



Réserve Naturelle Nationale  
ROCHER DE LA JAQUETTE

Société pour  
l'Etude et la  
Protection de la  
Nature dans le  
Massif Central

# SYNTHESE DES SUIVIS ORTHOPTERES 2004-2011

## RESERVE NATURELLE NATIONALE DU ROCHER DE LA JAQUETTE (MAZOIRES-63)

Rédaction :  
Julien Barataud

Juin 2012



## Sommaire

Introduction .....	4
1 . Matériel et méthodes .....	5
1.1 . Choix des espèces.....	5
1.2 . Relevés de terrain.....	7
1.3 . Analyse des résultats .....	8
2 . Résultats .....	8
2.1 . Indices globaux .....	8
2.2 . Ecologie des espèces suivies .....	9
2.2.1 . Abondance des espèces sur les différents transects .....	9
2.2.2 . Phénologie des différentes espèces .....	11
2.3 . Evolution temporelle globale.....	12
2.3.1 . Effectifs des différentes espèces.....	12
2.3.2 . Proportion des différentes espèces.....	13
2.4 . Evolution temporelle par transects.....	15
2.4.1 . Transect A .....	15
2.4.2 . Transect B.....	16
2.4.3 . Transect C.....	17
2.4.4 . Transect D.....	18
2.4.5 . Transect E .....	19
2.4.6 . Transect F .....	20
2.4.7 . Transect G.....	21
2.4.8 . Transect H.....	22
2.4.9 . Transect I .....	23
3 . Analyse des résultats .....	25
3.1 . Analyse globale.....	25
3.1.1 . Influence des dates et du nombre de passages .....	25
3.1.2 . Analyse de l'effet observateur .....	26
3.1.3 . Influence des conditions météorologiques .....	27
3.2 . Analyse par transects.....	29
3.2.1 . Gestion des milieux, microclimats et dynamiques de populations .....	29
3.2.2 . Transects sans évolution notable de la végétation.....	31
3.2.3 . Transects avec progression des éléments ligneux.....	32
3.2.4 . Transects avec régression des éléments ligneux.....	32
4 . Eléments d'évaluation des mesures de gestion.....	34
5 . Analyse critique de la méthodologie .....	35
5.1 . Biais dans la méthode mise en oeuvre .....	35
5.2 . Comparaison avec les résultats des études de Boitier (2000 et 2010).....	35
5.3 . Propositions d'évolutions du protocole.....	36
Conclusion .....	39
Bibliographie .....	41
Annexe 1 : Carte de localisation des transects.....	43
Annexe 2 : Carte de localisation des unités de gestion .....	44
Annexe 3 : Dynamique des milieux entre 2005 et 2010 .....	45
Annexe 4 : Carte de végétation de la RNN du Rocher de la Jaquette en 2010.....	46

## Table des tableaux

N° tableau	Nom tableau	Page
1	Caractéristiques des transects de suivi des peuplements d'orthoptères	7
2	Phénologie des passages sur les transects de suivi des peuplements d'orthoptères	7

## Table des figures

N° figure	Nom figure	Page
1	Succession des 5 espèces d'orthoptères sélectionnées le long d'un gradient de fermeture de milieu	5
2	<i>Gomphocerippus rufus</i>	5
3	<i>Ephippiger ephippiger</i>	5
4	<i>Metrioptera bicolor</i>	6
5	<i>Chorthippus scalaris</i>	6
6	<i>Calliptamus italicus</i>	6
7	<i>Calliptamus barbarus</i>	6
8	Abondance moyenne des 5 espèces sur l'ensemble des transects	8
9	Abondance moyenne des 5 espèces d'orthoptères sélectionnées sur les différents transects le long d'un gradient de fermeture de milieu	9
10	Densités moyennes des 5 espèces suivies sur les différents transects classés selon un gradient de fermeture du milieu	10
11	Phénologie des 5 espèces suivies (effectifs moyens par quinzaines)	11
12	Evolution temporelle globale des effectifs des différentes espèces	12
13	Evolution temporelle globale de la proportion des différentes espèces dans les effectifs totaux comptabilisés	13
14	Transect A	15
15	Evolution temporelle des effectifs des différentes espèces sur le transect A	15
16	Transect B	16
17	Evolution temporelle des effectifs des différentes espèces sur le transect B	16
18	Transect C	17
19	Evolution temporelle des effectifs des différentes espèces sur le transect C	17
20	Transect D	18
21	Evolution temporelle des effectifs des différentes espèces sur le transect D	18
22	Transect E	19
23	Evolution temporelle des effectifs des différentes espèces sur le transect E	19
24	Transect F	20
25	Evolution temporelle des effectifs des différentes espèces sur le transect F	20
26	Transect G	21
27	Evolution temporelle des effectifs des différentes espèces sur le transect G	21
28	Transect H	22
29	Evolution temporelle des effectifs des différentes espèces sur le transect H	22
30	Transect I	23
31	Evolution temporelle des effectifs des différentes espèces sur le transect I	23
32	Evolution temporelle des effectifs des différentes espèces pour chacun des transects	24
33	Effectifs maximums comptabilisés en fonction du nombre de passages par saison	25
34	Evolution temporelle globale des effectifs des différentes espèces corrigée en fonction du nombre de passages et non corrigée	26
35	Représentation cartographique des écarts de température à la moyenne de référence 1971-2000 durant les étés 2006 et 2007	28
36	Température moyenne en France en été entre 1900 et 2010	28
37	<i>Stenobothrus nigromaculatus</i>	37
38	<i>Euchorthippus declivus</i>	37
39	<i>Chorthippus apricarius</i>	37
40	<i>Chrysochraon dispar</i>	37
41	Troupeau ovin sur la réserve naturelle du rocher de la Jaquette	40

## Introduction

Les inventaires menés depuis plus de 15 ans sur le site du Rocher de la Jaquette ont démontré la richesse entomologique remarquable de cette réserve naturelle nationale. L'analyse des peuplements démontre qu'une grande part de cette richesse est liée aux milieux ouverts de la réserve : zones rocheuses, pelouses, prairies et landes. A plus ou moins long terme, cette richesse est menacée par la dynamique de la végétation qui conduit vers la reforestation. Dans une logique de conservation de cette biodiversité, les gestionnaires de la réserve ont choisi d'intervenir pour conserver et restaurer des milieux ouverts, en effectuant quelques débroussaillages mécaniques, mais surtout, en remettant en place du pâturage ovin. Une gestion éco-pastorale a donc été mise en place en 2004 sur une unité de 25 ha. Ce pâturage est pratiqué selon des modalités particulières qui prennent en compte la qualité de l'environnement et le développement des insectes : pâturage tournant et adapté à la végétation, faible pâturage au printemps et en été, élevage selon le cahier des charges de l'agriculture biologique...

L'impact de ce pâturage doit être évalué et de nombreux suivis et indicateurs ont donc été définis : cartographie de la végétation, transects et quadrats sur la végétation, photographies terrestre et aérienne, suivi spatio-temporelles des brebis, impact direct du pâturage sur la végétation, sur les oiseaux, et suivi général des peuplements de lépidoptères rhopalocères et d'orthoptères (LEROY et OLESZCZYNSKI, 2008).

Les gestionnaires ont également souhaité mettre en place une évaluation spécifique sur deux groupes d'insectes indicateurs : les lépidoptères rhopalocères et les orthoptères. Ces deux groupes taxonomiques présentent en effet des caractéristiques très complémentaires pour des suivis de dynamique d'habitats. Ainsi, si les rhopalocères sont très sensibles à la composition floristique (présence de plantes hôtes pour les chenilles et de plantes nectarifères pour les adultes), les orthoptères présentent quant à eux une grande sensibilité aux changements de structure de la végétation et à l'humidité stationnelle (SAMWAYS, 1989 ; GUEGUEN, 1976 ; BONNET & al., 1997). Les orthoptères sont donc des indicateurs de plus en plus utilisés pour l'évaluation de l'impact des pratiques pastorales sur les milieux ouverts (BARATAUD, 2005 ; GUEGUEN, 1995 ; PUISSANT, 2004 ; SARDET & JAGER, 2002 ; TATIN & al., 2000).

L'objectif était la mise en place d'une méthode annuelle, assez économe en énergie et fournissant les résultats les plus fiables possibles. Ce suivi doit permettre de juger de la pertinence de la gestion effectuée et de pouvoir l'ajuster en conséquence.

En parallèle des études complètes sur les peuplements d'orthoptères de la réserve ont été menées en 1999 et 2009 (BOITIER, 2000 et 2010). Ces études permettent de replacer les résultats des suivis dans le contexte plus général des peuplements d'orthoptères du site.

Avec un recul de 8 ans sur les suivis des peuplements d'orthoptères, nous disposons aujourd'hui d'un pas de temps suffisant pour permettre d'évaluer les premières tendances. Ce travail servira également de support à l'évaluation du plan de gestion 2007-2011.

# 1 . Matériel et méthodes

## 1.1 . Choix des espèces

Les relevés de terrain concernent un cortège de cinq espèces indicatrices préalablement sélectionnées selon leurs exigences écologiques et leur facilité d'identification. D'après le protocole de suivi (LEROY, 2006), ces espèces se répartissent le long d'un gradient de fermeture de milieux (figure 1).

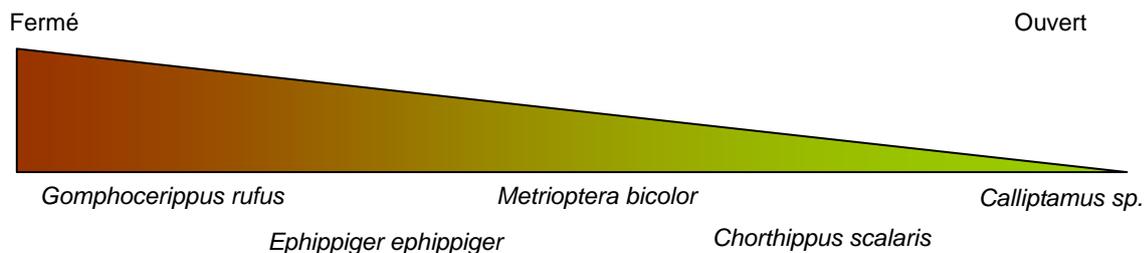


Figure 1 : succession des 5 espèces d'orthoptères sélectionnées le long d'un gradient de fermeture de milieu

Le **Gomphocère roux (*Gomphocerippus rufus*)** est une espèce caractéristique des lisières et ourlets forestiers. Il apprécie la végétation buissonnante et arbustive et est une des rares espèces à coloniser régulièrement les massifs de Fougère aigle. *Gomphocerippus rufus* est présent dans une grande partie de la France, à l'exception des départements des littoraux atlantiques et méditerranéens. En Auvergne, il est surtout présent dans les zones de plaines et se trouve ainsi en limite haute de répartition altitudinale sur la réserve naturelle. C'est donc une espèce qui peut être favorisée par une augmentation des températures moyennes. Elle peut également être indicatrice de réouverture de milieux dans le cas de massifs arbustifs denses.



Figure 2 : *Gomphocerippus rufus* – Julien Barataud

L'**Ephippigère des vignes (*Ephippiger ephippiger*)** est une espèce méso-thermophile qui préfère les milieux de hauteur moyenne à haute, souvent avec des éléments ligneux. Elle peut également être présente dans des végétations herbacées basses mais conservant généralement des éléments de stratification verticale. C'est une espèce qui peut être indicatrice de réouverture de milieux dans le cas de massifs arbustifs denses. Elle est assez commune en Auvergne depuis les vallées fluviales jusqu'aux crêtes des massifs montagneux. C'est une espèce ubiquiste et peu exigeante dont les populations peuvent être soumises à d'importantes variations d'effectifs interannuels.



Figure 3 : *Ephippiger ephippiger* – Julien Barataud

La **Decticelle bicolor** (*Metrioptera bicolor*) est une spécialiste des formations herbacées hautes (de l'ordre de 50 cm en moyenne) et bien ensoleillées, à végétation dense et continue (prairies hautes, friches herbacées...). Elle ne fuit pas les éléments ligneux, pourvu qu'ils soient inférieurs à 1 m. L'Auvergne se situe en limite ouest de répartition pour cette espèce absente du tiers occidental de la France. *Metrioptera bicolor* se situe également sur le site en limite de répartition altitudinale puisqu'elle dépasse rarement 1000 m en Auvergne (BOITIER, 2004). Du fait de ses exigences écologiques, cette espèce est en déclin dans les zones de plaine et semble encore se maintenir dans les zones de moyennes montagnes où les prairies naturelles sont encore bien présentes. Cette espèce peut être une bonne indicatrice d'un pâturage excessif puisqu'elle semble mal supporter une forte pression pastorale.



Figure 4 : *Metrioptera bicolor* – Julien Barataud

Le **Criquet jacasseur** (*Chorthippus scalaris*) apprécie les formations herbeuses de hauteur moyenne, fournies et denses, sans discontinuité du couvert et à dominante de graminées. C'est une espèce alticole qui fréquente les massifs montagneux français au-dessus de 700-800 m d'altitude. En Auvergne, il semble surtout commun au-dessus de 900 m (BOITIER, 2004). C'est généralement l'espèce dominante des prairies montagnardes et subalpines et ses densités peuvent être très importantes certaines années. Cette espèce prairiale peut être défavorisée par un pâturage excessif mais semble quand même beaucoup plus tolérante que *Metrioptera bicolor*.



Figure 5 : *Chorthippus scalaris* – Julien Barataud

Le **Caloptène italien** (*Calliptamus italicus*) et le **Caloptène ochracé** (*Calliptamus barbarus*) sont deux espèces assez proches morphologiquement qui apprécient particulièrement les biotopes arides et dénudés. Même si les deux espèces peuvent parfois être rencontrées sur les mêmes sites, elles présentent toutefois des différences écologiques importantes (LOUVEAUX & al., 1989). Ainsi, *Calliptamus italicus* est une espèce plutôt pionnière, colonisant principalement des milieux temporairement dénudés (cultures, zones surpâturées,...). Du fait de cette écologie particulière, il s'agit d'une espèce très mobile dont les populations sont soumises à de très fortes variations interannuelles, provoquant même régulièrement des phénomènes de pullulations. *Calliptamus barbarus* est quant à lui une espèce dont les populations sont beaucoup plus stables et fréquentent des milieux plus pérennes (affleurements rocheux, landes sèches rocailleuses...). Les deux espèces sont assez communes en Auvergne et s'élèvent fréquemment au-dessus de 1000 m d'altitude. D'après BOITIER (2009), *Calliptamus barbarus* est plus fréquent sur la réserve naturelle que *Calliptamus italicus*.



Figure 6 : *Calliptamus italicus* – Julien Barataud



Figure 7 : *Calliptamus barbarus* – Julien Barataud

## 1.2 . Relevés de terrain

Neuf transects ont été définis en fonction des types d'habitats et des modalités de gestion pratiquées (tableau 1).

Ces transects se répartissent dans quatre grands types d'habitats :

- des landes arbustives à genêts, fougères, prunelliers, noisetiers (transects A, B et C) ;
- des landes plus ouvertes à genêts à balais (transects D et H) ;
- des prairies mésophiles de hauteur moyenne (transects F et I) ;
- des milieux rocheux avec pelouses écorchées et landes basses (transects E et H).

Trois modalités de gestion ont été distinguées :

- des zones en restauration nécessitant une réouverture importante : la pression de pâturage exercée y est donc plus forte et des opérations ponctuelles de débroussaillage mécanique ont été effectuées (transects A, B, C et D) ;
- des zones en entretien ne nécessitant qu'un passage léger du troupeau afin de conserver l'état actuel (transects F, G, H et I) ;
- des zones sans intervention pour préserver des zones témoins sur lesquelles les plantes ne risquent pas d'être abruties (transect E).

Les cartes en annexe 1 et 2 localisent les différents transects et les différentes unités de gestion.

**Tableau 1** : Caractéristiques des transects de suivi des peuplements d'orthoptères

N° de transect	Longueur (m)	Milieux	Type de gestion	N° de parcelle
A	45	Landes arbustives	restauration	2
B	57	Landes arbustives	restauration	1
C	134	Landes arbustives	restauration	Chemin 4
D	76	Lande ouverte à genets	restauration	4
E	85	Milieux rocheux	pas d'intervention	Exclos
F	77	Prairies mésophiles	entretien	3
G	78	Milieux rocheux	entretien	5 haut
H	79	Lande ouverte à genets	entretien	5 haut
I	79	Prairies mésophiles	entretien	5 bas

Cinq passages par an ont été prévus sur chacun des neuf transects afin de tenir compte de la phénologie des différentes espèces (un passage par quinzaine entre mi-juillet et fin-septembre). Certains passages n'ont cependant pas pu être effectués certaines années (tableau 2).

**Tableau 2** : Phénologie des passages sur les transects de suivi des peuplements d'orthoptères

Période de passage		Deuxième quinzaine de juillet	Première quinzaine d'août	Deuxième quinzaine d'août	Première quinzaine de septembre	Deuxième quinzaine de septembre	Total
Nombre de passages	2004	0	1	0	1	1	3
	2005	1	1	1	0	2	5
	2006	1	1	1	1	1	5
	2007	1	0	2	1	0	4
	2008	1	1	1	0	0	3
	2009	0	1	2	0	0	3
	2010	0	1	1	1	1	4
	2011	0	1	1	1	1	4
	<b>Total</b>	<b>4</b>	<b>7</b>	<b>9</b>	<b>5</b>	<b>6</b>	<b>31</b>

## 1.3 . Analyse des résultats

Les résultats ont été relevés sur le terrain en nombre d'individus adultes pour chaque espèce sélectionnée, sur chacun des transects. Les données ont ensuite été saisies dans un tableur pour l'analyse. Comme les transects ne sont pas tous de longueurs identiques, les résultats ont été systématiquement convertis en nombre d'individu pour 100 mètres linéaires. Ainsi les données obtenues sur les différents transects, dans les différents habitats et aux différentes périodes de suivis peuvent être facilement comparées entre elles.

Pour chaque année, chaque transect et chaque espèce, plusieurs effectifs sont donc obtenus (un par passage). Afin d'analyser les variations interannuelles, il a été choisi de prendre en compte l'effectif maximal comptabilisé lors des différents passages. Par rapport à un chiffre moyen, ce chiffre maximal reflète en effet mieux la réalité de terrain tenant compte de pics d'abondances en fonction de la phénologie des espèces.

