

MASTER BIOLOGIE DES ORGANISMES ET ECOLOGIE
À finalité spécialisée, BIOLOGIE DE LA CONSERVATION : BIODIVERSITÉ ET
GESTION

Etude de l'impact de la gestion des pelouses
calcaires sur les Reptiles

Mémoire de Seconde année de Master défendu par :

KOSMALA Eddy

Structure d'accueil :

Natagora, Rue Nanon, 98, 5000 NAMUR

Période de stage : du 01 Mars 2016 au 31 Juillet 2016

Promoteurs :

Mr Emmanuel Serusiaux

Mr Eric Graitson

ANNÉE UNIVERSITAIRE 2015-2016

Table des matières

Remerciements	1
Abréviations	1
Introduction.....	2
Définition d'une pelouse sèche	2
Origines des pelouses sèches	2
Pelouses sèches en régression	3
Conséquences engendrées	4
Cas des pelouses calcaires	4
Protections mises en place	6
En Europe	6
En Wallonie	6
La gestion des pelouses calcaires	7
Le pâturage et le fauchage.....	7
Concrétisation en Wallonie.....	8
Cortèges floristiques des pelouses calcaires	8
Pelouses xérothermophiles	9
Pelouses mésophiles.....	10
Reptiles des pelouses calcaires wallones	11
Dangers et contradictions.....	11
Fil rouge du mémoire	12
Matériels et Méthodes.....	13
Justification du protocole	13
Présentation des espèces attendues.....	14
L'orvet fragile (<i>Anguis fragilis</i>)	14
Le lézard des souches ou agile (<i>Lacerta agilis</i>)	15
Le lézard vivipare (<i>Zootaca vivipara</i>)	16
Le lézard des murailles (<i>Podarcis muralis</i>).....	17
La couleuvre à collier (<i>Natrix natrix</i>).....	18
La coronelle lisse (<i>Coronelle austriaca</i>)	19
La vipère péliade (<i>Vipera berus</i>)	20
Protocole.....	21

Prospection par « abris artificiels »	21
Prospection à vue.....	23
Récolte des données.....	24
Encodage et partage des données	28
Capture-Marquage-Recapture (CMR)	28
Analyses statistiques	29
Premières analyses	29
Secondes analyses.....	30
Résultats	34
Données brutes.....	34
Résultats par site	36
Région du Viroin et Dinantais	36
Région de la Lesse et Lomme.....	37
Estimation des effectifs de la population de Coronelle lisse	37
Analyses statistiques	39
Premières analyses	39
Secondes analyses.....	55
Discussion	63
Espèces inventoriées	63
Effectifs de la coronelle lisse (<i>Coronella austriaca</i>).....	66
Sites d’inventaire	66
Cas du site des Pairées	68
Impact de la gestion des pelouses calcaires et de leur faciès	70
Conclusion	75
Bibliographie	77
Ouvrage	77
Juridiction	80
Pages WEB – Biodiversité wallonie.....	80
Annexes	81
Table des illustrations	90

Remerciements

Je souhaite en premier lieu remercier Eric Graitson, mon promoteur de stage, pour m'avoir accueilli comme stagiaire et pour avoir partagé son expérience, son savoir-faire et ses connaissances.

Je suis reconnaissant envers les différentes personnes que j'ai pu rencontrer dans le cadre du stage et mémoire et avec lesquelles j'ai pu parler et débattre.

Je remercie ensuite Anne-Laure Geboes pour son dévouement, son aide précieuse, ainsi que son enthousiasme et sa bonne humeur durant cette année.

Et enfin, ce fut une réelle joie d'avoir pu rencontrer des personnes admirables dont je me souviendrai. Merci Adri, Alice, Nath, et Ophé !

Abréviations

Dans l'ordre d'apparition :

- LIFE : Financial Instrument for the Environment
- CWATUP : Code Wallon de l'Aménagement du Territoire, de l'Urbanisme et du Patrimoine

Introduction

Définition d'une pelouse sèche

La directive européenne 2007/2/CE de Mars 2007, nommée « Directive Inspire » a pour objectif de produire une structure d'information géographique au niveau européen, afin d'améliorer la protection de l'environnement¹. La base de données EUNIS (« European Union Nature Information System »), qui succède au système CORINE Biotope (CORdination de l'INformation sur l'Environnement »), rassemble et précise un nombre important de données européennes, sur les sites, espèces ou types d'habitats. Elle contribue ainsi à développer une base de connaissance environnementale, nécessaire à toute mise en place de stratégies européennes pour protéger et conserver notre biodiversité comme le « 7^{ème} Programme d'Action Environnemental »². Le système EUNIS détaille et classe donc l'ensemble des habitats européens sur critères d'identification, qu'ils soient terrestres ou aquatiques, naturels ou artificiels. Au sein de cette classification, l'habitat « Pelouse sèche » possède le code E1 et est décrit de la manière suivante :

Terres arides ou bien drainées dominées par de l'herbe ou de la pelouse, la plupart du temps non fertilisées et présentant une faible productivité. Les steppes d'Artemisia sont incluses au sein de cette classe tandis que les terres sèches méditerranéennes à arbustes d'autres genres, où le couvert arbustif dépasse 10%, sont exclues. Celles-ci sont répertoriées comme garrigues et encodées sous la classe F6³.

Ces pelouses dites sèches se ramifient ensuite en plusieurs branches, dans lesquelles on distingue différents types de pelouses (en Wallonie⁴ : pelouses pionnières, pelouses calcaires, nardaies, pelouses sur sable, pelouses sur sols métallifères/calaminaires), qui eux même divergent en milieux plus précis selon les espèces floristiques présentes.

Origines des pelouses sèches

Ces pelouses peuvent avoir plusieurs origines, mais sont fortement liées aux activités anthropiques. On en distingue ainsi trois types (Conservatoire Régional d'Espaces Naturels d'Aquitaine n.d.) :

- Les pelouses primaires d'origine naturelle.
- Les pelouses secondaires, qui proviennent de déforestation ancienne. Le sol étant pauvre et superficiel l'évolution du milieu est lente et, qui plus est, est entretenue par du pâturage.
- Les pelouses tertiaires sont dues à l'abandon de l'agriculture céréalière ou viticole. L'amendement de ces zones a pour incidence de modifier la teneur nutritive du sol, ce qui impacte le cortège floral. Celui-ci diffère des pelouses secondaires et a une tendance évolutive plus rapide que cette dernière. Ce type de pelouse est toutefois absent de Wallonie.

Naturellement, les pelouses sèches primaires sont retrouvées sur de grandes zones dans les steppes de l'Europe de l'Est ou en Asie Centrale. Le climat sec de ces régions ne permettent pas le développement de forêts, tout comme au niveau des latitudes polaires où la période de végétation est trop courte (Janis et al. 2011). Sur de plus petites surfaces, les pelouses peuvent provenir d'anciennes déforestations (Cohen et al. 2000) et/ou se développent sur des milieux présentant des facteurs biotiques et abiotiques limitant leur évolution (pente, vent, type de sol, pâturage...) (Conservatoire Régional d'Espaces Naturels d'Aquitaine n.d.). Ainsi, selon cet ensemble de conditions, ces pelouses peuvent être le stade final évolutif (climax) de certaines régions sèches et chaudes (Ärtel et al. 2005).

Pelouses sèches en régression

Bien que certaines surfaces forestières de l'Europe soient encore fortement recouvertes de pelouses (16% en Allemagne, 62% au Pays de Galles (Janis et al. 2011)), celles-ci ont fortement régressées dans les dernières décennies. Du fait de leur lien fort avec les activités anthropiques, les pelouses sèches sont très sensibles aux perturbations humaines. La dégradation de ces pelouses provient donc de plusieurs origines.

La principale cause de régression européenne résulte du changement d'utilisation des terres, et principalement en terres agricoles. L'agriculture intensive, liée à l'amplification des amendements et à l'abandon des terres ont entraîné une

perte de pelouses sèches et de leur connectivité. En effet, les sols les plus rentables sont « sur-cultivés » pour un rendement maximal (Ärtel et al. 2005), à l'inverse des stations les moins productives qui sont de moins en moins pâturées. Les anciennes techniques de pâturage par le bétail et la fauche manuelle pour produire du foin sont aujourd'hui remplacées par la mécanisation des méthodes de fauche sur les zones les plus praticables (Cohen et al. 2000). De plus, pour pallier à ce manque de rentabilité, certains propriétaires transforment ces pelouses en terres arables et agricoles ou en exploitation forestière de résineux (Janis et al. 2011).

Cette dernière menace fut la raison principale de la dégradation des pelouses sèches en Wallonie. En effet, durant le XVII^{ème} siècle, le courant est à la mise en valeur des terres dites « incultes » : les économistes et gouvernement(s) souhaitent valoriser ces terres marginales et ainsi développer à la fois l'agriculture intensive et les exploitations forestières. La Wallonie accélère donc le boisement en résineux de son territoire, au détriment des zones ouvertes, promulgué par la loi de 1847 (« valorisation des terres incultes ») (Dorban n.d.).

Conséquences engendrées

L'abandon des aires de pâture entraîne la fermeture du milieu, qui se caractérise par l'apparition progressive d'espèces ligneuses et d'essences forestières. Ces deux menaces principales sont de plus renchériées par d'autres facteurs de dégradation : urbanisation, activités minières, apport de nitrogène atmosphérique, changement climatique (Ärtel et al. 2005; Blakesley & Buckley 2016; Janis et al. 2011).

Cas des pelouses calcaires

Toutes ces pressions mettent ainsi en péril toute la richesse et la biodiversité de ces milieux, qui pour certains sont exceptionnels. Les pelouses sèches calcaires (Code EUNIS E1.2) sont des spots importants de biodiversité pour de nombreux groupes biologiques. En Europe Centrale, les pelouses calcaires sont considérées comme les habitats les plus riches en termes d'espèces, que cela soit pour les plantes vasculaires (Korneck et al. 1998), les papillons (Ebert, 1991) ou bien encore

les insectes (Delescaille et al. 1991). Sur certaines pelouses, une trentaine d'espèces de plantes supérieures par mètre carré peuvent être observées (Piqueray & Mahy 2010).

Leur origine est similaire aux autres types de pelouses sèches : la mise à blanc des forêts ou l'abandon des terres arables ont permis la présence de pelouses sèches calcaires, pérennisées par les techniques anciennes de fauche et de pâture par et pour le bétail (Poschlod & WallisDeVries 2002). Les pelouses sèches sont donc des formations végétales rases bien exposées au soleil, maintenues principalement par l'Homme, pauvre en nutriments et majoritairement calcaire. Le substrat calcaire perméable ou apparenté du sol (craies, dolomites, schistes ou grès calcarifères...) ne retient pas l'eau et permet donc principalement le développement d'espèces calcicoles, méso- à xérophiles et thermophiles, se développant sur des sols calcaires ou apparentés pauvres, filtrant et ensoleillés, ce qui les différencie des autres types de pelouses (DGARNE/DNF n.d.).

Toutefois, les pelouses calcaires ne constituent pas un état climacique en Europe Occidentale, mais ce que l'on appelle un plagioclimax (Piqueray & Mahy 2010) : elles font partie intégrante d'une dynamique de végétation, qui débute de la roche calcaire jusqu'aux forêts climaciques, comme les hêtraies calcicoles de nos contrées (Figure 1). Néanmoins, les activités anthropiques suspendent l'évolution normale du milieu, et le garde à un état précis.

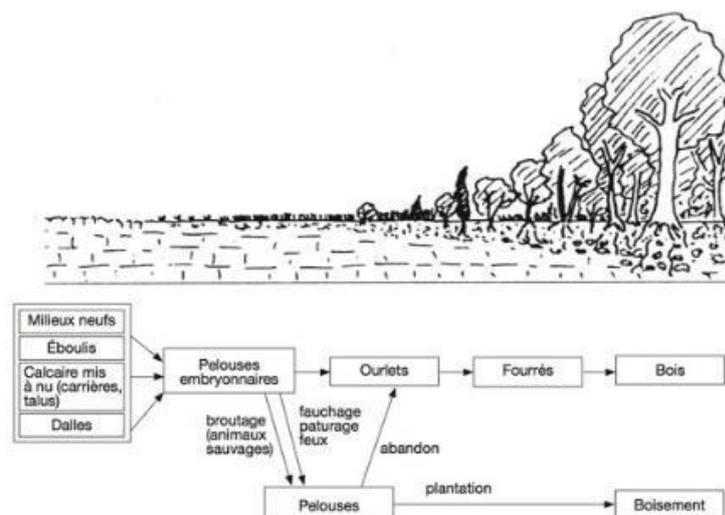


Figure 1 : Dynamique des végétations calcicoles d'Europe occidentale (modifiée d'après Maubert et al., 1995) (Piqueray & Mahy 2010)

Tous les changements, cités précédemment, du XIX et XXème siècle menacent donc eux-aussi ces pelouses calcaires, les fragmentant en de petits îlots isolés au sein de matrices défavorables, inhospitalières à la survie des espèces inféodées à ce type de milieu (Dutoit & Alard 1996; Piqueray & Mahy 2010; Poschlod & WallisDeVries 2002). En Wallonie, la régression des pelouses calcaires est visible depuis le XVIIIème siècle (Delescaille 2002). Ces menaces ont eu pour résultats de diminuer leur surface, de plusieurs milliers d'hectares à la fin du XIXème siècle à moins de 200 hectares à l'heure actuelle (Delescaille 2005).

Protections mises en place

En Europe

L'Europe, afin de protéger sa biodiversité d'espèces et d'habitats a ainsi mis en place les Directives européennes « Oiseaux » (DE 79/409/CEE puis 2009/147/CE)⁵ et « Faune-Flore-Habitats » (DE 92/43/CEE)⁶. Ces deux directives ont permis de créer des aires de protection, ciblant les sites et espèces d'importance communautaire et menacés : les ZPS (Zone de Protection Spéciale) et ZSC (Zone Spéciale de Conservation). Ces statuts juridiques rentrent alors en jeu dans la mise en place du programme européen Natura2000, qui a pour objectif de préserver la biodiversité biologique des milieux, notamment aidé par des projets LIFE.

En Wallonie

En Wallonie, la mise en application de ces directives a débuté en 2001, et Natura2000 recouvre aujourd'hui plus de 220.000ha. Ces territoires possèdent ainsi un statut juridique bien précis, accompagnés par un ensemble de mesures de protection décrites au sein du CWATUPE⁷. La loi interne wallonne sur la Conservation de la Nature de 1973⁸ ainsi que le décret du 14 Novembre 1984 ont de plus permis de réglementer les Parcs Naturels, Réserves Forestières et les Réserves Naturelles Domaniales et Privées. Un des outils principaux permettant cette délimitation de territoire fut les inventaires SGIB (Site de Grand Intérêt Biologique) qui ont pour mission d'identifier, localiser et inventorier les sites remarquables. Ces inventaires de sites à espèces ou habitats d'intérêts sont ainsi repris dans une base de données qui permet de les caractériser au mieux, et d'aider à la réflexion, à la prise de décision et de gestion pour les sites les plus sensibles⁹.

La gestion des pelouses calcaires

La gestion des pelouses sèches calcaires ne peut faire abstraction de ces inventaires, du fait qu'elles possèdent généralement des espèces protégées, telles que les orchidées ou autres espèces inféodées d'intérêt (DGARNE/DNF n.d.). Le principe de leur gestion est donc conservatoire et doit limiter les menaces qui pèsent sur ces milieux. Afin d'assurer cet objectif, la gestion des pelouses calcaires peut se définir comme suit (Delescaille n.d.) :

- Entretien des habitats en bon état de conservation
- Restaurer les habitats dégradés
- Maintenir et renforcer la viabilité des populations
- Améliorer la connectivité des milieux
- Maintenir la diversité biologique

Le pâturage et le fauchage

En premier lieu, afin de restaurer d'anciennes pelouses ou pelouses dégradées, le déboisement du couvert forestier, le débroussaillage et le gyrobroyage (Delescaille 2005) permettent de remettre ces zones en lumière, augmentant ainsi leur surface, leur connectivité et la viabilité des espèces présentes (DGARNE/DNF n.d.). Par la suite, deux techniques principales sont préconisées : le fauchage et le pâturage, de restauration et d'entretien. En effet, ces deux méthodes vont permettre de limiter l'enrichissement du milieu et l'expansion des espèces ligneuses et ainsi garder le milieu ouvert (Delescaille 2005; DGARNE/DNF n.d.). Ceci permet d'arrêter l'évolution des pelouses calcaires vers leur climax, qui se déroule en trois étapes : la phase de colonisation par les graminées sociales (*Brachypodium pinnatum*, *Bromus erectus*...), la phase de colonisation par les arbustes épineux (*Prunus spinosa*, *Crataegus monogyna*...) et enfin la phase forestière (Piqueray & Mahy 2010).

Le fauchage et le pâturage sont donc deux techniques utilisées conjointement entre la restauration et l'entretien des pelouses calcaires. Il est toutefois possible d'utiliser une méthode différente, par brulis (feu dirigé), mais qui reste très marginale du fait de sa dangerosité en cas de perte de contrôle et de son impact relativement important sur l'ensemble de la zone (Delescaille 2005).

Le fauchage est utilisé principalement lors de la restauration et semble être plus efficace que le pâturage seul, lorsqu'il est allié à une évacuation de la litière. En

effet, la banque de graines présente dans la litière permet un retour bien plus rapide à l'état initial avant restauration (Delescaille 2006). Lors de l'entretien des pelouses, les deux méthodes peuvent être utilisées, bien que l'une ou l'autre sera favorisée en fonction de la gestion souhaitée et du site. En effet, le fauchage sera effectué sur des pelouses de petite envergure, sur des sites relativement plat et peu accidenté ou sur des sites à espèces sensibles au pâturage (Delescaille 2005). Le pâturage à l'inverse permet facilement de réguler la repousse des graminées et ligneux sur de vastes zones, quel que soit leur nature ou topographie (Delescaille 2006). De plus, la méthode par pâturage permet de choisir la charge en bétail (chèvres et moutons), sa durée, sa période... ; facteurs qui varient en fonction des objectifs. Toutefois, le pâturage est souvent complété par des actions de fauche ou de gestion mécanique des rejets (Delescaille 2007a; Piqueray & Mahy 2010). Il faut cependant, quel que soit la méthode utilisée, éviter d'entretenir l'ensemble d'un site en une fois. Afin de laisser des abris et des microhabitats aux différentes espèces de la faune, il est nécessaire d'effectuer ces entretiens en rotation, qui s'apparente le plus aux anciennes techniques agropastorales (DGARNE/DNF n.d.; Piqueray & Mahy 2010).

Concrétisation en Wallonie

Ainsi, depuis 1990, environ 100 hectares de pelouses calcaires ont été restaurées et plus de 300 hectares sont actuellement gérés (Piqueray et al. 2007). Les projets LIFE européen ont joué un rôle majeur important dans les premières restaurations de ces pelouses, datant du début des années 2000 (LIFE des pelouses calcaires en Lesse et Lomme 2000, LIFE des pelouses sèches de Haute-Meuse 2002, LIFE Héliantheme 2009¹⁰). A l'heure actuelle, trois projets LIFE concernent les pelouses sèches : principalement le LIFE Pays Mosan et secondairement le LIFE in Quarries et le LIFE ELIA-RTE¹⁰.

Cortèges floristiques des pelouses calcaires

L'ensemble de ces actions sont principalement entreprises pour l'intérêt floristique des pelouses calcaires wallonnes. La Belgique se situe à la frontière de la distribution de nombreuses plantes thermophiles de pelouses et de pelouses à *Xeromobryon* ainsi qu'à la limite entre les régions floristiques Atlantique et d'Europe Centrale (DGARNE/DNF n.d.; Piqueray et al. 2007). La diversité en espèces de

plantes est alors impressionnante et pas moins de 250 espèces sont associées à ce milieu (16% de la flore belge) (Delescaille 2005). Cette richesse reste toutefois instable, et 40% de ces espèces sont aujourd'hui menacées, et dont 2/3 tiers de celles-ci sont en état critique (Delescaille 2007b).

La composition floristique des pelouses permet par ailleurs de différencier les pelouses sèches calcaires en deux types principaux: les pelouses xérothermophiles et les pelouses mésophiles, qui se retrouvent majoritairement dans les régions Sud de la Belgique (Bassin mosan et lorrain (DGARNE/DNF n.d.)) et le long de la Calestienne (formation calcaire).

Pelouses xérothermophiles

Les pelouses xérothermophiles, qui peuvent être naturelles, se situent principalement sur les affleurements calcaires des vallées du bassin de la Meuse et se développent sur des sols très minces et secs (ensoleillement et vent). On retrouve ainsi plusieurs espèces végétales rares : *Helianthemum apenninum*, *Fumana procumbens*... (Figure 2). Ces pelouses peuvent par la suite évoluer vers des ourlets à géranium sanguin (*Geranium sanguineum*), dompte-venin (*Vincetoxicum sp.*), etc. complété par des arbustes tels que le buis, le cornouiller (*Cornus mas*) ... Dans le cas où la pelouse est pâturée, on peut observer l'apparition d'espèces annuelles (ex : vipérine : *Echium vulgare*) ou à feuilles charnues (orpin blanc : *Sedum album*) (Centre de Recherche de la Nature des Forêts et du Bois n.d.; DGARNE/DNF n.d.).



Figure 2 : *Helianthemum apenninum* et *Fumana procumbens*

Pelouses mésophiles

Contrairement à ces dernières, les pelouses mésophiles sont d'origine anthropiques et résultent des anciennes activités humaines de déforestation. Le milieu se différencie par son substrat plus épais (10/15cm minimum) et par son hétérogénéité de type de substrat (calcaire, argile, marne...). Il en résulte ainsi un gradient hydrique et de pH qui permet l'installation de nombreuses espèces. Les graminées sont cependant majoritaires (*Bromus erectus*, *Brachypodium pinnatum*...) et sont souvent accompagnées d'orchidées et de gentianes dans le cas d'un bon état de conservation (*Orchis militaris*, *Ophrys apifera*, *Orchis anthropophora*, *Gentiana cruciata*... Figure 3). Là encore, selon si le milieu est à l'abandon ou pâturé, certaines espèces de plantes vont persister et d'autres disparaître de la pelouse : les graminées sociales, espèces d'ourlet et ligneuses (aubépine à un style, églantier, prunellier...) vont se développer dans les milieux abandonnés et les refermer. À l'inverse, dans les zones pâturées, les espèces de petites tailles délaissées par le bétail vont dominer le substrat (gentianes, euphorbes...) (Centre de Recherche de la Nature des Forêts et du Bois n.d.; DGARNE/DNF n.d.).



Figure 3 : *Orchis militaris* et *Gentiana cruciata*



Reptiles des pelouses calcaires wallonnes

Les pelouses sèches calcaires sont ainsi fortement étudiées et gérées pour leur diversité floristique. Bien que des études furent réalisées sur d'autres groupes taxonomiques comme les orthoptères (Hofmans & al. 1989), les lépidoptères rhopalocères (Baguette & Goffart 1996) ou encore les reptiles (Graitson 2008), la faune demeure globalement peu prise en compte dans les plans de gestion de ces milieux (Jofré & Reading 2012). Les pelouses sèches calcaires répondent pourtant aux critères nécessaires au développement des reptiles : exposition Sud et ensoleillées, sols bien drainés, variation de topographie et de microhabitats (Blakesley & Buckley 2016). Elles abritent ainsi toutes les espèces de reptiles de Wallonie, qui sont au nombre de sept (Jacob et al. 2007; Graitson 2008; Graitson 2009, Vacher & Geniez 2010): Lézard des souches (*Lacerta agilis*), Lézard des murailles (*Podarcis muralis*), Lézard vivipare (*Zootoca vivipara*), Orvet (*Anguis fragilis*), Coronelle lisse (*Coronella austriaca*), Couleuvre à collier (*Natrix natrix*) et Vipère péliade (*Vipera berus*).

Dangers et contradictions

Malgré leurs différents statuts de protection (Décret Natura 2000 de Décembre 2001, Convention de Berne, Directive Faune-Flore-Habitats), ces reptiles restent menacés par divers dangers (Edgar et al. 2010; Jofré & Reading 2012) : la destruction, dégradation et fragmentation de leurs habitats, les incendies, la prédation par les animaux domestiques, l'Homme (perturbations, destruction délibérée...).

L'intensification agricole et la dégradation des pelouses calcaires sont ainsi les principales raisons du déclin des populations de reptiles dans le nord-ouest de l'Europe (Bartheau et al. 2001; Edgar et al. 2010; Jofré & Reading 2012). La bonne gestion de ces dernières est donc primordiale afin de préserver ces espèces et assurer le maintien des populations. Toutefois, la gestion actuelle des pelouses calcaires privilégie leur maintien en zone ouverte à diversité floristique élevée et limite au maximum la fermeture du milieu par des fourrés et ligneux. Ceci n'est donc pas complètement en accord avec les besoins écologiques vitaux des reptiles, qui nécessitent des milieux hétérogènes complexes, présentant à la fois des zones d'exposition et des zones de refuges (Edgar et al. 2010; Graitson 2008; Jofré & Reading 2012).

Fil rouge du mémoire

Ce mémoire a donc pour objectif d'étudier l'impact de la gestion des pelouses sèches (calcaires) sur les populations de reptiles. Afin d'y parvenir, plusieurs inventaires de population de reptiles (en 2015 et 2016 en Wallonie) ont permis d'établir une base de données, complétée par un cahier de pâturage et de données environnementales des sites étudiés. La distribution et l'abondance des populations seront donc analysées, ainsi que leur potentielle relation avec l'environnement et sa gestion. Des hypothèses de solution seront alors discutées, afin d'intégrer les besoins écologiques des reptiles à la gestion des pelouses actuelle.

Matériels et Méthodes

Justification du protocole

Avant de décrire le protocole utilisé, il est nécessaire de décrire succinctement la biologie des reptiles, afin de justifier le choix des protocoles.

Les reptiles sont ectothermes, ce qui signifie que leur température interne est variable et dépend de la température du milieu (Bartheau et al. 2001). Une hétérogénéité du milieu leur est ainsi plus favorable, leur permettant de s'acclimater selon la période et conditions climatiques de la journée et de leur cycle biologique (Arnold & Ovenden 2014; Naulleau 1987). En effet, les besoins seront différents pour une femelle gestante que pour un juvénile ou bien encore pour un mâle en période d'accouplement. Par ailleurs, chaque espèce de reptiles possède des préférences d'exposition (héliothermie = exposition directe ou thigmothermie = par contact) avec des types paysagers propres à leur comportement. Par exemple, la Couleuvre à collier a de fortes chances d'être observée dans des milieux humides, qui sont pour elles des zones de prédation. À l'inverse, la Coronelle lisse sera absente de ce milieu, et préférera une zone plus sèche et rocailleuse (Graitson 2009; Jacob et al. 2007).

Concernant la période d'observation, celle-ci doit se faire au moment où leur activité biologique est la plus forte : la période d'accouplement où les mâles sont très mobiles et la période de gestation des femelles. Celles-ci s'étalent de mi-Mars à mi-October (Figure 4) (Bellenoue & Mionnet 2011).

