

**Master 1 Biologie des Populations et des Ecosystèmes
Université Blaise Pascal Clermont-Ferrand II
Station Biologique de Besse
Groupe Mammalogique d'Auvergne**

**Etude de la répartition de la Marmotte alpine (*Marmota marmota*)
dans le massif du Sancy et approche comportementale**



Rapport de stage de fin de Master 1^{ère} année réalisé par

Chloé FOURNEL & Jean-Baptiste BLEHAUT

Responsable du stage : Charles LEMARCHAND

Mai-Juin 2008

REMERCIEMENTS

Nous remercions Thierry LEROY (coordonnateur, conservateur des Réserves Naturelles Nationales des Sagnes de La Godivelle et du Rocher de la Jaquette) du Parc Naturel Régional des Volcans d'Auvergne et Philippe LOUDIN, garde-technicien de la Réserve Naturelle Nationale de la Vallée de Chaudefour, pour l'entretien qu'ils nous ont accordé ainsi que pour leur retour d'expérience du suivi des populations de marmottes de la Vallée de Chaudefour.

Sincères remerciements également à Gilles BOURDIER et au personnel de la Station Biologique de Besse pour son accueil.

Enfin, merci à Charles LEMARCHAND pour sa disponibilité et son encadrement de qualité tout au long de ce stage ainsi que pour la transmission de ses nombreuses connaissances naturalistes.

SOMMAIRE

<u>Introduction</u>	1
<u>I. Analyse bibliographique</u>	1
1. <u>La marmotte alpine</u>	1
2. <u>Le massif du Sancy</u>	5
3. <u>Historique de l'introduction de la Marmotte dans le Sancy</u>	7
<u>II. Matériels et méthodes</u>	9
1. <u>Phase de prospection et protocole retenu</u>	11
2. <u>Phase d'observation de groupes de marmottes</u>	11
<u>III. Résultats et discussion</u>	13
1. <u>Répartition</u>	13
2. <u>Effectifs estimés</u>	16
3. <u>Exposition</u>	17
4. <u>Altitude</u>	19
5. <u>Budget temporel</u>	20
6. <u>Nuisances potentielles causées par la marmotte</u>	21
<u>Conclusion et perspectives</u>	22
<u>Références Bibliographiques</u>	23

Introduction

La Marmotte alpine (*Marmota marmota*, L. 1758) est un animal emblématique du milieu montagnard (Ramousse *et al*, 2003). Grâce au statut sympathique dont elle jouit auprès du grand public, elle est un atout touristique pour les massifs qu'elle fréquente. Son image est ainsi souvent utilisée à des fins promotionnelles. On peut citer par exemple le « Marmotte mag' », supplément destiné aux jeunes enfants du semestriel « Sancy magazine » faisant la promotion du massif du Sancy.

La marmotte affectionne les pentes des espaces découverts telles que les pelouses et les landes rases des étages alpins et subalpins fournis en éboulis ou en blocs rocheux plus clairsemés et situés entre 1300 et 3000 mètres d'altitude. Elle est présente sur tout le massif Alpin de façon naturelle et plusieurs programmes d'introductions ou de ré-introductions ont permis son établissement dans les Pyrénées et dans plusieurs secteurs du Massif-Central.

Dans le massif du Sancy, après les premières introductions dans les années 50 par des sociétés de chasse, la marmotte est aujourd'hui observable en de nombreux secteurs. Cependant, mis à part dans la Réserve Naturelle Nationale de la Vallée de Chaudefour, aucune étude sur sa répartition et ses effectifs, à l'échelle du massif, n'a été menée.

Ce stage a donc pour objectif d'actualiser, grâce à l'observation et le suivi des indices de présence, les connaissances sur la population de marmottes du Sancy et de proposer une carte de répartition des effectifs. Dans la mesure du possible, la répartition sera mise en relation avec différents paramètres (*i.e.* altitude et exposition), afin de mieux comprendre la dynamique d'expansion de ce rongeur, et de répondre aux éventuelles nuisances qu'il peut causer aux prairies agricoles. Parallèlement à cette étude, des observations plus détaillées du comportement de la Marmotte alpine permettront d'établir une première estimation du budget temporel alloué aux différentes activités de l'espèce. Les résultats obtenus seront discutés et comparés à ceux d'études similaires.