Tous les chiffres de densités et les graphiques présentés dans ce rapport correspondent donc aux effectifs maximums comptabilisés par saison pour chaque espèce et sur chaque transect. Ceux-ci sont donc exprimés en nombre d'individus pour 100 mètres linéaires.

## 2 . Résultats

### 2.1 . Indices globaux

Les suivis de 5 espèces sur 9 transects pendant 8 ans ont permis de récolter 1395 données et de comptabiliser 3026 individus.

L'abondance moyenne toutes espèces confondues sur l'ensemble des transects est de 27 individus/100m, ce qui fait environ 5,4 individus par espèce pour 100 m.

Sur les 5 espèces suivies, *Chorthippus scalaris* est la plus abondante (un peu plus de 14 ind./100m en moyenne). Trois espèces présentent ensuite une abondance moyenne plus faible, entre 3 et 5 ind./100m : *Calliptamus sp.*, *Ephippiger ephippiger* et *Gomphocerippus rufus*. La dernière espèce, *Metrioptera bicolor*, présente quant à elle une abondance moyenne très faible, avec 1,5 ind./100m. La figure 8 ci-dessous illustre ces différences d'abondance moyenne.

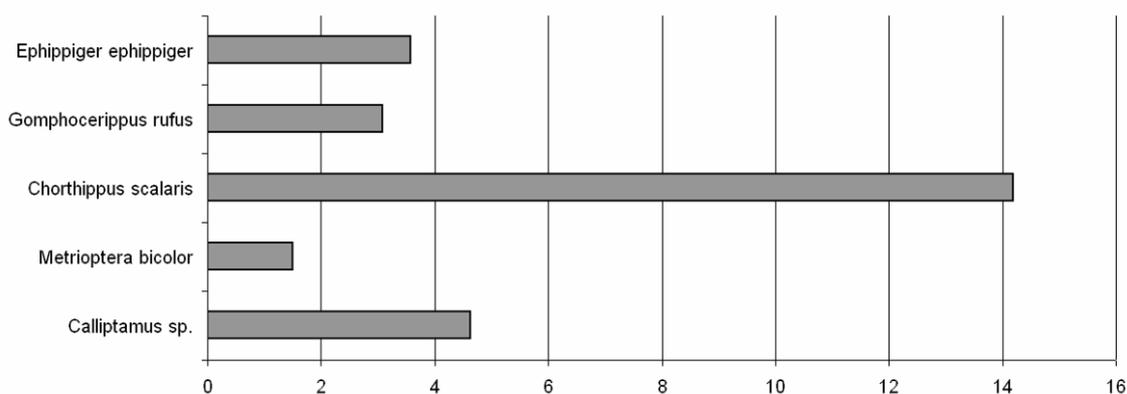


Figure 8 : Abondance moyenne des 5 espèces sur l'ensemble des transects

## 2.2 . Ecologie des espèces suivies

### 2.2.1 . Abondance des espèces sur les différents transects

Les profils de chacun des transects sont obtenus en calculant une moyenne des effectifs maximums de chaque année pour chaque espèce. Ces profils permettent de réaliser un premier descriptif des peuplements d'orthoptères sur la Réserve naturelle. La figure 9 ci-dessous illustre les profils des différents transects organisés selon un gradient de fermeture du milieu.

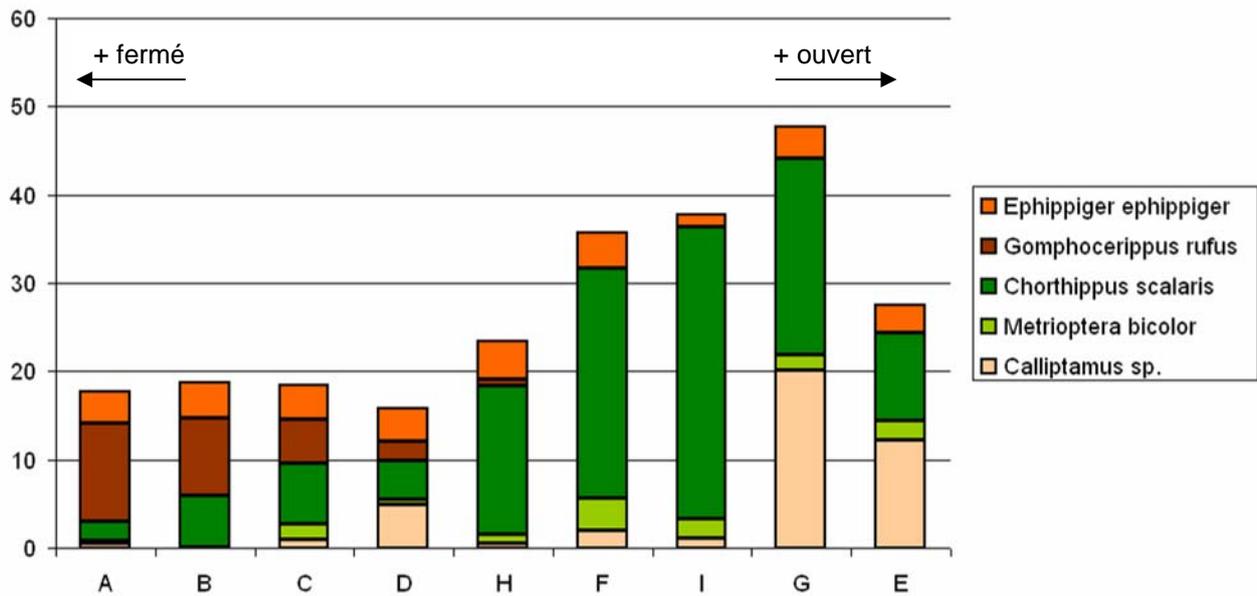


Figure 9 : Abondance moyenne des 5 espèces d'orthoptères sélectionnées sur les différents transects le long d'un gradient de fermeture de milieu

Le premier constat à la lecture de ce graphique concerne les densités cumulées des 5 espèces suivies. Celles-ci sont globalement beaucoup plus importantes dans les milieux ouverts que dans les milieux fermés. Une exception à cette tendance concerne le transect E sur lequel le substrat est constitué majoritairement de dalles rocheuses.

La répartition et l'abondance des espèces suivies sur chacun des transects peuvent également faire l'objet d'un premier descriptif (figure 10) :

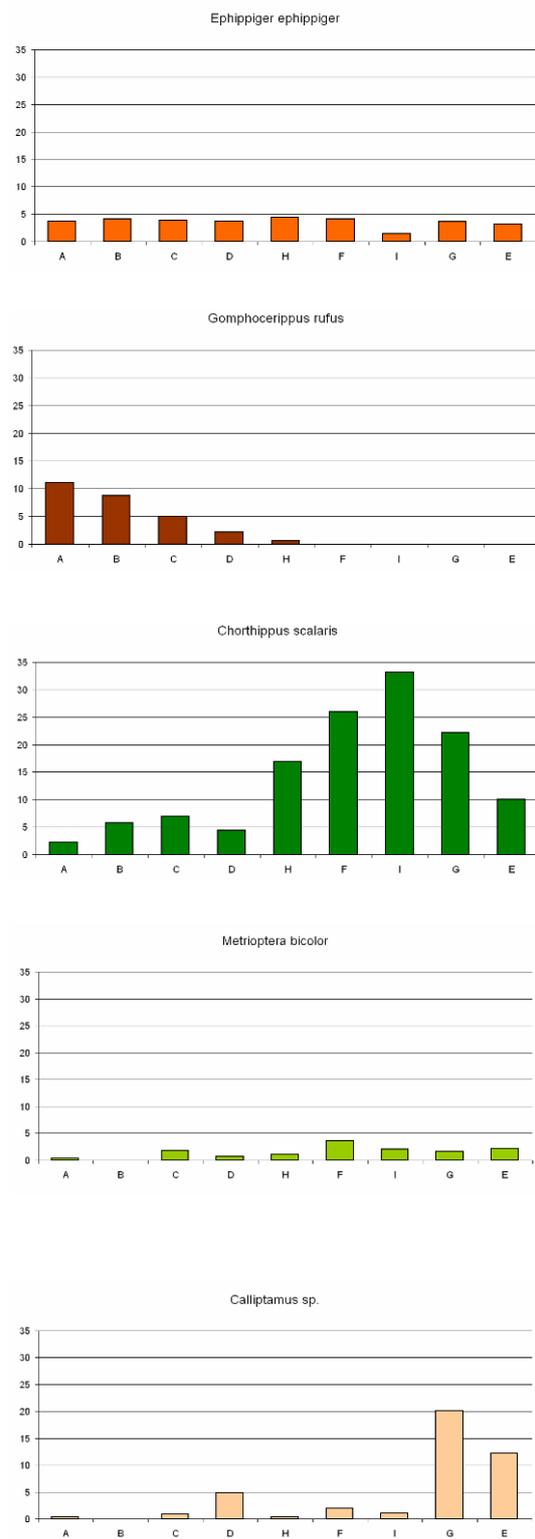
- l'**Ephippigère des vignes** (*Ephippiger ephippiger*) est notée sur l'ensemble des transects, avec des densités toujours assez faibles. Aucune différence notable de densité entre les différents transects ne peut être notée.

- le **Gomphocère roux** (*Gomphocerippus rufus*) n'est présent que sur les 5 transects effectués dans des milieux de landes arbustives ou de landes ouvertes à genets (transects A, B, C, D et H). Cette espèce est donc absente sur tous les transects où les milieux herbacés ou rocheux sont dominants. On constate également que, au sein des transects dans lesquels la strate arbustive est dominante, ses effectifs augmentent régulièrement avec le degré de fermeture du milieu.

- le **Criquet jacasseur** (*Chorthippus scalaris*) est noté sur l'ensemble des transects. Ces densités varient par contre beaucoup en fonction des transects : peu abondant sur ceux situés dans les milieux les plus fermés (A, B, C et D), il devient dominant dans les transects en milieu prairiaux (F et I) et ses densités diminuent à nouveau lorsque la strate herbacée diminue au profit de zones rocheuses (transects G et E).

- la **Decticelle bicolor** (*Metrioptera bicolor*) n'est absente que du transect B situé dans des milieux de landes arbustives. Toujours rare, elle ne présente pas de variations de densités importantes entre les différents transects. Le transect sur lequel elle est la mieux représentée est le transect F situé dans des milieux herbacés hauts, correspondant à son habitat de prédilection.

- les **Criquets italiens et ochracés** (*Calliptamus sp.*) ne sont absents que du transect B situé dans un habitat de landes arbustives. Très peu abondantes la plupart du temps, ces espèces deviennent dominantes sur les deux transects en milieu rocheux (G et E). Elles présentent également des densités plus fortes sur le transect D qui correspond à un sentier rocailleux dans un contexte de landes arbustives.



**Figure 10** : Densités moyennes des 5 espèces suivies sur les différents transects classés selon un gradient de fermeture du milieu

Cette analyse globale des peuplements sur les différents transects donne également des premières clés de lecture du caractère bio-indicateur des espèces choisies. Ainsi certaines espèces semblent effectivement se répartir le long d'un gradient de fermeture de milieu (*Gomphocerippus rufus* dans les milieux arbustifs, *Chorthippus scalaris* dans les milieux prairiaux et *Calliptamus sp.* dans les milieux rocheux). Pour les deux autres espèces (*Ephippiger ephippiger* et *Metrioptera bicolor*), le degré de fermeture du milieu ne semble par contre pas être un élément prépondérant pour expliquer leurs répartitions dans les différents habitats du site.

## 2.2.2 . Phénologie des différentes espèces

Les données récoltées lors des différents passages permettent de connaître l'abondance des espèces suivies au cours de la saison. Les données ont été analysées par quinzaine entre mi-juillet et fin septembre conformément au protocole établi au départ.

La figure 11 ci-dessous montre deux représentations graphiques des effectifs moyens par quinzaines (synthèse des 8 années de suivi).

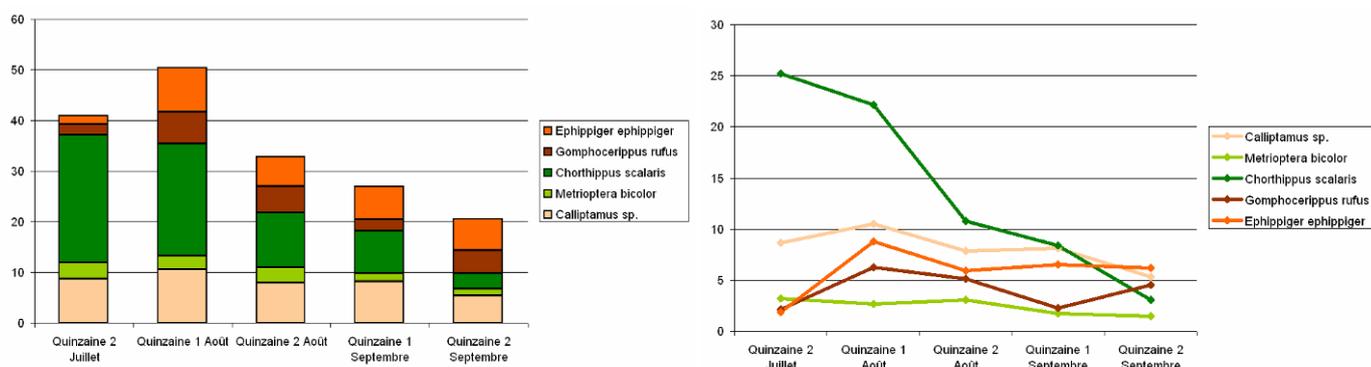


Figure 11 : Phénologie des 5 espèces suivies (effectifs moyens par quinzaines)

Deux points importants ressortent à la lecture de ces graphiques :

- les effectifs des 5 espèces confondues présentent un maximum marqué la première quinzaine d'août et diminuent progressivement jusqu'à fin septembre ;
- l'espèce la plus abondante sur l'ensemble des transects, *Chorthippus scalaris* présente un maximum d'abondance lors du premier passage pendant la deuxième quinzaine de juillet ; elle se maintient avec une abondance importante pendant la première quinzaine d'août, et diminue ensuite de manière significative en fin de saison ; les autres espèces présentent des variations d'abondance moins significatives au cours de la saison.

Ces caractéristiques phénologiques seront un élément important de l'analyse des biais possibles de la méthode mise en œuvre (voir paragraphe 4.1.1).

## 2.3 . Evolution temporelle globale

### 2.3.1 . Effectifs des différentes espèces

L'évolution temporelle globale des effectifs sur l'ensemble des transects est analysée en comparant les moyennes d'effectifs des différents transects pour chaque année de suivi (voir figure 12).

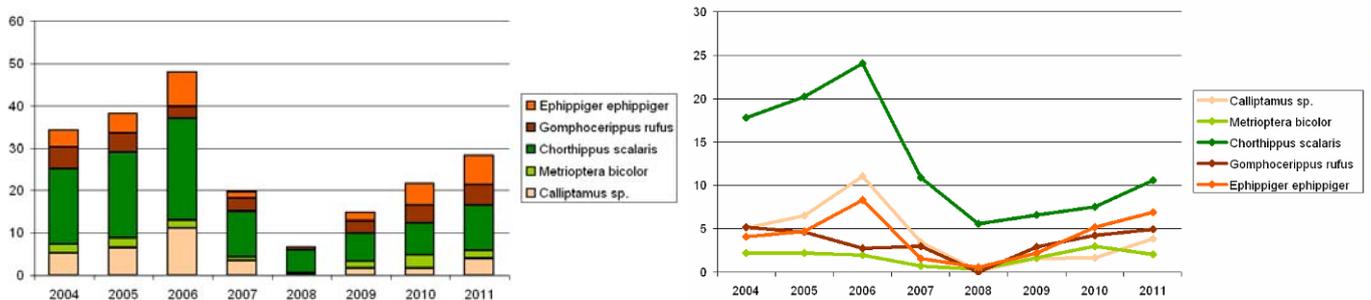


Figure 12 : Evolution temporelle globale des effectifs des différentes espèces

A la lecture de ces graphiques, il apparaît tout d'abord que les résultats sont très différents d'une année à l'autre. On peut ainsi distinguer plusieurs phases d'évolution des effectifs :

- sur la période 2004 à 2006, on peut observer une augmentation régulière des effectifs qui passent de 34 individus/100m en 2004 à 48 individus/100m ;
- en 2007, on observe une diminution brutale des effectifs qui tombent à 20 individus/100m (baisse de 58% par rapport à 2006) ;
- en 2008, cette chute se poursuit avec des effectifs extrêmement faibles de 7 individus/100m (baisse de 65% par rapport à 2007 et de 85% par rapport au maximum de 2006) ;
- à partir de 2009, on trouve à nouveau une phase d'augmentation régulière avec des effectifs qui remontent à 28 individus/100m en 2011. On ne retrouve cependant pas les effectifs présents avant la baisse spectaculaire de 2007 et 2008.

Concernant les évolutions globales des effectifs de chacune des espèces, nous pouvons noter deux scénarios différents :

- les trois espèces les plus abondantes (*Chorthippus scalaris*, *Calliptamus sp.* et *Ephippiger ephippiger*) présentent une évolution de leurs effectifs comparable à l'évolution globale décrite précédemment ; il est cependant intéressant de noter que en 2011, *Chorthippus scalaris* présente des effectifs inférieurs de 38% à ceux observés lors du début de l'étude en 2004 ; les deux autres espèces, quant à elles, retrouvent en 2011 des effectifs similaires à ceux de 2004 (mais toujours inférieurs à ceux du maximum de 2006) ;
- les courbes d'évolution des deux autres espèces (*Gomphocerippus rufus* et *Metrioptera bicolor*) présentent par contre des différences avec l'évolution globale puisque l'on observe un maximum en 2004 (année de début de suivi), avec une diminution régulière jusqu'en 2008, puis une augmentation régulière jusqu'en 2011 où l'on retrouve des effectifs similaires à ceux de 2004.

Cette analyse de l'évolution des effectifs, tout transects confondus, montre bien différentes phases très marquées. Les paramètres explicatifs de ces variations d'effectifs globaux peuvent être à rechercher :

- soit dans des tendances générales et à large échelle de dynamiques de populations liées à des fonctionnements cycliques ou des conditions météorologiques particulières ;
- soit dans des évolutions de gestion propres au site et à ces caractéristiques intrinsèques ;
- soit dans des biais méthodologiques pouvant fausser l'interprétation des résultats (dates et nombre de passages, effet observateur...).