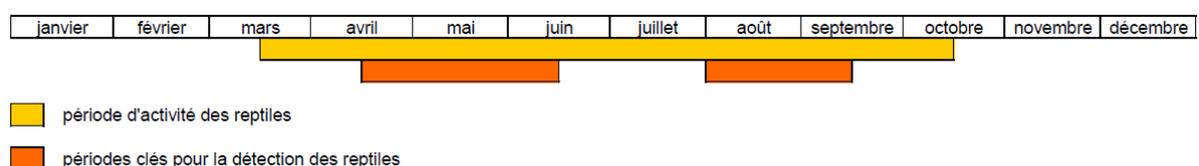


Figure 4 : Période d'activité des reptiles (Mionnet et Bellenoue, 2011)

Enfin, l'observation des reptiles est très liée aux conditions climatiques. En effet, afin de réguler leur température, chaleur et/ou exposition lumineuse sont des facteurs importants (températures optimales : 10 à 22°C selon la couverture nuageuse). Ainsi, lorsque les températures sont « faibles », les reptiles vont s'exposer directement aux rayons du soleil, comme par exemple sur des roches, feuilles mortes, plaques... Dans le cas de températures « chaudes », ils vont privilégier les zones plus fraîches et humides, sous des rochers ou dans des cavités... (Arnold & Ovenden 2014; Bellenoue & Mionnet 2011; Graitson 2009).

Tout ceci fait qu'un paysage hétérogène augmentera les probabilités de présence et d'observation de reptiles, à l'inverse d'un paysage homogène. Lisières de bois et bosquets, rochers, carrières, friches, fourrés, pelouses sont ainsi des milieux propices à leur présence. Si par ailleurs ces milieux présentent une mosaïque de couverts végétaux (strates arborescentes, arbustives et herbacées ; cette dernière ayant un rôle majeure) et des micro-habitats particuliers (tas de bois morts ou de roches, herbes sèches, débris, au niveau des écotones, talus...), les probabilités de présence et d'observations de reptiles n'en seront qu'augmentées (Bartheau et al. 2001; Graitson 2009; Graitson & Naulleau 2005).

Présentation des espèces attendues

Parmi les 7 espèces indigènes répertoriées en Wallonie, six ont pu être observées lors des deux sessions d'inventaires : le lézard vivipare et le lézard des murailles, l'orvet, la couleuvre à collier, la coronelle lisse et enfin la vipère péliade.

La description des espèces suivantes fut réalisée à l'aide de différents ouvrages et auteurs (Arnold & Ovenden 2014; Bellenoue & Mionnet 2011; Graitson 2009; Grange 1995; Jacob et al. 2007; Naulleau 1987).

L'orvet fragile (*Anguis fragilis*)

Cet anguïdè possède une des aires de répartition les plus importantes de la faune wallonne, avec toutefois des populations plus faibles ou absentes au niveau des grandes zones de cultures.

Ce lézard apode présente un aspect serpentiforme, avec des écailles très lisses. Sa robe varie entre le cuivré/marron jusqu'au gris foncé et permet de différencier les femelles adultes. En effet, ces dernières ont très souvent un bi-coloration avec une ligne dorsale foncée et des flancs plus sombres (Figure 5). Les mâles peuvent par ailleurs présenter des taches bleuâtres sur leur dos lors de la période de reproduction. Les juvéniles quant à eux sont facilement reconnaissables par leur couleur doré ainsi que par leur ligne dorsale et flancs sombres.



Figure 5 : Femelle orvet gestante

En termes d'habitats, l'orvet préfère les milieux frais, avec un couvert végétal dense. Celui-ci se retrouve donc souvent dans les forêts humides, prairies, friches, lisières de bosquet, haies... Par ailleurs, ce reptile a plus tendance à réguler sa température au contact d'objets chauffés, comme sous des pierres, bois ou plaques exposés aux rayons du soleil.

Le lézard des souches ou agile (*Lacerta agilis*)

Le lézard agile est uniquement présent dans la Lorraine wallonne, au sein du site majeur de Lagland-Stockem. Il se reconnaît par sa forme trapue, à pattes et tête courte. De plus, une bande sombre ou série de points est souvent présente sur la zone dorsale des individus, avec des ocelles noirs et blancs sur les flancs (Figure 6). Les mâles adultes ont souvent les flancs et la face ventrale colorés d'un vert très intense en période de reproduction.

Ce lézard vit principalement dans des milieux secs tels que les bords de champs, talus, haies, voies ferrées, prairies, pelouses calcaires... Il aime profiter des rayons du soleil, tout en ayant à disposition des caches et des zones de repos et reproduction.

Il est à noter que le lézard des souches est inscrit à l'annexe II de la Convention de Berne et à l'annexe IV de la Directive Faune-Flore-Habitats.



Figure 6 : *Lacerta agilis*

Le lézard vivipare (*Zootaca vivipara*)

Le lézard vivipare est relativement bien présent en Wallonie, son aire de répartition s'approchant de celle de l'orvet. Le lézard vivipare se distingue par un corps allongé non aplati, avec des pattes courtes, une queue allant jusqu'à 1.5x la taille du corps et un cou épais.



Figure 7 : *Zootaca vivipara*

Il possède une collerette denticulée et les écailles de sa queue sont de forme triangulaire. Leur couleur varie entre le gris et le marron avec une bande dorsale sombre (Figure 7). Cette dernière sera généralement continue chez les femelles avec des flancs plus foncés présentant des taches blanches.

Ce lézard héliophile et hygrophile préfère les milieux plus humides avec un couvert végétal assez dense. Il se retrouve toutefois dans la plupart des milieux lui offrant à la fois protection (bois mort, zones enfrichées, haies...) et zones d'exposition.

Le lézard des murailles (*Podarcis muralis*)

Le lézard des murailles est principalement présent dans les régions du Condroz, le Pays de Herve et la Fagne-Famenne-Calestienne. Celui-ci se reconnaît par son aspect longiforme, très effilé avec des doigts très fins. Sa coloration est très variable, mais reste majoritairement gris à brun, avec sur les flancs deux raies (ou taches) longitudinales claires délimitant une bande brun foncé.

Son habitat de prédilection est un milieu rocheux ensoleillé. Les affleurements rocheux et rocailleux (souvent calcaires) leur permettent d'avoir des zones d'exposition et des fissures pour se protéger des prédateurs (Figure 8).



Figure 8 : Lézard des murailles présentant une queue tronquée

La couleuvre à collier (*Natrix natrix*)

La couleuvre à collier n'est présente, à l'état indigène, que sur le sillon Sambre-et-Meuse et au sud de celui-ci, principalement dans les grandes vallées. Ce serpent se distingue facilement par son « double collier » qui varie du blanc au rouge orangé. On la différencie par ailleurs par ses pupilles rondes et sa tête relativement ronde. Sa robe peut être gris verdâtre jusqu'au gris foncé métallique, en passant par du brun, avec des taches plus foncées (Figure 9).

La couleuvre à collier est un serpent des milieux humides, de par son régime alimentaire, que l'on retrouve dans les forêts humides, champs, marais, bords de rivières et marais mais aussi parfois sur des milieux plus secs et broussailleux.



Figure 9 : Couleuvre à collier observée sous plaque

La coronelle lisse (*Coronella austriaca*)

La coronelle lisse possède une aire de répartition relativement proche de celle de la couleuvre à collier (sillon sambro-mosan). Ce petit serpent de couleur grise à roussâtre se reconnaît par ses taches dorsales sombres (par paires), ainsi que par son « masque », trait sombre du museau jusqu'au cou en traversant ses yeux. Par ailleurs, une forme de « U » tache sa nuque. Cet ensemble de marques sont alors uniques à chaque individu, ce qui permet de les reconnaître (Figure 10).

Son habitat de prédilection concerne les milieux secs, chauds et ensoleillés. En effet, cette espèce xéro-thermophile aime les zones enfrichées, avec des aires d'insolation (rochers, pierres, souches...) comme les pelouses calcaires.



Figure 10 : Coronella austriaca

La vipère péliade (*Vipera berus*)

La vipère péliade ne possède qu'une aire de répartition limitée. En effet, les principales zones connues sont celles de la Meuse en amont de Dinant, le Viroin, la Lesse et la Lomme... et quelques uns de leurs affluents. Cette espèce se distingue facilement par ses pupilles verticales et par son aspect trapu, rétréci brusquement au niveau de la queue plutôt courte. Une forme de « X » se forme sur le haut de sa tête, et se poursuit par une bande longitudinale en zigzag continu. Sa robe est plus contrastée chez le mâle que chez la femelle (Figure 11).

Comme pour les autres espèces, la vipère recherche les milieux tranquilles, avec des zones de refuge et d'exposition. Elle va ainsi préférer les aires enfrichées, avec des buissons épineux plus ou moins secs et humides.



Figure 11 : Vipère péliade en exposition

Protocole

Avant de débiter les prospections, il est nécessaire de relever un ensemble de données environnementales, afin de décrire au mieux le milieu étudié : la pente (classe de 1 à 4 : nulle, faible, moyenne et forte), la surface en bois mort, rocher affleurant, tas de pierre, fourré, pelouse rase, début d'enfrichement, en friche (valeur entre 0 et 100), nombre de touradons (valeur entière), la présence de sanglier, mammifère et d'écotone (présence/absence en 1/0). Ces données ainsi que les informations sur les gestions mises en place (fréquence et période de pâturage, charge en bétail, durée de pâturage, nombre de moutons) permettront ainsi d'analyser leur impact sur divers facteurs : présence/absence d'espèces, abondance totale ou par espèce...

Lors des relevés, une fiche journalière de terrain doit être établie afin de pouvoir noter toutes les observations et paramètres météorologiques (ensoleillement, température, précipitation, vent). Concernant l'individu observé, il doit être déterminé, ainsi que son sexe et sa classe d'âge (juvénile, immature et adulte) et préciser s'il a été vu sous plaque ou en dehors.

Les coronelles lisses ont de plus fait l'objet d'une identification individuelle en vue d'estimer leur effectif (globaux et par sites) par CMR (Capture-Marquage-Recapture). Une photo de la tête et des premières écailles dorsales permet une identification individuelle. En effet, chaque individu de cette espèce possède un pattern dorsal unique (Arnold & Ovenden 2014; Jacob et al. 2007).

Deux méthodes de prospection de reptiles ont été utilisées lors de cette étude, la prospection dite « à vue » et la prospection par « abris artificiels ».

Prospection par « abris artificiels »

Des objets plats ou ondulés, déposés au sol, servent d'abris artificiels pour les reptiles. En effet, ils vont emmagasiner de la chaleur, en plus d'offrir une protection face aux prédateurs.

Trois types de plaques ont été utilisées dans cette étude : 117 tôles ondulées, 202 plaques en fibrociment et 163 plaques en cAoûtchouc. Le protocole d'inventaire nécessite des plaques d'une taille moyenne de 1m², déposées au minimum 1 mois avant le début des relevés (Bellenoue & Mionnet 2011). Chaque plaque a été géoréférencée afin de pouvoir les localiser sur un logiciel SIG (QGIS).

Elles sont positionnées au niveau de zones propices éclairées et des écotones (avec si possible une strate herbacée en dessous pour permettre un gradient thermique), ce qui permet une exposition suffisante au soleil et un contact avec les végétations alentours (Bellenoue & Mionnet 2011; Dubois & D'Adamo 2012). Dans le cas présent, les plaques sont placées prioritairement au niveau des écotones avec un buisson épineux, une lisière de forêt ou proche de pierriers et d'énrochements (Figure 12). En majorité, les reptiles préfèrent ce type de milieu, qui leur propose à la fois une zone de refuge dans les fourrés (effet lisière) et une zone d'exposition dans les milieux ouverts (Graitson 2009). Par ailleurs, certaines plaques ont été positionnées aléatoirement dans des zones non propices (zone de pelouses rase, absence de refuge aux alentours...) afin d'avoir une variation de configuration dans les variables environnementales.

Avant de soulever la plaque, il faut observer le milieu environnant afin de vérifier qu'un individu ne soit pas en train de thermoréguler aux alentours ou sur la plaque. Une fois réalisé, il faut soulever la plaque précautionneusement et si possible, commencer par un côté de la plaque puis par un autre. Si la présence de vipère est possible, il est nécessaire d'utiliser des gants ou un bâton afin de lever la plaque.



Figure 12 : Plaque en fibrociment aux abords d'une lisière et amas de bois

Prospection à vue

Pour notre étude, la prospection à vue se fait sur un transect/quadrate de 10m de rayon par rapport à la plaque, qui permet d'observer les individus en thermorégulation. Les reptiles possédant une bonne vision ainsi qu'un sens développé pour détecter les vibrations du sol, il est nécessaire de se déplacer lentement et le plus silencieusement possible (Graitson 2009). De plus, leur capacité de mimétisme avec le substrat, comme par exemple la Coronelle lisse, leur permet de se fondre dans le milieu, et ne facilite pas leur observation (Figure 13). Notre regard doit donc se porter 3 à 4m en avant, à la fois évasif pour repérer le moindre mouvement et acéré afin de repérer au plus tôt les reptiles en exposition.



Figure 13 : Où est la coronelle lisse ?

Au sein des habitats propices, la prospection doit cibler les zones d'exposition les plus privilégiées qui sont à l'interface entre deux habitats : fourrés d'épineux, lisières ensoleillées, pierriers et enrochements, tas de bois, débris... Plus le nombre de ces micro-habitats sera important, plus les chances de contacter des individus seront élevées. De plus, en présence de pierres, de cavités ou de tas de bois, il est nécessaire de les soulever. En effet, certaines espèces comme la coronelle lisse ont

tendance à se protéger des fortes chaleurs ou rayons du soleil sous ces derniers (Graitson 2009).

Il arrive souvent que le lézard ou le serpent soit « levé », c'est-à-dire qu'il a détecté notre présence et commence à se déplacer ou fuir. Il faut donc s'arrêter et prendre le temps de l'observer afin de pouvoir repérer ses mouvements ou bien celui du feuillage. Il est possible que le reptile s'arrête et reprenne sa thermorégulation, même en notre présence. Les lézards peuvent même revenir à leur place initiale après notre départ ; il est donc intéressant de revenir sur ses pas une dizaine de minutes plus tard, s'il est nécessaire de l'observer pour l'identifier (Graitson 2009).

À l'exception de la coronelle lisse, ce protocole est donc semi-quantitatif sur une courte période, permettant d'identifier les espèces présentes sur sites, ainsi que d'obtenir une estimation relative de l'abondance de celles-ci (Graitson & Naulleau 2005).

Récolte des données

Les données récoltées proviennent de pelouses restaurées depuis plusieurs années (Projets LIFE Lesse-Lomme et LIFE Haute-Meuse), du fait que la plupart des espèces de reptiles présentes en Belgique ne sont pas des espèces pionnières (Graitson 2015). L'ensemble des données provient de deux sessions d'inventaires, sur deux zones bien distinctes, permettant d'établir une première visualisation des espèces présentes sur ces sites.

La première fut effectuée en 2015 sur 15 sites, répartis dans la Province de Namur, entre Dinant et Couvin, dans les régions de Haute-Meuse et du Viroin. Les relevés ont été effectués entre la mi-Avril et mi-Septembre, en comptabilisant 10 réplifications par transects, dénombrés à 328 sur l'ensemble des sites. Graitson (2015) a d'ailleurs présenté un rapport sur ces inventaires des pelouses calcaires du Viroin et du Dinantais. Ces données ultérieures sont donc intégrées à notre jeu de données actuel.

La seconde session fut établie dans la région de la Lesse et de la Lomme (Province de Namur), aux alentours d'Han-sur-Lesse, Belvaux et Ave-et-Auffe, sur un

ensemble de 16 sites. Les relevés furent réalisés entre mi-Avril jusqu'à début Juillet 2016, permettant une réplique de 5 passages sur les 171 transects positionnés.

Sur les deux régions étudiées, les sites font l'objet de différentes méthodes de gestion. Certains d'entre eux (ou en partie) ne présentent aucune gestion particulière dans lesquels n'interviennent pas l'Homme. A ces zones témoins, il faut ajouter deux types de gestion réalisés sur les sites :

- Un pâturage auquel s'ajoute une fauche de refus, qui consiste à couper les plantes non consommées par le bétail (Conservatoire Régional d'Espaces Naturels d'Aquitaine n.d.).
- Une fauche mécanique ou débroussaillage manuel seul, via l'utilisation d'engin.

La figure 14 localise l'ensemble des plaques posées au cours des années 2015 et 2016, tandis que les tableaux 1 et 2 présentent les informations générales des sites étudiés.

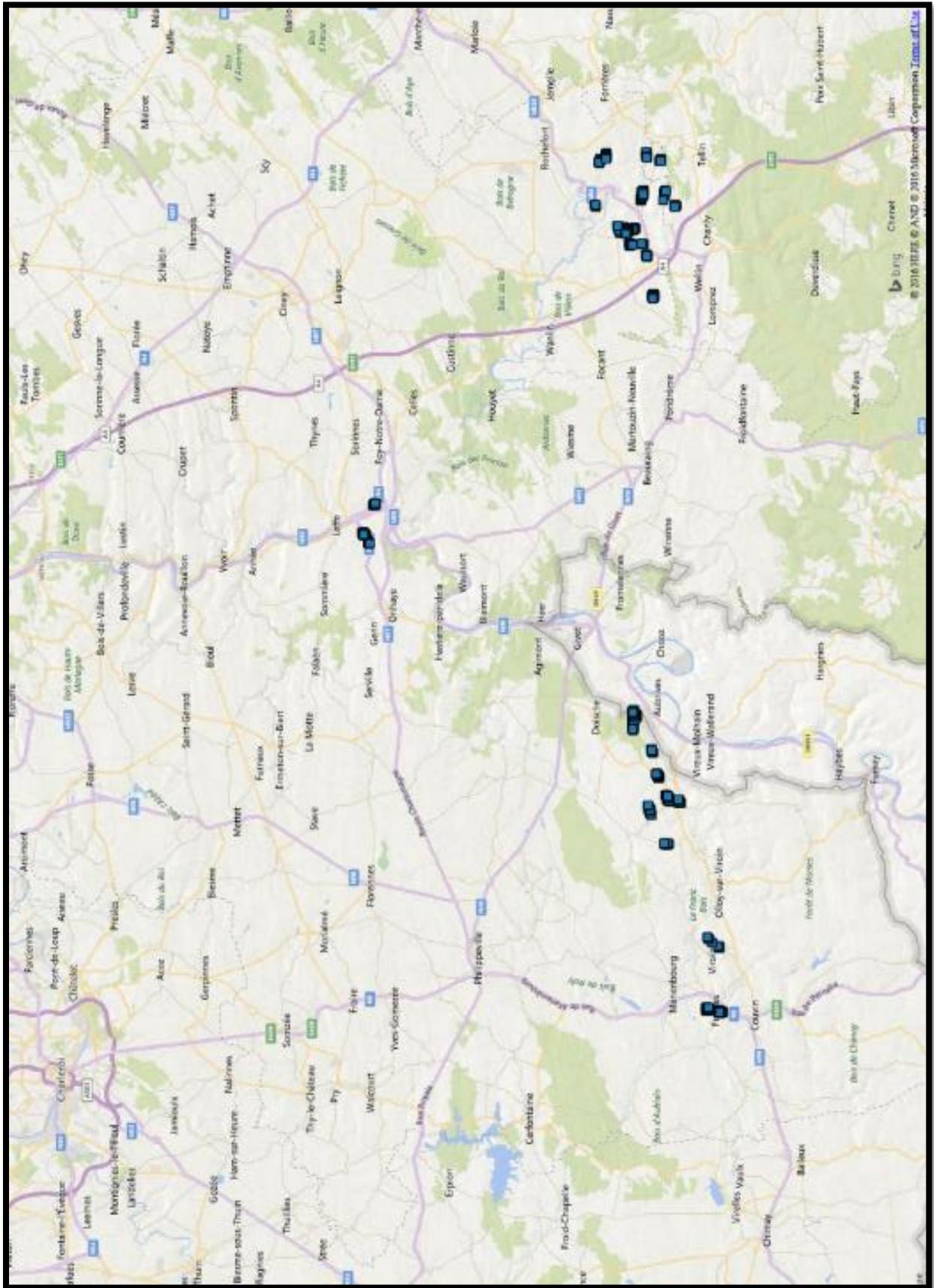


Figure 14 : Localisation des plaques sur les régions du Viroin et Dinantais et de la Lesse et Lomme

Tableau 1 : Informations descriptives des sites de la région de la Lesse & Lomme

Sites	Surface Prospectée (Ha)	Type de gestion	Nombre de transect	Statut	Densité plaque (pl/ha)
Borquet	1.43	Paturage	5	Natura 2000 (Réserve Ardenne & Gaume)	3.5
Boton	5.08	Paturage	16	Natura 2000 (RND et Ardenne & Gaume)	3.1
Boton		Temoin	4		
Brulins	0.91	Paturage	9	Natura 2000 (Réserve Ardenne & Gaume)	9.9
Grande_tinaimont	67.54	Fauchage	12	Natura 2000 (Réserve Ardenne & Gaume)	0.2
Gros_tienne	2.1	Fauchage	16	Natura 2000 (RND)	7.6
Hectais	18.6	Temoin	6	Natura 2000 (Réserve Ardenne & Gaume)	0.3
Maupas	5.5	Temoin	5	Natura 2000 (RND et Ardenne & Gaume)	0.9
Paireses	4.43	Paturage	17	Natura 2000 (RND)	3.8
Paireses	0.36	Fauchage	3	Natura 2000 (RND)	8.3
Petit_Roke	0.23	Paturage	5	Natura 2000 (LRBPO)	21.7
Petite_tinaimont	1.02	Paturage	3	Natura 2000 (Réserve Ardenne & Gaume)	2.9
Petite_tinaimont	0.92	Fauchage	6		6.5
Prelieu	0.52	Paturage	8	Natura 2000 (RND)	15.3
Prelieu		Temoin	1		
Roke	6.04	Temoin	6	Natura 2000 (LRBPO)	1
Rond_tienne	1.61	Paturage	10	Natura 2000 (LRBPO)	6.2
Roptai	1.37	Paturage	10	Natura 2000 (RND)	7.3
Roptai		Temoin	1		
Rouge_croix	1.22	Paturage	4	Natura 2000 (RND)	3.3
Tienne_aise_nord	2.95	Paturage	11	Natura 2000 (RND)	3.7
Tienne_aise_nord		Temoin	1		
Tienne_aise_sud	4.07	Paturage	15	Natura 2000 (RND)	3.7

Tableau 2 : Informations descriptives des sites de la région du Viroin et Dinantais

Sites	Surface Prospectée (Ha)	Type de gestion	Nombre de transect	Statut	Densité plaque (pl/ha)
Abannets	1.8	Paturage	9	RND	5.0
Bonnerieu	1	Paturage	6	RND	6.0
Bonnerieu	0.1	Témoin	1		10.0
Carrière de la Vaucelles	1.5	Témoin	25	Natura 2000	16.7
Carrière Sainte Anne	2	Témoin	28	RNA	14.0
Champ d'Al Vau	3.8	Paturage	13	RND	3.4
Champ d'Al Vau	0.2	Témoin	3		15.0
Devant-Bouvignes	0.5	Témoin	8	RNA	16.0
Devant-Bouvignes	1	Fauche	10		10.0
Devant-Bouvignes	4	Paturage	24		6.0
Furfooz	3	Paturage	15	RNA	5.0
Herbuchenne	0.1	Témoin	5	RND	50.0
Herbuchenne	0.5	Paturage	6		12.0
Moessia	4	Paturage	8	RND	2.0
Montagne de la carrière	2.2	Témoin	23	RND	10.5
Montagne de la carrière	7.7	Paturage	38		4.9
Niémont	2	Paturage	20	RND	10.0
pelouse de la carrière du Nord	0.1	Témoin	3	Natura 2000	30.0
pelouse de la carrière du Nord	4.6	Fauche	21		4.6
Saumières	8.6	Paturage	25	RND	2.9
Spineu	7.7	Paturage	11	RND	1.4
Wespin	0.5	Témoin	10	RNA	20.0
Wespin	3	Paturage	20		6.7

Encodage et partage des données

Toutes les données d'inventaire ont été encodées en ligne, au sein du site web du DEMNA – OFFH. Ce site gratuit permet de regrouper toutes les observations biologiques réalisées au sein de la Wallonie. Les stations d'observation sont alors créées manuellement, afin de pouvoir positionner précisément l'espèce contactée ainsi que ces caractéristiques (sexe, âge, etc.).

Une réunion s'est tenue le 23 Août 2016, au Cantonnement DNF de Rochefort, en présence de :

- Natacha DEBRUXELLES, chef de cantonnement DNF de Rochefort
- Thibaut DEFRANCE, représentant de la direction du cantonnement DNF de Dinant
- Stéphane TOMBEUR, Président du Cercle des Naturalistes de Belgique de Lesse et Lomme
- Louis-Marie DELESCAILLE, Attaché scientifique DEMNA et DGARNE
- Philippe GOFFART, du service OFFH, DEMNA et DGARNE
- Anne-Laure GEBOES, assistante aCREA ULg
- Eric GRAITSON, promoteur de stage et chargé de missions « Reptiles » à NATAGORA

Cette réunion avait pour but de présenter les résultats d'inventaire et d'analyses, d'énoncer les nouvelles observations ainsi que de débattre sur le thème des pelouses calcaires et leur gestion.

Capture-Marquage-Recapture (CMR)

Toutes les coronelles observées ont été capturées afin de pouvoir prendre en photo leur patron dorsal, ainsi que leurs écailles au niveau de la tête. En effet, chaque individu possède des formes et coloration d'écailles propre à chacun. Il est ainsi possible d'effectuer de la reconnaissance individuelle, à l'aide de photo-identification.

Après avoir construit un historique de capture de chaque individu, les données obtenues sont alors intégrées au sein du programme CAPTURE2, qui permet d'estimer l'effectif de coronelles adultes, dans le cas de population fermée (Otis et al.

1978). Plusieurs modèles peuvent être utilisés, les modèles $M(h)$ et $M(t)$ étant ceux qui nous intéressent. En effet, le modèle $M(h)$ suppose que les probabilités de capture changent en fonction des individus, tandis que le modèle $M(t)$ prend en compte le changement de probabilité de capture en fonction du temps (exemple : variabilité climatique).

Analyses statistiques

Le protocole d'inventaire induit que le jeu de données obtenu n'est pas indépendant. En effet, vu que plusieurs relevés sont effectués sur les mêmes plaques au cours du temps, au sein de plusieurs sites, les données sont ainsi appariées, fait qu'il faut prendre en considération lors des analyses. Toutefois, les principaux objectifs consistent à s'intéresser aux différences entre les types de gestion ou facteurs liés (fréquence ou période de gestion de pâturage). Certains paramètres sont donc ramenés à une moyenne pour 10 passages (abondance totale, abondance par espèce, abondance de serpents, abondance de lacertidés), ce qui permet de simplifier les types d'analyses utilisés. Ces paramètres seront alors appelés par exemple, « Abondance totale moyenne » ou « Abondance totale moyenne de l'orvet », etc.

Premières analyses

Toute une série d'analyses va être présentée au cours de ce chapitre, analysant plusieurs paramètres selon le type de gestion ainsi que sa période et sa fréquence :

- L'abondance totale moyenne
- L'abondance totale moyenne spécifique (Orvet et Coronelle lisse)
- L'abondance totale moyenne de serpents et lacertidés
- Le nombre d'espèce contactées

Les types de gestion sont classés en « témoin », « pâturage » ou « fauchage ».