I. Analyse bibliographique

1. La marmotte alpine

Classification :

Classe : Mammifères

Ordre : Rongeurs

Famille : Sciuridés

Sous-famille : Sciurinés

Genre : *Marmota*

Espèce : *marmota*



La Marmotte alpine est le plus gros rongeur des étages subalpin et alpin. Son habitat typique se situe entre 1000 et 3000m d'altitude, dans des secteurs ouverts de pente, riches en pierriers et en buissons, souvent exposés au sud et faiblement anthropisés (Saint-Girons, 1973). C'est un mammifère appartenant à la famille des sciuridés, comme les écureuils. Elle mesure 47 à 60 cm, du museau à la racine de la queue (qui mesure de 17 à 22 cm), et son poids est en constante variation : de 2,5 à 3 kg au printemps, à la sortie de l'hibernation, il atteint un maximum de 4,5 à 6 kg au mois de septembre (MacDonald & Barret, 1995). La fourrure de la marmotte est épaisse et de coloration variable: en général, la tête est grise avec le haut du museau clair, les épaules et le dos brun grisâtre, les flancs et le dessous du corps plus pâles, la queue brune, terminée de noir. Cette espèce mue une fois par an, en juin-juillet d'après Couturier (1964). La Marmotte est un animal semi-fouisseur bâti en conséquence: pattes antérieures puissantes, armées de longues griffes, oreilles au ras du pelage, vibrisses tactiles, corps trapu, encolure courte. Ses quatre incisives très développées, caractéristiques des rongeurs, sont de couleur orangée à leur face antérieure et présentent une croissance continue.

Les yeux, placés latéralement, procurent à l'animal une vision très large quasi circulaire, ce qui lui permet de surveiller son domaine sans avoir à bouger (Hainard, 1997). Lorsqu'elle est effrayée ou inquiète, la marmotte émet un cri strident, sorte de jappement suraigu, qui est perçu par l'oreille humaine à plus d'un kilomètre (Sauget, 1998). C'est un animal social, sédentaire et strictement diurne (Rochon-Duvignaud, 1943). L'unité sociale est le groupe familial, composé d'un couple reproducteur et de leurs descendants issus de portées successives donc d'âges variés : jeunes de l'année, d'un an, de deux ans, et adultes (Louis, 1999). Soit un groupe de 5 à 12 individus, se partageant le même terrier. La superficie moyenne du domaine vital d'une famille n'est pas connue précisément (de 0,3 à 2 hectares selon Bopp, 1954 ou Zelenka, 1965). Plusieurs groupes familiaux proches spatialement composent une colonie de marmottes.

On distingue deux types de terriers creusés par la Marmotte alpine (Mancini, 1993). Le terrier principal, d'une longueur d'une dizaine de mètres et d'une profondeur de 1 à 3 mètres, est composé de plusieurs chambres, où se déroulent, notamment, l'hibernation et la mise-bas. Il existe également des terriers de fuite moins profonds (50cm à 1m), et répartis sur tout le domaine vital. Ils servent de refuge en cas de danger lorsque la marmotte estime ne pas avoir le temps de regagner son terrier principal (Sauget, 1999). Le domaine vital de la Marmotte est la zone sur laquelle s'effectue la totalité des activités du groupe familial : il varie de 1 à 4-5 hectares (Sauget, 1999). La cohésion du groupe familial semble assurée par le marquage olfactif des terriers principaux et des frontières territoriales du groupe (Bel *et al*, 1998). Plusieurs groupes familiaux peuvent former une colonie.

L'hibernation est un comportement physiologique caractéristique de la marmotte. L'environnement extrême dans lequel elle évolue (températures moyennes annuelles faibles, enneigement) exige des réponses adaptatives qui se traduisent par l'accumulation de réserves lipidiques en l'été, permettant le repos hivernal. Les dates d'entrée (octobre) et de sortie

d'hibernation (début avril) sont communes pour un même groupe familial et varient en fonction des conditions climatiques locales. Pendant l'hibernation, les fonctions vitales ralentissent (1 à 2 pulsations cardiaques par minute), la température du corps diminue (jusqu'à 6°C), et la marmotte adopte une posture qui lui permet de limiter les pertes de chaleur : en boule, la tête fléchie entre les cuisses. De plus, une thermorégulation sociale limite les pertes énergétiques des marmottes et favorise leur survie hivernale (Arnold, 1988 ; Cochet, 1996 ; Dubois, 1896).