Ces différentes pistes de réflexion sont analysées dans la suite de ce rapport.

### 2.3.2 . Proportion des différentes espèces

Après l'analyse de l'évolution des effectifs, il est intéressant de s'intéresser à l'évolution des proportions des différentes espèces dans le peuplement global. En effet, ces proportions peuvent témoigner d'une évolution dans les assemblages d'espèces dont l'analyse peut être complémentaire de celle découlant des variations d'effectifs.

La figure 13 ci-dessous illustre l'évolution temporelle de la proportion de chaque espèce dans les effectifs totaux comptabilisés.

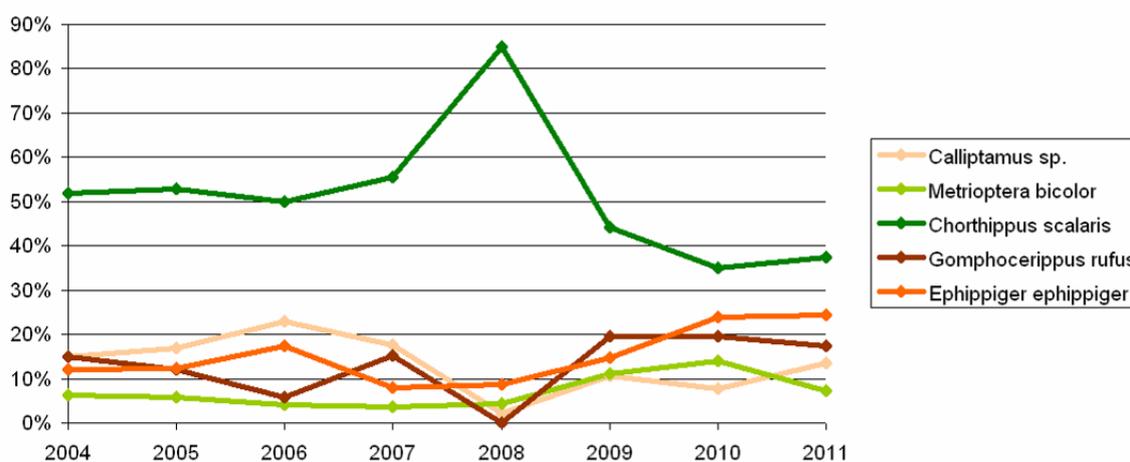


Figure 13 : Evolution temporelle globale de la proportion des différentes espèces dans les effectifs totaux comptabilisés

Plusieurs éléments intéressants sont visibles sur ce graphique :

- les proportions d'espèces sont assez stables sur la période 2004-2007, et cela malgré les variations d'effectifs précédemment décrites. On trouve ainsi en moyenne sur cette période 53% de *Chorthippus scalaris*, 18% de *Calliptamus sp.*, 12% de *Gomphocerippus rufus* et d'*Ephippiger ephippiger*, ainsi que 5% de *Metrioptera bicolor* ;

- Une modification très importante apparaît en 2008, avec une proportion écrasante de *Chorthippus scalaris* qui passe à près de 85% des effectifs totaux. En parallèle, deux espèces voient leur proportion chuter de manière brutale : *Calliptamus sp.* et *Gomphocerippus rufus* qui passent respectivement à 2% et à 0% des effectifs totaux ;
- Suite à ce phénomène de 2008, on note à nouveau une certaine stabilité des proportions d'espèces sur la période 2009-2011 ; ce nouvel assemblage est cependant différent de celui de la période 2004-2007 puisque l'on note une baisse importante de la proportion de *Chorthippus scalaris* (39% en moyenne), ainsi que de *Calliptamus sp.* (11%) ; les trois autres espèces présentent par contre des proportions plus importantes que sur la première période (21% pour *Ephippiger ephippiger*, 19% pour *Gomphocerippus rufus* et 11% pour *Metriopectera bicolor*).

Les facteurs explicatifs possibles de l'évolution temporelle dans les proportions de chacune des espèces peuvent également être recherchés à différentes échelles (tendances générales, modifications des conditions stationnelles, biais méthodologiques). Ceux-ci seront également analysés dans la suite de ce rapport.

## 2.4 . Evolution temporelle par transects

### 2.4.1 . Transect A

Le transect A est situé dans la partie basse de la réserve, dans des habitats fermés constitués par des manteaux préforestiers à Noisetier (*Corylus avellana*). D'après l'analyse de l'évolution de la végétation entre 2005 et 2010 (annexe 3), aucune dynamique particulière n'a été notée à l'emplacement de ce transect.

Il est situé dans un parc en restauration sur lequel des opérations de débroussaillage mécanique ont été menées. Celles-ci n'ont cependant pas eu lieu à proximité immédiate du transect.

D'après la figure 15, les effectifs d'orthoptères sont globalement faibles sur ce transect (17,2 ind./100m en moyenne) et largement dominé par *Gomphocerippus rufus* qui représente plus de 60% des effectifs. On observe chez cette espèce une abondance plus importante avant 2008 (13,9 ind./100m en moyenne), qu'après 2008 (9,6 individus/100m en moyenne), avec aucun individu contacté en 2008.

L'autre espèce notée avec des effectifs significatifs sur ce transect est *Ephippiger ephippiger* qui représente 26% des effectifs. Cette espèce est présente entre 2004 et 2007 avec une abondance moyenne de 5,5 ind./100m, puis disparaît entre 2008 et 2010, et réapparaît en 2011 avec une abondance plus forte de 13,3 ind./100m.

Les trois autres espèces, liées aux milieux plus ouverts, sont présentes de manière anecdotique et leurs données concernent plus vraisemblablement des individus erratiques que des populations installées sur la station.



Figure 14 : Transect A

#### Transect A

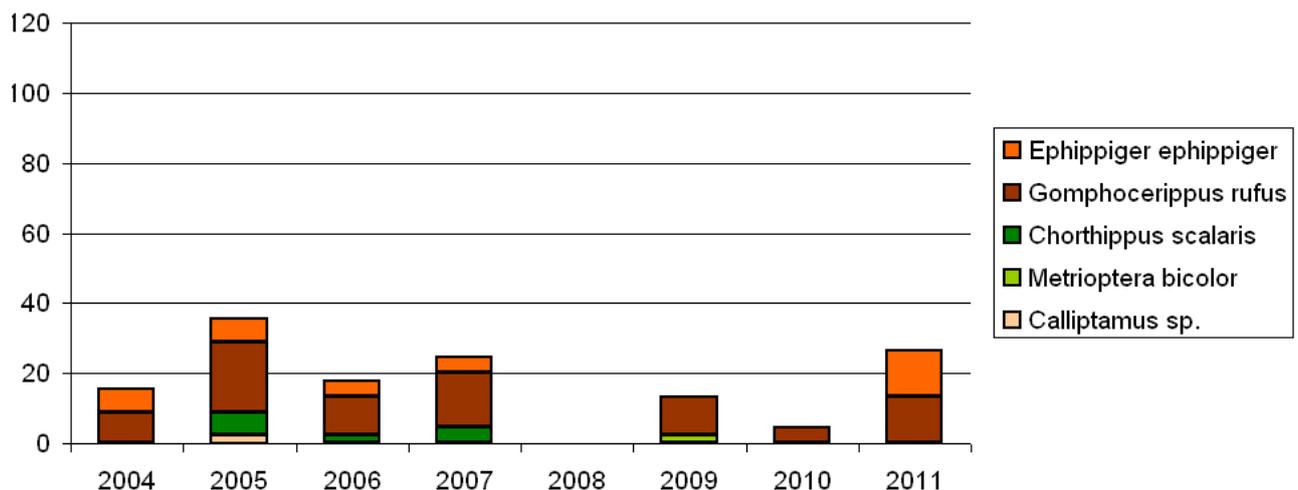


Figure 15 : Evolution temporelle des effectifs des différentes espèces sur le transect A

## 2.4.2 . Transect B

Le transect B est également situé dans des habitats fermés constitués par des manteaux préforestiers à Noisetier (*Corylus avellana*). D'après l'analyse de l'évolution de la végétation entre 2005 et 2010 (annexe 3), il se situe par contre sur un secteur qui a connu une dynamique de progression des ligneux et donc une fermeture du milieu.

Comme le transect A, il est situé dans un parc en restauration sur lequel des opérations de débroussaillage mécanique ont été menées. Celles-ci n'ont cependant pas eu lieu à proximité immédiate du transect.

D'après la figure 17, les effectifs d'orthoptères sont assez faibles sur ce transect (19,3 ind./100m en moyenne) et largement dominé par *Gomphocerippus rufus* qui représente 53% des effectifs. On observe chez cette espèce une première phase de réduction progressive des effectifs jusqu'à disparition en 2008, suivi par une phase d'augmentation progressive à partir de 2009 avec un maximum à 17,5 ind./100m en 2011.

Deux autres espèces sont notées avec des effectifs significatifs sur ce transect :

- *Chorthippus scalaris* qui représente 26% des effectifs ; celui-ci n'est bien présent sur le transect qu'entre 2005 et 2007 (11,7 ind./100m en moyenne), disparaît ensuite entre 2008 et 2010 puis fait une timide réapparition en 2011 avec 5,3 ind./100m.
- *Ephippiger ephippiger* qui représente 20% des effectifs et est notée toujours avec des abondances assez faibles (7 ind./100 m au maximum) ; elle n'est pas contactée en 2007, 2008 et 2010.

Les trois autres espèces, liées aux milieux plus ouverts, n'ont pas été notées sur ce transect.



Figure 16 : Transect B

### Transect B

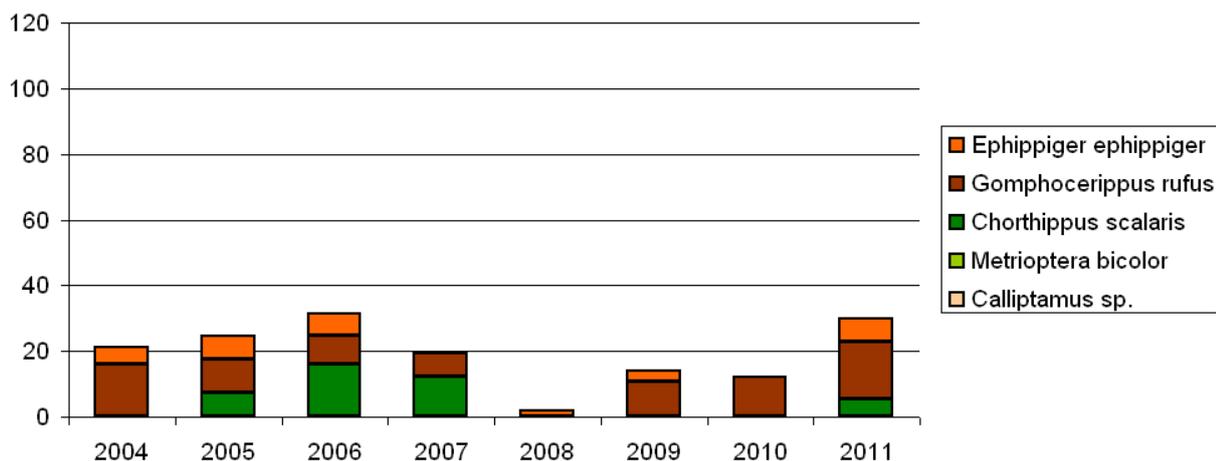


Figure 17 : Evolution temporelle des effectifs des différentes espèces sur le transect B

### 2.4.3 . Transect C

Le transect C est également situé dans des habitats assez fermés constitués principalement par des landes à Fougère aigle (*Pteridium aquilinum*) et des manteaux préforestiers à Noisetier (*Corylus avellana*). Il a la particularité de se trouver le long d'un chemin emprunté par les troupeaux. Une végétation herbacée rase ainsi que des plages de sol nu sont donc présentes le long de ce chemin. D'après l'analyse de l'évolution de la végétation entre 2005 et 2010 (annexe 3), on constate un recul des ligneux aux abords immédiats du chemin.



Figure 18 : Transect C

Comme les transects précédents, il est situé dans un parc en restauration sur lequel des opérations de débroussaillage mécanique ont été menées. Celles-ci n'ont cependant pas eu lieu à proximité immédiate du transect.

D'après la figure 19, les effectifs d'orthoptères sont assez faibles sur ce transect (18,2 ind./100m en moyenne). Trois espèces présentent des effectifs à peu près similaires (entre 27 et 32% des effectifs globaux) :

- *Chorthippus scalaris* est bien présent sur la période 2004-2006 avec 13,2 ind./100m en moyenne ; ses effectifs diminuent ensuite fortement à partir de 2007 mais ne remontent guère après 2008 puisque son abondance moyenne sur la période 2009-2011 est de seulement 1,5 ind./100m ;
- *Gomphocerippus rufus* est bien présent en 2004 avec 17,9 ind./100m et devient beaucoup moins abondant à partir de 2005 avec 3,3 ind./100m en moyenne. On note également sa disparition en 2008 comme sur les autres transects ;
- *Ephippiger ephippiger* est notée chaque année en faibles effectifs, avec toutefois une abondance un peu plus forte depuis 2009 (23,1 ind./100m en moyenne).

Les deux autres espèces sont notées de manière plus anecdotique sur le transect. *Calliptamus sp.* est noté régulièrement (5 années sur 8) mais toujours avec une abondance très faible (0,8 ind./100m en moyenne). Sa présence ponctuelle dans ce contexte préforestier est à relier avec les plages de sol nu créées par le passage du troupeau sur le chemin.

Quant à *Metrioptera bicolor*, elle est notée en effectifs assez faibles sur la période 2004-2006 (3,5 ind./100m en moyenne). Elle disparaît ensuite en 2007 et n'est plus notée que de manière anecdotique en 2010 et 2011 avec 1,1 ind./100m en moyenne.

Transect C

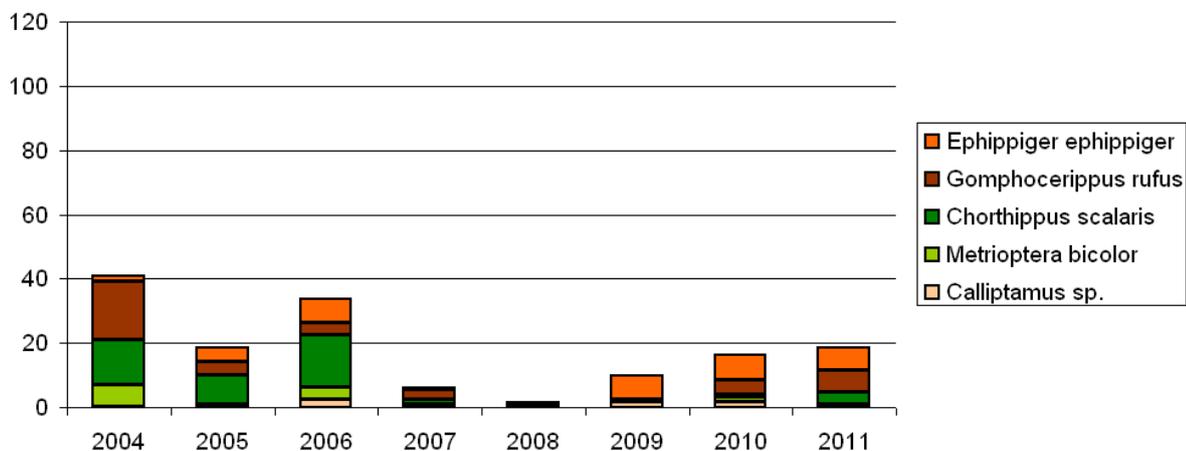


Figure 19 : Evolution temporelle des effectifs des différentes espèces sur le transect C

#### 2.4.4 . Transect D

Le transect D est également situé dans des habitats assez fermés constitués principalement par des landes à Fougère aigle (*Pteridium aquilinum*) et des manteaux préforestiers à Prunellier (*Prunus spinosa*). Comme le transect C, il a la particularité de se trouver le long d'un chemin emprunté par les troupeaux. Une végétation herbacée rase ainsi que des plages de sol nu et d'éboulis rocheux sont donc présentes le long de ce chemin. D'après l'analyse de l'évolution de la végétation entre 2005 et 2010 (annexe 3), on constate un recul des ligneux aux abords immédiats du chemin.



Figure 20 : Transect D

Comme les transects précédents, il est situé dans un parc en restauration sur lequel des opérations de débroussaillage mécanique ont été menées. Celles-ci n'ont cependant pas eu lieu à proximité immédiate du transect.

D'après la figure 21, les effectifs d'orthoptères sont assez faibles sur ce transect (16,8 ind./100m en moyenne). Quatre espèces présentent des effectifs à peu près similaires (entre 21 et 27% des effectifs globaux) :

- *Ephippiger ephippiger* est notée chaque année en faibles effectifs, avec toutefois une abondance un peu plus forte sur les années 2005-2006 et 2010-2011 ;
- *Calliptamus sp.* est noté régulièrement de 2004 à 2007 avec 7,2 ind./100m en moyenne, puis disparaît entre 2008 et 2010 avant de réapparaître en 2011 avec 5,3 ind./100m ;
- *Gomphocerippus rufus* est noté entre 2004 et 2007 avec 2,3 ind./100m en moyenne, disparaît en 2008 et devient un peu plus abondant entre 2009 et 2011 avec 6,6 ind./100m en moyenne ;
- *Chorthippus scalaris* est assez bien présent sur la période 2004-2007 avec 6,3 ind./100m en moyenne ; ses effectifs diminuent ensuite fortement à partir de 2008 avec une abondance moyenne sur la période 2008-2011 de seulement 0,7 ind./100m ;

Quant à *Metrioptera bicolor*, elle est présente de manière anecdotique en 2004, 2005, 2006 et 2010, toujours avec une abondance très faible.