La période de gestion ne concerne que la classe « pâturage » et est caractérisée selon 4 classes, la classe « 0 » étant une absence de d'information :

- « 1 » équivaut à une gestion s'effectuant entre Avril et Juin
- « 2 » pour la période estivale de Juillet et Août

- « 3 » pour l'automne (Septembre à Novembre)
- « 4 » pour les mois de Décembre à Mars

La fréquence de gestion (uniquement pour le pâturage) quant à elle, possède 5 niveaux :

- « 1 » pour une gestion tous les 3 ans
- « 2 » pour tous les 2 ans
- « 3 » pour deux périodes de pâturage tous les 2 ans
- « 4 » pour une seule période de pâturage par an
- « 5 » pour deux périodes de pâturage par an

Le schéma analytique est sensiblement identique entre chaque analyse :

1. Vérification de la distribution des données étudiées selon une loi normale (test de normalité de Shapiro-Wilk).
2. Vérification de l'homogénéité des variances (test de Levene)
3. Comparaison des moyennes pour $k > 2$ échantillons :
 - « Welch's Anova » pour variances inégales (*oneway.test*)
 - Test de Kruskal-Wallis (test de rang non paramétrique) dans le cas de variances homogènes.
4. Comparaisons multiples de moyenne deux à deux, dans le cas où la p.value de l'étape 3 < 0.05 :
 - Post-hoc de Games-Howell après le test de « Welch's Anova »
 - Post-hoc de Dunn après le test de Kruskal-Wallis, utilisant la méthode « bh » d'ajustement de la p.value (Benjamini-Hochberg FDR)

Secondes analyses

Des analyses statistiques plus poussées peuvent être entreprises afin d'émettre des hypothèses plus avancées sur les préférences écologiques des reptiles. En effet, l'ensemble des variables environnementales prises sur le terrain sont intégrées au jeu de données obtenu, afin d'essayer de comprendre au mieux la complexité des données écologiques et biologiques.

Les GLM (Modèles Linéaires Généralisés) sont une généralisation des régressions linéaires et peuvent donc permettre au modèle de s'ajuster à une variable réponse à l'aide d'un lien (exemple : log). Ils doivent toutefois répondre à une série de pré-supposés. La variable dépendante (variable réponse) est une fonction linéaire avec

les variables explicatives de forme $y \sim a + b_1x_1 + b_2x_2 \dots$. Les graphiques de résidus en fonction des valeurs prédites pour chacune des variables doit donc montrer cette linéarité. Pour rappel, un résidu est la différence entre la valeur observée et la valeur prédite par le modèle estimé.

Les données relevées doivent assurer l'indépendance de ces résidus. Le protocole d'échantillonnage garantit généralement cette condition, mais il arrive parfois, selon la méthode utilisée, que celle-ci ne soit pas respectée. Échantillonner sur des groupes ou sous-groupes, ou avoir une corrélation spatiale et/ou temporelle vont engendrer une non-indépendance des résidus. Il est cependant possible de s'en affranchir, en utilisant par exemple d'autres GLM ou en modifiant le jeu de données utilisé.

Les deux derniers points concernent la distribution et la variance des résidus, graphiquement identifiable. Ceux-ci doivent se rapprocher au maximum d'une distribution de loi normale et présenter une variance homogène. L'irrespect d'une de ces deux conditions pourra entraîner des difficultés lors du calcul des inférences.

L'utilisation de Modèles Linéaires Généralisés Mixtes (GLMM) permet de répondre au problème de la non-indépendance des résidus et de pseudo-réplication. Ces modèles permettent d'établir le lien entre une variable réponse (ex : abondance totale moyenne) en fonction d'une ou plusieurs variables descriptives, en ajoutant un ou plusieurs facteurs aléatoires. Par ailleurs, un avantage de ces GLMM consiste à s'affranchir de la non-normalité de répartition des résidus du ou des modèles.

Dans le cas présent, les modèles seront construits avec un unique facteur aléatoire, les sites, du fait que les variables réponses sont une moyenne totale d'abondance sur 10 passages (Abondance totale, de l'orvet, de la coronelle, des lézards et des serpents). Les analyses sont effectuées sous le logiciel R Core Team (2015).

La démarche d'analyse est organisée de la manière suivante :

- Transformation de plusieurs variables numériques en facteurs à différentes classes :
 - « période » indique la période de paturage (« 1 » : Avril, Mai, Juin ; « 2 » : Juillet et Août ; « 3 » : Septembre Octobre Novembre ; « 4 » : Décembre, Janvier, Février et Mars.

- « f2 » et « p2 » indique si le site est fauché, pâturé ou témoin. Une valeur de 0 signifie que ce n'est pas géré selon la variable indiquée ; les valeurs de 1 à 5 indiquent la fréquence de gestion (« 1 » : 1x/3ans ; « 2 » : 1x/2ans ; « 3 » : 2x/ans tous les 2 ans ; « 4 » : 1x/an et « 5 » : 2x/an).
- « e » désigne l'écotone. Une valeur de 0 indique l'absence d'écotone, à l'inverse de 1.
- « p » désigne la pente du milieu (de 1 à 4 : nulle, faible, moyenne et forte).

Toutes les autres variables sont des valeurs entières ou des valeurs numériques.

- Standardisation des variables explicatives (centrer-réduire), afin de faciliter les analyses en fixant leur moyenne et variance.
- Exploration graphique pour vérifier les corrélations entre les différentes variables explicatives. Ceci permet de limiter le nombre de variables corrélées dans le modèle, qui peuvent brouiller les résultats de l'analyse. La corrélation des variables explicatives peut être aussi vérifier avec une analyse des VIFs (*Variance Inflation Factors*). Une valeur supérieure à ~5 indique de la corrélation entre variables.
- Création d'un modèle GLMM à x variables explicatives en fonction d'une variable réponse, selon une loi de Poisson et de lien *log*.
- Exploration graphique des résidus en fonction des valeurs prédites ainsi que des résidus en fonction de chaque variable. Pour rappel, un résidu est la différence entre la valeur observée et la valeur prédite par le modèle estimé.
- Sélection automatique des meilleurs modèles par *model.select*. Ceci produit automatiquement tous les modèles possibles à partir d'un modèle complet, qu'il compare à l'aide de l'AICc. Les différentes informations de l'*output* permettent de sélectionner les modèles les plus supportés par les données, ainsi que le poids de chaque variable dans les modèles :
 - Les modèles avec une valeur « *AICc.delta* » < 2 indiquent qu'ils sont tous supportés par les données ($AICc.delta = AIC - AICmin$).
 - La valeur « *AICc.w* » indique le poids du modèle. Le modèle avec la valeur la plus élevée est le modèle le mieux supporté par les données.

- La valeur « w » des variables indiquent le poids de celles-ci dans les modèles. Plus la valeur est élevée et, est supérieure à sa fréquence, plus la variable est supportée par les données et est importante.
- Analyse du « meilleur » modèle GLMM avec les variables les mieux supportées.

Dans le cas d'une trop grande présence de valeurs 0 dans le jeu de données (par exemple pour analyser l'abondance totale moyenne spécifique, des lézards ou des serpents), une analyse « *Zero-Inflated Negative Binomial Model* » sera utilisé. Celle-ci permet de prendre en compte la distribution des observations de « vrais » zéros. L'analyse ZINB est constituée de deux parties : un modèle de Poisson pour les valeurs de comptage, et un modèle binomial pour prédire l'excès de zéros.

Résultats

Données brutes

Sur l'ensemble des deux sessions d'inventaire, 1617 individus ont été contactés, détaillées par le tableau 3 qui présente ainsi les résultats des relevés par espèces et par site. Les zones pâturées ont donné 1039 observations, 384 pour les zones témoins et enfin 194 pour les zones fauchées.

Tableau 3 : Tableau descriptif des résultats d'inventaires

Sites	AF	CA	NN	PM	VB	ZV	Nombre d'individus total	NbrPassage	Nombre plaques
Rouge_croix	15	0	0	0	0	5	20	6	4
Paires	36	13	0	0	11	0	60	6	20
Brulins	21	1	0	0	0	0	22	5	9
Hectais	3	0	0	0	0	0	3	5	5
Maupas	4	4	0	0	0	1	9	5	6
Boton	27	3	0	0	0	0	30	5	20
Grande_tinaimont	16	0	0	0	0	0	16	5	12
Petite_tinaimont	7	0	0	0	0	0	7	5	9
Gros_tienne	50	0	0	0	0	17	67	5	16
Roptai	42	3	0	0	0	6	51	5	11
Borquet	1	1	0	0	0	0	2	5	5
Preliu	6	0	0	0	0	0	6	5	9
Tienne_aise_sud	31	0	0	0	0	3	34	5	15
Tienne_aise_nord	44	0	0	0	0	5	49	5	12
Roke	30	0	0	0	0	7	37	5	6
Rond_tienne	56	0	0	0	0	6	62	5	10
Petit_Roke	25	2	0	0	0	3	30	5	5
Abannets	31	3	0	12	0	0	46	10	9
Bonnerieu	24	1	0	0	0	3	28	10	7
Carriere_de_la_Vaucelle	52	16	0	9	0	0	77	10	25
Carriere_Saint_Anne	51	16	2	0	0	0	69	10	28
Champ_d'Alveau	145	2	3	0	0	81	231	10	16
Devant_Bouvignes	34	9	0	1	0	0	44	10	42
Furfooz	65	8	1	2	0	0	76	10	15
Herbuchenne	50	3	0	0	0	0	53	10	11
Moessia	9	0	0	15	0	0	24	10	8
Montagne_de_la_carriere	34	18	4	21	0	0	77	10	61
Niemont	67	9	0	11	0	0	87	10	20
Pelouse_de_la_carriere_du_Nord	92	7	0	0	0	0	99	10	24
Saumieres	46	4	0	0	0	0	50	10	25
Spineu	48	0	0	0	0	0	48	10	11
Wespin	96	7	0	0	0	0	103	10	30
	1258	130	10	71	11	137	1617		

Toutefois, afin d'interpréter correctement les résultats graphiques, il est nécessaire de prendre en compte le nombre de passage par plaque, ainsi que leur nombre. L'abondance totale et l'abondance par espèce sont donc transformées pour pouvoir comparer les différents sites : divisées par le nombre de passage et par le nombre de plaques par site. L'histogramme groupé (Figure 15) présente donc ces résultats par site et par espèce, tandis que le graphique en secteur (Figure 16) présente la proportion moyenne de chaque espèce.

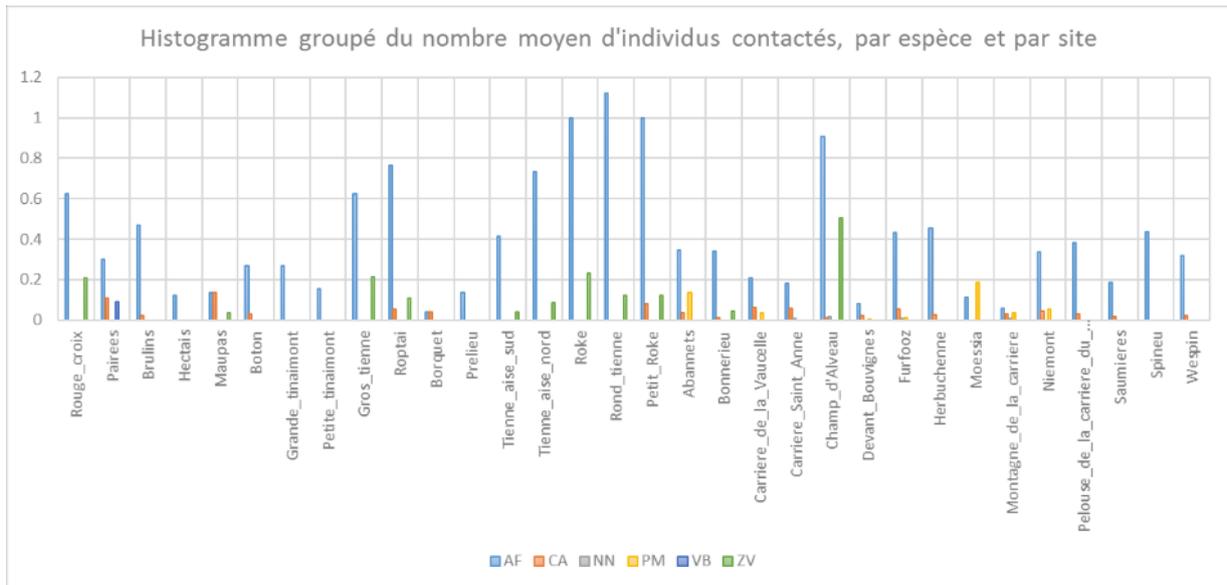


Figure 15 : Histogramme groupé par espèces et par sites, du nombre moyen d'individus contactés (par plaque et par passage)

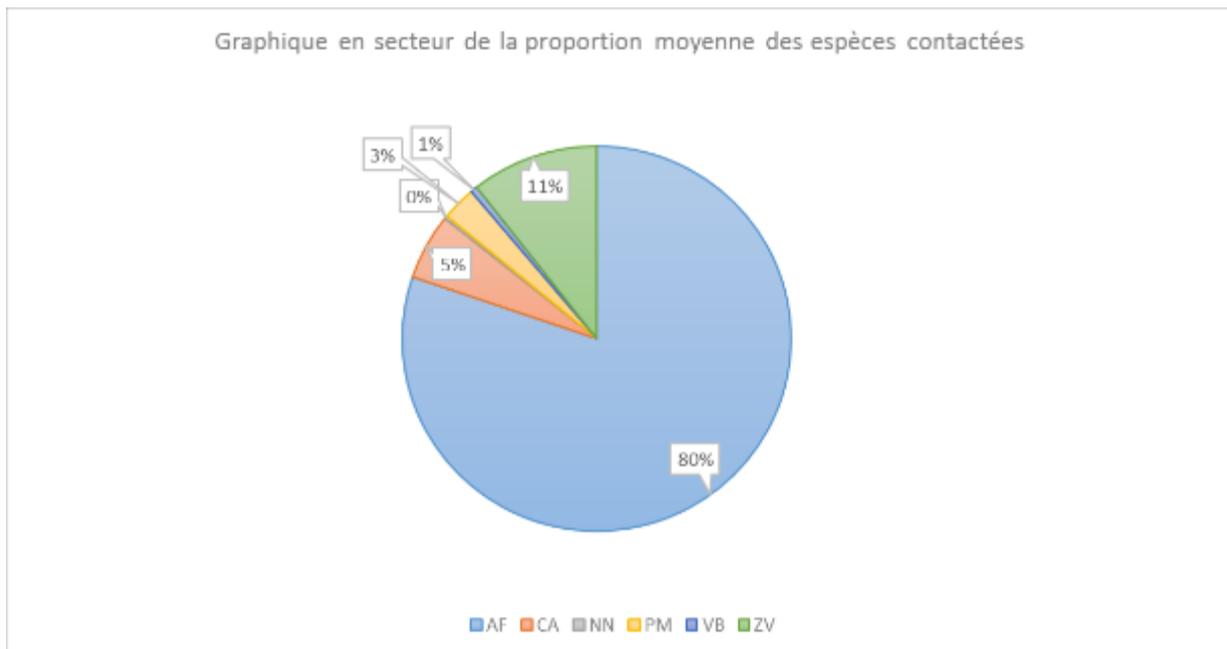


Figure 16 : Graphique en secteur de la proportion moyenne des espèces contactées (par plaque et par passage)

L'orvet (*Anguis fragilis*) est l'espèce la plus rencontrée (1258 individus, représentant 78% des observations réalisées. Celle-ci est retrouvée sur l'ensemble des sites, en proportions importantes. Dans 80% des cas, l'individu observé par relevé et par plaque sera un orvet.

Le lézard vivipare (*Zootoca vivipara*) représente 8% des observations avec 137 individus contactés, retrouvé sur 11 des 32 sites.

La coronelle lisse (*Coronella austriaca*) a été contactée 130 fois, sur un total de 20 sites et représente 8% des observations.

Pour un même pourcentage de proportion, le lézard vivipare est présent sur de moins nombreux sites, mais en effectifs plus élevés. A l'inverse, la coronelle est présente sur plus de sites, mais avec des effectifs plus faibles.

Les trois dernières espèces contactées atteignent seulement les 6% d'observations à elles trois : la couleuvre à collier (*Natrix natrix*) avec 10 observations sur la région du Viroin/Dinantais, le lézard des murailles (*Podarcis muralis*) avec 71 observations uniquement dans cette même région et la vipère péliade (*Vipera berus*) qui n'est présente que sur un site (les Pairées), avec 10 contacts cumulés.

Résultats par site

Région du Viroin et Dinantais

Les sites étudiés de cette région présentent à minima deux espèces : l'orvet et la coronelle lisse. Trois de ces sites ne possèdent que ces deux espèces : Herbuchenne, Saumière et Pelouses de la carrière du Nord.

Sept sites ont une richesse spécifique de trois (Abannets, Bonnerieu, Carrière de la Vaucelle, Moessia, Niémont, Spineu et Wespín), avec l'orvet, la coronelle et une des deux espèces de lacertidés. Spineu est toutefois l'exception, du fait de la présence de la couleuvre à collier, et non de lacertidés.

Les cinq derniers sites (Champ d'Al Vau, Furfooz, Devant-Bouvignes, Carrière Saint-Anne, et Montagne de la carrière) présentent 4 espèces, avec l'orvet, la coronelle lisse, la couleuvre à collier, et un des deux lacertidés.

Région de la Lesse et Lomme

Au sein de cette région, l'orvet est l'unique espèce détectée sur l'ensemble des sites étudiés. Quatre des sites n'ont d'ailleurs présentés que cette unique espèce : Hectais, Grande et Petite Tinaumont et Prelieu.

Dix sites ont permis l'observation de deux espèces : l'orvet et la coronelle au sein du site des Brulins, du Maupas, du Boton et du Borquet. Sur les 6 autres sites (Rouge-Croix, Gros Tienne, Tienne d'Aise Nord et Sud, Roké et Rond-Tienne), ce sont l'orvet et le lézard vivipare qui ont pu être observés.

Seulement trois sites ont présenté trois espèces différentes : les Pairées avec l'orvet, la coronelle et l'unique population rencontrée de vipère péliade. Le site du Roptai ainsi que celui du Petit-Roké ont quant à eux permis d'observer le lézard vivipare au lieu de la vipère.

Estimation des effectifs de la population de Coronelle lisse

L'inventaire réalisé en 2015 sur la région de Viroin et Dinantais a permis la capture de 60 coronelles adultes, avec un taux de recapture de 23% (14 recaptures). La taille de population estimée est alors de 184 individus (minimum 114, maximum 345) avec la méthode M(t), et de 222 individus (129 minimum, 441 maximum) avec la méthode M(h). Environ 20% de l'effectif est présent sur le site de la Montagne de la carrière (Tableau 4).

La densité moyenne de la population entière (sur l'ensemble des sites où les adultes sont présents) est alors de 3 à 4 individus à l'hectare, avec toutefois une différence entre les milieux de carrières et les milieux de pelouses. Les carrières abritent en moyenne 7 individus à l'hectare, tandis que les pelouses abritent 1.5 à 2 individus (voire 1 pour les pelouses pâturés).

Concernant l'inventaire de 2016 sur la région de la Lesse et Lomme, 23 coronelles adultes furent observées, dont 12 sur le site des Pairées, et 3 individus furent recapturés (un individu a été recapturé 2 fois). Le nombre réel d'individu différent est donc de 19 individus. La taille de la population sur l'ensemble de la région est estimée à 55 individus (38 min et 86 max) avec la méthode M(h). La méthode M(t) quant à elle estime la population à 46 individus (26 min et 130 max).

Lorsque l'analyse est seulement effectuée avec les données obtenues aux Pairées (car le nombre de données et de recapture le permet), l'estimation de l'effectif sur le site est de 24 individus (de 16min à 44 max) avec la méthode M(h) et de 15 individus (de 9min à 47max) avec la méthode M(t).

La densité à l'hectare sur l'ensemble des sites où l'espèce adulte a été contactée (Borquet, Boton, Brulins, Maupas, Pairées, Petit-Roké et Roptai) est de 2.4 à 3.4 individus/ha. Pour le site des Pairées, la densité à l'hectare est de 3.4 à 5.4 individus/ha.

Tableau 4 : Nombre d'individus adultes de coronelle lisse capturé, recapturé et estimé pour chaque site

Sites	Captures	Recaptures	M(t)	95% IC	M(h)	95% IC
Abannets	5	1	7	6 à 18	5	5 à 6
Bonnerieu	1	0	-	-	-	-
Carrière de la Vaucelle	9	1	-	-	-	-
Carrière Saint Anne	4	1	8	5 à 37	4	4
Champ d'Al Vau	2	0	-	-	-	-
Devant Bouvignes	7	2	7	7 à 22	10	7 à 34
Furfooz	3	2	4	4 à 8	5	5 à 15
Moessia	1	0	-	-	-	-
Montagne de la carrière	9	4	19	11 à 61	41	14 à 220
Niemont	5	1	14	7 à 73	5	5
Pelouse de la carrière du Nord	4	1	6	5 à 17	9	5 à 43
Saumières	6	0	-	-	-	-
Wespin	4	1	9	5 à 45	4	4
Global carrière Viroin / Dinant	27	7	111	51 à 320	102	72 à 154
Global pelouse Viroin / Dinant	33	7	88	52 à 194	73	47 à 147
Total Viroin / Dinant	60	14	184	114 à 345	222	129 à 441
Borquet	1	-	-	-	-	-
Boton	3	-	-	-	-	-
Brulins	1	-	-	-	-	-
Maupas	1	-	-	-	-	-
Pairées	12	2	15	9 à 47	24	16 à 44
Petit-Roké	2	-	-	-	-	-
Roptai	3	1	-	-	-	-
Total Lesse et Lomme	23	3	46	26 à 130	55	38 à 86

Analyses statistiques

Premières analyses

Abondance totale en fonction du type de gestion

La première analyse effectuée consiste à étudier la différence de l'abondance totale, en fonction du type de gestion mise en place sur les sites. L'histogramme (Annexe 1) permet d'observer la répartition de cette dernière et permet d'avoir un aperçu sur le type de distribution (normale, Poisson...). Le graphique en boîtes à moustaches (Figure 17) présente quant à lui son profil (les croix ajoutées représentent la moyenne).

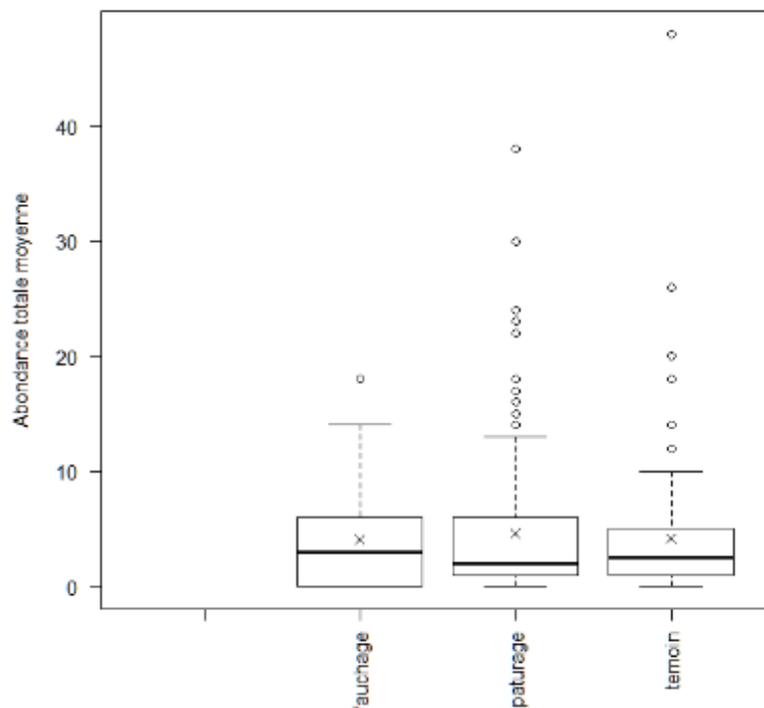


Figure 17 : Boîtes à moustaches de l'abondance totale moyenne en fonction du type de gestion

La répartition des données ne semble pas suivre une loi normale mais plutôt une loi de répartition de Poisson (souvent le cas pour des comptages d'individus). Les boîtes de l'abondance totale moyenne sont graphiquement semblables, quel que soit le type de gestion. La moyenne par type de gestion est relativement proche, avec toutefois un nombre de données « aberrantes » plus important chez le témoin et le

pâturage. Une des valeurs les plus élevées concerne par ailleurs une plaque témoin (081) présente sur le site du Tienne d'Aise Nord.

Les tests de normalité de distribution confirment les graphiques, les données ne suivant pas une distribution de loi normale ($p < 0.05$). À l'inverse, les tests d'homogénéité des variances ne permettent pas de réfuter l'hypothèse nulle d'égalité des variances ($p > 0.05$).

Le test de comparaison de moyenne pour $k > 2$ indique quant à lui que l'égalité des moyennes (H_0) ne peut être refusée ($p = 0.89$). Le type de pâturage ne semble donc pas influencer l'abondance totale moyenne.

Abondance totale moyenne en fonction de la période de gestion de pâturage

La figure 18 présente la distribution de l'abondance totale moyenne, en fonction de la période de gestion. On peut observer que les données les plus grandes sont présentes au niveau des sites gérés avec une période de type 1. Graphiquement, il est possible de discuter de la normalité des valeurs observées (Annexe 2), fait qui est confirmé par le test de normalité ($p < 0.05$). Le test d'homogénéité des variances pour $k > 2$ indique que l'hypothèse nulle (H_0 : variances homogènes) est rejetée.

Le test de Welch's Anova met en évidence une non-égalité des moyennes lors de la comparaison de ces 3 classes. Leur comparaison deux à deux indiquent que les moyennes entre les périodes 1 et 2 ($p_{\text{ajusté}} = 0.0012$) sont statistiquement différentes. Par ailleurs, la p.value obtenue pour la comparaison 1 et 3 est de 0.09, et peut donc être discutée. La fréquence de gestion de pâturage semble donc impacter sur l'abondance totale moyenne au sein des sites pâturés. Une période de classe 1 (Avril/Mai/Juin) a une moyenne d'abondance plus élevée (6.2 individus pour 10 passages) que pour les classes 2 (Juillet/Août) et 3 (Septembre/Octobre/Novembre) (respectivement 5.0 et 3.3 individus pour 10 passages).