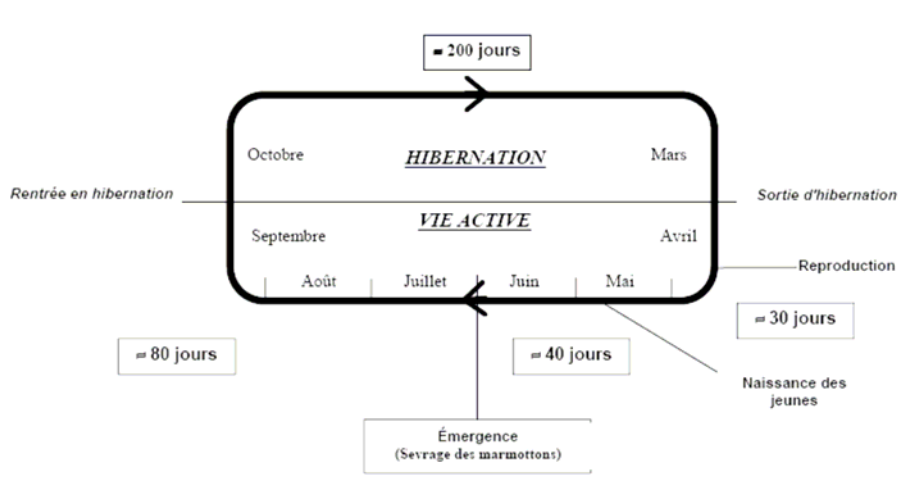


Fig.1 : Cycle biologique de la Marmotte alpine, d'après Graziani (1999).

Comme le montre la Figure 1, la Marmotte alpine est active de fin mars à octobre. Le rut a lieu environ quinze jours après les premières sorties d'hibernation, c'est à dire mi-avril, et l'accouplement a lieu dans le terrier. Généralement, les mâles atteignent leur maturité sexuelle à deux ans, les femelles à trois ans. Le mâle est en général monogame, même si un taux de copulation hors-couple non négligeable a été souligné (Goosens *et al*, 1998). Après une gestation de trente-deux à trente-quatre jours, la femelle dominante du groupe (la seule à se reproduire) met bas généralement deux à quatre petits (jusqu'à sept) dans une chambre du terrier. A la naissance ils pèsent une trentaine de grammes, ont les yeux fermés et la peau glabre. Ils ouvrent les yeux le vingt-sixième jour. Les premières sorties hors du terrier

s'effectuent à l'âge de trente-cinq à quarante jours. Les jeunes restent à proximité du terrier, et commencent tout de suite à manger des végétaux bien qu'ils continuent à téter jusqu'à leur 65^{ème} jour environ (Saint-Girons, 1973 ; Magnolon, 1999). Ils se dispersent au cours de leur troisième année, généralement en fin de printemps, et s'établissent dans la plupart des cas à moins de 500m de leur colonie natale (Giboulet, 2000). La mortalité juvénile est élevée avant et après l'hibernation, en raison de l'insuffisance des réserves de graisse ou de la forte pression de prédation qui s'exerce sur les jeunes. La Marmotte alpine possède différents prédateurs tels que l'Aigle royal et dans une moindre mesure le Hibou grand-duc, le Renard et le Grand Corbeau, ces deux derniers prélevant surtout les jeunes individus. Une fois l'âge adulte atteint, leur espérance de vie est de l'ordre de 15 ans (MacDonald et Barret, 1995).

L'étude coprologique effectuée par Massemin *et al.* (1992) met en évidence une certaine sélectivité alimentaire chez ce rongeur herbivore. La Marmotte alpine, qui ingère environ 400g de végétaux par jour, préfère les eudicotylédones, plus riches en nutriments, notamment leur partie florale. Elle ne délaisse pas pour autant les monocotylédones en mangeant par exemple les inflorescences de certaines poacées (moins énergétiques mais présentes en quantité importante). Les apports minéraux sont satisfaits par l'ingurgitation de légumineuses (qui présentent l'avantage d'un fort taux minéral), mais aussi comme l'a décrit Massemin *et al.* (1992) par l'ingestion de graviers et le léchage d'urine déposée par d'autres mammifères. Les apports hydriques sont uniquement satisfaits par l'eau contenue dans les plantes ingérées.

2. Le massif du Sancy

Les Monts Dore sont le résultat d'une activité volcanique vieille de 2,5 Ma. Ils constituent un vaste volcan qui s'inscrit dans une ellipse d'environ 600km² et qui se situe entièrement dans le département du Puy de Dôme. C'est une zone de moyenne montagne dont l'altitude varie entre 1000 et 1886m pour le sommet le plus haut : le Puy de Sancy. Celui-ci

est entouré de trois vallées glaciaires principales, disposées en étoile : la vallée de la Fontaine salée, la vallée de Chaudefour et celle du Mont-Dore ; mais aussi de nombreux dômes et puys de hauteurs variées (Peterlongo, 1972).

Le massif du Sancy est principalement sous influence océanique et continentale, sa situation en altitude et son exposition aux vents dominants d'ouest jouent un rôle majeur sur la distribution des températures et des précipitations (De Puytorac *et al*, 1997). Leurs valeurs annuelles moyennes sont le plus souvent inférieures à 8°C au-delà de 800m d'altitude. Les précipitations y sont relativement importantes avec une moyenne située entre 1800mm et 2000mm de précipitations annuelles. L'enneigement y est irrégulier en raison des brusques redoux engendrés par l'altitude modeste et la proximité relative de la masse océanique atlantique (Rigaud, 1985 ; Serre, 2002). L'influence continentale s'exerce également sur les versants « sous le vent » du massif. Elle est caractérisée par l'assèchement des masses d'air qui se détendent et s'échauffent en perdant de l'altitude. Ceci favorise la tendance à la sécheresse hivernale et les orages de fin de printemps.