#### Transect D

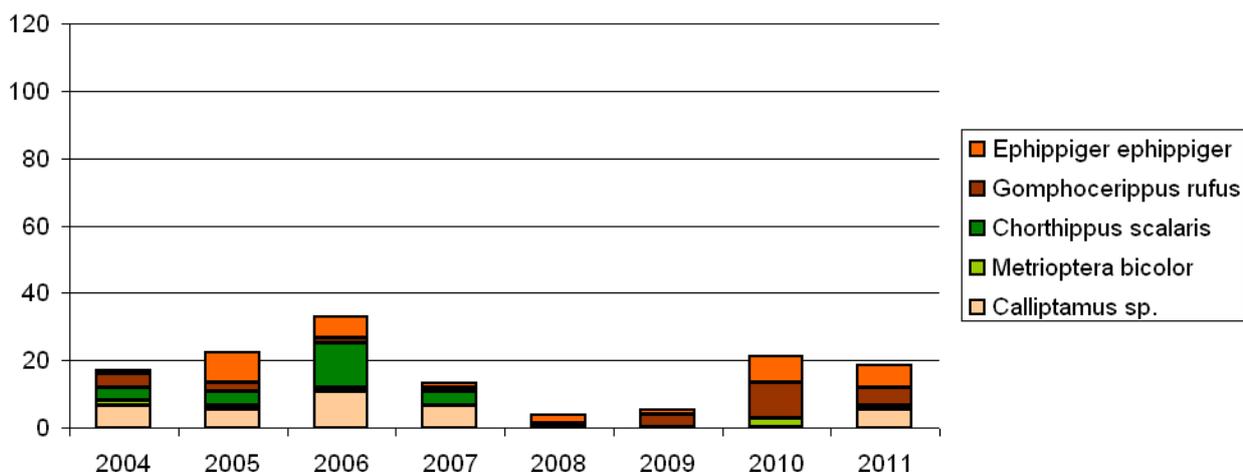


Figure 21 : Evolution temporelle des effectifs des différentes espèces sur le transect D

### 2.4.5 . Transect E

Le transect E est situé dans des habitats assez ouverts constitués par une mosaïque de milieux rocheux et de landes à Genêt purgatif (*Cytisus purgans*).

Il est situé dans le grand exclos de la réserve naturelle et n'est donc normalement pas soumis à des dynamiques autres qu'une dynamique naturelle de fermeture, qui est ici très lente du fait de la prédominance du substrat rocheux. Il s'agit donc d'un transect témoin sur lequel seules les fluctuations liées aux conditions climatiques devraient être perceptibles.



Figure 22 : Transect E

D'après la figure 23, les effectifs d'orthoptères sont moyens sur ce transect (27,1 ind./100m en moyenne).

Deux espèces dominent largement le peuplement sur ce transect :

- *Calliptamus* sp. qui représente 45% des effectifs comptabilisés ; il est bien présent entre 2004 et 2006 (avec 21,6 ind./100m en moyenne) puis diminue fortement en 2007, disparaît en 2008 et remonte progressivement à partir de 2009 pour atteindre 17,6 ind./100m en 2011 ;
- *Chorthippus scalaris* qui représente 34% des effectifs comptabilisés ; il présente une dynamique similaire à celle de *Calliptamus* sp., avec toutefois une diminution moindre des effectifs en 2007-2008 (ceux-ci passent de 14,5 à 4,1 ind./100m en moyenne) et également une augmentation moindre sur la période 2009-2011 (7,1 ind./100m en moyenne) ;

Quant aux trois autres espèces, elles présentent des abondances faibles et des tendances peu significatives : *Ephippiger ephippiger* semble assez stable sur les périodes 2004-2006 et 2009-2011 (4,7 ind./100m en moyenne), avec une disparition en 2007-2008 ; *Metrioptera bicolor* est présente chaque année en faibles effectifs (2,2 ind./100m en moyenne) sauf en 2008 où elle est absente ; quant à *Gomphocerippus rufus*, la donnée ponctuelle de 2010 concerne vraisemblablement un individu erratique.

#### Transect E

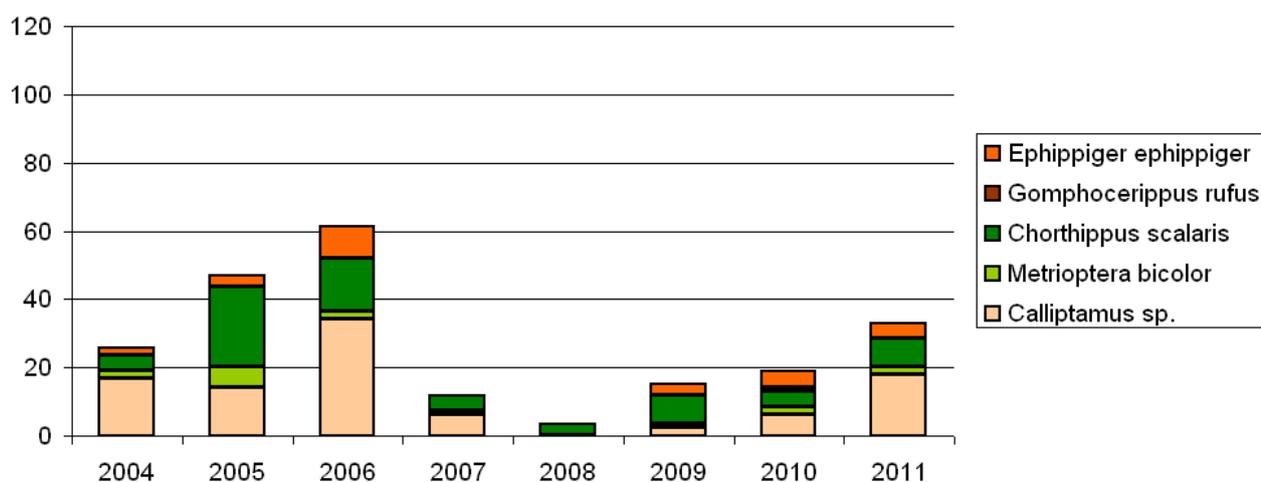


Figure 23 : Evolution temporelle des effectifs des différentes espèces sur le transect E

## 2.4.6 . Transect F

Le transect F est situé dans des habitats ouverts constitués majoritairement par des prairies à Avoine élevée (*Arrhenaterum elatius*).

Il est situé dans un parc en entretien sur lequel aucune action mécanique n'a été effectuée. D'après l'analyse de l'évolution de la végétation entre 2005 et 2010 (annexe 3), on constate un recul des fourrés et notamment du Genêt purgatif (*Cytisus purgans*) suite à la mise en pâturage.

D'après la figure 25, les effectifs d'orthoptères sont assez importants sur ce transect (33,3 ind./100m en moyenne) et largement dominés par *Chorthippus scalaris* qui représente 65% des effectifs. On observe chez cette espèce une diminution assez régulière des effectifs depuis 2004 (46,8 ind./100m) jusqu'en 2010-2011 (8,5 ind./100m en moyenne).

Deux autres espèces sont notées avec des effectifs significatifs sur ce transect :

- *Metrioptera bicolor* qui présente une abondance moyenne de 4,9 ind./100m (c'est le transect sur lequel cette espèce est la plus notée) ; mise à part des effectifs plus faibles en 2008 et 2009, elle semble globalement se maintenir sur la période de suivi ;
- *Ephippiger ephippiger* qui présente une abondance moyenne de 4,7 ind./100m, avec des fluctuations interannuelles assez importantes (15,6 ind./100m en 2006 ; aucun individu en 2008 et 2009).

Quant à *Gomphocerippus rufus*, la donnée ponctuelle de 2010 concerne vraisemblablement des individus erratiques.



Figure 24 : Transect F

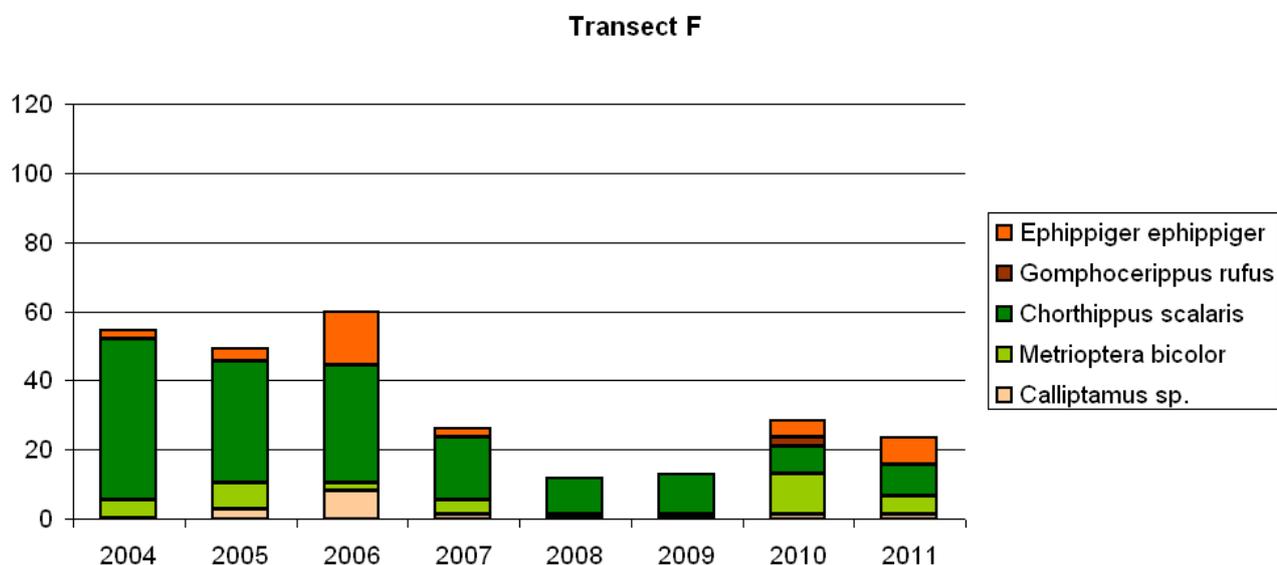


Figure 25 : Evolution temporelle des effectifs des différentes espèces sur le transect F

## 2.4.7 . Transect G

Le transect G est situé dans des habitats très ouverts constitués majoritairement par des milieux rocheux, ainsi que des pelouses à Fétuque d'Auvergne (*Festuca arvernensis*).

Il est situé dans un parc en entretien sur lequel aucune action mécanique n'a été effectuée. Cette partie de la réserve n'ayant jamais été colonisée par les ligneux, on ne constate pas de dynamique notable entre 2005 et 2010 (annexe 3).

D'après la figure 27, les effectifs d'orthoptères sont importants sur ce transect (45 ind./100m en moyenne). C'est le transect sur lequel les abondances d'orthoptères sont les plus importantes ; celles-ci sont largement dominées par deux espèces :

- *Chorthippus scalaris* qui représente 47% des effectifs. On observe chez cette espèce une phase de forte abondance entre 2004 et 2006 (35,9 ind./100m en moyenne), une phase d'abondance faible entre 2007 et 2009 (8,5 ind./100m en moyenne), puis une phase d'abondance moyenne entre 2010 et 2011 (18 ind./100m en moyenne).
- *Calliptamus sp.* qui représente 38% des effectifs. On observe également chez cette espèce une abondance plus importante sur la période 2004-2006 (31,2 ind./100m en moyenne) que sur la période suivante entre 2007 et 2011 (8,7 ind./100m en moyenne).

Deux autres espèces sont notées avec des effectifs bien moindres sur ce transect :

- *Ephippiger ephippiger* qui présente une abondance moyenne de 4,5 ind./100m, et est notée principalement sur les périodes 2004-2006 et 2010-2011 ;
- *Metrioptera bicolor* qui présente une abondance moyenne de 2,1 ind./100m ; mise à part son absence certaines années (2005, 2008 et 2009), elle semble globalement se maintenir sur la période de suivi ;

Quant à *Gomphocerippus rufus*, la donnée ponctuelle de 2010 concerne vraisemblablement un individu erratique.



Figure 26 : Transect G

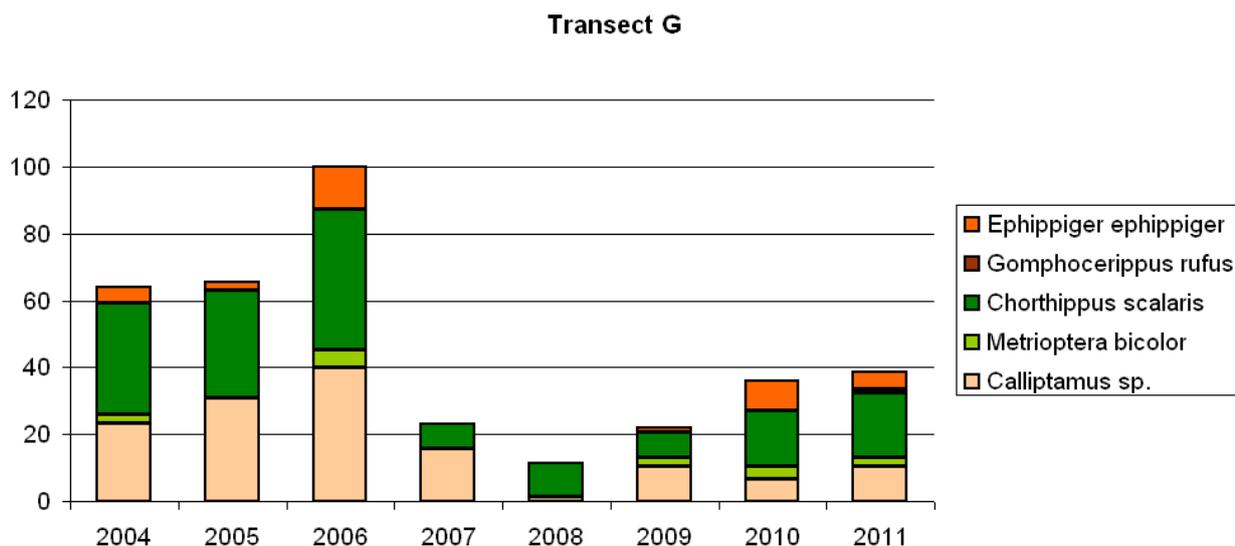


Figure 27 : Evolution temporelle des effectifs des différentes espèces sur le transect G

## 2.4.8 . Transect H

Le transect H est situé dans des habitats ouverts constitués majoritairement par des prairies à Avoine élevée (*Arrhenaterum elatius*), avec quelques taches de landes à Genêt à balais (*Cytisus scoparius*) et à Framboisier (*Rubus idaeus*).

Il est situé dans un parc en entretien sur lequel aucune action mécanique n'a été effectuée. D'après l'analyse de l'évolution de la végétation entre 2005 et 2010 (annexe 3), on constate un

recul important des fourrés et notamment du Genêt à balais sur cette partie de la réserve suite à la mise en pâturage.

D'après la figure 29, les effectifs d'orthoptères sont moyens sur ce transect (23,9 ind./100m en moyenne) et largement dominés par *Chorthippus scalaris* qui représente 70% des effectifs. On observe chez cette espèce une dynamique de population similaire à la dynamique générale déjà décrite, avec une phase de croissance entre 2004 et 2006, une baisse rapide des effectifs en 2007 et 2008 puis une reconstruction progressive entre 2009 et 2011. Les effectifs de 2011 représentent 65% de l'effectif maximal de 2006.

Deux autres espèces sont notées avec des effectifs bien moindres sur ce transect :

- *Ephippiger ephippiger* qui présente une abondance moyenne de 4,6 ind./100m, avec des fluctuations interannuelles assez importantes (11,4 ind./100m en 2006 ; aucun individu en 2008) ;
- *Metrioptera bicolor* qui présente une abondance moyenne de 1,6 ind./100m, avec une nette tendance à la hausse depuis 2008 (pour atteindre 3,8 ind./100m en 2011).

Quant à *Calliptamus sp.* et *Gomphocerippus rufus*, leur présence est anecdotique sur ce transect.



Figure 28 : Transect H

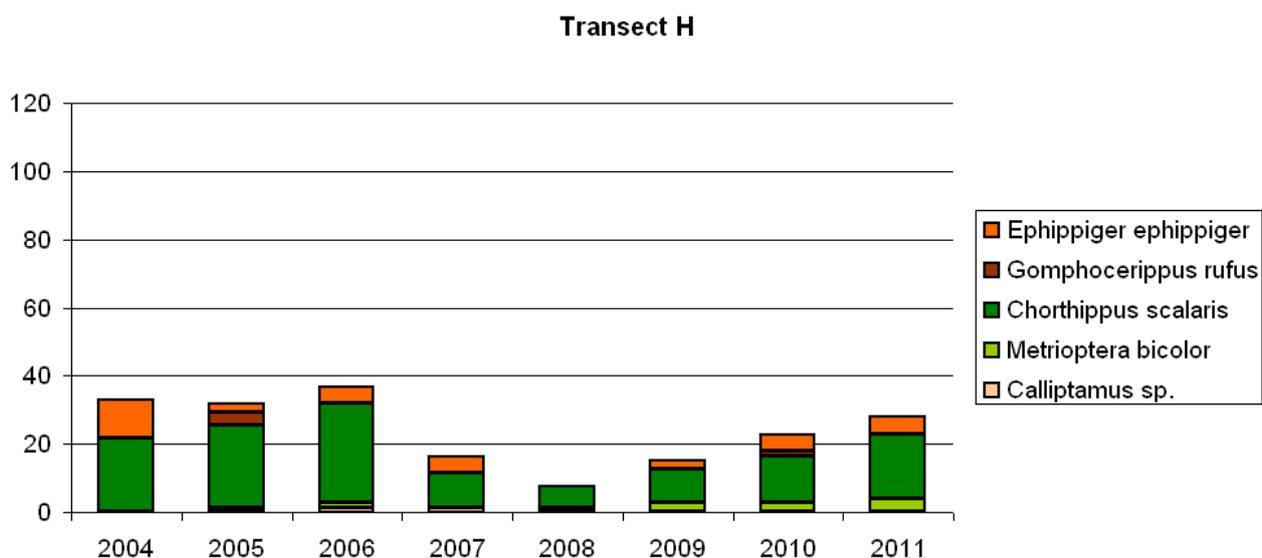


Figure 29 : Evolution temporelle des effectifs des différentes espèces sur le transect H

## 2.4.9 . Transect I

Le transect H est situé dans des habitats ouverts constitués majoritairement par des prairies à Avoine élevée (*Arrhenaterum elatius*).

Il est situé dans un parc en entretien sur lequel aucune action mécanique n'a été effectuée. D'après l'analyse de l'évolution de la végétation entre 2005 et 2010 (annexe 3), on constate un léger recul des fourrés sur une partie du transect suite à la mise en pâturage.

D'après la figure 31, les effectifs d'orthoptères sont assez importants sur ce transect (37,3 ind./100m en moyenne) et très largement dominés par *Chorthippus scalaris* qui représente 84% des effectifs. On observe chez cette espèce une dynamique de population similaire à la dynamique générale déjà décrite, avec une phase de croissance entre 2004 et 2006, une baisse rapide des effectifs en 2007 et 2008 puis une reconstruction progressive entre 2009 et 2011. Les effectifs de 2011 représentent 60% de l'effectif maximal de 2006.