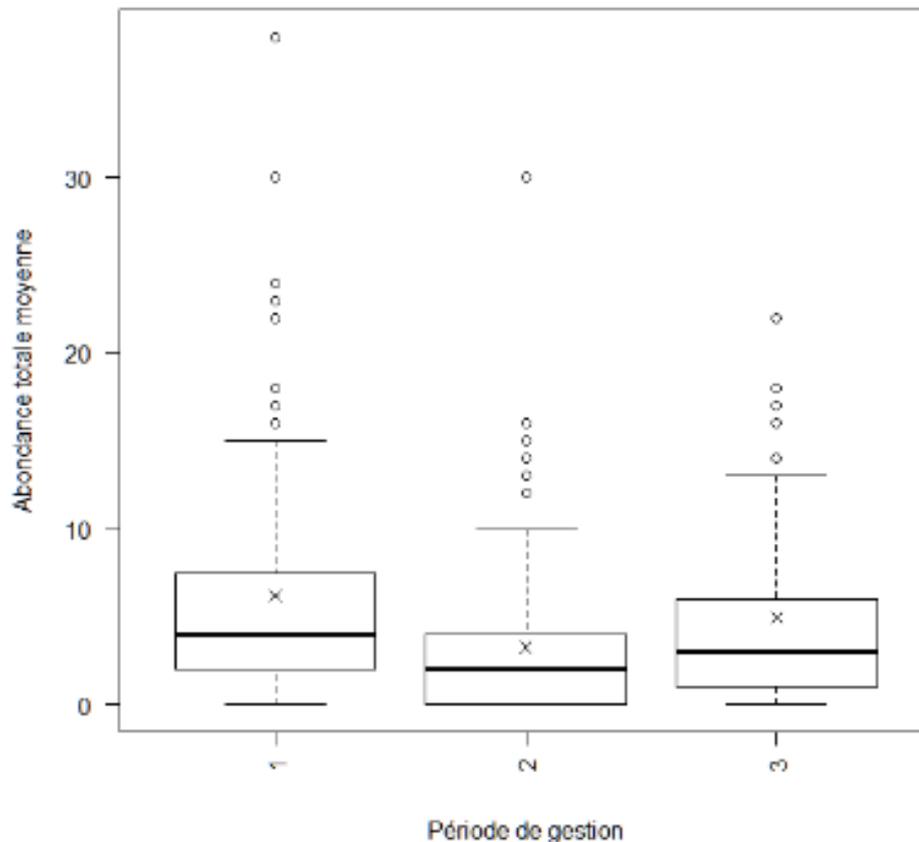


Figure 18 : Boîtes à moustaches de l'abondance totale moyenne en fonction de la période de gestion de pâturage

1 : Avril/Mai/Juin, 2 : Juillet/Août, 3 : Septembre/Octobre/Novembre

Abondance totale moyenne en fonction de la fréquence de gestion de pâturage

La normalité de l'abondance totale moyenne par fréquence de gestion de pâturage ne semble pas être de rigueur (Annexe 3). En effet, le test de normalité confirme cette hypothèse graphique ($p < 0.05$). L'égalité des variances quant à elle, est légèrement supérieure à 0.05. L'utilisation d'un test non-paramétrique pour comparer les moyennes est donc plus prudent. La moyenne de l'abondance totale moyenne est largement inférieure pour une fréquence de type 1, contrairement aux 4 autres fréquences. Les valeurs les plus élevées et aberrantes sont observées pour une fréquence de classe 2 et 4 (Figure 19).

Le test de comparaison des moyennes montre que l'égalité des moyennes n'est pas respectée entre la classe de fréquence 1/2, 1/3, et 1/4 ($p < 0.05$). La p.value obtenue entre la fréquence 1 et 5 est toutefois très proche de la valeur seuil (0.06). La fréquence de gestion semble donc impacter l'abondance totale moyenne, avec une valeur moyenne plus basse pour une classe 1 de fréquence (1x/3ans) de pâturage (1 individu pour 10 passage).

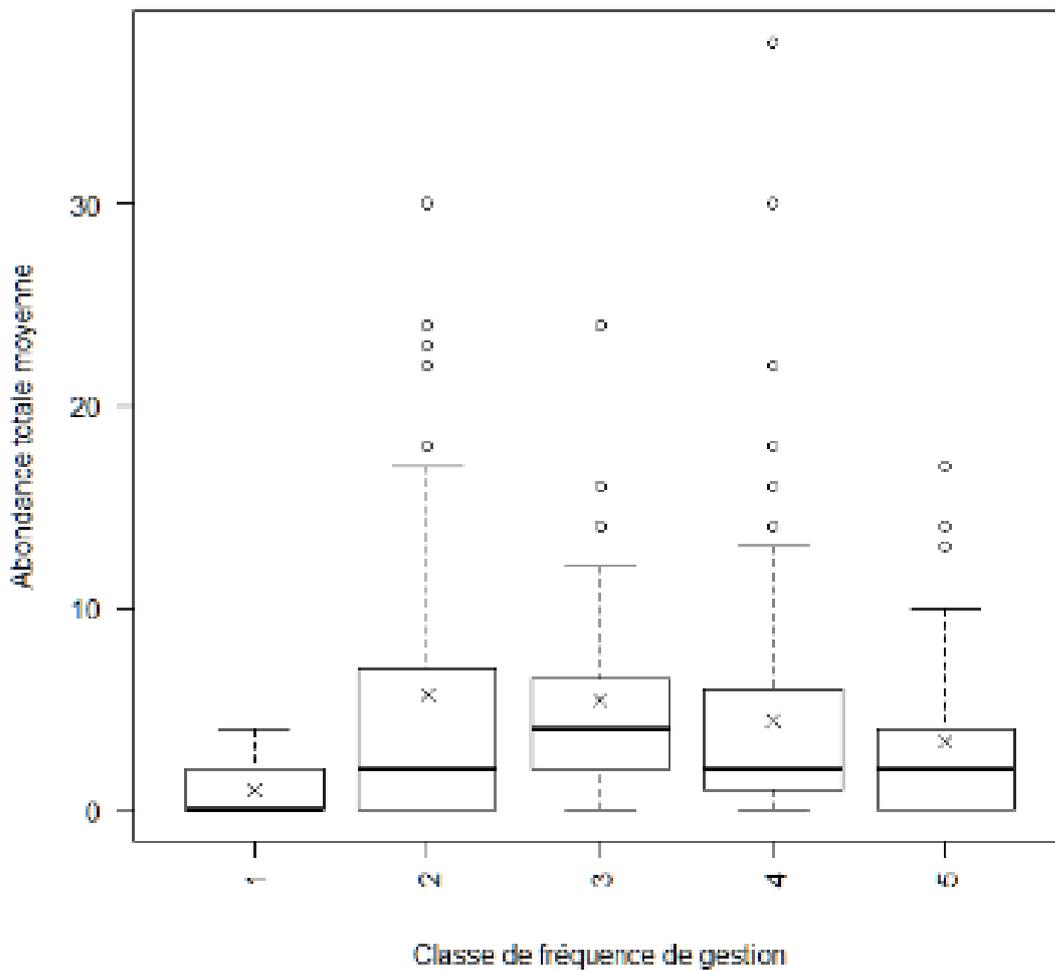


Figure 19 : Boîtes à moustaches de l'abondance totale moyenne en fonction de la fréquence de gestion de pâturage

1 : 1x/3ans, 2 : 1x/2ans, 3 : 2x/2ans, 4 : 1x/an, 5 : 2x/an

Abondance totale moyenne de l'orvet en fonction du type de gestion

Les résultats graphiques ainsi que les tests statistiques montrent que les données ne sont pas distribuées selon une loi normale (Annexe 4) et que les variances sont homogènes. Les moyennes sont graphiquement proches l'une de l'autre (Graphique 20) et la valeur la plus élevée est celle de plaque 081, déjà répertoriée comme aberrante concernant l'abondance totale, toutes espèces confondues.

Ainsi, l'analyse multiple des moyennes indiquent que les moyennes des différents types de gestion pour l'abondance moyenne de l'orvet sont statistiquement égales ($p > 0.05$).

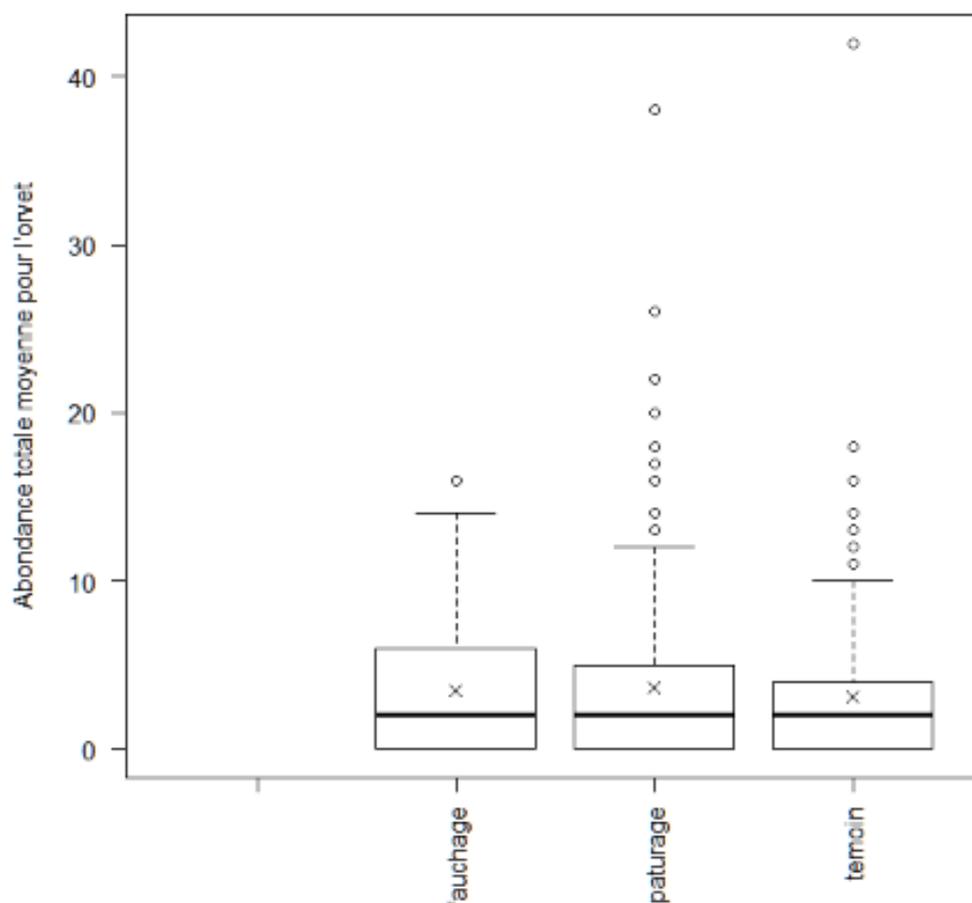


Figure 20 : Boîtes à moustaches de l'abondance totale moyenne de l'orvet en fonction du type de gestion

Abondance totale moyenne de l'orvet en fonction de la fréquence de gestion de pâturage

Les données d'abondance totale moyenne de l'orvet en fonction de la fréquence de gestion de pâturage ne suivent pas une loi normale de distribution (graphiquement sur Annexe 5 et $p > 0.05$) mais l'homogénéité des variances est respectée.

Sur la figure 21, on peut observer graphiquement que la moyenne pour une gestion de type 1 est plus faible que pour les autres types de gestion. Les valeurs les plus élevées sont présentes au sein des sites gérés sur une fréquence de classe 2 et 4.

Le test de comparaison des moyennes montre qu'il existe une différence de moyenne, qui est vérifiée par le test post-hoc entre le groupe 1 et 3 (p -ajusté = 0.038). Une p -value ajustée de 0.06 est obtenue entre le groupe 3 et 4, qui peut être alors discutée. La fréquence de gestion ne semble donc impacter l'abondance totale moyenne de l'orvet uniquement dans le cas d'une fréquence de type 1 (1x/3ans ; 1 individu pour 10 passages), plus faible que dans les autres types (> 3 individus pour 10 passages).

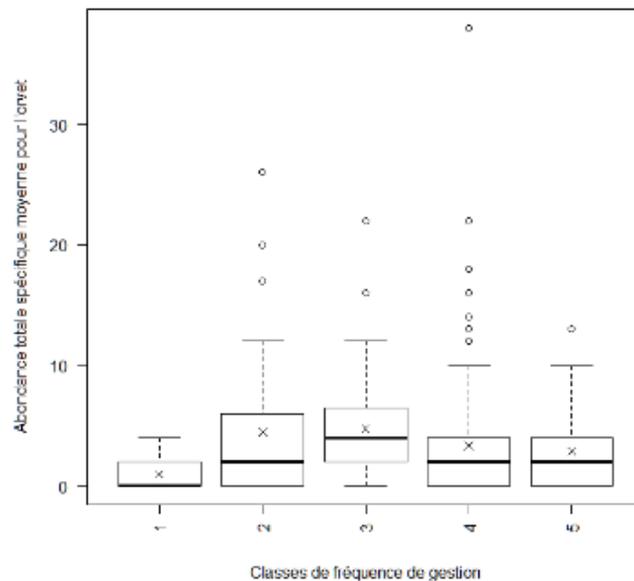


Figure 21 : Boîtes à moustaches de l'abondance totale moyenne de l'orvet en fonction de la fréquence de gestion de pâturage

1 : 1x/3ans, 2 : 1x/2ans, 3 : 2x/2ans, 4 : 1x/an, 5 : 2x/an

Abondance totale moyenne de l'orvet en fonction de la période de pâturage

La distribution des données ne suit pas une loi normale (Annexe 6 et $p < 0.05$) et l'homogénéité des variances n'est pas respectée. Le graphique 22 montre que les moyennes de période 1 et 3 sont relativement proches, plus élevées que celle pour une période de type 2.

Le test de comparaison des moyennes indique que l'ensemble des moyennes entre les 3 groupes ne sont pas égales, et le test post-hoc montre que la différence est établie entre la période de type 1 et 2 (moyenne de 5 pour la période 1 et de 2.6 pour la période 2, pour 10 passages). La période de gestion semble donc impacter sur l'abondance totale moyenne de l'orvet, celle-ci étant statistiquement plus faible dans un milieu géré avec une période de type 2 (Juillet/Août), comparé à une période de type 1 (Avril/Mai/Juin).

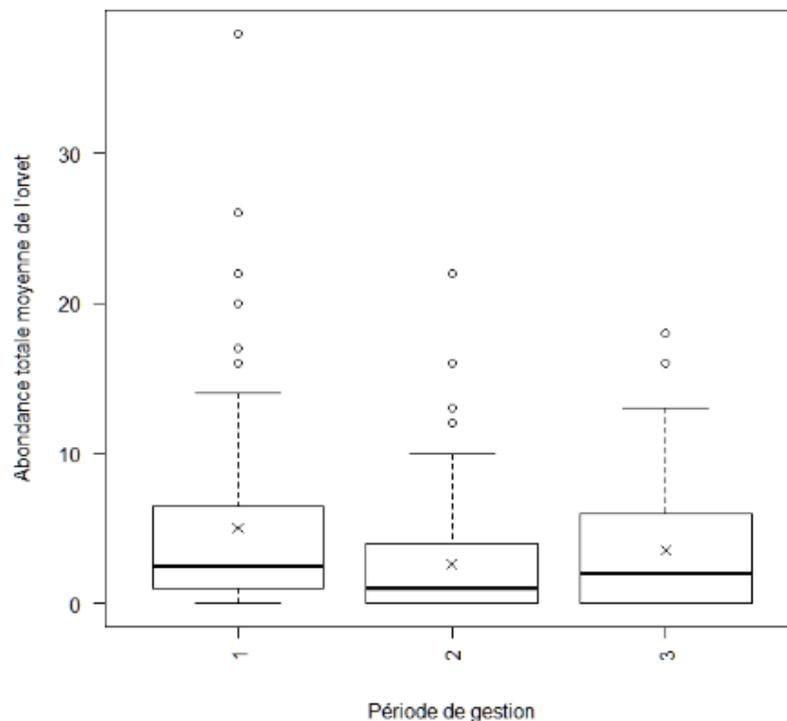


Figure 22 : Boîtes à moustaches de l'abondance totale moyenne de l'orvet en fonction de la période de gestion de pâturage

1 : Avril/Mai/Juin, 2 : Juillet/Août, 3 : Septembre/Octobre/Novembre

Abondance totale moyenne de la coronelle en fonction du type de gestion

Les données ne suivent pas une distribution de loi normale (Annexe 7), et le test d'homogénéité des variances a montré une p.valeur relativement proche de 0.05 (0.09).

Le graphique 23 montre que les moyennes d'abondance totale moyenne de la coronelle sont très faibles, avec toutefois une valeur plus élevée pour les sites témoins. La valeur la plus élevée est présente au niveau d'une zone pâturée, sur la plaque 030 du site des Pairées.

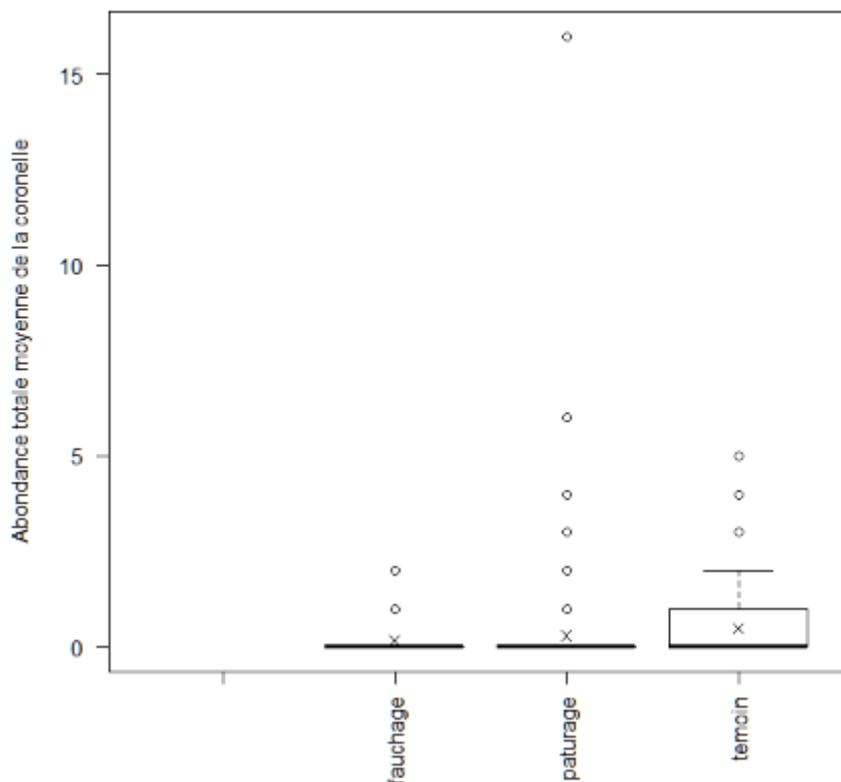


Figure 23 : Boîtes à moustaches de l'abondance totale moyenne de la coronelle en fonction du type de gestion

La comparaison multiple des moyennes de l'abondance totale moyenne de la coronelle indique que celles-ci sont statistiquement différentes entre un site fauché (0.16) et un site témoin (0.48 - $p < 0.05$). Si la valeur aberrante est enlevée du jeu de données (car la plaque se situe au niveau d'une zone très propice à la coronelle et peu pâturée), le résultat du test montre alors que les moyennes entre les sites pâturés (0.24) et les sites témoins sont différentes. Le type de gestion semble donc

impacter l'abondance totale moyenne de la coronelle, avec une moyenne plus élevée pour les sites témoins (0.48 individus pour 10 passages).

Abondance totale moyenne de la coronelle en fonction de la fréquence de gestion de pâturage

L'analyse de la distribution des données montre que celles-ci ne suivent pas une loi normale (Annexe 8), tandis que l'homogénéité des variances est respectée. Les moyennes de l'abondance totale moyenne sont toutes très proches (Figure 24), et la valeur aberrante de la plaque 030 du site des Pairées se situe dans une fréquence de type 4. La comparaison multiple des moyennes valide par ailleurs cet observation, les moyennes étant statistiquement égales ($p > 0.05$). La fréquence de pâturage ne semble donc pas impacter l'abondance totale moyenne de la coronelle.

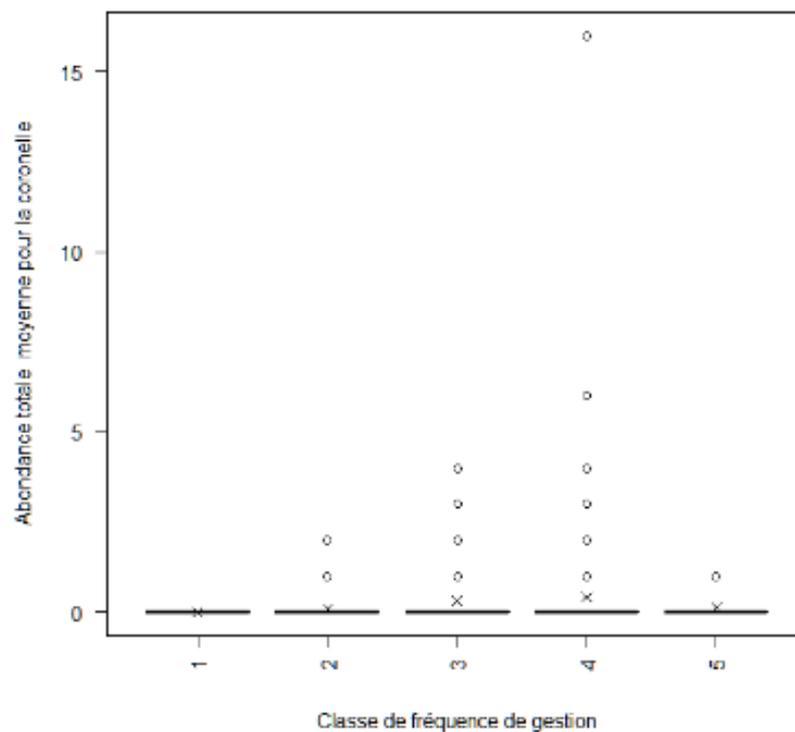


Figure 24 : Boîtes à moustaches de l'abondance totale moyenne de la coronelle en fonction de la fréquence de gestion de pâturage

1 : 1x/3ans, 2 : 1x/2ans, 3 : 2x/2ans, 4 : 1x/an, 5 : 2x/an

Abondance totale moyenne de la coronelle en fonction de la période de gestion de pâturage

La distribution des données selon une loi normale, ainsi que l'homogénéité des variances ne sont pas respectées dans le cas présent (Annexe 9 et $p < 0.05$). Les moyennes entre les différentes périodes de gestion sont toutes trois très faibles, avec des valeurs proches (Figure 25). La comparaison multiple de ces moyennes ne montre par ailleurs aucune différence statistique. La période de gestion ne semble donc pas impacter l'abondance totale moyenne de la coronelle.

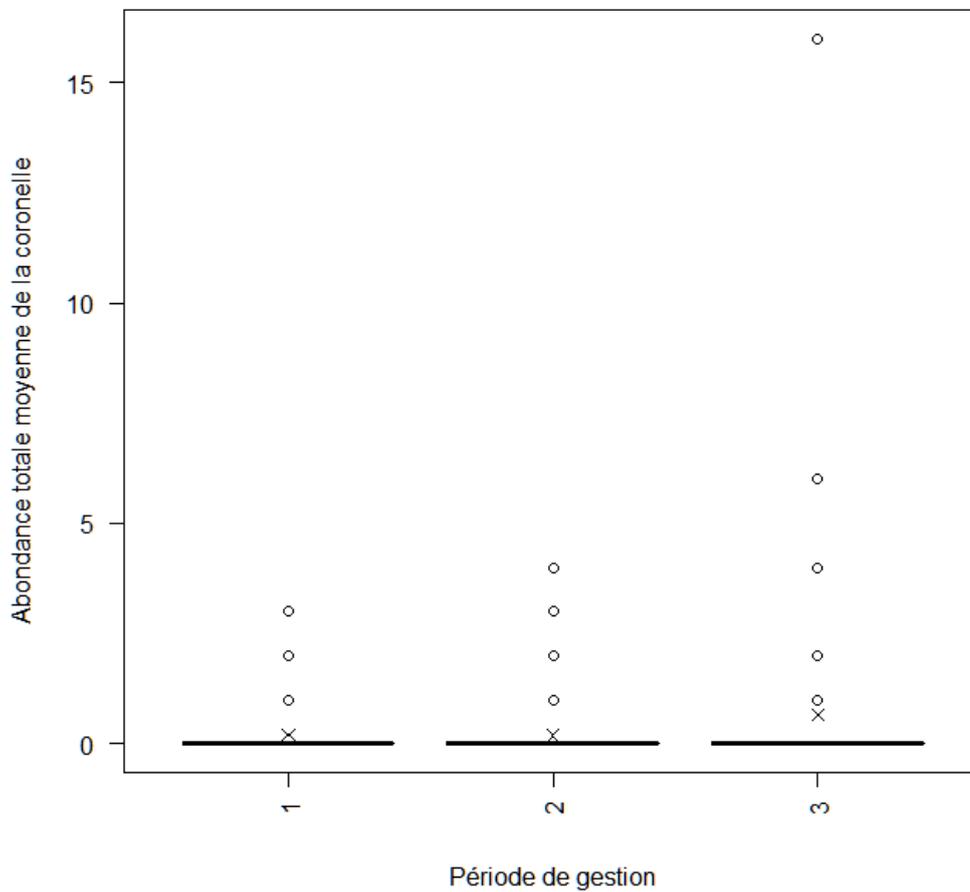


Figure 25 : Boîtes à moustaches de l'abondance totale moyenne en fonction de la période de gestion de pâturage

1 : Avril/Mai/Juin, 2 : Juillet/Août, 3 : Septembre/Octobre/Novembre

Abondance totale moyenne de lézards en fonction du type de gestion

La distribution des données ne suit pas une loi normale (Annexe 10), mais l'homogénéité des variances est respectée. Sur la figure 26, nous pouvons voir que les moyennes sont très faibles, avec de nombreuses valeurs aberrantes. Celles-ci sont d'ailleurs statistiquement égales, avec une p.value > 0.05. Le type de gestion ne semble donc pas impacter l'abondance totale moyenne de lézards.

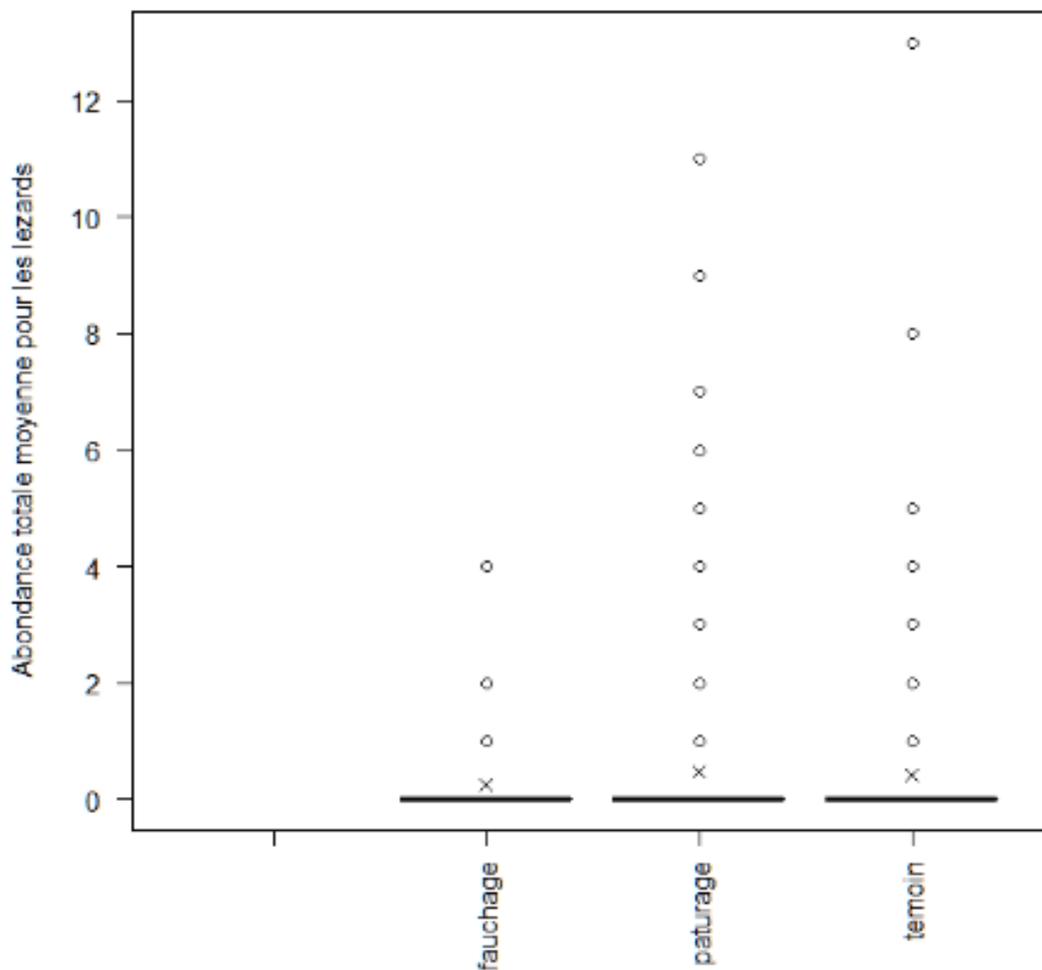


Figure 26 : Boîtes à moustaches de l'abondance totale moyenne des lézards en fonction du type de gestion

Abondance totale moyenne des lézards en fonction de la fréquence de gestion de pâturage

La distribution des données selon une loi normale n'est pas appliquée dans le cas présent (Annexe 11), et l'homogénéité des variances n'est pas validée. Au vu du graphique 27, il semblerait que la moyenne pour une fréquence de pâturage de type 2 est plus élevée que les autres fréquences. En effet, le test de comparaison multiple des moyennes confirme cet hypothèse, la moyenne de type 2 étant statistiquement plus élevée que les autres types de fréquence (1.09 lézards pour 10 passages). La fréquence de pâturage semble donc impacter l'abondance totale moyenne des lézards, avec un nombre plus élevé de lézards sur des sites à fréquence de pâturage de type 2 (1x/2ans).

