centre de Villeveyrac**



**Annexe 5. Méthode de calcul : angle d'orientation de l'ouverture du nid**

Le point rouge représente le nid, la flèche noire le Nord et la flèche verte la perpendiculaire au toit au niveau du nid.

On mesure l'angle entre la flèche noire et la flèche verte.

## Résumé

Le Faucon crécerellette *Falco naumanni* est une espèce migratrice vulnérable qui se reproduit sur le pourtour méditerranéen. L'effectif de la population française a subi un important déclin il y a quelques dizaines d'années. Elle bénéficie d'un Plan National d'Actions pour protéger les populations actuelles et favoriser l'implantation de nouvelles. Pour une meilleure gestion et protection de cette espèce, une étude sur les sites de nidification du Faucon crécerellette dans le Sud-Ouest montpelliérain a été réalisée. La répartition des nids dans les villages, la hauteur sous nid et l'orientation de l'ouverture des nids ont été étudiées sur les 13 villages héraultais actuellement occupés par l'espèce. Premièrement une étude descriptive a permis de montrer les caractéristiques des principaux sites choisis par l'espèce. Secondairement, une étude comparative selon le type de village, d'un part les circulades, villages construits en cercle autour d'un point central et d'autre part les « bastides », villages au schéma rectangulaire, n'a pas permis de montrer de différences significatives entre les sites de nidifications des deux types de villages. Malgré ces résultats, les secteurs favorables à la nidification de l'espèce ont pu être identifiés, une gestion ciblée dans ces secteurs peut donc être envisagée.