Figure 30 : Transect I

Deux autres espèces sont notées avec des effectifs bien moindres sur ce transect :

- *Ephippiger ephippiger* qui présente une abondance moyenne de 2,5 ind./100m, avec des fluctuations interannuelles assez importantes (6,3 ind./100m en 2006 et 2010 ; aucun individu en 2004, 2007, 2008 et 2009) ;
- *Metrioptera bicolor* qui semble un peu plus présente sur la période 2009-2011 (3,8 ind./100m en moyenne) que sur la période 2004-2006 (2,1 ind./100m en moyenne).

Quant à *Calliptamus sp.* et *Gomphocerippus rufus*, leur présence est anecdotique sur ce transect également.

### Transect I

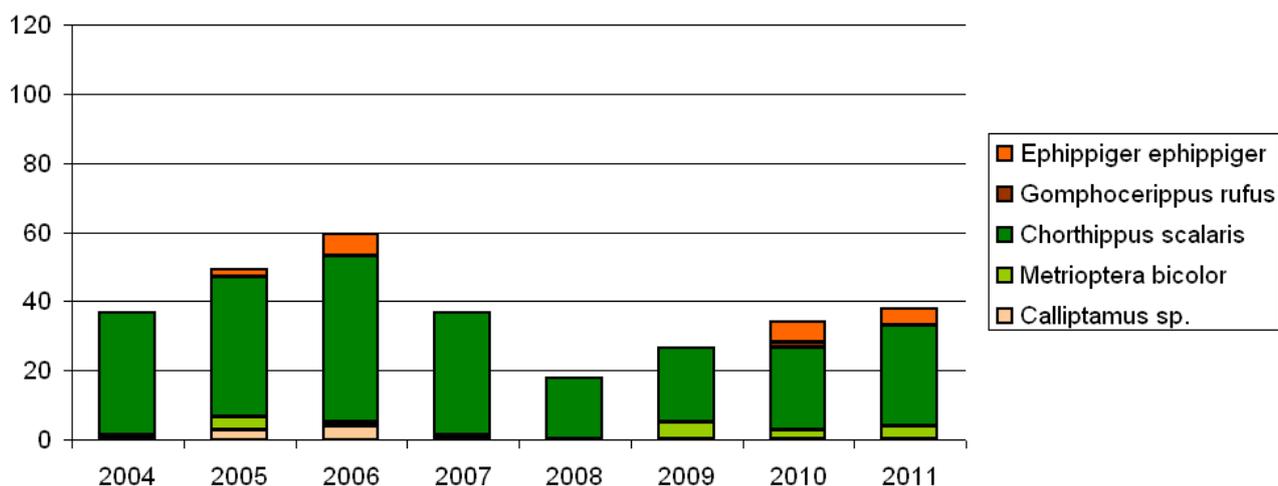


Figure 31 : Evolution temporelle des effectifs des différentes espèces sur le transect I

La figure 32 en page suivante illustre les fluctuations interannuelles d'effectifs pour les différentes espèces sur les 9 transects. Elle permet une comparaison visuelle des transects entre eux.

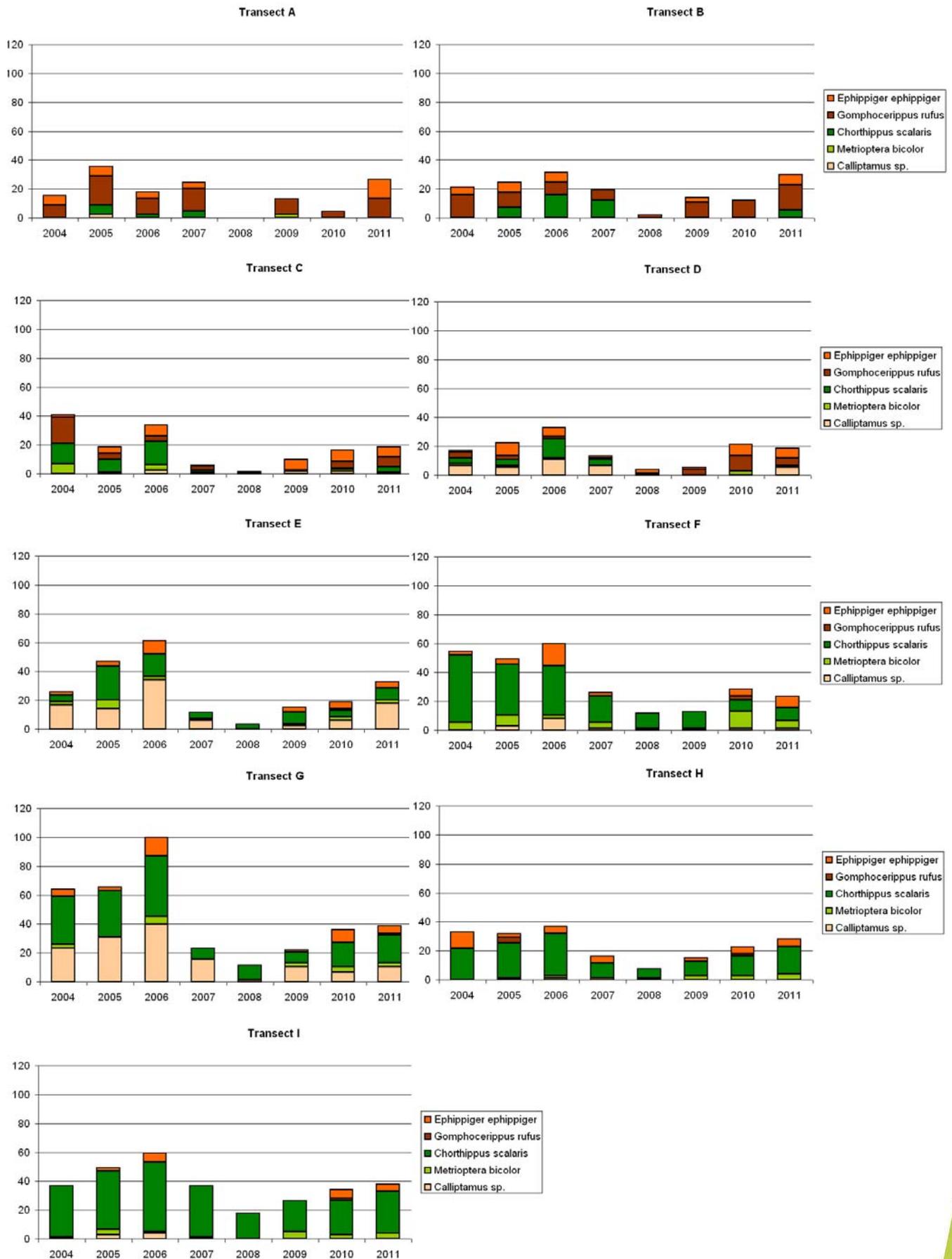


Figure 32 : Evolution temporelle des effectifs des différentes espèces pour chacun des transects

## 3 . Analyse des résultats

### 3.1 . Analyse globale

#### 3.1.1 . Influence des dates et du nombre de passages

Pour mesurer l'impact du nombre de passages, les données ont été reportées sur un graphique (voir figure 33 ci-dessous) représentant la moyenne des effectifs maximums des différentes espèces en fonction du nombre de passages (entre 3 et 5 selon les années).

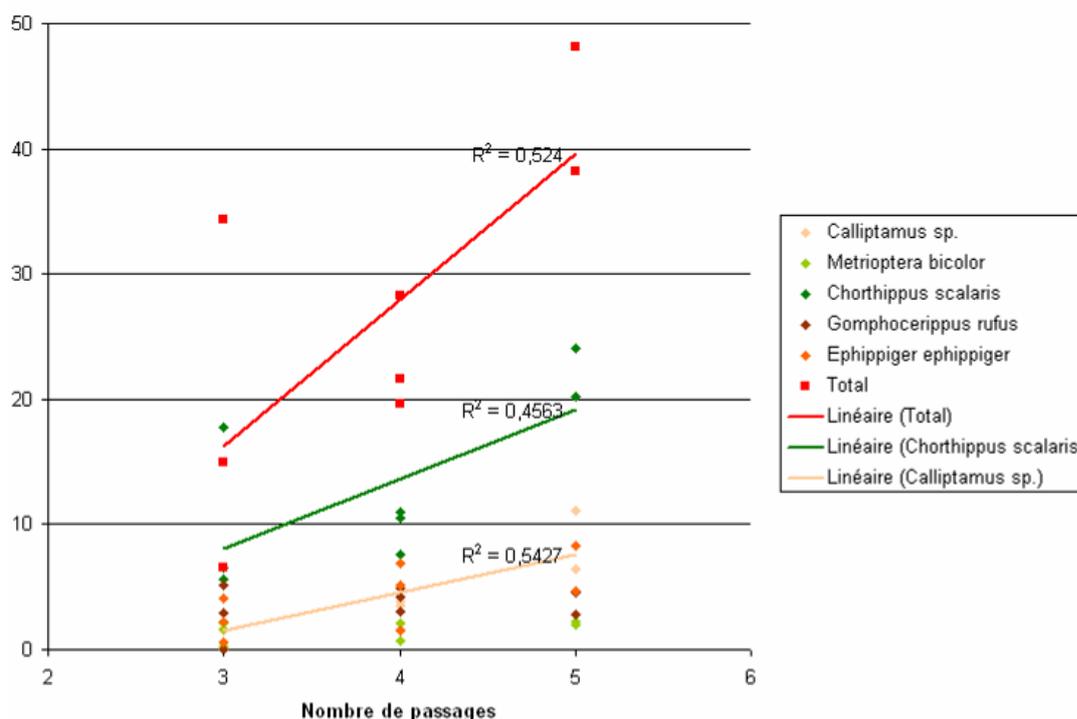


Figure 33 : Effectifs maximums comptabilisés en fonction du nombre de passages par saison

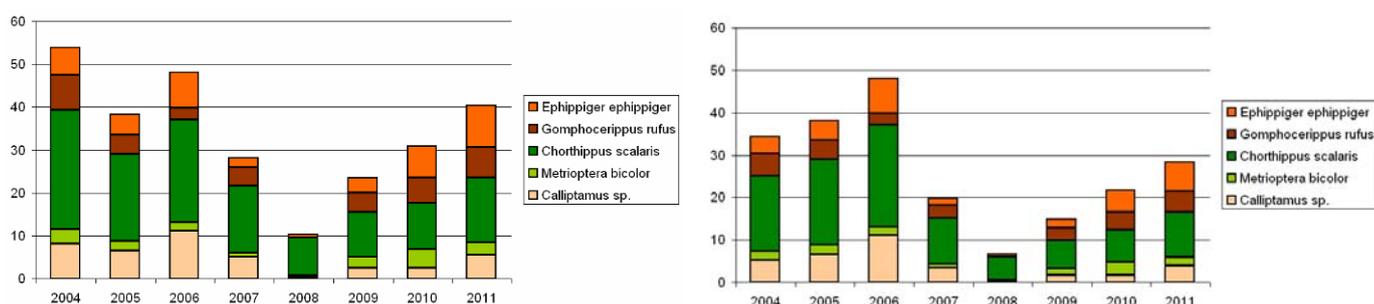
La figure 33 montre qu'il existe une relation de cause à effet significative entre le nombre de passages et les effectifs maximums comptabilisés par espèces. Cette relation est surtout significative pour les effectifs globaux, ainsi que pour les espèces les plus abondantes (*Chorthippus scalaris* et *Calliptamus sp.*).

Le nombre de passage réalisé constitue donc un biais réel dans le jeu de données et les effectifs sont vraisemblablement sous-estimés les années à 4 passages (2007, 2010 et 2011) et encore plus les années à 3 passages (2004, 2008 et 2009).

Les dates des passages réalisés peuvent également constituer un biais dans le jeu de données récolté. Ainsi, le caractère précoce de l'espèce dominante *Chorthippus scalaris* (voir figure 11) peut être un élément à prendre en compte dans l'analyse interannuelle des résultats. En effet, le passage de la deuxième quinzaine de juillet n'a été effectué que 4 années sur 8. L'abondance moyenne de cette espèce lors des années avec passage en juillet (2005, 2006, 2007 et 2008) est ainsi de 15,2 individus/100m contre 10,6 individus/100m en moyenne sur les années sans passage en juillet (2004, 2009, 2010 et 2011). Il est difficile d'expliquer cette différence uniquement avec ce facteur mais il est probable que les effectifs de cette espèce aient été sous-estimés certaines années du fait de l'absence de passage précoce.

L'influence des dates de passages est sans doute moins perceptible pour les autres espèces qui présentent des abondances maximales en août et sont donc bien prises en compte sur la période de suivi.

Les dates et surtout le nombre de passages réalisés sur les différentes années constituent donc un biais dans le jeu de donnée récolté. Mais ce biais a-t-il un impact important sur les tendances générales d'évolution des populations mises en évidence ? Pour essayer d'évaluer cet impact, les données ont été corrigées avec un coefficient correspondant aux rapports des moyennes entre les années à 3 passages, les années à 4 passages et les années à 5 passages. Cette estimation permet d'évaluer à 43% le nombre d'individus non comptabilisés lors des années à 4 passages et à 56% lors des années à 3 passages. La figure 34 ci-dessous illustre les résultats de cette correction des données (à gauche) en comparaison avec les données non corrigées (à droite).



**Figure 34** : Evolution temporelle globale des effectifs des différentes espèces corrigée en fonction du nombre de passages (à gauche) et non corrigée (à droite)

La comparaison des deux graphiques permet de voir que la correction effectuée atténue les fluctuations interannuelles des populations mais que les tendances générales sont conservées. On observe ainsi toujours une phase de forte diminution des effectifs sur les années 2007 puis 2008, suivie par une phase d'augmentation progressive entre 2009 et 2011.

Les effectifs corrigés en fonction du nombre de passages sont donc sans doute plus proches de la réalité de terrain que les effectifs bruts. Cependant, il apparaît hasardeux de se baser sur ces chiffres corrigés de manière spéculative pour les analyses ultérieures. Il semble en effet plus correct d'utiliser les chiffres de base et de tenir compte de ce biais dans les analyses.

### 3.1.2 . Analyse de l'effet observateur

Un changement d'observateur a été effectué en 2009 ; celui-ci pouvant également constituer un biais dans l'analyse du jeu de données. Les effectifs moyens sont en effet plus importants avant 2009 (29,4 ind./100m) qu'à partir de 2009 (21,6 ind./100m). Il est cependant difficile d'établir une relation de cause à effet compte tenu des importantes variations interannuelles pouvant être influencés par de nombreux autres facteurs. Du fait des caractéristiques du protocole assez facilement reproductibles (faible nombre d'espèces assez facilement identifiables, méthode de dénombrement objective,...), il est peu probable que le changement d'observateur ait un impact significatif sur les résultats.

### 3.1.3 . Influence des conditions météorologiques

Les conditions météorologiques jouent un rôle très important dans les dynamiques de population des orthoptères. Des conditions particulières de température ou d'hygrométrie peuvent en effet avoir des impacts importants et divers selon la saison.

Ainsi, d'après GOTTSCHALK & al. (2003), une réduction des températures durant la phase de développement embryonnaire (au printemps) entraîne un retard dans le développement des embryons et donc dans la naissance des larves. Ce décalage qui peut être de plusieurs semaines pour quelques degrés en moins a trois conséquences principales sur les dynamiques de populations :

- un raccourcissement de la période de reproduction ;
- un décalage de la période de reproduction en fin de saison, avec des températures moyennes plus fraîches ;
- un raccourcissement de la durée de développement larvaire pour tenter de rattraper une partie du retard des éclosions. Ce raccourcissement a pour conséquence une diminution de la taille moyenne des adultes et donc une production moindre en œufs.

D'après RICHARDS & WALOFF (1954), le taux de mortalité des orthoptères aux stades larvaires est plus important lors de périodes fraîches et humides. Les conditions climatiques entre avril et juin (pendant la période de développement larvaire) influencent donc directement le nombre d'adultes présents pendant la période estivale.

WALBERT et al. (1999) ont également montré que la phénologie de la reproduction pendant la période estivale est étroitement corrélée aux variations de températures. Ainsi, la température moyenne pendant la période de reproduction est un facteur important pour déterminer la taille des populations l'année suivante.

Les dynamiques de populations d'orthoptères dans les zones tempérées sont donc directement liées aux conditions climatiques (JOERN & GAINES, 1990), et notamment aux variations de températures printanières (développement embryonnaire, mortalité larvaire) et estivales (taux de reproduction).

Ces variations de températures responsables de fluctuations des populations peuvent être causées :

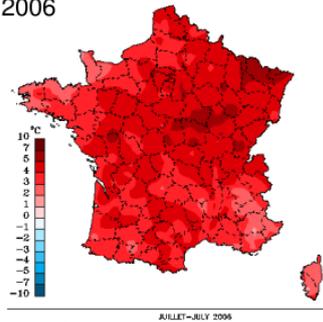
- soit par des conditions climatiques particulières (printemps ou été particulièrement froid et pluvieux par exemple) ;
- soit par des modifications des conditions microclimatiques de la station (par exemple réouverture du milieu par pâturage ou fermeture progressive par dynamique de boisement).

Dans un premier temps, une analyse des archives météorologiques de Météo France a donc été réalisée pour mettre en évidence d'éventuels épisodes climatiques exceptionnels pouvant expliquer les dynamiques de populations observées.

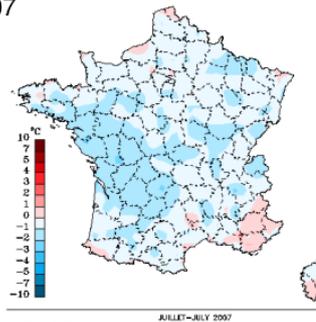
L'analyse des modifications microclimatiques liées à la gestion pratiquée sur le site est quant à elle détaillée dans la partie 4.2. du rapport.

Un des paramètres climatiques prépondérants pour expliquer les fluctuations de populations sur le site semble être la température moyenne estivale. En effet, entre 2004 et 2011, l'été le plus chaud en moyenne est l'été 2006, alors que l'été le plus froid est l'été 2007, suivi par l'été 2008 (voir figures 35 et 36). Ces données météorologiques apportent une explication probable aux baisses d'effectifs constatés lors des étés 2007 et 2008. Ainsi l'été 2007 particulièrement frais et pluvieux aurait provoqué une mortalité pendant le développement larvaire (baisse des effectifs comptabilisés en 2007) ainsi qu'une mauvaise reproduction (nouvelle baisse des effectifs comptabilisés l'année suivante).