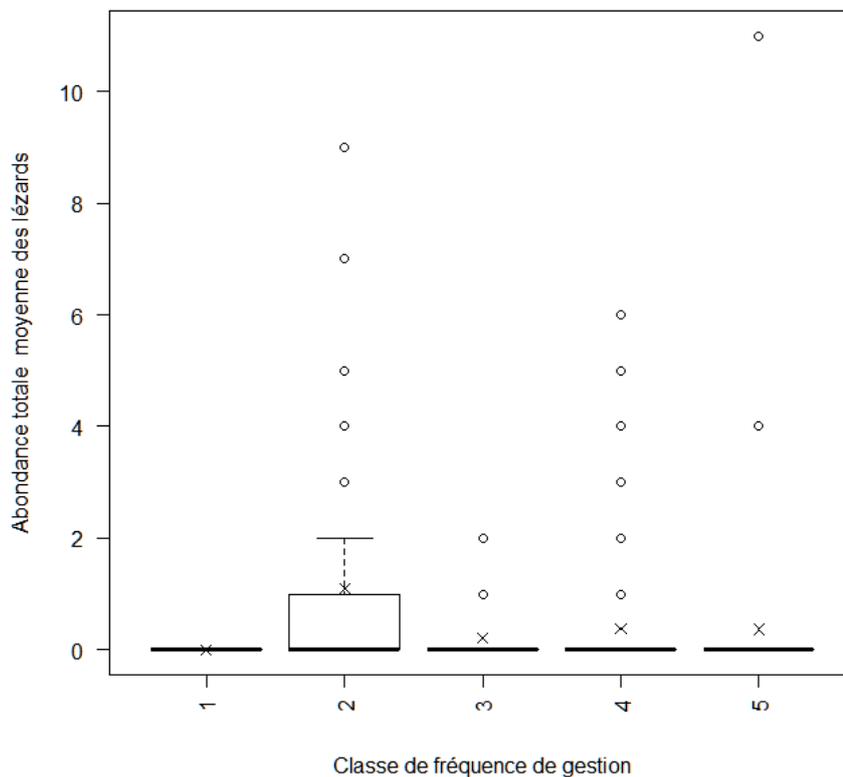


Figure 27 : Boîtes à moustaches de l'abondance totale moyenne des lézards en fonction de la fréquence de gestion de pâturage

1 : 1x/3ans, 2 : 1x/2ans, 3 : 2x/2ans, 4 : 1x/an, 5 : 2x/an

Abondance totale moyenne des lézards en fonction de la période de gestion de pâturage

Dans le cas suivant, la distribution des données ne suit pas une loi normale (Annexe 12), et l'homogénéité des variances est respectée. Le graphique 28 met en évidence des moyennes relativement proches, quelle que soit la période de gestion de pâturage. Le test de comparaison multiple des moyennes confirme cette hypothèse ($p > 0.05$). La période de gestion de pâturage ne semble donc pas impacter l'abondance moyenne des lézards.

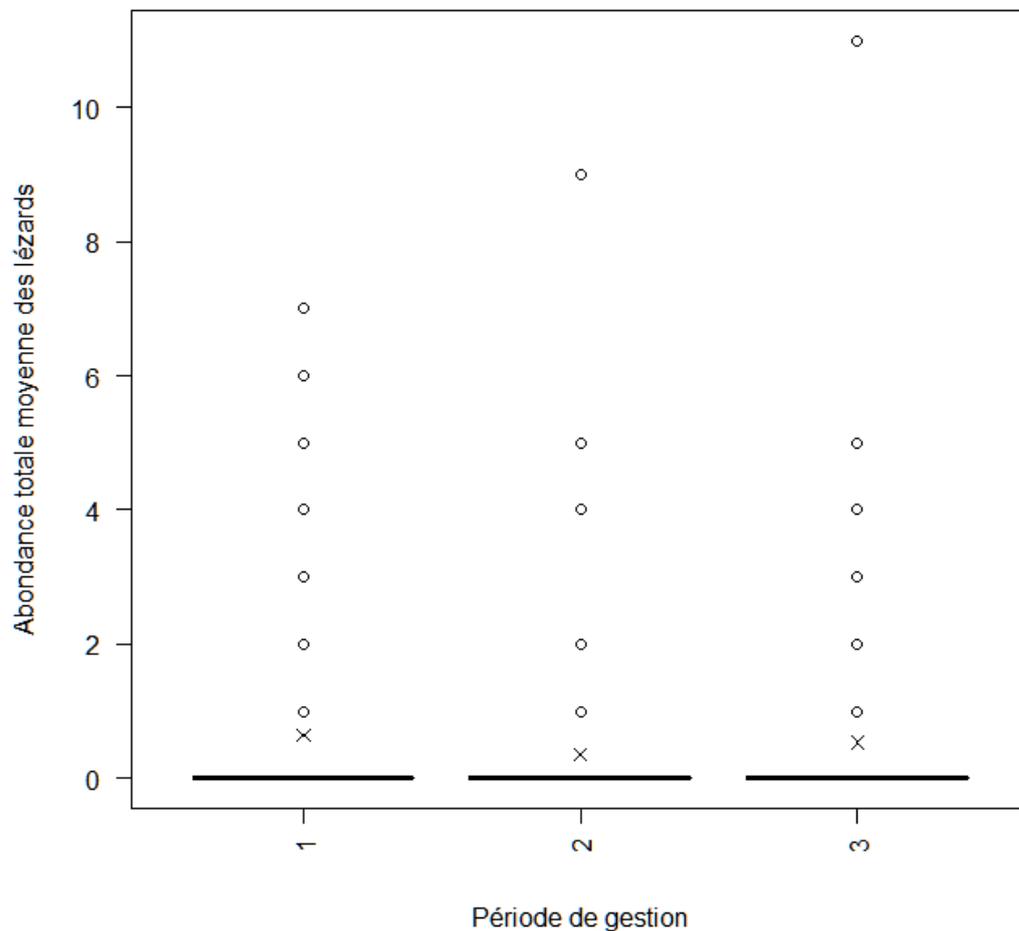


Figure 28 : Boîtes à moustaches de l'abondance totale moyenne des lézards en fonction de la période de gestion de pâturage

1 : Avril/Mai/Juin, 2 : Juillet/Août, 3 : Septembre/Octobre/Novembre

Abondance totale moyenne des serpents en fonction du type de gestion

La distribution des données ne suit pas une loi normale (Annexe 13), et les variances ne sont pas homogènes. Le graphique 29 montre que la moyenne pour les sites témoins (0.47) est plus élevée par rapport aux sites ayant un mode de gestion de fauchage (0.16) ou de pâturage (0.26). Le test de comparaisons multiples des moyennes confirme statistiquement cette hypothèse, les sites témoins ayant une abondance totale moyenne sur 10 passages plus élevée (0.47 individu).

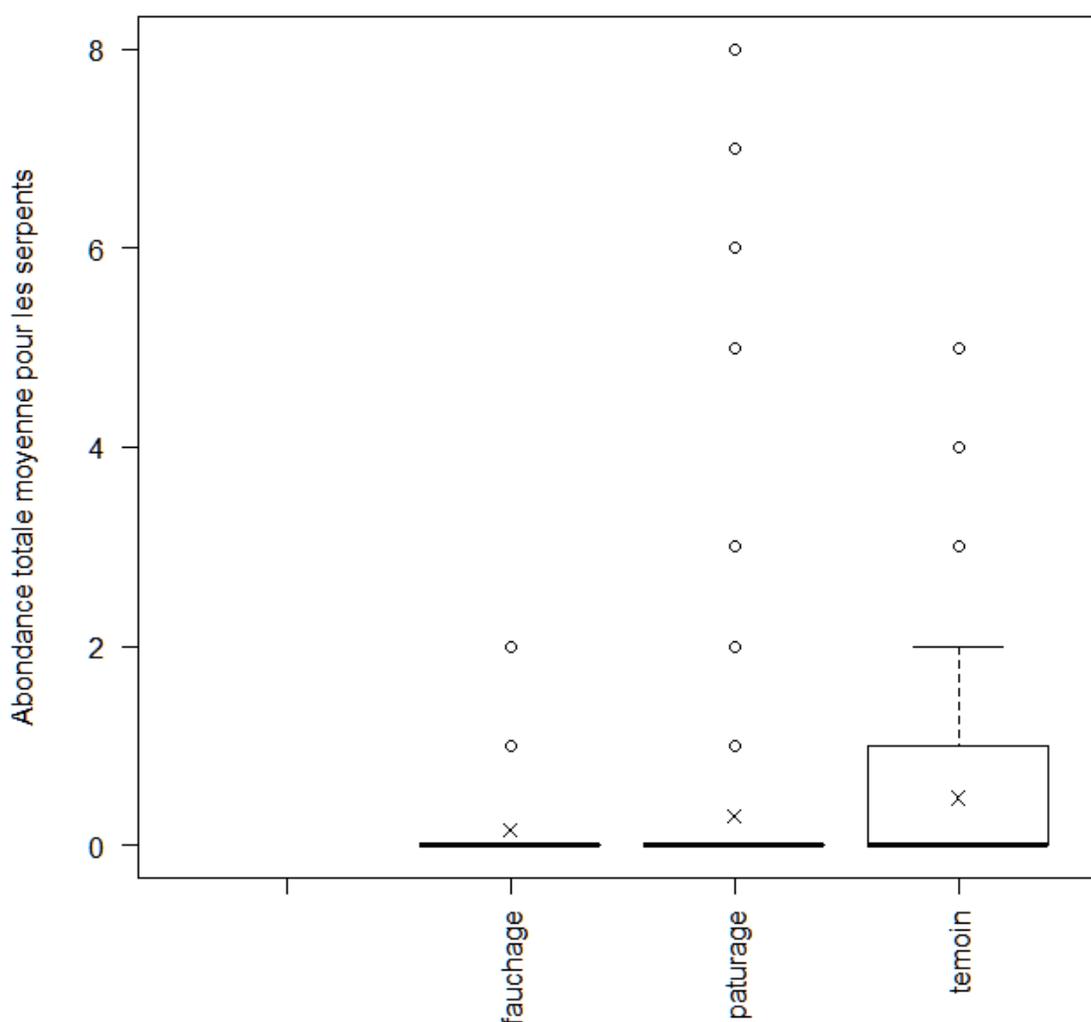


Figure 29 : Boîtes à moustaches de l'abondance totale moyenne des serpents en fonction du type de gestion

Abondance totale moyenne de serpents en fonction de la fréquence de gestion de pâturage

Dans ce cas-ci, la distribution selon une loi normale n'est pas respectée (Annexe 14), à l'inverse de l'homogénéité des variances qui n'est pas rejetée. Le graphique 30 présente des moyennes faibles, avec de nombreuses valeurs aberrantes. Le test de comparaisons multiples de moyennes indique que toutes les moyennes sont statistiquement égales. La fréquence de gestion de pâturage ne semble donc pas impacter l'abondance totale moyenne de serpents.

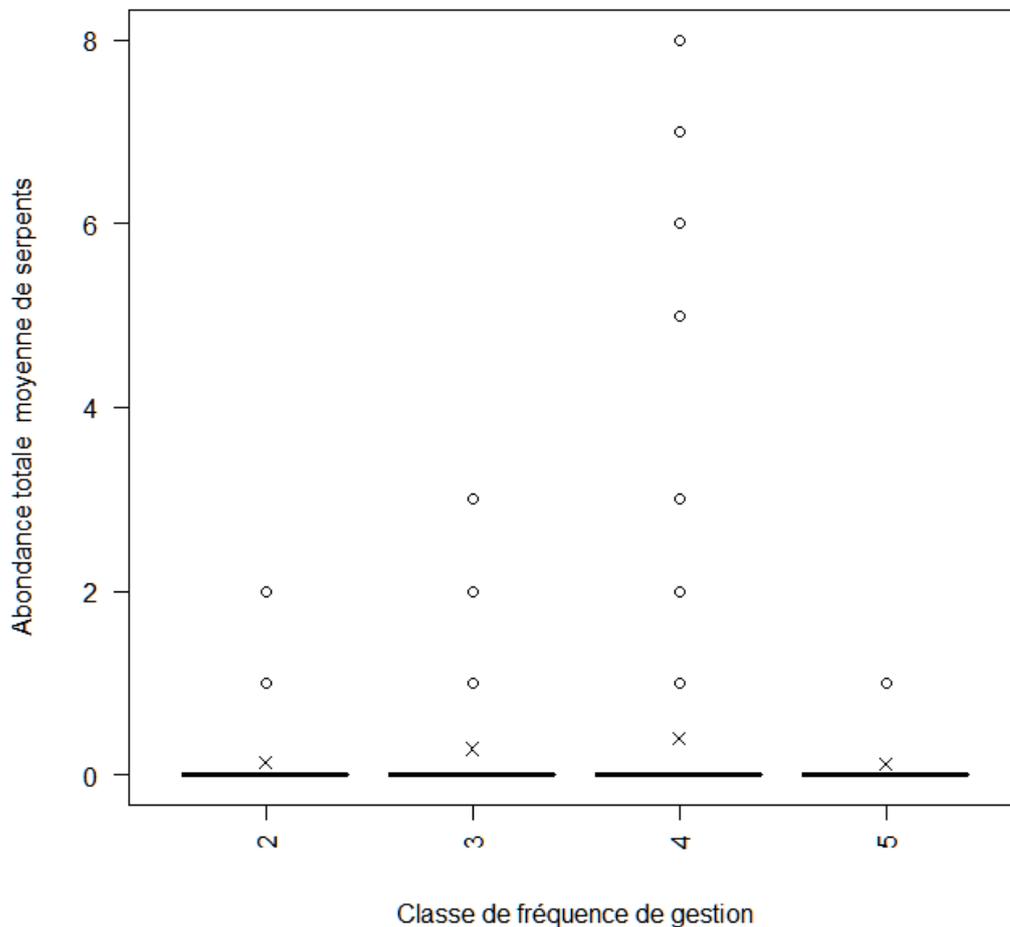


Figure 30 : Boîtes à moustaches de l'abondance totale moyenne de serpents en fonction de la fréquence de gestion de pâturage

1 : 1x/3ans, 2 : 1x/2ans, 3 : 2x/2ans, 4 : 1x/an, 5 : 2x/an

Abondance totale moyenne de serpents en fonction de la période de gestion de pâturage

La distribution des données dans le cas présent ne suit pas une loi normale (Annexe 15), et, les variances sont homogènes. Le graphique 31 montre que les moyennes sont relativement égales entre les différents périodes de gestion. Ceci n'est d'ailleurs pas réfuté par le test de comparaisons multiples de moyennes. La période de gestion de pâturage ne semble donc pas impacter sur l'abondance totale moyenne de serpents.

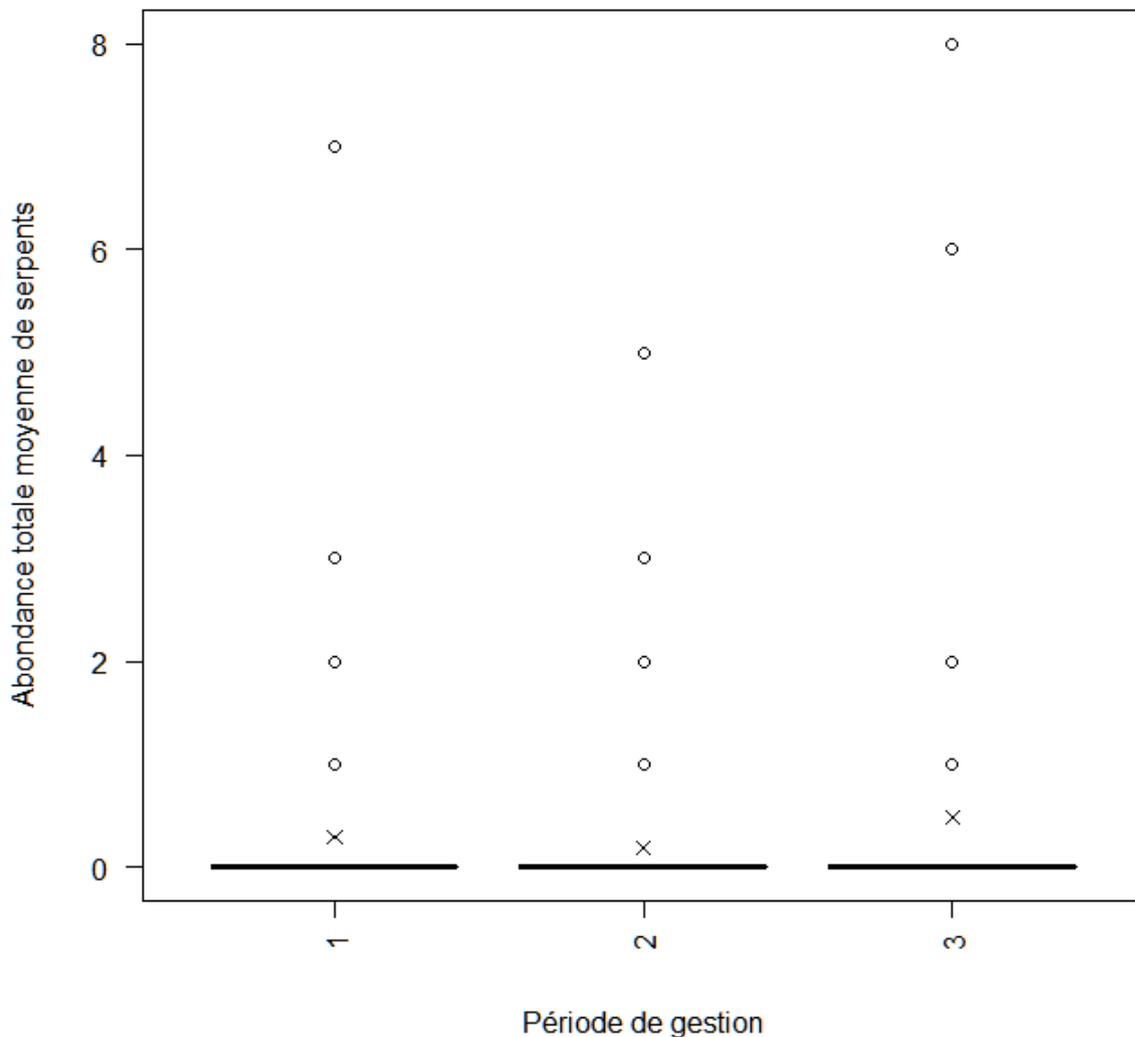


Figure 31 : Boîtes à moustaches de l'abondance totale moyenne de serpents en fonction de la période de gestion de pâturage

1 : Avril/Mai/Juin, 2 : Juillet/Août, 3 : Septembre/Octobre/Novembre

Secondes analyses

Analyse sur l'abondance totale moyenne

L'exploration graphique (Annexe 16) et l'analyse des VIFs montrent de fortes corrélations entre certaines variables :

- « pr5 » et « de5 » sont corrélées négativement (VIFs = 40 et 61) (pelouse rase et début enrichissement)
- « p2 » (pâturage) est corrélée positivement avec « charge », « moutons », « periode » et « durée » (VIFs = 169 pour p2 et 111 pour période)
- « f2 » (fauchage) à l'inverse est corrélée négativement avec ces 4 variables liées au pâturage.

Les variables prises à la fois à 5m et à 10m sont fortement corrélées, du fait que le milieu ne varie que très peu à cette distance. Ces variables fortement corrélées entre elles ne sont pas toutes incluses dans le modèle initial, car elles pourraient masquer des effets provenant d'autres variables.

La création du modèle premier complet comprend donc les variables explicatives suivantes :

```
mod=glmer(Abondance2~duree+p5+e5+pr5+bm5+ra5+t5+f5+dp+tg+(1|Sites),  
          data=data2, family=poisson(link=log))
```

(p : pente, e : écotone, pr : pelouse rase, bm : bois mort, ra : rocher affleurant,
t : touradons, f : fourré, dp : densité de plaques, tg : type de gestion)

Les graphes des résidus (Figure 32 et 33) montrent que les résidus suivent approximativement une loi normale de variance homogène. Par ailleurs, le modèle semble représentatif des valeurs observées, au vu du R² et de l'allure de la courbe. La linéarité des variables est respectée pour chacune d'entre elles.

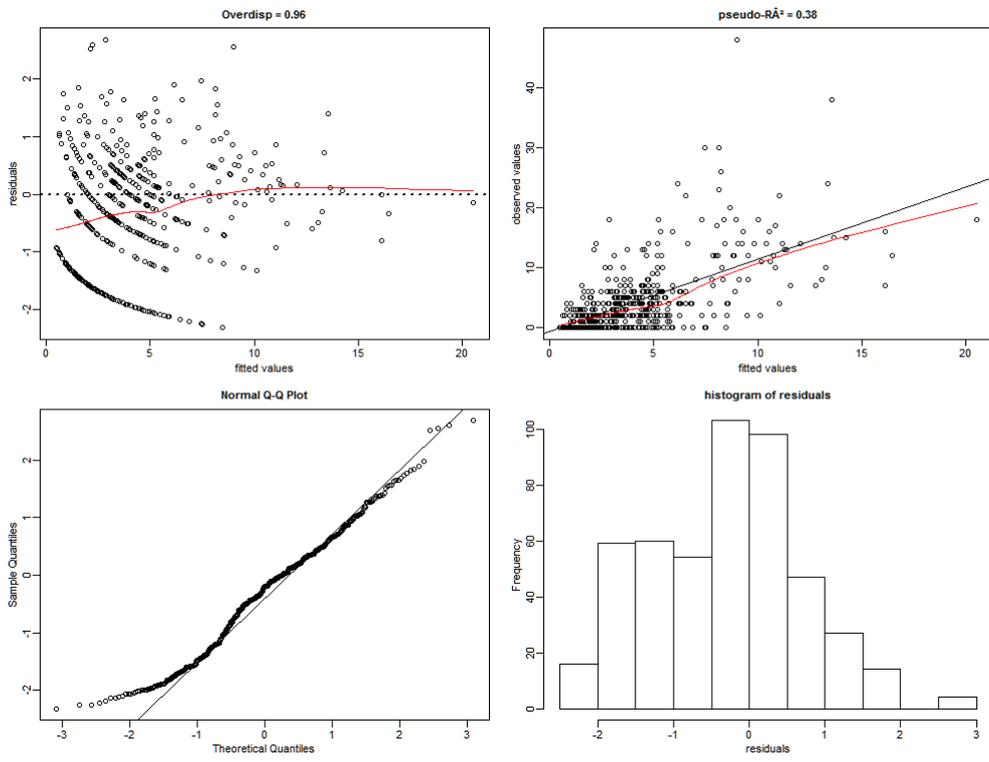


Figure 32 : Graphiques de gauche en haut à droite en bas :
 Graphique des valeurs prédites en fonction des résidus,
 Graphique des valeurs prédites en fonction des valeurs observées,
 Graphique QQNorm (Quantiles théoriques en fonction de quantiles échantillonnés)
 Histogramme des résidus

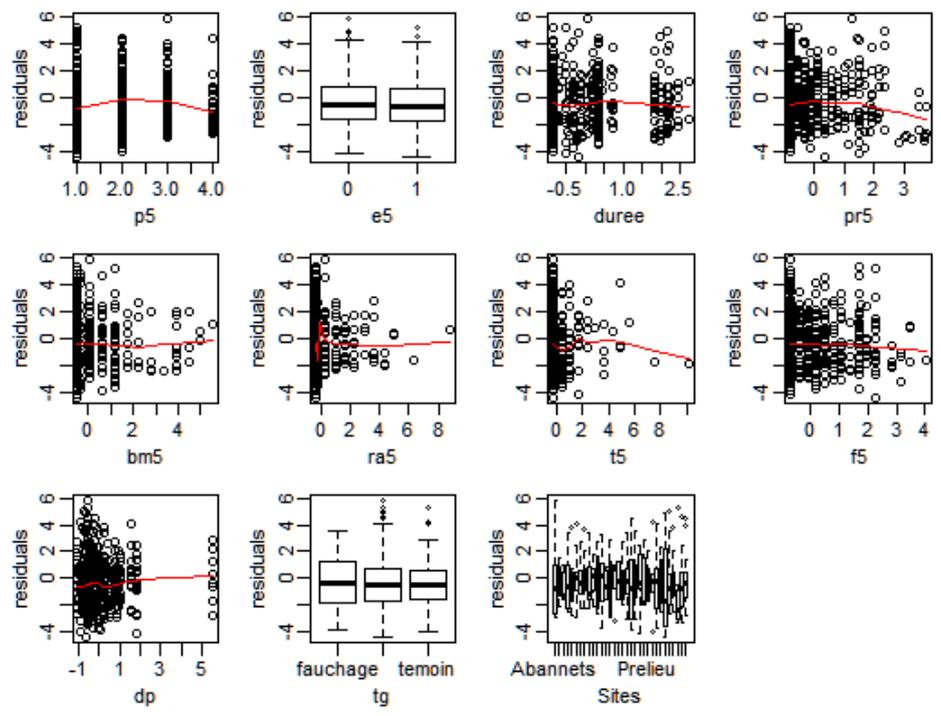


Figure 33 : Graphiques des résidus en fonction de chacune des variables du modèle estimé

L'output obtenu pour la sélection du/des modèles (fonction *model.select*) est présenté dans le tableau ci-dessous :

Tableau 5 : Résultat de la sélection de modèle

<i>model.es</i>	<i>AICc.delta</i>	<i>AICc.w</i>	<i>sum.w</i>
<i>p5+ e5+ duree+ pr5+ bm5+ f5+ dp+ tg</i>	0	0.256	0.158
<i>p5+ e5+ duree+ pr5+ bm5+ ra5+ f5+ dp+ tg</i>	1.847	0.102	0.312

Les variables présentes dans les deux modèles ayant un *AICc.delta* < 2 ont toutes un poids *w* supérieure à 0.5, à l'exception de la variable « *ra5* ». Le modèle final utilisé sera donc le premier proposé par l'output.