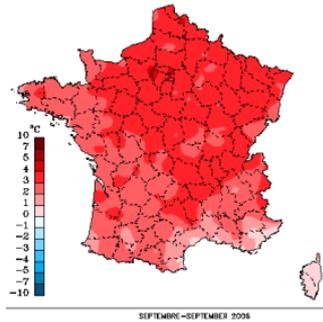
Juillet 2006



Juillet 2007



Septembre 2006



Septembre 2007

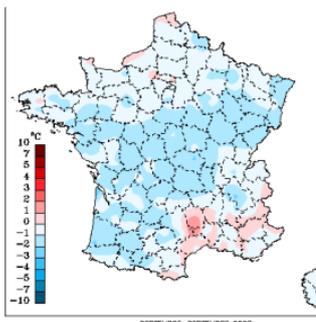
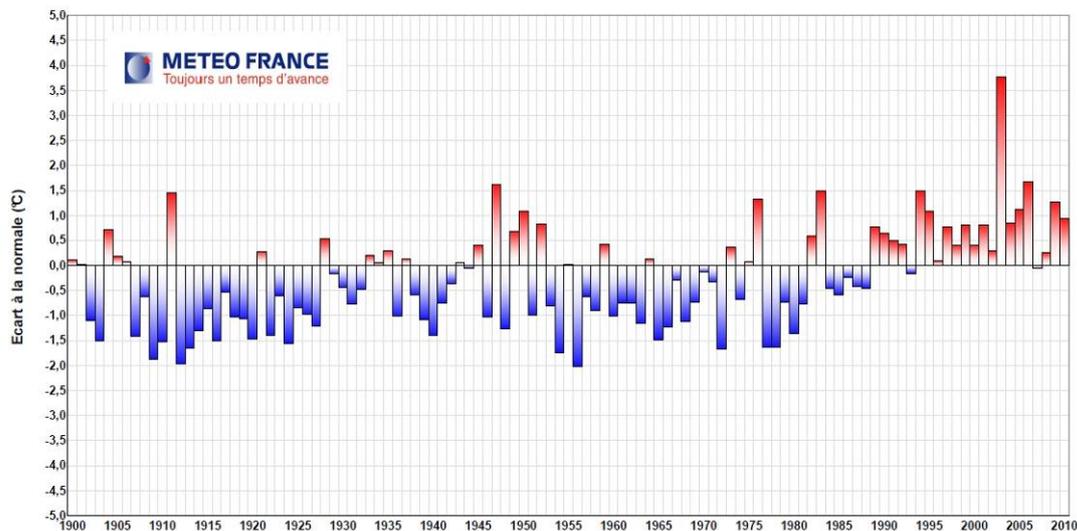


Figure 35 : Représentation cartographique des écarts de température à la moyenne de référence 1971-2000 durant les étés 2006 et 2007 (source : Météo France)



Ecart calculé à partir d'un indicateur thermique constitué de la moyenne de la température mensuelle de 30 stations métropolitaines

Figure 36 : Température moyenne en France en été entre 1900 et 2010 – Ecart à la moyenne de référence 1971-2000 (source : Météo France)

Avec cette hypothèse d'un rôle prépondérant des facteurs climatiques dans les dynamiques de population, il est intéressant de noter la fragilité importante des peuplements lors de saisons défavorables. Ainsi si l'été frais de 2007 est la principale explication aux diminutions d'effectifs constatées en 2007 et 2008, alors une seule année défavorable peut impliquer une diminution de 85% des effectifs.

La reconstruction des populations suite à un épisode de ce genre peut quant à elle prendre de nombreuses années. Ainsi, comme le soulignent LOUVEAUX & al. (1988), du fait du caractère monovoltin de la plupart des espèces d'orthoptères, plusieurs années chaudes et sèches consécutives sont nécessaires pour voir apparaître des augmentations d'effectifs de grande ampleur. Il est donc vraisemblable que des suivis à plus long terme mettent en évidence des fluctuations cycliques avec des chutes brutales d'effectif lors d'années froides et des reconstructions progressives de populations lors des années plus clémentes.

Cette mise en évidence du fonctionnement des populations en lien avec les conditions climatiques pose naturellement la question de l'impact du réchauffement climatique sur les peuplements. Ainsi comme le montre la figure 36, les températures estivales sont de plus en plus importantes et, depuis 1989, seules deux années (1993 et 2007) présentent une température estivale inférieure à la moyenne de référence 1971-2000. A contrario, sur la période entre 1953 et 1972 par exemple, seules deux années sont supérieures à cette même moyenne de référence.

Ces évolutions climatiques posent de nombreuses questions quant au fonctionnement des populations d'orthoptères.

Ainsi, si un été comme 2007, plutôt froid par rapport au contexte climatique depuis 1990, a un impact très fort sur les populations d'orthoptères, que penser de l'impact des étés en moyenne beaucoup plus froids lors des décennies précédentes ? Plusieurs réponses peuvent être apportées à cette interrogation :

- soit les populations avant 1990 étaient maintenues à des niveaux bas par les conditions climatiques ;
- soit les agencements d'espèces ont été modifiés au profit d'espèces plus thermophiles (comme *Gomphocerippus rufus* ou *Metrioptera bicolor*) et aux dépens d'éléments boréo-montagnards (comme *Chorthippus scalaris*).

Même s'il est difficile de répondre à cette question du fait du manque de données historiques, un élément intéressant permet de penser que l'hypothèse d'un réagencement des cortèges d'espèces est plausible. En effet, comme le montre la figure 13, l'espèce la moins affectée par les diminutions d'effectifs de 2007 et 2008 est le seul taxon typiquement montagnard (*Chorthippus scalaris*). Il est donc probable que les autres espèces plus thermophiles qui ont été plus fortement affectées par la chute de 2007-2008 (et notamment *Gomphocerippus rufus* qui disparaît même en 2008) étaient beaucoup moins présentes voire absentes il y a quelques décennies.

## 3.2 . Analyse par transects

### 3.2.1 . Gestion des milieux, microclimats et dynamiques de populations

Le paragraphe précédent a montré le rôle prépondérant des conditions climatiques dans le fonctionnement des populations d'orthoptères. Après avoir mesuré l'impact de conditions climatiques particulières, celui de modifications des conditions microclimatiques au sein du site d'étude va maintenant être discuté.

Le microclimat d'une station est lié en partie à des facteurs statiques (altitude, topographie, orientation) et à des facteurs dynamiques (ouverture ou fermeture du milieu par modification de la végétation). Si les facteurs statiques ont un impact sur la répartition des espèces, seuls les facteurs dynamiques peuvent avoir un impact sur les fluctuations de populations.

Sur le site de la Jaquette, plusieurs facteurs ayant une incidence sur le microclimat peuvent être identifiés :

- la dynamique naturelle de successions végétales évoluant vers des stades forestiers ;
- l'entretien par pâturage de certaines zones, avec pour objectif le maintien d'un stade de perturbation intermédiaire le plus riche en espèces animales et végétales ;
- la restauration de milieux ouverts par intervention mécanique (coupes, débroussaillages) et remise en pâturage.

Ces modifications du couvert végétal liées à une gestion particulière peuvent avoir un effet à la fois sur la composition spécifique des peuplements (apparition, disparition de certaines espèces en fonction de leurs exigences écologiques) mais aussi sur la dynamique de population au sein d'une même espèce. Ainsi, GOTTSCHALK & al. (2003) ont pu montrer sur l'espèce *Platycleis albopunctata* en Allemagne que :

- dans un habitat ouvert avec une faible productivité primaire (type pelouse thermophile), les conditions microclimatiques favorables assurent un bon taux de reproduction, même les années froides. Lors des périodes plus chaudes, la croissance des populations est par contre limitée par les ressources alimentaires ;
- dans un habitat plus fermé avec une forte productivité primaire (type prairie haute et dense), la reproduction est très bonne lors de périodes chaudes mais, lors des années froides, les sommes de températures ne sont pas suffisantes pour un développement optimal des populations et pour assurer un taux de reproduction important.

Ainsi, la hauteur et la structure de la végétation jouent un rôle direct sur les dynamiques de populations avec une tendance à avoir des populations assez stables dans les habitats les plus ouverts et des variations de populations beaucoup plus importantes dans des habitats plus fermés.

Suite à ces considérations générales sur le lien entre gestion des milieux, microclimats et dynamiques de populations des orthoptères, une analyse des résultats est effectuée sur chacun des 9 transects. La principale difficulté dans l'analyse de ces résultats transect par transect est d'arriver à dissocier les tendances générales liées aux conditions climatiques des modifications de peuplements liées à la gestion pratiquée sur le site.

Afin de clarifier l'analyse, les transects ont été regroupés en plusieurs catégories :

- des transects sans évolution notable de la végétation durant la période de suivi, et donc sans modification importante des conditions microclimatiques ;
- des transects avec une évolution notable de la végétation durant la période de suivi, avec progression des éléments ligneux sous l'effet de la dynamique naturelle de reconquête forestière ;
- des transects avec une évolution notable de la végétation durant la période de suivi, avec régression des éléments ligneux sous l'impact de la pression pastorale

### 3.2.2 . Transects sans évolution notable de la végétation

Cette catégorie concerne trois transects :

- le transect E qui est un exclos, donc non soumis au pâturage, et situé sur un substrat rocheux dominant avec comme conséquence une dynamique de recolonisation forestière très ralentie ;
- le transect G qui est situé dans un parc en entretien sur une mosaïque de milieux rocheux et de pelouses rases. Cette zone très attractive pour les brebis a été fortement pâturée, notamment pendant l'été 2010 (bêtes échappées). Comme les milieux étaient déjà très ouverts avant la mise en pâturage, il n'y a pas eu d'évolution notable de la végétation mais la forte pression pastorale a pu ici jouer un rôle (mortalité notamment) ;
- le transect A qui est situé dans un parc en restauration mais qui, du fait du contexte très fermé de cette partie du parc (boisements de Noisetier et landes à Fougère aigle principalement), semble être très peu fréquenté par le troupeau.

Sur le transect E, considéré comme transect témoin, les deux espèces dominantes (*Calliptamus sp.* et *Chorthippus scalaris*) présentent des dynamiques de populations similaires à la dynamique générale déjà décrite, avec une phase de croissance entre 2004 et 2006, une baisse rapide des effectifs en 2007 et 2008 puis une reconstruction progressive entre 2009 et 2011. Ces résultats confirment donc l'hypothèse selon laquelle ces dynamiques de populations sont liées à des facteurs climatiques généraux et non à la gestion pratiquée sur le site.

Dans la suite de l'analyse des résultats, il faudra donc s'attacher à rechercher des différences avec cette dynamique générale qui pourraient être reliées à la gestion pratiquée sur le site.

Sur le transect G, des différences sont perceptibles, avec notamment une abondance moindre des deux espèces dominantes (*Chorthippus scalaris* et *Calliptamus sp.*) sur les dernières années de suivi. Il semble donc probable que malgré l'absence de modification des conditions microclimatiques, la forte pression de pâturage induise une baisse des densités des espèces dominantes. Les autres espèces (*Ephippiger ephippiger* et *Metrioptera bicolor*) ne semblent pas être affectées mais leurs effectifs sont moins significatifs.

Cette baisse de densité est probablement à mettre en relation avec une mortalité juvénile (piétinement, ingestion) ainsi qu'à un déplacement d'adultes du fait du dérangement. Une étude menée sur une exploitation agricole en Corrèze (BARATAUD, non publié) a ainsi montré que l'arrivée d'un troupeau dans un parc provoque une réorganisation rapide des communautés d'orthoptères. Ces observations ont pu montrer que quelques jours après l'arrivée du troupeau, on assistait à :

- une diminution globale des densités d'orthoptères ;
- la disparition d'espèces liées à la végétation herbacée haute ;
- l'apparition d'espèces liées à la végétation herbacée rase.

Le dérangement causé par le passage et le stationnement d'un troupeau a donc des conséquences immédiates sur les communautés. Dans le cas du transect G, il est probable que les abondances moindres constatées sur les dernières années soient la conséquence d'une pression pastorale trop importante.

Sur le transect A, les peuplements sont assez réduits (autant en terme d'abondance que de diversité) du fait du contexte très fermé de l'habitat. La seule tendance observable sur ce transect est l'abondance un peu moindre de l'espèce dominante, *Gomphocerippus rufus*, sur les dernières années. Cette tendance est probablement à mettre en relation avec une densification des éléments ligneux qui n'aurait pas été mise en évidence dans le suivi 2005-2010 de la végétation (annexe 3). Le milieu étant déjà très fermé au début du suivi, la dynamique est ainsi moins perceptible mais son impact sur les communautés est lui bien réel.

### 3.2.3 . Transects avec progression des éléments ligneux

Le transect B est le seul sur lequel une dynamique importante de progression des ligneux a été mise en évidence. Cette dynamique ne semble pas avoir une incidence sur l'espèce dominante, *Gomphocerippus rufus*, qui apprécie les stades préforestiers. Ainsi, même si la dynamique de fermeture est importante, le milieu n'est pas encore assez fermé pour assister à une diminution des effectifs de cette espèce comme sur le transect A qui a atteint un stade de fermeture plus important.

Par contre, l'espèce prairiale *Chorthippus scalaris* qui était bien présente les premières années de suivi, n'est quasiment plus notée à partir de 2008. Il est probable que ces résultats soient directement liés à la dynamique de fermeture du milieu.

### 3.2.4 . Transects avec régression des éléments ligneux

Une dynamique de régression des éléments ligneux sous l'effet du pâturage a pu être mise en évidence sur 5 transects. Deux contextes d'habitats très différents peuvent être identifiés sur ces transects :

- des prairies à Avoine élevée (*Arrhenaterum elatius*) sur lesquelles les massifs de Genêt à balais (*Cytisus scoparius*) ou de Framboisier (*Rubus idaeus*) ont régressé suite à la mise en pâturage ; il s'agit des transects F, H et I ;
- des chemins au sein de milieux fermés : manteaux préforestiers à Noisetier (*Corylus avellana*) ou à Prunellier (*Prunus spinosa*), landes à Fougère aigle (*Pteridium aquilinum*) ; il s'agit des transects C et D.

Sur les transects en milieux prairiaux (F, H et I), l'espèce dominante est *Chorthippus scalaris*. Les effectifs de cette dernière suivent les tendances globales liées aux conditions climatiques sur les transects H et I. La mise en pâturage sur ces zones n'a donc apparemment pas eu d'incidence notable sur les populations de cette espèce.

Par contre, sur le transect F, *Chorthippus scalaris* présente une diminution régulière de ces effectifs tout au long de la période de suivi. La mise en pâturage semble donc avoir une incidence négative sur les populations de cette espèce à cet endroit là.

Une hypothèse plausible pour expliquer ces différentes réactions à la pression pastorale est liée à la configuration des parcs. En effet, le transect F est situé au niveau d'un resserrement du parc n°3 (voir annexe 2) et se trouve donc dans une sorte de couloir, passage obligé pour le troupeau. Les transects H et I, quant à eux, ne sont pas situés sur des passages particuliers et doivent être moins impactés par le piétinement régulier.

Il est intéressant de s'attarder sur les tendances de population de *Metrioptera bicolor*, espèce patrimoniale considérée comme Rare dans la liste rouge régionale (BOITIER, 2004), et liée aux milieux herbacés hauts. Cette espèce présente en effet des effectifs en augmentation sur les dernières années sur les transects H et I, et elle se maintient sur le transect F. Le pâturage tel qu'il est pratiqué sur les milieux prairiaux en mesure d'entretien semble donc avoir un impact plutôt positif sur cette espèce. Ces résultats sont intéressants puisque *Metrioptera bicolor* est sensible à une trop forte pression pastorale du fait de sa prédilection pour la végétation herbacée haute. L'explication de ces résultats est sans doute à rechercher du côté du caractère thermophile de cette espèce qui se trouve sur la réserve en limite haute de répartition altitudinale en Auvergne. Ainsi, la mise en pâturage, en provoquant une ouverture de la végétation, a pu favoriser son succès de reproduction par une amélioration des conditions microclimatiques locales.

Sur les transects situés sur des chemins en milieux fermés (C et D), on observe globalement une diminution importante des effectifs sur les dernières années de suivi. Cette diminution est particulièrement sensible pour *Chorthippus scalaris* qui disparaît même quasiment du transect D. Il est probable que le piétinement important lié aux passages répétés du troupeau sur le chemin soit là aussi à l'origine de ces baisses d'effectifs.

Pour ce qui est de *Gomphocerippus rufus*, les résultats sont plus contrastés : si l'on observe bien une diminution sur le transect C, l'espèce semble plutôt en augmentation sur le transect D. Il est probable que ces différences de résultats soient liées à des différences de stades dynamiques de fermeture des milieux à proximité des chemins.

Ainsi au début du suivi, le transect C était déjà dans un contexte fermé au sein duquel le chemin faisait un écotone très favorable à l'espèce. Le transect était quant à lui dans un contexte de landes assez ouvertes qui lui étaient moins favorables.

A la fin du suivi par contre, le passage répété des troupeaux a dû impacter les populations importantes présentes sur le transect C alors que la dynamique de fermeture importante sur le transect a créé des habitats plus favorables à l'espèce.

Il est intéressant de noter que *Ephippiger ephippiger* semble se maintenir sur ces transects malgré le piétinement important. Ce maintien est sans doute à relier avec l'écologie de cette espèce qui évolue le plus souvent dans la végétation arbustive. Il est donc logique qu'elle soit moins impactée par un surpiétinement que les espèces évoluant principalement dans le strate herbacée.

## 4 . Eléments d'évaluation des mesures de gestion

Malgré l'effet prépondérant des facteurs climatiques sur les dynamiques de population, nous venons de voir qu'un certain nombre de conséquences des pratiques de gestion menées sur le site peuvent être mises en évidence grâce à ces suivis.

Les principaux éléments qui ressortent en terme d'évaluation des mesures de gestion sont :

- une gestion d'entretien par pâturage des milieux prairiaux qui semble globalement répondre aux objectifs de conservation avec un maintien des communautés en place et l'augmentation d'une espèce prairiale assez sensible au surpâturage (*Metrioptera bicolor*) ;
- la présence de zones surpâturées et surpiétinées le long des chemins, dans des zones de rétrécissement de parcs ou de stationnement des troupeaux ; l'impact sur les communautés est ici plutôt négatif avec des diminutions parfois importantes de densités ;
- l'absence de dynamique de réouverture dans les milieux préforestiers (en tout cas sensible sur les peuplements d'orthoptères) ; la pression pastorale est donc certainement insuffisante dans ces zones peu attractives pour les troupeaux.