Le « *summary* » du modèle (Abondance totale ~ *p5+ e5+ duree+ pr5+ bm5+ f5+ dp+ tg*) permet donc d'observer les variables ayant un effet significatif sur l'abondance totale moyenne (Tableau 6) et d'avoir un « *estimate* » d'abondance en fonction des variables prédictrices (attention valeur log, il faut utiliser sa fonction inverse pour avoir des valeurs « correctes »).

Tableau 6 : Output de la fonction "summary

AIC	BIC	logLik	deviance	df.resid	
2961.4	3007.4	-1469.7	2939.4	471	
Random effects:					
Groups	Name	Variance	Std.Dev.		
Sites	(Intercept)	0.7819	0.8842		
Number of obs: 482, groups: Sites, 32					
Fixed effects:					
Estimate	Std. Error	z value	Pr(> z)		
(Intercept)	2.30571	0.20453	11.273	< 2e-16	***
p5	-0.12898	0.03753	-3.437	0.000589	***
e51	0.26749	0.05992	4.464	8.03e-06	***
duree	0.63347	0.11039	5.739	9.54e-09	***
pr5	-0.16999	0.02499	-6.802	1.03e-11	***
bm5	-0.06054	0.02471	-2.450	0.014295	*
f5	-0.05750	0.02680	-2.146	0.031895	*
dp	-0.08816	0.04192	-2.103	0.035468	*
tgfauchage	-0.67195	0.18664	-3.600	0.000318	***
tgpaturage	-1.05102	0.16383	-6.415	1.41e-10	***

Dans le cas de l'abondance totale, 3 variables ont un effet positif sur la variable réponse : « *e51* » qui indique la présence d'écotone, « *duree* » qui fait référence à la durée de pâturage et enfin les types de gestion « *paturage* » et « *fauchage* ». A l'inverse, la pente (« *p5* »), et la pelouse rase (« *pr5* ») ont un effet négatif sur la

variable réponse. Les autres variables ont une Pr.value (semblable à la p.value) proche de 0.05 et leur effet sur la variable réponse est moins certain.

La ligne « Intercept » correspond à la valeur de référence pour les types de gestion, à savoir le type de gestion « témoin ». Ainsi, pour estimer l'abondance pour tgfauchage ou tgpatelage par plaque, il faut calculer $\exp(2.30 - 0.6)$ pour fauchage ou -1.05 pour paturage).

La figure 34 permet de visualiser graphiquement l'effet des variables sur la variable réponse. Attention, les valeurs des abscisses sont les valeurs standardisées des variables ((Valeur initiale – moyenne) / écart-type) et les valeurs des ordonnées correspondent à la moyenne d'abondance par plaque sur 10 passages !

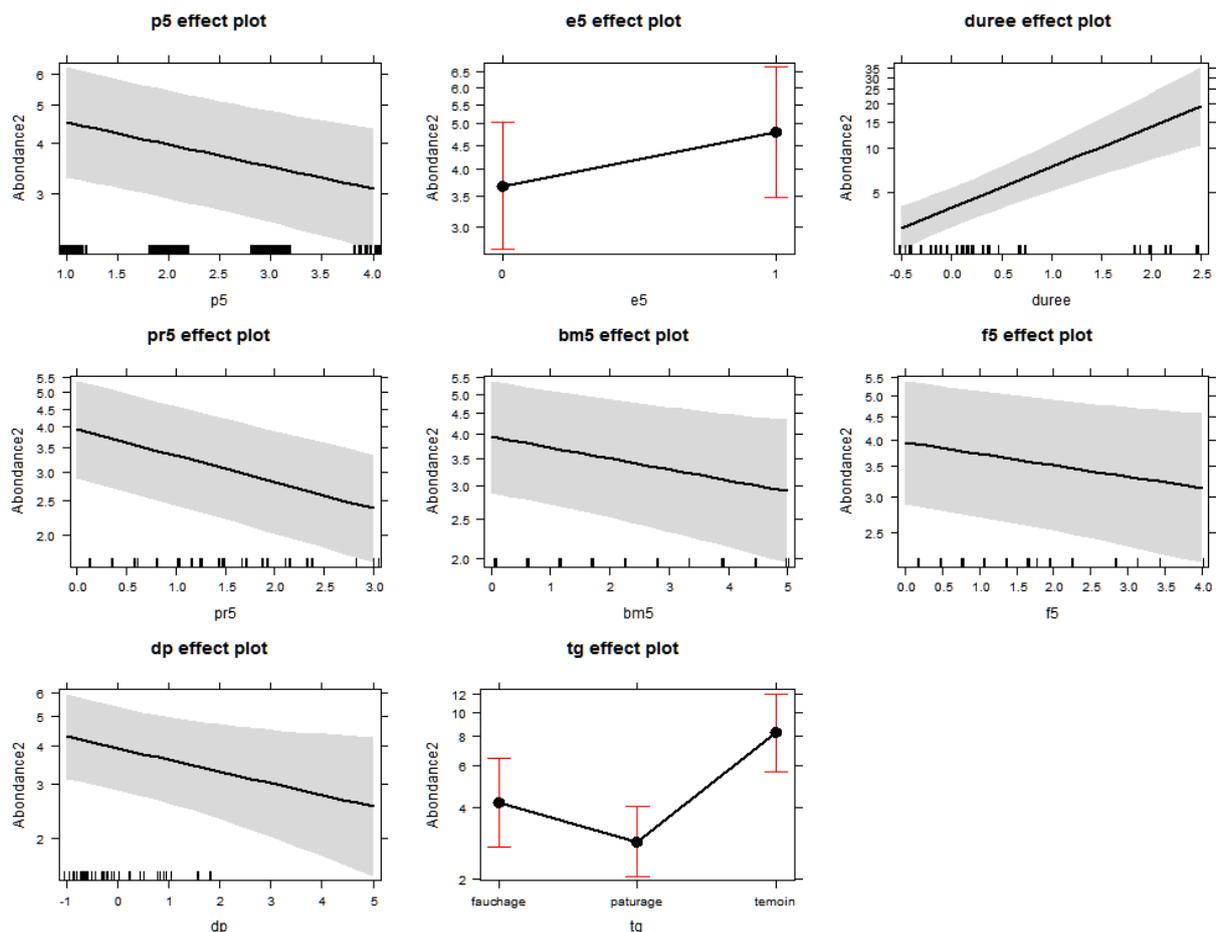


Figure 34 : Graphiques de la variable réponse "Abondance totale moyenne" en fonction de chacune des variables explicatives du modèle

(de gauche à droite et de bas en haut : p5, e5, duree, pr5, bm5, f5, dp, tg)

L'augmentation de la pente et de la surface de pelouse rase diminue l'abondance totale moyenne, tandis que la présence proche d'un écotone, et la gestion « témoin » (absence de gestion) augmente cette dernière.

Concernant la variable « durée » (et ses variables corrélées telles que période, moutons et charge), ses valeurs ne concernent que la gestion de pâturage. Il faut réaliser un autre modèle avec uniquement les données relevées sur des zones pâturées afin d'établir son réel impact. L'effet de la variable est alors diminué et non significative.

Analyse sur l'abondance totale moyenne de l'orvet

La démarche étant identique à celle décrite précédemment, seuls les résultats du modèle final seront présentés, ainsi que tout changement ou non-respect des présupposés liés aux GLM.

Le résultat du « *model.select* » (AICC.delta, *w* des variables explicatives...) sur le modèle initial a permis d'établir le meilleur modèle, avec les variables explicatives les plus supportées par les données :

```
mod2=glmer(Afc2~p5+tg+e5+duree+pr5+f5+dp+(1|Sites),
           data=data2, family=poisson(link=log))
```

Le *summary* du modèle et les graphiques liés donnent les informations suivantes (Tableau 7 et Figure 35) : la pente, le pâturage, la surface de pelouse rase et la densité de plaque ont un impact négatif sur l'abondance totale moyenne d'orvets. Inversement, les variables écotone (présence d'écotone proche) et la durée ont un impact positif.

Tableau 7 : Output de la fonction « *summary* »

	AIC	BIC	logLik	deviance	df.resid
	2715.0	2756.8	-1347.5	2695.0	472
Random effects:					
Groups Name		Variance	Std.Dev.		
Sites (Intercept)		1.259	1.122		
Number of obs: 482, groups: Sites, 32					
Fixed effects:					
	Estimate	Std. Error	z value	Pr(> z)	
(Intercept)	2.25714	0.25082	8.999	< 2e-16	***
p5	-0.16524	0.04329	-3.817	0.000135	***
tgfauchage	-0.60340	0.21684	-2.783	0.005391	**
tgpaturatione	-1.37109	0.19614	-6.990	2.74e-12	***
e51	0.32432	0.06935	4.677	2.91e-06	***
duree	0.91772	0.14344	6.398	1.58e-10	***
pr5	-0.14630	0.02768	-5.286	1.25e-07	***
f5	-0.05993	0.02996	-2.000	0.045476	*
dp	-0.12544	0.04711	-2.663	0.007751	**

L'évaluation de l'effet de la variable « *duree* » sur le jeu de données comprenant uniquement les sites pâturés indiquent que celle-ci a toujours un impact négatif significatif sur l'abondance totale moyenne.

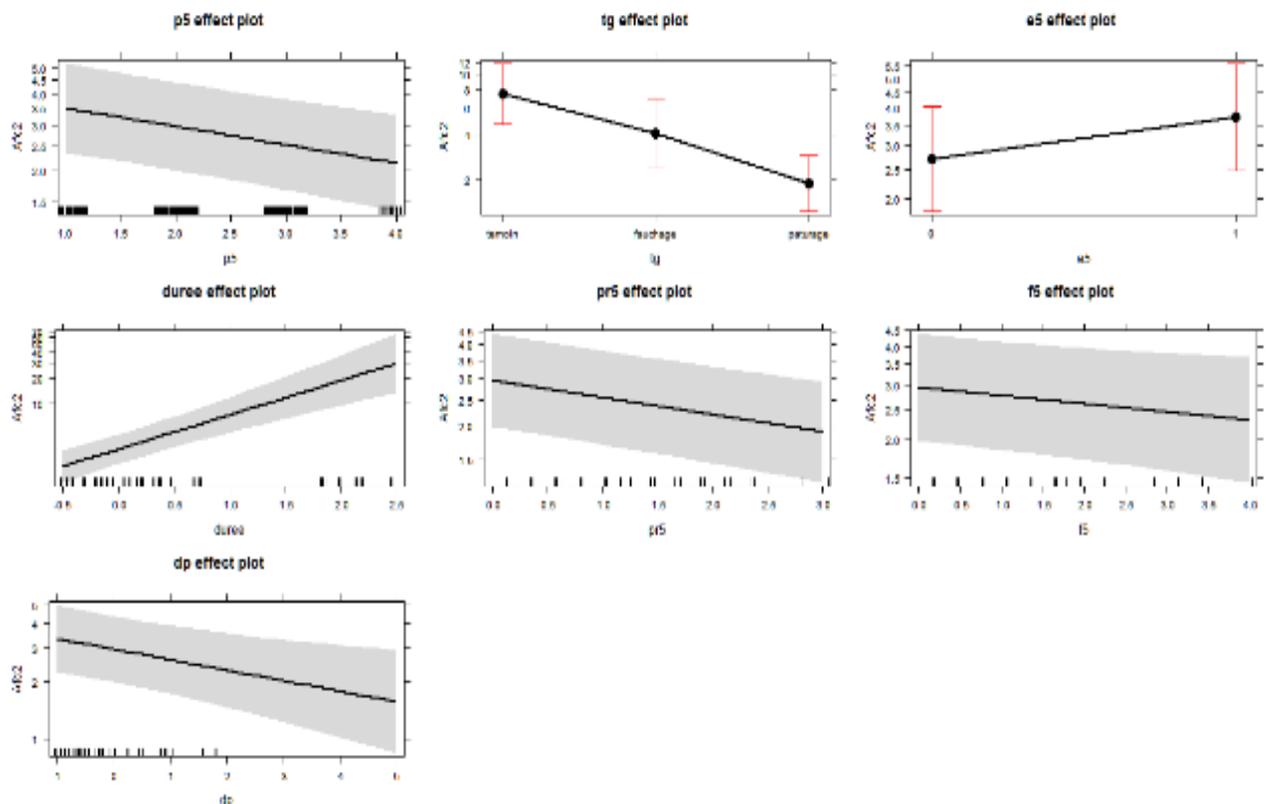


Figure 35 : Graphiques de la variable réponse "Abondance totale moyenne de l'orvet" en fonction de chacune des variables explicatives du modèle
(de gauche à droite et de bas en haut : p5, e5, duree, pr5, bm5, f5, dp, tg)

Analyse sur l'abondance totale moyenne spécifique

Dans le cas d'analyse sur l'abondance totale moyenne spécifique, ni l'utilisation de GLMM à modèle de Poisson, ou de ZINB (Zero Inflated Negative Binomial) n'ont donné de résultats cohérents et significatifs. Ceci peut sûrement se justifier par un trop grand nombre de zéros dans le jeu de données et par le choix et relevé des variables.

Analyse sur l'abondance totale moyenne des lézards

Un modèle ZINB est utilisé afin d'analyser la variable réponse en fonction des variables explicatives. Afin de pouvoir obtenir le meilleur modèle, les AIC de chacun des modèles produits sont comparés. Le modèle avec l'AIC le plus faible est alors le modèle le plus adapté aux données. Ici, le meilleur modèle se présente de la manière suivante :

```
mod3=zeroinfl(Lezardc.1~p5+e5+bm5+t5+de5+duree+dp+tg+(1/Sites),dist="n  
egbin", data=data2)
```

Le « *summary* » de l'analyse permet de mettre en évidence certains effets de variables (Tableau 8).

Tableau 8 : Output du *summary* de l'analyse ZINB

Count model coefficients (negbin with log link):					
	Estimate	Std. Error	z value	Pr(> z)	
(Intercept)	-2.24393	0.56227	-3.991	6.58e-05	***
p5	0.89088	0.21194	4.203	2.63e-05	***
e51	1.19693	0.34561	3.463	0.000534	***
bm5	-0.09889	0.26359	-0.375	0.707523	
t5	0.18544	0.22228	0.834	0.404127	
de5	0.33076	0.16198	2.042	0.041149	*
duree	0.01049	0.20239	0.052	0.958653	
dp	-0.31250	0.21715	-1.439	0.150124	
tgfauchage	-1.16968	0.57121	-2.048	0.040587	*
tgpatelage	-0.59170	0.49176	-1.203	0.228891	

Il ressort de l'output de l'analyse que la pente, l'écotone et le début d'enrichissement ont un effet significatif positif sur la variable réponse. A l'inverse, le fauchage semble avoir un impact négatif sur l'abondance total moyen de lézards. Concernant la partie sur le modèle binomial pour les valeurs zéros, aucune variable n'a montré un quelconque effet (pas de variables induisant une valeur 0 et donc l'absence d'observations).

Analyse sur l'abondance totale moyenne de serpents

L'analyse ZINB et méthode d'utilisation est identique à celle utilisée précédemment. Le modèle GLM qui en ressort le plus adapté au jeu de données est :

*zeros=zeroinfl(Serpentc.1~p5+duree+pr5+de5+ra5+f5+dp+tg+(1/Sites),
dist="negbin", data=data2)*

Le résultat de l'analyse est présenté dans la figure suivante 41. L'output de l'analyse permet d'observer un effet négatif de la pente et du fourré, ainsi que du fauchage et du pâturage. Les « *Pr* » de ces deux dernières variables sont toutefois très proches de la limite de 0.05). Il en est de même pour l'effet positif de la variable « *rochers affleurant* ».

Tableau 9 : Output du summary de l'analyse ZINB

Count model	coefficients (negbin with log link):			
	Estimate	Std. Error	z value	Pr(> z)
(Intercept)	0.6784	0.4595	1.476	0.13990
p5	-0.4372	0.1490	-2.934	0.00335 **
duree	0.1737	0.2039	0.852	0.39425
pr5	0.2657	0.2106	1.262	0.20708
de5	-0.2915	0.1776	-1.641	0.10071
ra5	0.3843	0.2099	1.831	0.06710 .
f5	-0.3324	0.1354	-2.454	0.01411 *
dp	-0.1216	0.1307	-0.931	0.35210
tgfauchage	-0.8634	0.4438	-1.945	0.05173 .
tgpatelage	-0.6951	0.3932	-1.768	0.07713 .

Discussion

Espèces inventoriées

L'orvet (*Anguis fragilis*) est l'espèce qui a été contactée le plus grand nombre de fois. En effet, sur le nombre total d'observations de reptiles, l'orvet en représente plus de 75% (1258). Celui-ci est présent sur l'ensemble des sites, qu'ils soient pâturés, fauchés ou sur des sites témoins. Ceci peut s'expliquer par sa fréquentation d'habitat : l'orvet, bien que non ubiquiste, fréquente une grande variété de milieux, qu'ils soient secs ou humides, naturels ou artificiels, ouverts ou fermés. Il est par ailleurs en Wallonie, le reptile le plus répandu de la région. Son observation a toujours été sous une plaque, du fait que ce reptile a une mœurs bien particulière. Son mode de vie semi-fouisseur lui permet de se tenir caché des prédateurs et profite de la chaleur emmagasinée par tout type de débris au sol (bois mort, pierres, toles, sacs...). Ces zones de refuge leur fournissent à la fois une zone de chaleur, accompagnée d'un gradient d'humidité (Arnold & Ovenden 2014; Jacob et al. 2007; Graitson 2009).

La coronelle lisse (*Coronella austriaca*) a été observée sur 20 sites au cours des deux années d'inventaires (7 sites sur la région de Lesse et Lomme et 13 sites sur la région de Viroin et Dinant). Bien qu'elle soit présente sur un grand nombre de sites, elle fut principalement découverte au niveau des transects témoins ou, dans le cas de zones pâturées, toujours au niveau d'abris naturels ou artificiels (sous plaques ou sous pierres). Les contacts effectués en strate herbacée n'ont été permis qu'au niveau des zones enfrichées, présentant un fort développement de la strate végétale basse. Ces zones étaient soit témoin, soit peu pâturées au vu de la difficulté d'accès pour le bétail.

En termes de nombre de coronelles par plaque et par passage, les deux régions sont équivalentes, avec un chiffre de 0.03 individu en moyenne. L'estimation d'effectif d'individus par CMR a toutefois montré une légère différence d'individus à l'hectare : 3 à 4 individus/ha sur la région du Viroin et Dinantais, et 2.4 à 3.4 individus à l'hectare pour la région de Lesse et Lomme. Les sites secs et rocheux (par exemple, les anciennes carrières abandonnées de la Vaucelle, de Saint-Anne...) montrent une densité à l'hectare bien plus élevées que les pelouses calcaires, atteignant jusqu'à 7

individus à l'hectare. Ainsi, bien que la densité de ces sites carriers ou rocheux ou témoins ne montrent pas une densité optimale (10 à 40 individus à l'hectare - Vacher & Geniez 2010), elle n'en reste pas moins supérieure aux sites pâturés (1.5 à 2 individus à l'hectare calculé) qui correspondent à des milieux sub-optimaux faiblement peuplés (0.2 à 3 individus à l'hectare - Vacher & Geniez 2010).

Le site des Pairées est une « exception », du fait que sa densité à l'hectare calculée est de 3.4 à 5.4 individus à l'hectare. La grande majorité des observations a été faite au niveau d'une zone bien précise du site : un renforcement dans le sol a mis à nu des affleurements rocheux et des tas de pierres en nombre sur une dizaine de mètres. Plus de 90% des observations de coronelles sur les Pairées ont été effectuées sur ce micro-habitat, et sous des pierres.

Cette différence de densité s'explique par ses préférences d'habitats. En effet, la coronelle est un individu xero-thermophile, préférant les endroits chauds et secs. Les zones rocheuses et rocailleuses des carrières leurs fournissent ainsi des supports d'exposition à réchauffement rapide. Les pelouses calcaires peuvent répondre elles aussi aux « critères » de présence de l'espèce, si elles possèdent une diversité de la strate herbacée lui permettant de se camoufler, ainsi qu'une succession de zones ouvertes et fermées pour s'exposer et s'abriter (Arnold & Ovenden 2014; Graitson 2009; Jacob et al. 2007). Ceci justifie ainsi les observations faites lors des relevés en pelouses calcaires, au niveau des zones témoins, enfrichées, ou en bordure de lisière et écotone, qui présentent un faciès à nombreux micro-habitats. Cela démontre de plus la primordialité des zones refuges ou de diversité d'habitats (pierriers) au sein des sites pâturés ou fauchés pour cette espèce.

Les lacertidés ont été détectés sur 18 sites inventoriés. Toutefois, les sites d'observations sont relativement distincts pour le lézard des murailles (*Podarcis muralis*) ou le lézard vivipare (*Zootoca vivipara*). En effet, le lézard des murailles a été observé uniquement sur la région du Viroin et Dinantais et principalement sur les sites carriers. En effet, ces sites présentent de nombreuses parois rocheuses et pierriers, qui sont l'habitat majeur de cette espèce : les affleurements rocheux, carrières et voies ferrées représentent environ 90% des stations de présence du lézard des murailles (Jacob et al. 2007). Certains sites de la région de Lesse et

Lomme auraient pu abriter cette espèce au vu des caractéristiques de l'habitat, comme par exemple, la Grande ou Petite Tinaimont.

A l'inverse, le lézard vivipare est présent sur un nombre plus important de sites dans la région de Lesse et Lomme que sur la région du Viroin et Dinantais. Bonnerieu et Champ d'Al Vau, ainsi que les sites de Lesse et Lomme, sont des zones plus humides, avec des zones fortement enfrichées et/ou à strate herbacée développée. Ces milieux hétérogènes et/ou avec une lisière en bordure des sites, sont des milieux propices à l'espèce (Arnold & Ovenden 2014; Jacob et al. 2007). En termes d'abondance d'individu, le Champ d'Al Vau est un cœur important de distribution de l'espèce (avec 81 individus observés) ; le plus gros site de Lesse et Lomme n'ayant donné que 17 observations (Gros Tienne).

Bien que la couleuvre à collier (*Natrix natrix*) soit liée aux milieux humides, celle-ci peut habiter des zones plus thermophiles, pour s'y exposer ou pondre. (Jacob et al. 2007). Quand des zones plus humides sont relativement proches de zones sèches, elle peut être observée au niveau de carrières ou affleurements rocheux. Elle est par ailleurs une des espèces de reptiles les plus erratiques, et peut alors être observée sur des milieux forts éloignés des vallées : son domaine vital varie entre 8 et 30ha pour certains individus (Jacob et al. 2007). Sa présence n'a donc été validée qu'au niveau des sites carriers, chauds et secs de la région du Viroin et Dinantais. Elle cherche toutefois, comme la majorité des reptiles wallons, des zones de lisière, avec un structure complexe de la végétation (ourlets, pierriers, enfrichement...) (Arnold & Ovenden 2014; Graitson 2009; Jacob et al. 2007).

La dernière espèce observée durant les inventaires est la vipère péliade (*Vipera berus*). L'unique site où elle a été contactée est le site des Pairées, sur la région de la Lesse et Lomme. D'autres sites correspondent à ses attentes écologiques, mais leur facteur biogéographique (sites éloignés les uns des autres) ne permet pas aux populations de vipère de les coloniser.

Ce site répond aux préférences écologiques de l'espèce, et de par son faciès, permet sa présence ainsi que sa reproduction. Le milieu, légèrement humide, est peuplé de genévriers qui lui offre une zone de refuge, parsemé de zones dégagées et de zones plus enherbées. Cette diversité de végétation et sa structure sont un des facteurs clefs permettant sa présence. Les individus sont d'ailleurs présents au sein

de l'enclos principal du site, mais aussi sur ses abords. Plusieurs observations ont indiqué son existence au voisinage du chemin principal ainsi qu'au niveau des lisières forestières.

Effectifs de la coronelle lisse (*Coronella austriaca*)

La coronelle lisse est présente sur une grande majorité des sites, bien qu'elle fût repérée en moins grand nombre sur la région de la Lesse et Lomme.

Cependant, certains sites n'ont présenté que des individus juvéniles, comme à Bonnerieu ou Spineu, malgré une forte pression de recherche. Ces sites ne possèderaient donc pas de populations reproductrices, et les jeunes ne seraient que des individus erratiques se dispersant après naissance.

Dans la grande majorité des sites, le nombre d'individu observé est très faible, se limitant à 2 ou 3 individus. Ceci indique que ces populations restent très fragiles et isolées les unes des autres.

Les grandes populations de coronelles se situent sur des zones témoins, sur des sites carriers abandonnés ou sur des sites pâturés présentant une abondance de micro-habitats (pierriers principalement).

Ceci est fort interpellant concernant la gestion des pelouses calcaires : la coronelle lisse, espèce phare de ces milieux, est en abondance plus faible sur ces territoires gérés et protégés (Réserve Naturelle), comparé aux sites non protégés et non gérés abritant cette espèce.

Sites d'inventaire

Les six sites présentant 4 espèces observées différentes de reptiles (orvet, coronelle, lézard vivipare ou des murailles et couleuvre à collier) sont ceux de la région du Viroin et Dinantais. Les milieux carriers, xéro-thermophiles, ou les sites témoins permettent la présence de ces espèces, qui recherchent à la fois des zones de chaleur mais aussi des zones légèrement plus humides (à l'exception du lézard des murailles). La grande superficie de ces sites permet ainsi d'avoir une variété de milieux avec de nombreux micro-habitats, allant de zones de pierriers et

affleurements rochers à des zones enfrichées enherbées, avec une succession de milieux ouverts et de lisières.

Pour la région de la Lesse et Lomme, le constat est identique : les sites témoins ou les zones présentant une diversité d'habitats abritent 3 espèces de reptiles (orvet, coronelle, lézard vivipare ou vipère péliade). Inversement, les sites ne comptant qu'une espèce (l'orvet) sont des zones peu propices à une diversité d'espèces : homogénéité du paysage et du substrat (pelouse relativement rase), une forte pente, une absence de zones fermées créant des refuges...

Toutefois, il faut mettre en réserve l'inventaire spécifique complet des sites. En effet, bien que les sites ne répondent pas à toutes les exigences écologiques de toutes les espèces, certains d'entre eux présentent malgré tous des habitats propices pour plusieurs espèces. Plusieurs raisons peuvent expliquer cette « absence » de contact d'espèces sur certaines zones :

- La situation géographique du site peut empêcher sa colonisation par certaines espèces de reptiles. Dans le cas d'absence d'une continuité écologique spatiale et temporelle, le déplacement et colonisation des individus sont restreints. Le site est alors isolé, ne facilitant pas l'échange et le brassage du pool d'individus.
- Les conditions climatiques sont reconnues pour avoir un rôle important pour la probabilité d'observation des espèces de reptiles (Arnold & Ovenden 2014; Graitson 2009; Jacob et al. 2007). En effet, ils sont dépendants de leur milieu pour thermoréguler. Des températures trop froides ne permettent pas aux reptiles de se mouvoir facilement, et reste alors réfugié sous leurs abris. Inversement, des températures trop chaudes et un ensoleillement trop important sont réfractaires à leur exposition, préférant rester à l'abri des rayons du soleil. Seul le lézard des murailles est capable de s'exposer pleinement au soleil lors des périodes chaudes estivales, où les températures sont analogues à sa température corporelle (34°C - Jacob et al. 2007; Vacher & Geniez 2010). Les vents froids et humides du Nord et de l'Est ne sont pas non plus des conditions climatiques propices à l'observation des reptiles. Le vent froid va diminuer la température du milieu et les reptiles vont ressentir cette baisse de température par contact avec leur corps. La pluie est aussi un

facteur climatique à prendre en compte : effectuer un relevé lors de précipitations ne permettra pas l'observation d'individus. Toutefois, l'alternance de période de pluie et d'éclaircies sont optimales pour réaliser les inventaires. Les reptiles vont profiter des éclaircies pour s'exposer aux rayons du soleil afin d'emmagasiner un maximum d'énergie. Suite à une période de pluie, ils sont par ailleurs plus lents et moins mobiles, permettant une observation plus facile des individus.