Ainsi, si l'on prend les résultats dans leur globalité, les suivis montrent que l'on a globalement perdu en abondance entre 2004 et 2011. En effet, si les actions de pâturage ont permis de maintenir les communautés dans les milieux prairiaux, celles-ci n'ont pas permis d'enrayer les dynamiques dans les milieux préforestiers et ont contribué à des diminutions d'abondance sur certaines zones surpâturées.

Le bilan global des actions de gestion sur les communautés d'orthoptères paraît donc plutôt négatif. Avant de tirer une telle conclusion hâtive, il faut cependant remettre les résultats dans un contexte plus large de dynamiques de milieux.

Il est en effet probable qu'au début du suivi, on ait hérité d'un patrimoine particulièrement riche suite à l'abandon des pratiques pastorales historiques (présence encore importantes d'espèces liées aux milieux fortement perturbés, abondance maximale d'espèces liées aux stades de perturbations intermédiaires, présence déjà importante d'espèce liée à la dynamique de reconquête forestière). Le maintien de ce patrimoine en l'état est donc une mission très délicate puisqu'il correspond à un stade d'évolution intermédiaire lié à un historique précis.

Suite à cette remise en perspective historique, il apparaît important de se poser la question suivante : peut-on prédire quel aurait été l'impact sur les peuplements d'orthoptères d'une absence de mise en œuvre de mesures de gestion pastorale ? Même s'il est impossible de répondre précisément à cette question, il est probable que l'on ait assisté à :

- de fortes modifications de communautés dans les milieux prairiaux du fait de la colonisation rapide des ligneux (modification du cortège d'espèces et diminution de l'abondance globale) ;
- des modifications moindres sur les milieux rocheux et à végétation herbacée rase du fait de la dynamique plus lente de reconquête forestière ;
- une tendance à l'appauvrissement dans les milieux préforestiers en cours de fermeture.

Ces différents éléments permettent donc de nuancer le bilan global des opérations de gestion mises en œuvre. Même si la richesse est en effet moindre en 2011 qu'en 2004, la situation aurait sans doute été bien pire si aucune action n'avait été engagée.

## 5 . Analyse critique de la méthodologie

### 5.1 . Biais dans la méthode mise en oeuvre

La méthode de suivi mise en œuvre permet donc de faire ressortir de nombreux résultats intéressants autant en terme d'évaluation des pratiques de gestion que de connaissance du fonctionnement des peuplements d'orthoptères du site.

Plusieurs biais dans l'analyse du jeu de données ont cependant été mis en évidence.

Un des premiers concerne le choix des espèces indicatrices. Ainsi si le choix de certaines espèces comme *Gomphocerippus rufus* ou *Chorthippus scalaris* paraît tout à fait judicieux, il peut sembler plus discutable pour d'autres :

- *Ephippiger ephippiger* : cette espèce apprécie effectivement les éléments ligneux, mais ne va pas être un bon indicateur du degré de fermeture de l'habitat ; son abondance est d'ailleurs à peu près semblable sur l'ensemble des transects.
- *Calliptamus* sp. : les deux espèces de *Calliptamus*, bien que très proches morphologiquement différent par contre de manière importante dans leurs exigences écologiques. Ainsi, une augmentation de *C. italicus* pourrait plutôt traduire de fortes perturbations liées à du surpâturage important ; alors qu'une augmentation de *C. barbarus* pourrait plutôt traduire un bon état de conservation des milieux rocheux et des pelouses et landes basses associées.
- *Metrioptera bicolor* : bien que les suivis sur cette espèce semblent apporter des informations intéressantes en terme de gestion, la faible abondance de cette espèce rend l'interprétation des résultats délicate.

Un autre biais important est lié au nombre et aux dates de passages sur les transects. Celui-ci a déjà été longuement discuté dans la partie 4.1.1. du rapport.

Le dernier biais important dans l'analyse des résultats est lié à la grande difficulté de différencier l'impact des facteurs climatiques de l'impact des mesures de gestion. Même si les suivis par transect permettent d'apporter des éléments de réponse nouveaux par rapport aux études de BOITIER (2000 et 2010), de nombreuses questions restent encore en suspens.

Ces différents biais et questionnements seront discutés dans la partie 6.3. concernant les propositions d'évolution du protocole de suivi.

### 5.2 . Comparaison avec les résultats des études de Boitier (2000 et 2010)

Parallèlement à ces suivis, deux études sur les peuplements orthoptériques de la réserve naturelle ont été effectuées à 10 ans d'intervalle (BOITIER, 2000 et 2010). La méthodologie mise en œuvre sur ces études était très différente puisqu'elle consistait à réaliser des relevés semi-quantitatifs sur des habitats homogènes en listant l'ensemble des espèces et en leur attribuant un indice d'abondance. Des descriptions des strates de végétation ont également été effectuées sur les 41 relevés réalisés en 1999, puis en 2009. Les résultats ont été exploités sous forme de fréquence par espèce (nombre de relevés sur lesquels l'espèce a été contactée).

Il est donc intéressant de comparer les résultats de ces deux méthodes pour voir s'ils sont concordants et tenter de les synthétiser.

Les conclusions générales de la comparaison 1999-2009 réalisée par BOITIER (2010) mettent en évidence :

- une baisse globale de la richesse moyenne par relevé ;
- une diminution de fréquence sensible des espèces prairiales ;
- un maintien de la fréquence des espèces liées aux zones dénudées et aux milieux fermés.

Ces conclusions générales sont donc plutôt en accord avec les résultats obtenus sur les transects, même s'il est difficile de comparer des variations de fréquence à des variations d'abondance.

Pour ce qui est des tendances d'évolution espèces, BOITIER (2010) note pour les 5 taxons suivis dans cette étude, entre les années 1999 et 2009 :

- une forte baisse de fréquence pour *Ephippiger ephippiger* ;
- une baisse plus légère pour *Chorthippus scalaris* ;
- une relative stabilité pour *Metrioptera bicolor*, *Calliptamus italicus*, *Calliptamus barbarus* et *Gomphocerippus rufus*

Une comparaison avec les résultats de suivis par transect est impossible en raison des différences dans les périodes de suivi et dans l'expression des résultats (fréquence versus abondance). Cependant, la présente étude permet de replacer dans leur contexte les diminutions constatées par BOITIER (2010). En effet, l'année 2009 est d'après les résultats des transects, la deuxième année la moins bonne, après 2008, en terme d'abondances d'orthoptères. Il est donc probable que les diminutions de fréquence constatées par BOITIER (2010) soient, au moins en partie, dues à des facteurs climatiques et non à l'impact de pratiques de gestion.

Ces éléments de comparaison permettent de voir la complémentarité importante des différentes méthodologies mises en œuvre.

Ainsi, les études de BOITIER (2000 et 2010) ont permis de dresser un aperçu complet de la richesse des communautés orthoptériques de la réserve, de mettre en exergue la présence de groupements d'espèces à valeur patrimonial, et de mettre en évidence des tendances d'évolution des assemblages d'espèces sur le site.

La présente étude, malgré son caractère restrictif en terme de nombre d'espèces, a permis de mieux comprendre les raisons et l'ampleur des fluctuations d'abondance d'orthoptères sur le site, et également d'évaluer de manière assez fine certaines actions de gestion mises en œuvre.

### 5.3 . Propositions d'évolutions du protocole

Le protocole de suivi mis en place a donc permis d'apporter de nombreux éléments de connaissance du patrimoine et d'évaluation des mesures de gestion.

Il paraît donc très intéressant de poursuivre ces suivis sur lesquels nous disposons déjà d'un recul conséquent de 8 années. Malgré les quelques imperfections du protocole établi en 2004, il apparaît donc important de ne pas le modifier en profondeur afin de pouvoir bénéficier de ce recul de 8 ans dans l'acquisition des données.

Un des points faibles du protocole mis en œuvre est le faible nombre d'espèces suivies. Le choix de 5 espèces ne donne en effet qu'une vision très partiel des communautés d'orthoptères du site.

L'idéal serait donc de comptabiliser l'ensemble des espèces sur les différents transects.

La prise en compte de l'ensemble des espèces pose cependant certaines difficultés : moins bonne facilité de mise en œuvre du fait des compétences importantes nécessaires (connaissance parfaite des espèces à vue et au chant indispensable), protocole moins facilement reproductible du fait d'une part de subjectivité plus importante lié à la complexité du comptage...

Dans le cas où cette option ne serait pas retenue par les gestionnaires, il serait intéressant de procéder a minima au rajout de certaines espèces dans le suivi, et notamment :

- le **Sténobothre bourdonneur** (*Stenobothrus nigromaculatus*), espèce patrimoniale, considérée comme vulnérable en Auvergne où elle n'est connue que d'une quinzaine de stations (BOITIER, 2009). Cette espèce boréo-montagnarde à tendance nettement xérophile est liée aux pelouses sèches rocailleuses de moyenne montagne. L'évolution de ces populations sur les parties sommitales de la réserve en lien avec les pratiques pastorales serait un élément très important à prendre en compte sur le site ;
- le **Criquet des bromes** (*Euchorthippus declivus*), espèce thermophile en augmentation importante sur la réserve et à l'échelle de l'ensemble de la partie nord du Massif Central (BOITIER, 2009). Cette espèce, apparemment favorisée par l'augmentation des températures moyennes, peut être un bon indicateur des changements climatiques globaux ;
- Le **Criquet des adrets** (*Chorthippus apricarius*) est une espèce boréo-montagnarde appréciant les prairies fraîches avec une strate herbacée importante. Cette espèce alticole peut être un bon indicateur à la fois de la raréfaction des cortèges boréo-montagnards suite aux changements climatiques globaux, et de l'impact du pâturage sur les prairies fraîches montagnardes de la réserve ;
- Le **Criquet des clairières** (*Chrysochraon dispar*) est une espèce liée aux dynamiques préforestières. Comme *Gomphocerippus rufus*, il peut donc être un indicateur intéressant de réouverture ou de fermeture de milieux. Mais *Chrysochraon dispar* est moins thermophile que cette dernière espèce, et ces dynamiques de populations risquent donc d'être moins influencées par les augmentations de températures estivales.

Ces 4 espèces supplémentaires, de part leurs caractéristiques écologiques et leur abondance significative sur la réserve, pourraient donc être des compléments intéressants aux espèces déjà suivies.



Figure 37 : *Stenobothrus nigromaculatus* – Julien Barataud



Figure 38 : *Euchorthippus declivus* – Julien Barataud



Figure 39 : *Chorthippus apricarius* – Julien Barataud



Figure 40 : *Chrysochraon dispar* – Julien Barataud

Dans les 5 espèces déjà suivies, la continuité du suivi apparaît judicieuse pour 4 d'entre elles (*Gomphocerippus rufus*, *Chorthippus scalaris*, *Metrioptera bicolor*, *Calliptamus sp.*).

Par contre, pour *Ephippiger ephippiger*, l'analyse des données sur 8 ans montre que cette espèce apporte très peu d'informations du fait de son caractère ubiquiste et de sa forte adaptabilité. L'abandon de cette espèce dans les suivis peut donc être envisagée sans incidence particulière.

Concernant l'amalgame entre *Calliptamus barbarus* et *Calliptamus italicus* aux écologies distinctes, il serait intéressant de différencier les espèces sur le terrain car elles peuvent indiquer des éléments contradictoires (bon état des conservation des milieux rocheux pour *C. barbarus*, forte perturbation et surpâturage pour *C. italicus*). La distinction entre ces espèces est délicate et nécessite une capture systématiques des mâles (les critères sont peu fiable pour les femelles). Si une identification systématique ne s'avère pas réalisable, il pourrait au moins être intéressant de réaliser des sondages sur chaque transect en procédant à la capture de quelques individus mâles pour évaluer les proportions de chaque espèce.

Concernant la localisation des transects, il apparaît important de conserver les transects existants pour ne pas perdre le bénéfice des 8 années de suivi. D'autres transects pourraient cependant être rajoutés pour répondre à des questions nouvelles des gestionnaires (création de nouveaux exclos, suivis sur des placettes débroussaillées mécaniquement...).

Et enfin, concernant les dates de suivis, le maintien de plusieurs passages par saison paraît important afin de prendre en compte au mieux la phénologie des différentes espèces. Si pour des raisons de contraintes de temps de travail, le protocole devait être allégé, la suppression du passage de la deuxième quinzaine de septembre n'affecterait sans doute pas trop la qualité du suivi (période d'abondance fortement diminuée des orthoptères).

Par contre, il est primordial dans la suite du suivi de réaliser le même nombre de passage par an (4 ou 5 selon le choix de départ) et à des dates les plus proches possibles d'une année à l'autre. L'exploitation des résultats a en effet montré que ces différences dans les nombres et les dates de passage constituent un biais très important dans l'analyse du jeu de données. Le respect de cet élément du protocole est donc une condition très importante à une analyse fiable des données récoltées.

## Conclusion

La mise en place de ce suivi à long terme sur des populations d'orthoptères est un protocole innovant dont l'analyse des résultats montre les possibilités d'exploitation importantes et multiples.

Ces suivis permettent en effet de répondre aux objectifs d'évaluation des mesures de gestion pastorale mises en œuvre sur le site. Mais ils apportent en outre des éléments intéressants de compréhension des dynamiques de populations d'orthoptères en lien avec les changements climatiques globaux.

Ainsi, en ce qui concerne la compréhension des dynamiques de populations d'orthoptères sur le site, l'analyse des résultats fait ressortir trois points principaux :

- un fonctionnement cyclique des populations avec des chutes importantes d'abondance lors d'épisodes climatiques défavorables, suivies par des phases de progression beaucoup plus lentes ;
- un impact ponctuel de ces épisodes climatiques moindre sur les espèces à répartition boréo-montagnardes que sur les espèces plus thermophiles ;
- la dynamique globalement positive de certaines espèces thermophiles vraisemblablement favorisées par l'augmentation des températures moyennes dans le cadre des changements climatiques globaux.

La situation géographique de la réserve, située à un carrefour entre influences montagnardes du plateau du Cézallier et influences plus thermophiles de la vallée de la Couze d'Ardes constitue donc un cas d'école intéressant pour le suivi de l'impact des modifications climatiques sur les peuplements d'orthoptères.

En ce qui concerne l'évaluation des pratiques de gestion pastorale mises en œuvre sur la réserve, l'analyse des résultats fait également ressortir trois points importants :

- une gestion d'entretien par pâturage des milieux prairiaux qui semble globalement répondre aux objectifs de conservation avec un maintien des communautés en place ;
- la présence de zones surpâturées et surpiétinées le long des chemins, dans des zones de rétrécissement de parcs ou de stationnement des troupeaux ; l'impact sur les communautés est ici plutôt négatif avec des diminutions parfois importantes de densités ;
- l'absence de dynamique de réouverture dans les milieux préforestiers (en tout cas sensible sur les peuplements d'orthoptères) ; la pression pastorale est donc certainement insuffisante dans ces zones peu attractives pour les troupeaux.

La gestion éco-pastorale mise en place sur la réserve semble donc être un outil approprié pour répondre aux enjeux de conservation sur le site. Des réajustements seraient cependant nécessaires afin d'éviter de se retrouver dans une situation dichotomique avec d'un côté des zones surpâturées et de l'autre des zones sous-pâturées.

Deux techniques de gestion pastorales distinctes peuvent permettre d'assurer une pression pastorale plus uniforme sur le site :

- la réduction de la taille des parcs qui permet d'avoir une pression plus importante sur un temps plus court ; en effet, plus la taille des parcs diminue, plus il est facile d'avoir un impact important sur les dynamiques végétales tout en ayant un impact plus faible sur les communautés animales ;
- l'embauche d'un berger saisonnier pour garder le troupeau : cette solution idéale permet une gestion fine et évolutive de la végétation au fil des ans ; cette pratique ancestrale est en effet à l'origine de la richesse écologique des milieux ouverts de la réserve naturelle, tout en permettant de valoriser au mieux les ressources fourragères du site.

Malgré les contraintes importantes de ces techniques de gestion (coût financier des clôtures ou du salaire du berger, contraintes pour l'éleveur de déplacements plus réguliers du troupeau...), seuls des ajustements de ce type peuvent permettre d'obtenir des meilleurs résultats en terme de gestion des milieux et de préservation de la biodiversité sur le site.

Ces résultats prometteurs incitent donc à la poursuite de ce suivi à long terme, avec la proposition d'ajustement de certains points du protocole.