- La détectabilité des reptiles par l'observateur est aussi un facteur jouant sur le bon échantillonnage du milieu. En effet, les reptiles ont tendance à s'exposer au niveau de zone de refuge proche, leur permettant de s'échapper au moindre danger. Leur capacité de camouflage (comme la coronelle) leur assure de plus un moyen d'éviter d'être repéré facilement. L'observateur peut donc ne pas observer l'espèce ou l'individu, alors que celui-ci est bien présent sur le site. Par exemple, sur le site du Tienne d'Aise, la coronelle a été rapportée comme présente, mais n'a toutefois pas été observée lors des relevés de 2016.

Cas du site des Pairées

Le site des Pairées est l'unique site inventorié où la vipère péliade est présente. La taille de la population est connue et importante, l'inventaire de 2016 ayant déjà permis l'observation de 11 individus adultes. Toutefois en Wallonie, l'espèce est principalement concentrée au niveau du bassin de la Haute-Meuse et de ses affluents. Son abondance et sa réelle distribution sont peu connues, et les quelques populations avérées sont considérées comme des populations lacunaires (ilots de population isolés les uns des autres).

L'analyse des effectifs de coronelles par CMR (Capture Marquage Recapture) a montré une population importante sur ce site. En effet, la taille de la population est estimée de 26 à 130 individus, selon le modèle utilisé. Bien que cette espèce fût principalement observée au niveau de pierriers, elle a aussi été aperçue en pleine exposition dans des zones enfrichées, où la hauteur de la strate herbacée lui permettait de se dissimuler.

D'anciennes données ont affirmé la présence du lézard vivipare, malheureusement aujourd'hui absent du milieu. Sa disparition a pu être causée par un changement de milieu trop important, devenu moins enrichi suite à la mise en place d'une gestion de pâturage. De plus, si la population était relativement critique, la sur-prédation par la vipère et la coronelle ont pu affaiblir grandement les chances de survie de cette espèce.

Ce site est donc d'un intérêt premier pour les deux espèces typiques des pelouses calcaires. En effet, ce site paisible (clôturé et enclos principal peu fréquenté) permet la reproduction de ces deux espèces, en plus de l'orvet, malgré que le milieu soit pâturé. Un phénomène ressort de ces observations, lorsque l'on compare les milieux pâturés et fauchés aux témoins. Au niveau des zones témoins, les reptiles comme la coronelle sont observés dans des milieux enrichis « à l'abandon », ou au niveau de lisière forestière. La végétation leur procure à la fois protection avec des fourrés et massif épineux et zone d'exposition avec des percées dans la végétation. Dans le cas des pelouses gérées, les individus sont majoritairement observés au niveau de zone de refuge (pierriers, rocher affleurant, reliquat de fourré ou massif épineux). Les uniques observations réalisées en pleine pelouse n'ont été possible qu'avant la mise en pâturage de la zone ou sur des zones où le bétail ne pouvait accéder, laissant une végétation au sol plus importante.

Un second phénomène a de plus été observé concernant les vipères péliades. Les individus sont généralement fidèles à leur site, se déplaçant peu, à l'exception de la période de reproduction. Toutefois, en fonction de la rotation de pâturage ou de fauchage, les vipères se déplacent. Elles fuient les zones mises en pâturage ou fauchées, pour aller vers les zones qui ne sont pas encore pâturées, et qui leur fournissent ainsi des espaces de protection paisibles.

Une question se pose alors sur l'impact du pâturage et du fauchage sur ces populations de reptiles.

Impact de la gestion des pelouses calcaires et de leur faciès

Les analyses des relevés d'inventaires en fonction des informations des cahiers de pâturage et des données environnementales sont en accord avec les observations « de terrain » et des différentes études réalisées.

Concernant l'abondance totale moyenne (toutes espèces confondues), les analyses ont montré qu'une fréquence de pâturage tous les 3 ans entraîne une diminution de sa moyenne (pour 10 passages). Il est possible qu'une fréquence de pâturage trop lente induise une fermeture trop rapide et trop importante de la zone, ne devenant plus attractive pour les reptiles. La période de pâturage joue elle aussi un effet sur l'abondance totale, avec une moyenne d'individus plus importante pour un pâturage réalisé en Avril, Mai ou Juin. Un pâturage tôt dans la saison permet d'éviter de perturber au maximum les individus. Le milieu peut de plus se régénérer suffisamment pour être attractif pour les reptiles lors de la période estivale.

En ce qui concerne l'orvet, celui-ci ne semble pas réellement impacté par le type de gestion mis en place. Toutefois, il a été constaté que les différences de gestion de pâturage ont un impact : l'abondance moyenne d'orvet est plus faible pour une fréquence de pâturage tous les 3 ans. Une fréquence trop lente n'est donc pas bénéfique à l'orvet, mais une fréquence trop élevée (2 fois par an) ne semble pas non plus être propice à l'espèce. Une gestion tous les deux ans (une ou deux périodes de pâturage sur deux ans) montrent des moyennes légèrement plus élevées. Ces fréquences de période assurent une stabilité entre l'ouverture du milieu par le bétail et la fermeture de la zone par la régénération naturelle, qui présente alors une diversité d'habitats herbacés et arbustifs intéressants.

Concernant les abondances moyennes de coronelles et de serpents (coronelle + couleuvre à collier + vipère), celles-ci sont directement impactées par le type gestion. L'abondance totale moyenne est plus élevée pour les sites ou zones témoins que pour les sites fauchés ou pâturés. Les explications précédentes justifient les résultats : les zones témoins ont une complexité de milieux bien plus propices aux serpents que les pelouses calcaires.

Enfin, les populations de lézards (lézard des murailles et lézard vivipare) sont impactées par la fréquence de pâturage. L'abondance moyenne est nettement plus élevée pour une fréquence de pâturage de l'ordre d'une fois tous les deux ans. Celle-

ci permet à la strate herbacée de se développer et de fournir ainsi un milieu enrichi favorable aux lézards.

Les analyses ont donc montré que pour la majorité du temps, une augmentation de la pente n'était pas bénéfique aux populations de reptiles. Seuls les lézards ont une augmentation de leur abondance avec une élévation de la pente, mais ceci est fort probablement dû à la prise en compte des lézards des murailles. En effet, cette espèce est fortement inféodée aux milieux rocheux, qui sont principalement des falaises ou éboulis à forte pente, offrant des surfaces d'exposition en plein lumière plus importante. Le lézard vivipare, bien qu'il puisse se retrouver dans ces milieux secs et rocailleux, aura plus tendance à se développer au niveau des zones enrichies (Arnold & Ovenden 2014; Graitson 2015). Ceci ressort d'ailleurs lors de l'analyse par l'effet favorable de la variable « début d'enrichissement ». Les autres espèces préfèrent les milieux plus plats, où la végétation basse herbacée peut se développer plus facilement en un milieu enrichi.

La variable « écotone » ressort comme une variable importante pour justifier l'abondance des reptiles. En effet, celle-ci est significative dans la majorité des tests. Dans le cas présent, l'écotone est synonyme d'interface entre un milieu forestier ou un important massif arbustif et une zone enherbée exposée au soleil (exemple : lisières forestières). La zone présente alors une hétérogénéité des strates herbacées et arbustives, avec des plages d'exposition et des refuges, qui sont des aires privilégiées des reptiles.

La variable « pelouse rase » est significativement préjudiciable aux orvets : l'augmentation de sa surface entraîne une diminution de leur abondance totale. Son mode de vie semi-fouisseur l'amène à prospérer sous terre ou bien enfouie à la surface dans la couverture herbacée. Il se protège d'un ensoleillement trop fort en se cachant sous les débris, qui lui fournissent à la fois chaleur, humidité et protection. Les pelouses rases en grande superficie ne sont donc pas un milieu favorable à l'espèce.

Les variables « fourrés » et « bois mort » montrent un effet négatif sur l'abondance totale, d'orvet et de serpents. Ces variables sont à discuter, car les fourrés et bois morts sont des zones de refuges pour les reptiles. Toutefois, une trop grande surface

de ces deux variables est synonyme d'une fermeture du milieu, qui n'est pas favorable aux espèces s'il n'est pas clairsemé de zones ouvertes pour thermoréguler.

La présence de rocher affleurant est une caractéristique propice aux serpents, et principalement pour la coronelle lisse. En effet, cette espèce des milieux xero-thermophiles fréquente les zones à éléments minéraux qui lui fournissent des surfaces à réchauffement rapide.

L'effet significatif de la durée de pâturage peut paraître contradictoire avec ce qui a été discuté. En effet, le pâturage a pour objectif de maintenir le milieu le plus ouvert possible, afin d'éviter tout rejet arbustif ou le développement des graminées pionnières. Toutefois, les durées longues de pâturage sont effectuées sur les sites à grande surface. Le bétail ne paitre donc pas l'entièreté du site très rapidement, mais se déplace graduellement sur le site tout au long de la période de pâturage. Il reste ainsi des zones où la pelouse n'a pas encore été impactée par le pâturage, ce qui permet aux reptiles de profiter de ces zones de refuge. De plus, étant donné que les grands sites ont plus de probabilités d'avoir une multitude de micro-habitats, l'abondance d'individus peut donc elle aussi être plus importante. La corrélation entre la durée et la surface des pelouses fausse donc probablement le réel impact positif de la durée de pâturage.

La figure 36 permet de visualiser la répartition et l'abondance des espèces de reptiles le long d'un transect théorique. Celui-ci présente les différents faciès écologiques de végétation des pelouses calcaires wallonne.

des prédateurs, lorsque sa hauteur est suffisante. Howland et al. ont démontré qu'une intensité faible ou modérée de pâturage est moins défavorable à une intensité élevée (Howland et al. 2014). L'activité de pâturage reste toutefois nécessaire, afin de limiter la fermeture trop rapide des milieux, et permet d'avoir une multitude de micro-habitats sur l'ensemble des sites (Edgar et al. 2010; Jofré & Reading 2012).

- L'impact du pâturage et fauchage est aussi indirect sur les populations de reptiles. La diminution de la strate herbacée va induire une diminution d'habitats pour leurs espèces proies (Strijbosch, 2002), qui va ainsi se ressentir sur les espèces plus haut dans la chaîne alimentaire.
- Le fauchage à l'aide d'engins mécaniques, ou la suppression des rejets par gyrobroyage sont fortement mortels pour les reptiles (Jofré & Reading 2012; Graitson 2015).

Une modification du protocole pourrait permettre de valider et accentuer ces résultats. Une homogénéisation du nombre de plaques par type de gestion ainsi qu'un nombre identique de visites faciliteraient les analyses statistiques. Différentes variables réponses seraient ainsi utilisées, comme le nombre maximal réel d'individus observés par plaque sur l'ensemble des passages.

La réduction et simplification des variables environnementales permettraient aussi de diminuer les erreurs d'appréciation du milieu par l'observateur : étant donné que les variables sont principalement des valeurs surfaciques, il est souvent difficile d'estimer le réel pourcentage de pelouse rase, d'enfrichement, de bois mort... Un relevé d'absence/présence de certaines variables (comme écotone) serait plus simple et plus significatif lors des analyses : tas de pierres et rocher affleurant, bois mort, fourrés. Seules les données de pelouse rase et d'enfrichement resteraient des valeurs de surface.

Conclusion

Les pelouses calcaires sont des milieux importants pour divers groupes taxonomiques, qu'ils soient floristiques ou faunistiques. Cependant, la place des pelouses dans le système évolutif climacique ne leur permet pas de se maintenir sans l'intervention de l'Homme. En effet, ces milieux se referment naturellement et évoluent vers leur climax (hêtraies, chênaies...). La gestion de ces pelouses est donc nécessaire afin de limiter leur reboisement et ainsi garder le milieu ouvert.

Bien que la gestion actuelle des pelouses calcaires soit conservatrice et priorise les milieux ouverts, celle-ci n'est pas forcément en totale adéquation avec la conservation des reptiles. En effet, la majorité des espèces de reptiles ont pour exigences écologiques une diversité et hétérogénéité de la strate herbacée et arbustive. Les micro-habitats sont essentiels et représentent des zones propices à leur présence. L'étude effectuée au cours de ce mémoire confirme par ailleurs ce phénomène. Les reptiles sont fortement sensibles à la dégradation de leur milieu par un pâturage ou fauchage trop intensif, préférant des zones « laissées à l'abandon », où le substrat végétal est plus développé et diversifié.

Cependant, il n'est pas impossible d'accorder la gestion actuelle des pelouses avec la conservation des reptiles. Le pâturage ou le fauchage sont cruciaux pour maintenir les pelouses dans leur état actuel. Les zones ouvertes permettent aux reptiles de s'exposer au soleil et de thermoréguler. Toutefois, une unité homogène de pelouse rase est défavorable aux reptiles, tout comme un milieu complètement fermé. Il est donc vital d'avoir un bon équilibre entre milieux ouverts et milieux fermés, avec une multitude de micro-habitats.

Les solutions à ce problème sont multiples mais peuvent être parfois contraignantes pour les gestionnaires. Dans le cas où la régénération ligneuse est contrôlable, une coupe sélective des rejets et des arbustes pourrait maintenir ces micro-habitats. Une méthode associée consisterait à mettre en place des exclos, qui permettrait un pâturage sélectif de la pelouse. La rotation de pâturage se solderait ainsi par la présence de zones enfrichées, servant de refuge aux reptiles lors du pâturage. Tous les emplacements présentant des micro-habitats ou lisière bien

exposée doivent attirer une attention particulière. Il est nécessaire de préserver ces milieux, comme les bordures de fourrés ou les ourlets forestiers. Les secteurs de pierriers ou murets doivent être conservés et garder en lumière. Ces habitats sont optimaux pour certaines espèces et sont parfois les seuls endroits propices pour les reptiles, en particulier dans les pelouses pâturées où le couvert végétal n'est pas toujours suffisamment dense. Les tas de bois peuvent aussi être des milieux intéressants pour les reptiles, qui peuvent être accrus lors des déboisements ou suppression de rejets. Une gestion hétérogène au cas par cas, à la fois spatiale et temporelle des pelouses serait alors optimale afin de conserver la richesse herpétologique de ces milieux.

Bibliographie

Ouvrage

- Arnold, N. & Ovenden, D., 2014. Le guide herpéto, Amphibiens et reptiles d'Europe. , p.290.
- Ärtel, P., Ruun, B. & Ammul, S.M., 2005. Biodiversity in temperate European grasslands : origin and conservation. *Grassland Science in Europe*, 10, p.14.
- Bartheau, F. et al., 2001. *Guide de détermination des Amphibiens et des Reptiles du Massif armoricain*,
- Bellenoue, S. & Mionnet, A., 2011. Note méthodologique pour la prise en compte des reptiles dans les études d ' impact en Champagne -Ardenne. , p.19.
- Blakesley, D. & Buckley, P., 2016. *Grassland Restoration and Management*,
- Centre de Recherche de la Nature des Forêts et du Bois, Les pelouses calcicoles. , p.6.
- Cohen, M., Nicole, M. & Friedberg, C., 2000. Faut-il qu ' un paysage soit ouvert ou fermé ? L ' exemple de la pelouse sèche du Causse Méjan !! exemple de la pelouse sbche du cause Mbjan. *Nature Sciences Sociétés*, 8(4), pp.26–42.
- Conservatoire Régional d'Espaces Naturels d'Aquitaine, Les pelouses sèches calcicoles. *Fiches Pédagogiques*.
- Delescaille, L.M., La gestion des pelouses sèches : aspects techniques et scientifiques.
- Delescaille, L.M., 2005. La gestion des pelouses sèches en Région wallonne. , 9(2), pp.119–124.
- Delescaille, L.M., 2006. La restauration des pelouses calcicoles en Région wallonne (1). , 61, pp.4–11.
- Delescaille, L.M., 2007a. La restauration des pelouses calcicoles en Région wallonne (2). , 62, pp.4–15.

- Delescaille, L.M., 2007b. Les potentialités d'accueil de la vie sauvage : les pelouses sèches. , p.15.
- Delescaille, L.-M., Hofmans, K. & Woué, L., 1991. Les Réserves Naturelles du Viroin. *Ardenne et Gaume*, 15.
- DGARNE/DNF, Pelouses calcicoles et calcareo-siliceuses.
- Dorban, M., *Histoire du boisement en épicéas en Région wallonne : facteurs en cause et conséquences sociales*,
- Dubois, F. & D'Adamo, C., 2012. Inventaire des reptiles du SMIRIL. *Rapport d'Etude LPO*, 2, p.59.
- Dutoit, T. & Alard, D., 1996. Biodiversité actuelle et potentielle des écosystèmes prairiaux calcicoles : influence de la gestion sur les phytocénoses et les banques de graines. *Acta Botanica Gallica*, 143(4/5), pp.431–440.
- Edgar, P. et al., 2010. *Reptile Habitat Management Handbook*,
- Graitson, E., 2009. Guide de l'inventaire et du suivi des reptiles en Wallonie. *L'Echo des Rainettes*, 1, p.56.
- Graitson, E., 2015. Inventaires des reptiles sur les principales pelouses calcaires méconnues du Viroin et du Dinantais et analyse de l'abondance de la Coronelle lisse (*Coronella austriaca*).
- Graitson, E., 2008. Le peuplement herpétologique des pelouses calcaires en Belgique. *Parcs et Réserves*, 63(1), pp.4–12.
- Graitson, E. & Naulleau, G., 2005. Les abris artificiels : un outil pour les inventaires herpétologiques et le suivi des populations de reptiles. *Bulletin de la Société Herpétologique de France*, 115, pp.5–22.
- Grange, P., 1995. Atlas de répartition des amphibiens et reptiles de Champagne Ardenne. *l'Orfraie*, Mars, p.84.
- Howland, B. et al., 2014. Eaten Out of House and Home : Impacts of Grazing on Ground-Dwelling Reptiles in Australian Grasslands and Grassy Woodlands. , pp.1–25.

- Jacob, J.P. et al., 2007. Amphibiens et Reptiles de Wallonie. *Aves - Raîenne*, 2, p.384.
- Janis, M. et al., 2011. Advances in the conservation of dry grasslands : Introduction to contributions from the seventh European Dry Grassland Meeting. *Plant Biosystems*, 145(3), pp.507–513.
- Jofré, G.M. & Reading, C.J., 2012. An assessment of the impact of conservation grazing on reptile populations. *Amphibian and Reptile Conservation*, December, p.48.
- Naulleau, G., 1987. Les serpents de France. *Revue française d'aquariologie herpétologie*, 3, 4, p.57.
- Otis, D.L. et al., 1978. Statistical inference from capture data on closed animal populations. *Wildlife Monogr.*, 62, p.135p.
- Piqueray, J. et al., 2007. Plant communities and species richness of the calcareous grasslands in southeast Belgium. *Royal Botanical Society of Belgium*, 140(2), pp.157–173.
- Piqueray, J. & Mahy, G., 2010. Revue bibliographique sur la restauration des pelouses calcicoles en Europe : contraintes rencontrées et solutions proposées. , 14(3), pp.471–484.
- Poschlod, P. & WallisDeVries, M., 2002. The historical and socioeconomic perspective of calcareous grasslands : Lessons from the distant and recent past. *Biological Conservation*, 104, pp.361–376.
- Strijbosch, H. (2002) Reptiles and grazing. *Vakblad Naturrheheer* 2002: 28-30.
- Vacher, J.-P. & Geniez, M., 2010. *Les reptiles de France, Belgique, Luxembourg et Suisse*,

Jurisdiction (par ordre d'apparition)

¹ Ministère de l'Environnement, de l'Energie et de la Mer (France) - Directive Européenne Inspire

<http://www.developpement-durable.gouv.fr/La-directive-europeenne-Inspire-de.html>

² European Environment Agency - Eunis

<http://eunis.eea.europa.eu>

³ Dry grasslands - EUNIS Habitat Classification 2012

<http://eunis.eea.europa.eu/habitats/539>

⁴ Arbre de classification des biotopes E1 - Biotope Wallonie

<http://biodiversite.wallonie.be/fr/arbre-de-classification-des-biotopes.html?IDD=183&root=1170&IDC=858>

⁵ Directive Européenne Oiseaux

<http://eur-lex.europa.eu/legal-content/FR/TXT/?uri=URISERV%3Aev0024>

⁶ Directive Européenne Habitats Faune Flore

<http://eur-lex.europa.eu/legal-content/FR/TXT/?uri=URISERV%3A12807>

⁷ Natura 2000 en Wallonie

<http://biodiversite.wallonie.be/fr/natura-2000.html?IDC=829>

⁸ 12 juillet 1973 - Loi sur la conservation de la nature (M.B. 11.09.1973)

<http://environnement.wallonie.be/legis/consnat/cons001.htm>

Pages WEB – Biodiversité wallonie

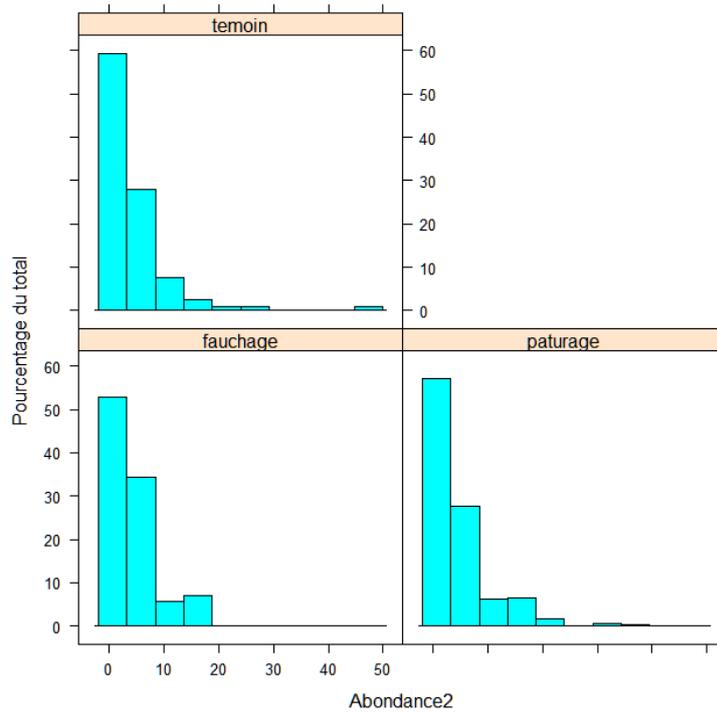
⁹ Présentation de l'inventaire des SGIB

<http://biodiversite.wallonie.be/fr/presentation-de-l-inventaire-des-sgib.html?IDD=1139&IDC=824>

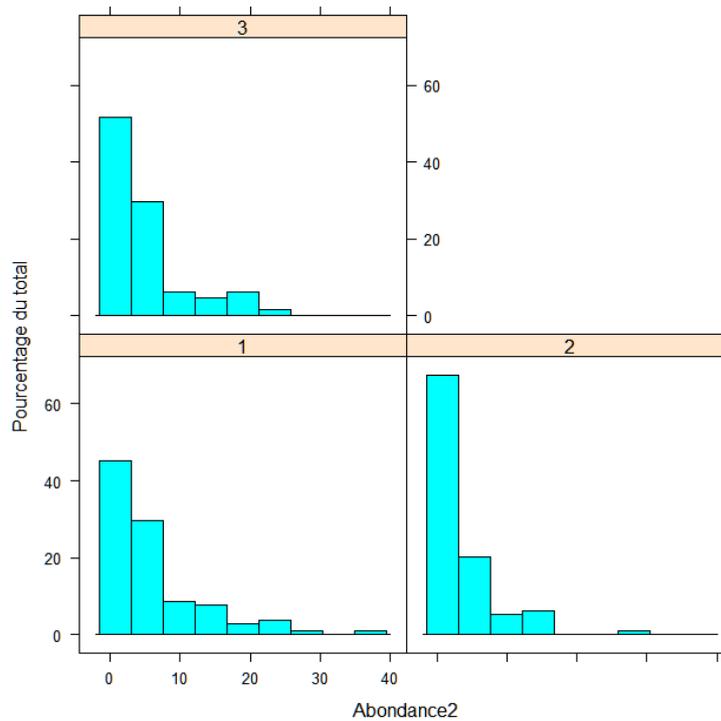
¹⁰ Les projets LIFE en Wallonie

<http://biodiversite.wallonie.be/fr/projets-life.html?IDC=3260>

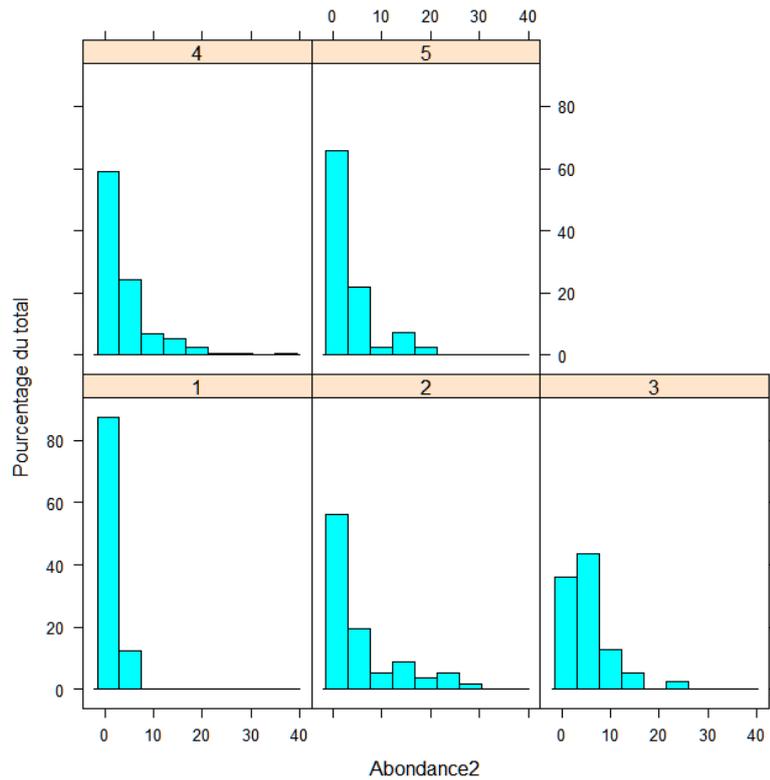
Annexes



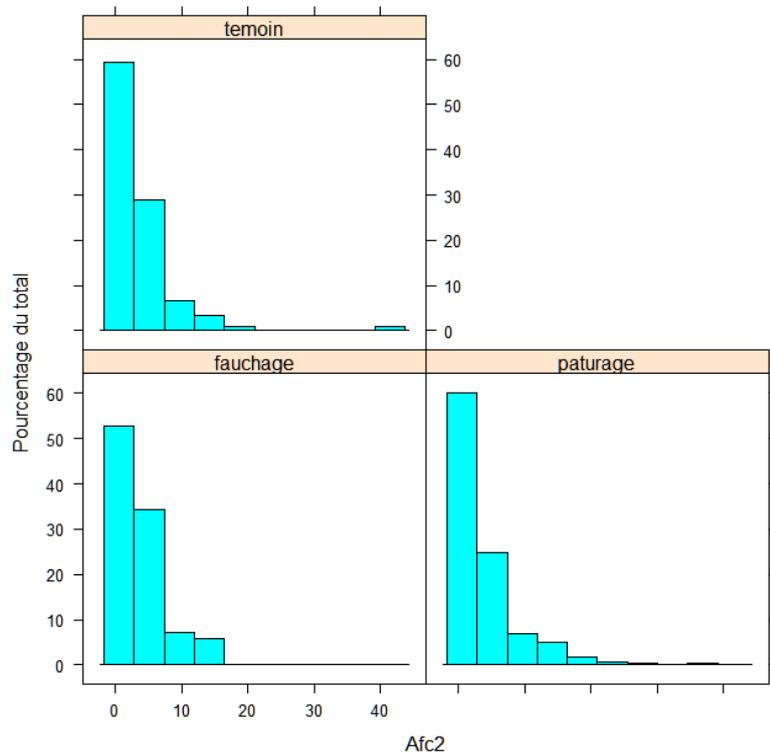
Annexe 1 : Histogramme de la distribution de l'abondance totale en fonction du type de gestion



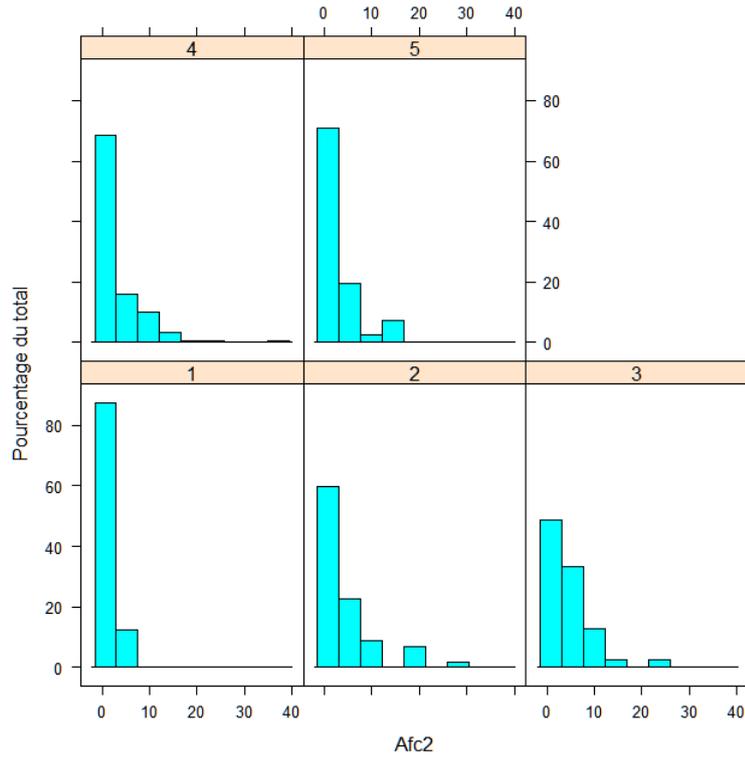
Annexe 2 : Histogramme de l'abondance totale moyenne en fonction de la période de gestion



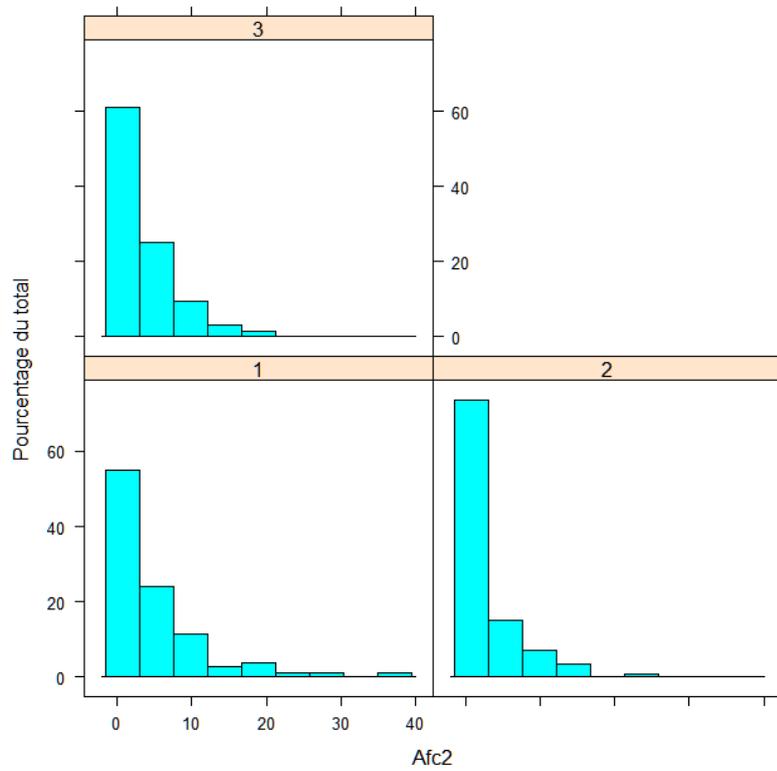
Annexe 3 : Histogramme de l'abondance totale moyenne en fonction de la fréquence de gestion



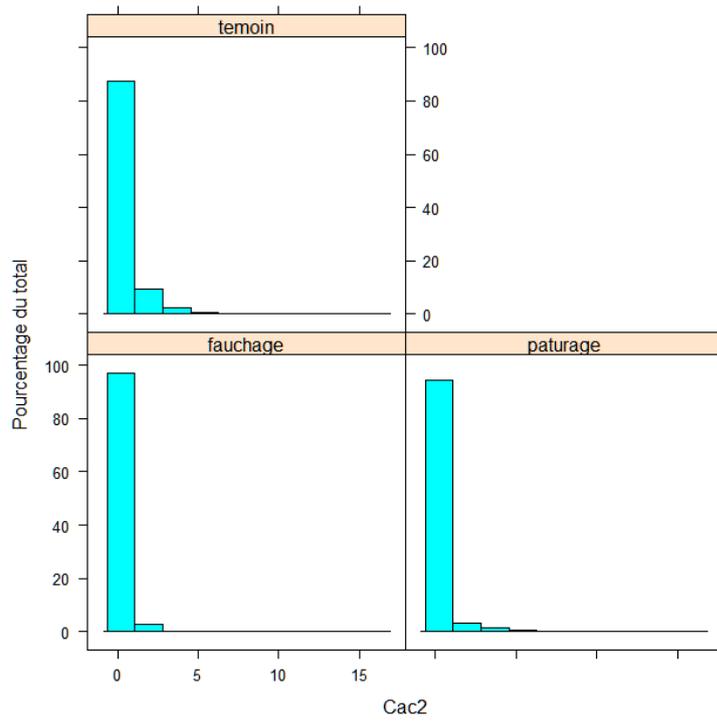
Annexe 4 : Histogramme de l'abondance totale moyenne de l'orvet en fonction du type de gestion



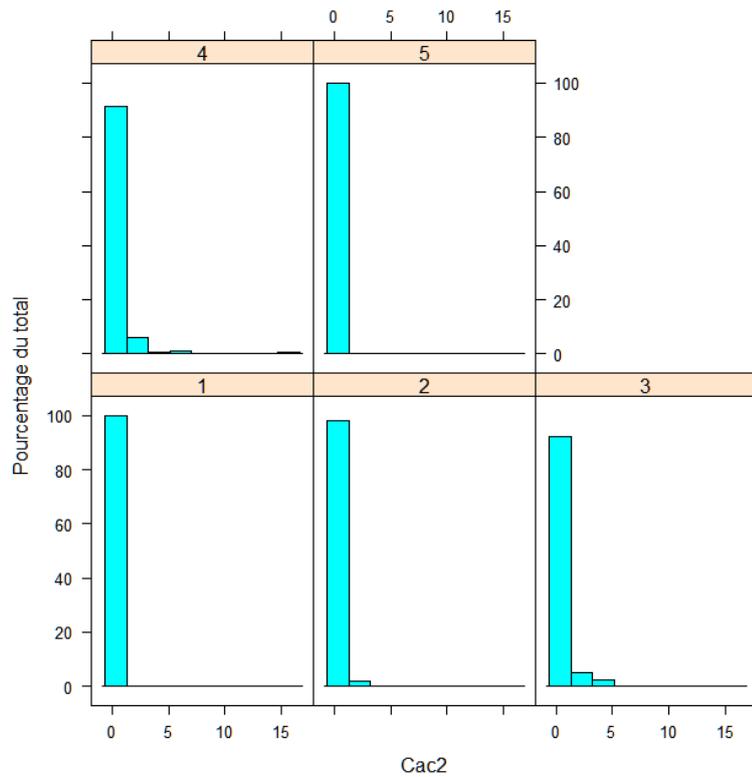
Annexe 5 : Histogramme de l'abondance totale moyenne de l'orvet en fonction de la fréquence de pâturage



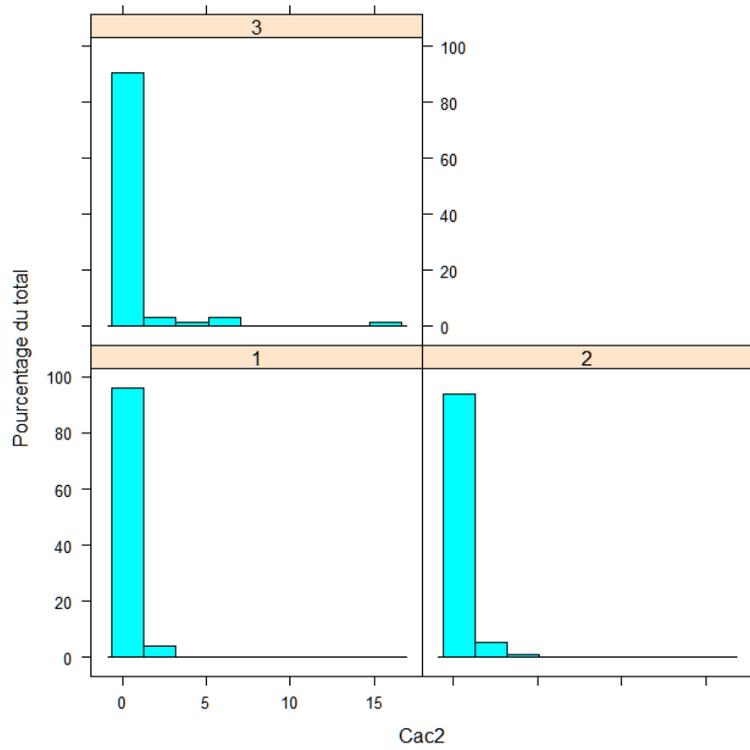
Annexe 6 : Histogramme de l'abondance totale moyenne de l'orvet en fonction de la période de pâturage



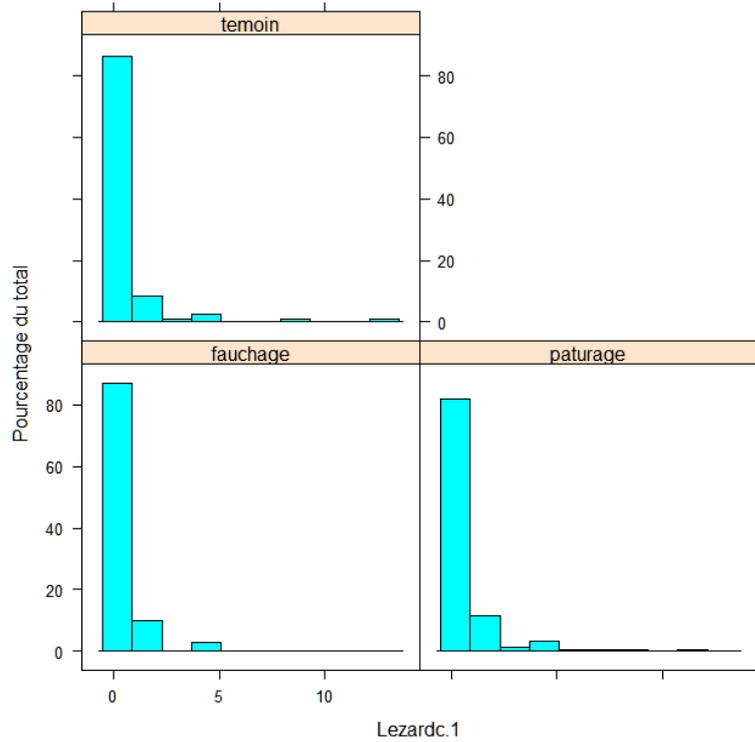
Annexe 7 : Histogramme de l'abondance totale moyenne de la coronelle en fonction du type de gestion



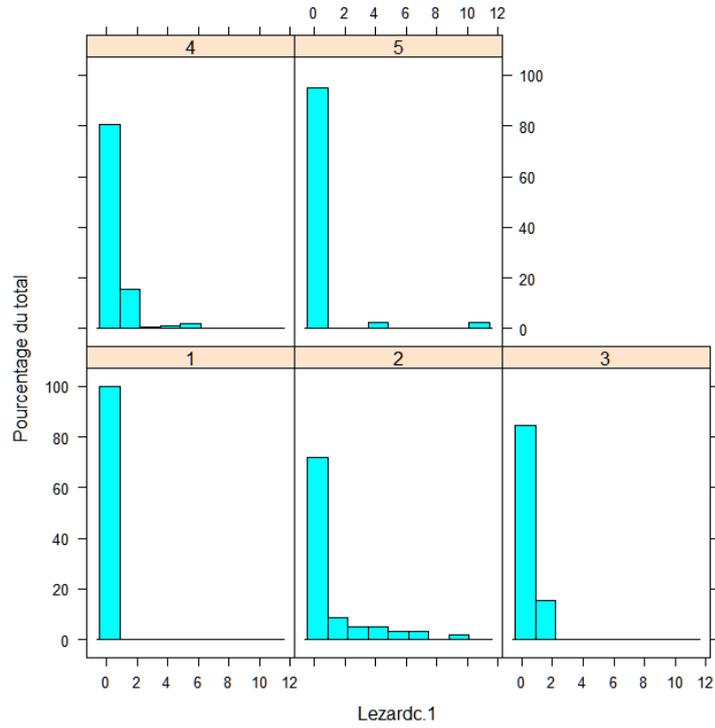
Annexe 8 : Histogramme de l'abondance totale moyenne de la coronelle en fonction de la fréquence de pâturage



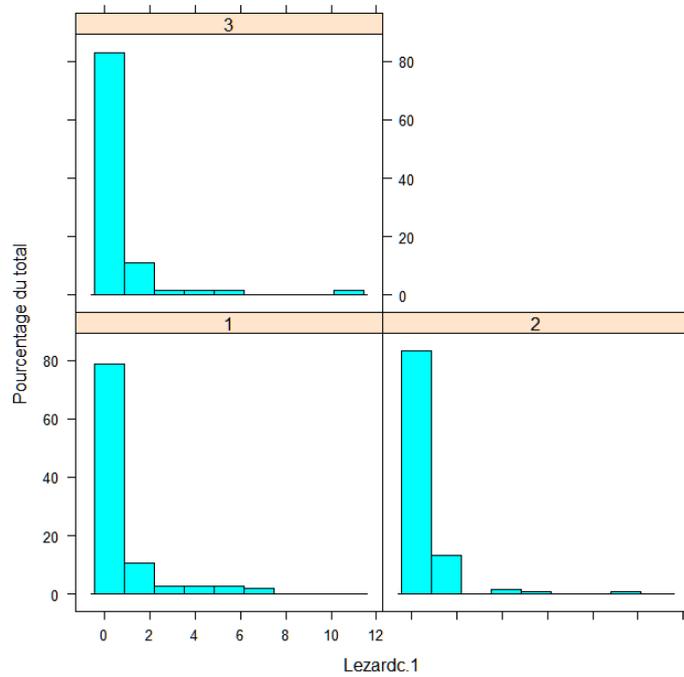
Annexe 9 : Histogramme de l'abondance totale moyenne de la coronelle en fonction de la période de gestion de pâturage



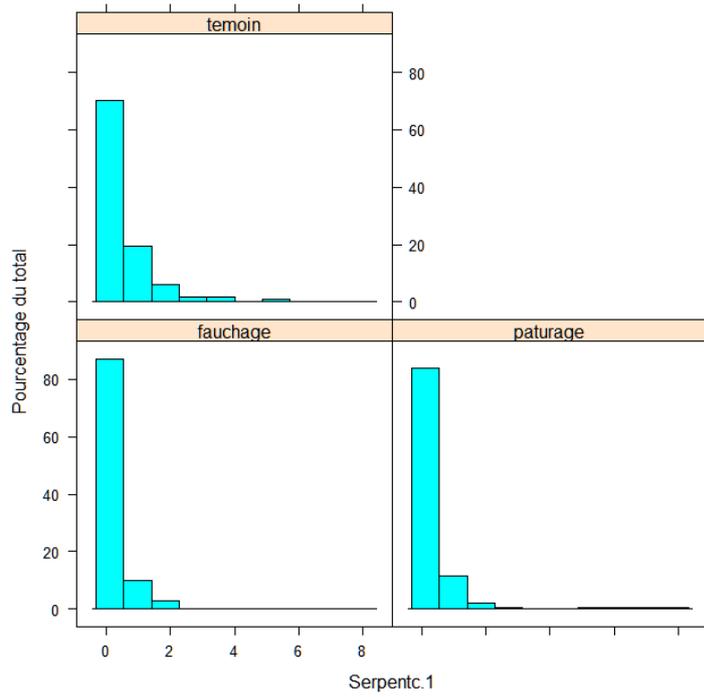
Annexe 10 : Histogramme de l'abondance totale moyenne des lézards en fonction du type de gestion



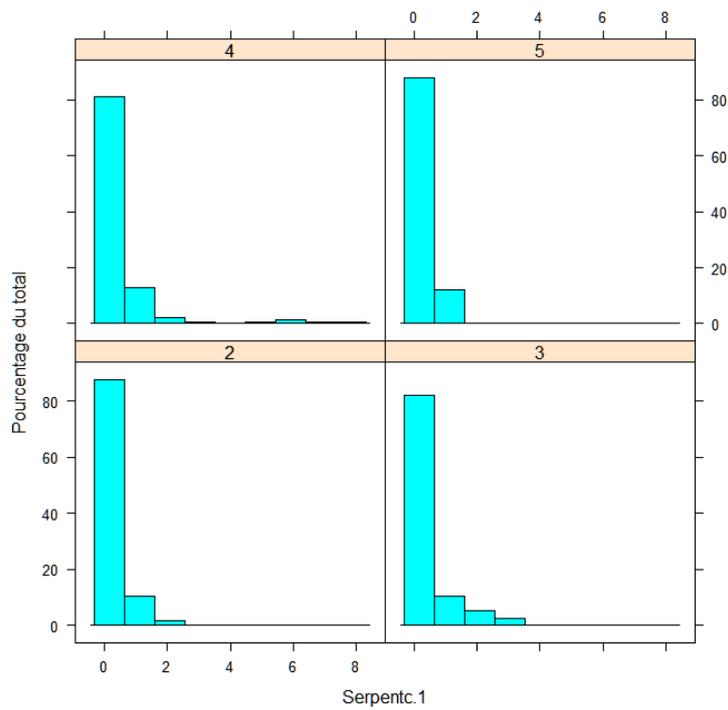
Annexe 11 : Histogramme de l'abondance totale moyenne des lézards en fonction de la fréquence de gestion de pâturage



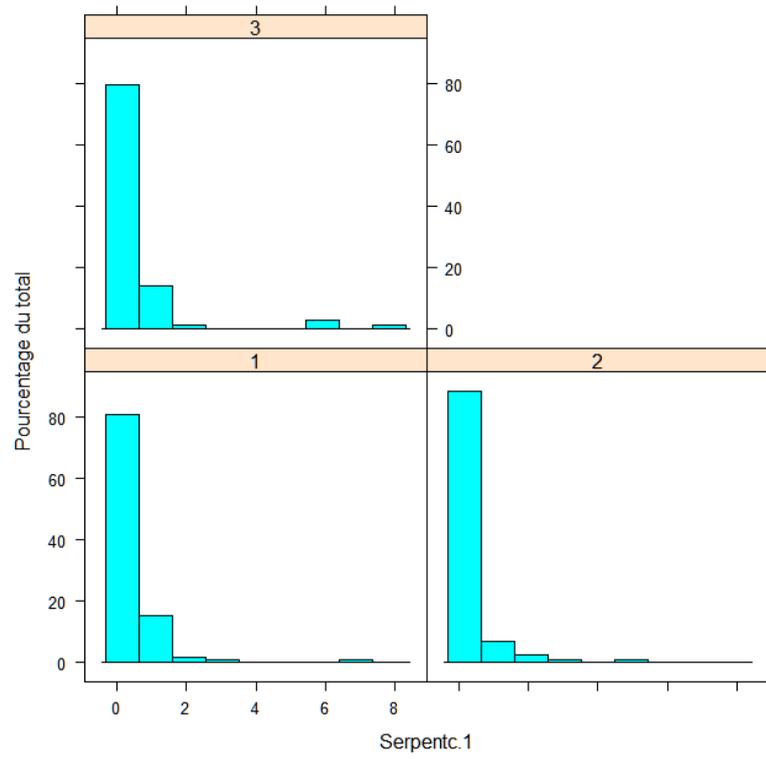
Annexe 12 : Histogramme de l'abondance totale moyenne des lézards en fonction de la période de gestion de pâturage



Annexe 13 : Histogramme de l'abondance totale moyenne des serpents en fonction du type de gestion



Annexe 14 : Histogramme de l'abondance totale moyenne de serpents en fonction de la fréquence de gestion de pâturage



Annexe 15 : Histogramme de l'abondance totale moyenne de serpents en fonction de la période de gestion de pâturage

Table des illustrations

Figure 1 : Dynamique des végétations calcicoles d'Europe occidentale (modifiée d'après Maubert et al., 1995) (Piqueray & Mahy 2010)	5
Figure 2 : <i>Helianthemum apenninum</i> et <i>Fumana procumbens</i>	9
Figure 3 : <i>Orchis militaris</i> et <i>Gentiana cruciata</i>	10
Figure 4 : Période d'activité des reptiles (Mionnet et Bellenoue, 2011)	13
Figure 5 : Femelle orvet gestante	15
Figure 6 : <i>Lacerta agilis</i>	16
Figure 7 : <i>Zootaca vivipara</i>	16
Figure 8 : Lézard des murailles présentant une queue tronquée	17
Figure 9 : Couleuvre à collier observée sous plaque	18
Figure 10 : <i>Coronella austriaca</i>	19
Figure 11 : Vipère péliade en exposition	20
Figure 12 : Plaque en fibrociment aux abords d'une lisière et amas de bois	22
Figure 13 : Où est la coronelle lisse ?	23
Figure 14 : Localisation des plaques sur les régions du Viroin et Dinantais et de la Lesse et Lomme	26

Figure 15 : Histogramme groupé par espèces et par sites, du nombre moyen d'individus contactés (par plaque et par passage)	35
Figure 16 : Graphique en secteur de la proportion moyenne des espèces contactées (par plaque et par passage)	35
Figure 17 : Boîtes à moustaches de l'abondance totale moyenne en fonction du type de gestion	39
Figure 18 : Boîtes à moustaches de l'abondance totale moyenne en fonction de la période de gestion de pâturage	41
Figure 19 : Boîtes à moustaches de l'abondance totale moyenne en fonction de la fréquence de gestion de pâturage	42
Figure 20 : Boîtes à moustaches de l'abondance totale moyenne de l'orvet en fonction du type de gestion	43
Figure 21 : Boîtes à moustaches de l'abondance totale moyenne de l'orvet en fonction de la fréquence de gestion de pâturage	44
Figure 22 : Boîtes à moustaches de l'abondance totale moyenne de l'orvet en fonction de la période de gestion de pâturage	45
Figure 23 : Boîtes à moustaches de l'abondance totale moyenne de la coronelle en fonction du type de gestion	46
Figure 24 : Boîtes à moustaches de l'abondance totale moyenne de la coronelle en fonction de la fréquence de gestion de pâturage	47
Figure 25 : Boîtes à moustaches de l'abondance totale moyenne en fonction de la période de gestion de pâturage	48

Figure 26 : Boîtes à moustaches de l'abondance totale moyenne des lézards en fonction du type de gestion_____	49
Figure 27 : Boîtes à moustaches de l'abondance totale moyenne des lézards en fonction de la fréquence de gestion de pâturage _____	50
Figure 28 : Boîtes à moustaches de l'abondance totale moyenne des lézards en fonction de la période de gestion de pâturage _____	51
Figure 29 : Boîtes à moustaches de l'abondance totale moyenne des serpents en fonction du type de gestion_____	52
Figure 30 : Boîtes à moustaches de l'abondance totale moyenne de serpents en fonction de la fréquence de gestion de pâturage _____	53
Figure 31 : Boîtes à moustaches de l'abondance totale moyenne de serpents en fonction de la période de gestion de pâturage _____	54
Figure 32 : Graphiques de gauche en haut à droite en bas : Graphique des valeurs prédites en fonction des résidus, Graphique des valeurs prédites en fonction des valeurs observées, Graphique QQNorm (Quantiles théoriques en fonction de quantiles échantillonnés Histogramme des résidus_____	56
Figure 33 : Graphiques des résidus en fonction de chacune des variables du modèle estimé_____	56
Figure 34 : Graphiques de la variable réponse "Abondance totale moyenne" en fonction de chacune des variables explicatives du modèle _____	58
Figure 35 : Graphiques de la variable réponse "Abondance totale moyenne de l'orvet" en fonction de chacune des variables explicatives du modèle _____	60
Figure 36 : Schéma de la répartition et abondance des reptiles le long d'un transect théorique des pelouses calcaires wallonnes_____	73

Résumé

Les pelouses calcaires sont des milieux inhérents aux activités anthropiques, qui leurs permettent de se maintenir dans un état évolutif statique. Leur biodiversité exceptionnelle est donc tributaire des différentes méthodes de gestion appliquées sur ces milieux sensibles. La gestion conservatrice actuelle essaie donc de préserver ces habitats ouverts, pour un maximum d'espèces floristiques et faunistique.

Cependant, certains objectifs de conservation ne sont pas en parfaite adéquation pour l'ensemble des groupes taxonomiques. Dans le cas présent, l'herpétofaune présentent des exigences écologiques qui sont parfois en désaccord avec la gestion appliquée. Les techniques de pâturage et de fauchage ont pour objectif de conserver les pelouses ouvertes, en enrayant le développement des graminées pionnières et des espèces ligneuses. Toutefois, les reptiles ont besoin d'une multitude de micro-habitats : des zones ouvertes pour thermoréguler, ainsi que des zones hétérogènes avec une strate herbacée et arbustive complexe développée afin de se réfugier des prédateurs.

Ainsi, le projet de ce mémoire a été d'inventorier les espèces de reptiles de plusieurs pelouses calcaires de la région du Viroin, de Dinant et de la Lesse et Lomme. Les relevés environnementaux ainsi que les informations de gestion de pâturage ont alors pu être intégrés à cet important jeu de données, afin de mettre en lumière les possibles impacts de la gestion des pelouses calcaires sur l'herpétofaune.

L'influence de méthodes de gestion a pu être démontrée : les reptiles sont sensibles à un pâturage trop intensif, qui réduit principalement les pelouses à une strate herbacée rase, non propice aux différentes espèces de reptiles.

Mots-clefs : Herpétologie, Reptile, Pelouse calcaire, Pâturage, Fauchage, Wallonie