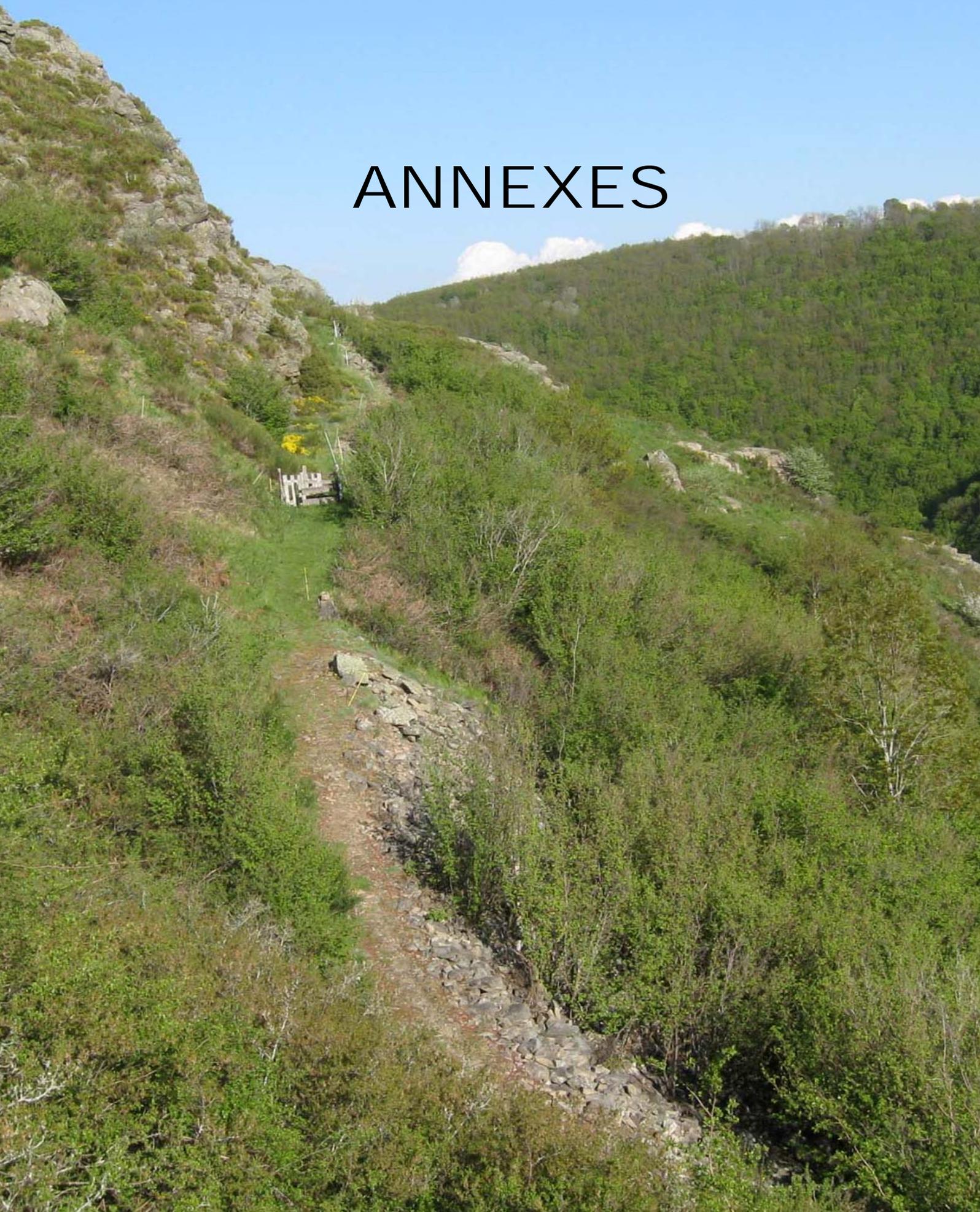


**Figure 41** : Troupeau ovin sur la réserve naturelle du rocher de la Jaquette

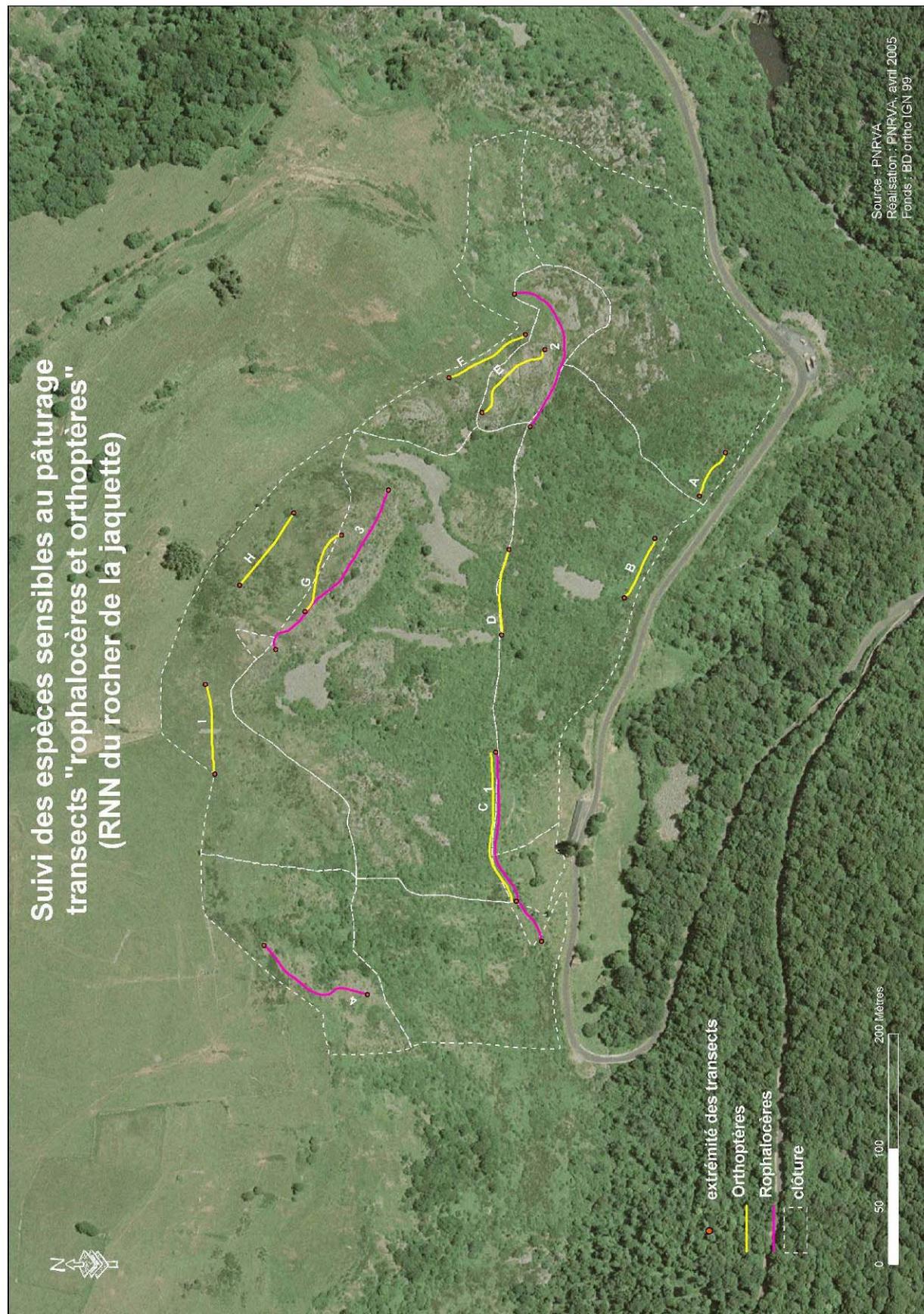
## Bibliographie

- BARATAUD J., 2005. *Orthoptères et milieux littoraux – Influence de la gestion des habitats herbacés sur les ressources trophiques et enjeux pour la biodiversité*. Rapport de BTS GPN, Neuvic, 44 p.
- BOITIER E., 2000. *Inventaire du peuplement des Orthoptères de la Réserve naturelle du Rocher de la Jaquette (commune de Mazoires, Puy-de-Dôme)*. Rapport d'étude Parc naturel régional des Volcans d'Auvergne, SEPNUMC et Alcide-d'Orbigny, Clermont-Ferrand, 35 p.
- BOITIER E., 2004. *Propositions pour l'élaboration d'une liste des orthoptères menacés d'Auvergne*. Alcide-d'Orbigny, Clermont-Ferrand, 72 p.
- BOITIER E., 2010. *Nouvel inventaire des Orthoptères de la Réserve naturelle nationale du Rocher de la Jaquette (Puy-de-Dôme). Année 2009*. Rapport d'étude SEPNUMC, PNRVA et Emmanuel Boitier Consultant, Montaigut-le-Blanc (janvier 2010), 34 p.
- BONNET E., VILKS A., LENAIN J.-F., PETIT D., 1997. Analyse temporelle et structurale de la relation Orthoptères-végétation. *Ecologie*, 28 : 209-216.
- GOTTSCHALK E., GRIEBELER E.M., WALTERT M. & MUHLENBERG M., 2003. Population dynamics in the Grey Bush Cricket *Platycleis albopunctata* (Orthoptera : Tettigoniidae) – What causes interpopulation differences ? *Journal of Insect Conservation* 7 : 45-58
- GUEGUEN A., 1976. *Recherche sur les orthoptères des zones d'inculture de basse altitude*. Thèse de Doctorat, faculté Sciences du comportement et de l'envir., Univ. Rennes.
- GUEGUEN A. 1995. Effet du pâturage ovin sur le peuplement d'orthoptères d'un alpage des Alpes du Sud. In : Actes du séminaire de Limoges 1995, *Inventaire et cartographie des invertébrés comme contribution à la gestion des espaces naturels français*. Muséum Hist. Nat., Paris.
- JOERN A. & GAINES S.B., 1990. Population dynamics and regulation in grasshoppers. In: Chapman R.F. and Joern A. (eds), *Biology of Grasshoppers*. Wiley & Sons, New York, pp. 415-482.
- LEROY T., 2006. *Mise en place d'un suivi à long terme de populations d'insectes indicatrices de l'impact du pâturage sur la réserve naturelle du rocher de la Jaquette (Mazoires, Puy-de-Dôme)*. Rapport SEPNUMC, DIREN et PNRVA, 54 p.
- LEROY T. & OLESZCZYNSKI S., 2008. *Réserve naturelle nationale du rocher de la Jaquette (Mazoires, Puy-de-Dôme) : plan de gestion 2007-2011*. Rapport SEPNUMC, DIREN et PNRVA, 104 p.
- LOUVEAUX A., PEYRELONGUE J.Y. & GILLON Y., 1988. Analyse des facteurs de pullulation du Criquet italien (*Calliptamus italicus* (L.)) en Poitou-Charentes. Comptes Rendus des Séances de l'Académie d'Agriculture de France, 1988, 74 (8), p. 91-102.
- PUISSANT S., 2004. Les orthoptères comme outil d'aide à la gestion des sites de reproduction du Grand Tétrás (Massif du Canigou, Pyrénées-orientales). Première contribution. *Matériaux orthoptériques et entomocénétiques*, 9 : 5 - 14.
- RICHARDS O.W. & WALOFF N., 1954. Studies on the biology and population dynamics of British grasshoppers. *Anti-Locust Bulletin* 17: 1-182.
- SAMWAYS M.J., 1989. Insect conservation and landscape ecology : a case-history of Bush Crickets (*Tettigoniidae*) in Southern France. *Environ. Conserv.*, 16 : 217-226.
- SARDET E., & JAGER C., 2002. Etude des peuplements orthoptériques de le Réserve Naturelle de Montenach (Moselle, France). *Matériaux entomocénétiques*, 7 : 89 - 108.
- TATIN L., DUTOIT T. & FEH C. 2000. Impact du pâturage par les chevaux de Przewalski (*Equus przewalskii*) sur les populations d'orthoptères du causse Méjean (Lozère, France). *Rev. Ecol. (Terre Vie)*, 55 : 241-261.
- WALTERT M., GOTTSCHALK E. & MÜHLENBERG M., 1999. Zur Nahrungsökologie der Westlichen Beißschrecke (*Platycleis albopunctata* Goeze 1778). *Articulata* 14: 17-29.

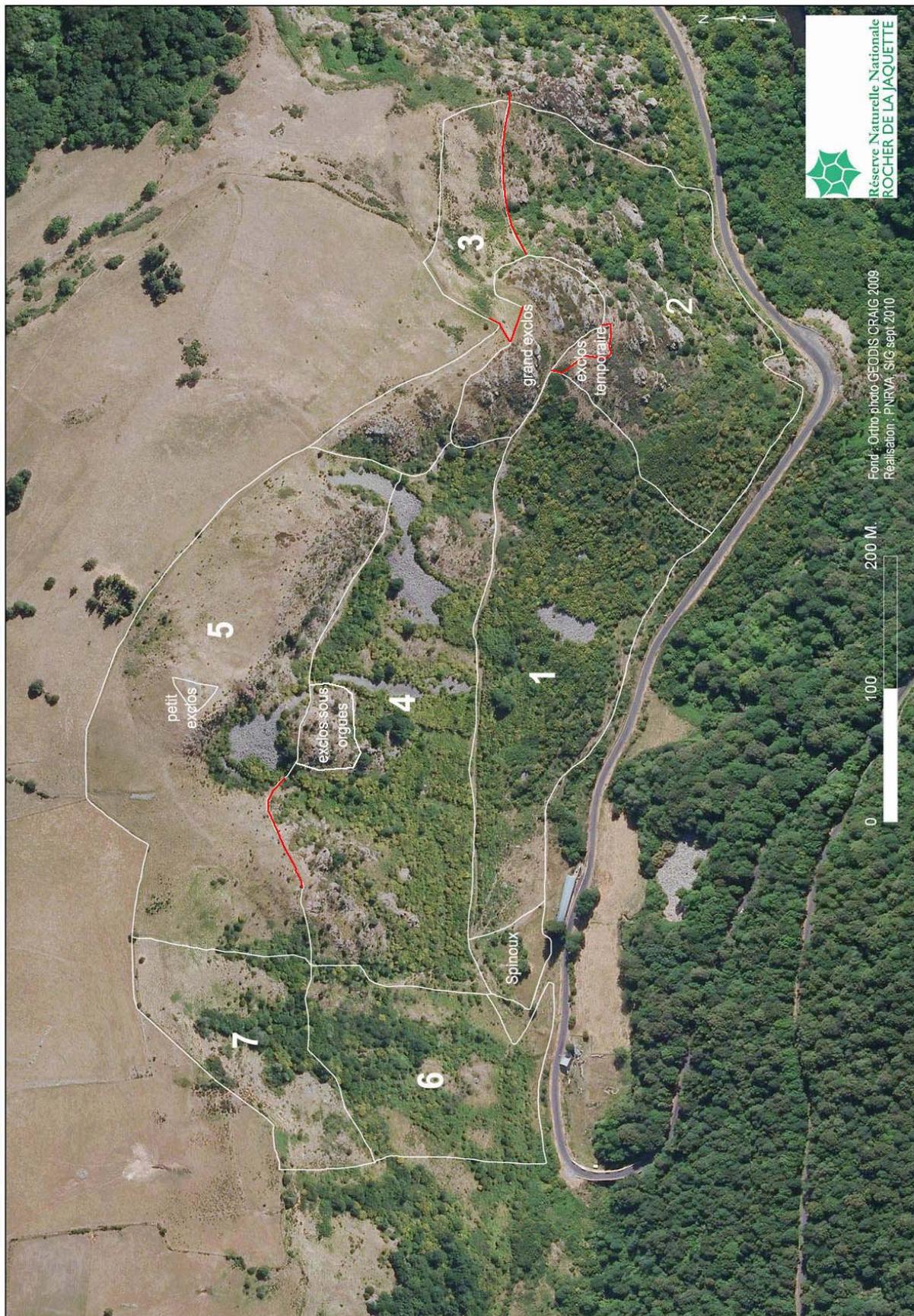
# ANNEXES



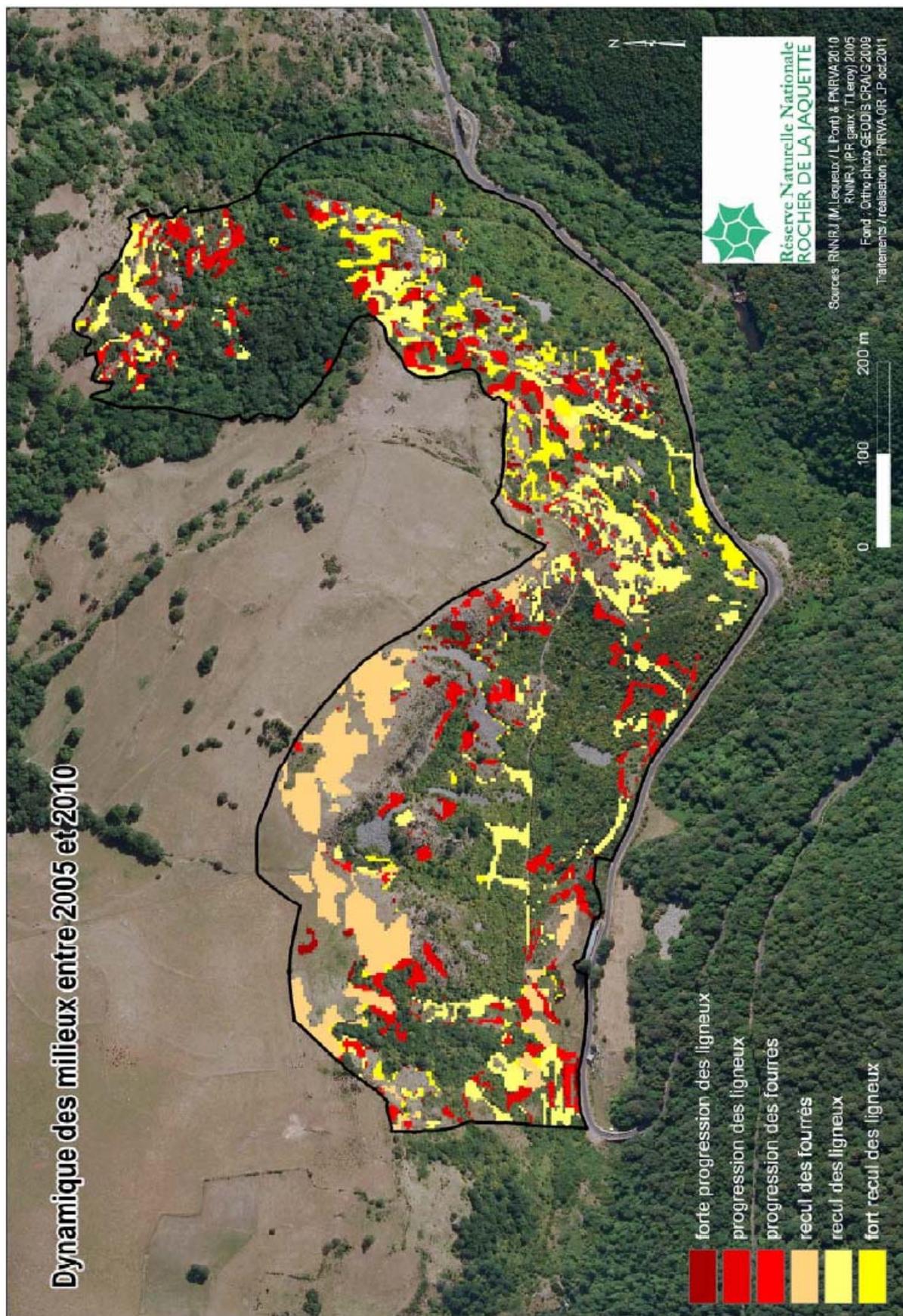
## Annexe 1 : Carte de localisation des transects



## Annexe 2 : Carte de localisation des unités de gestion



## Annexe 3 : Dynamique des milieux entre 2005 et 2010



## Annexe 4 : Carte de végétation de la RNN du Rocher de la Jaquette en 2010