Ces deux influences climatiques, le relief tourmenté qui offre un éventail très large d'exposition, ainsi que l'altitude (1220m de moyenne) du massif du Sancy participent à la diversité des types de milieux et de végétation : chênaies, hêtraies, prairies humides, tourbières, pelouses et landes subalpines à éricacées ou à poacées. Cette diversité végétale est accompagnée d'une diversité faunistique remarquable aussi bien au niveau des mammifères (Chauve-souris, Hermine, Renard, Blaireau, Mouflon, Chamois) que des reptiles (Vipère péliade), des amphibiens (Grenouille rousse), des oiseaux (Grand Corbeau, Merle de roche, Circaète Jean-le-blanc) et des insectes.

Les activités humaines sont présentes dans le massif avec une fréquentation touristique non négligeable et de nombreuses infrastructures (stations de sports d'hiver, stations

thermales et nombreux sentiers de randonnée (670km). L'activité agricole est principalement représentée par l'élevage (prairies d'estive et de fauche).

3. Historique de la réintroduction des Marmottes du Sancy

Actuellement, la réintroduction ou l'introduction de la marmotte alpine dans les différents massifs montagneux français (Pyrénées à la fin des années quarante, plus récemment dans le Vercors ou le Mézenc) est réalisée essentiellement dans des buts de sauvegarde de la biodiversité ou de diversification du régime alimentaire de certains prédateurs menacés, notamment de l'Aigle royal.

Pour ce qui concerne le massif du Sancy, la marmotte semble avoir disparu consécutivement aux radoucissements postglaciaires, il y a environ 10000 ans (historique archéologique dans Sauget, 1999), et il semblerait que la chasse soit la motivation principale de sa réintroduction. En effet, en 1959 (bien avant les premières mesures de conservation des prédateurs, et à une époque où l'Aigle royal avait déjà presque disparu de l'avifaune nicheuse régionale) c'est une société de chasse qui effectue les premiers lâchers, de 15 individus, au lieu-dit « Mathusalem » (site A sur la carte de la Figure 4, voir § III.1) proche de l'actuelle station du Mont-Dore. Puis de nouveaux lâchers de 12 individus sont réalisés au Verrou de Courre (site B) en 1978. Enfin un lâcher accidentel de trois marmottes a lieu en 1981 par un gendarme de Super-Besse (Sauget, 1998).

Nous considérons que le relâcher sur le site du Verrou de Courre est probablement le point de départ de la colonisation du massif par la marmotte. En effet, les données de présence de la marmotte dans le secteur du Mont-Dore (réintroduction de 1959) sont restées quasi-absentes au cours des décennies 60 et 70, ce qui laisse supposer que cette population a peu ou n'a pas prospéré. En revanche, des observations sont signalées plus régulièrement dans les années 1980 et 90, dans le Val de Courre, sur les crêtes du Puy de Sancy et près du Capucin, c'est-à-dire à proximité du site de réintroduction de 1978. La pression d'observation est restée

globalement constante et faible au cours de cette période, et n'a donc *a priori* pas entraîné de biais. Enfin, le lâcher de Super-Besse (1981), concernant un nombre très réduit d'individus, n'a pas permis d'obtenir de données quant à la survie éventuelle de ces marmottes.

Les premières colonies de Marmotte des Alpes ont été repérées en 1994 dans la vallée de Chaudefour (site 4), l'une des zones les plus étudiées du massif du Sancy, en raison de son statut de Réserve Naturelle Nationale. On y note la présence de 9 colonies en 1998, et 14 en 2007, ce qui correspond à un minimum d'environ 70 individus (Leroy et Loudin, *comm. pers.*; Sauget, 1999).

II. Matériels et méthodes

1. Phase de prospection et protocole retenu:

Il n'existe pas de protocole standardisé permettant le suivi ou le comptage des populations de marmottes. Chaque étude est mise en place localement, en fonction des caractéristiques du milieu et des moyens logistiques, humains et financiers à disposition.

Les méthodes utilisées sont parfois basées sur les comptages de terriers ou de colonies par unité de surface, puis une estimation du nombre moyen d'individus par terrier ou par colonie est effectuée, avec extrapolation à l'échelle d'un massif montagneux. L'approche par colonies semble plus fiable, dans la mesure où les comptages seulement basés sur la présence de terriers sont souvent sources d'erreurs, les individus pouvant utiliser plusieurs terriers (cas également chez le blaireau). La technique la plus fiable et garantissant les meilleurs résultats est le comptage individuel, basé sur des captures et des marquages et permettant ainsi une reconnaissance individuelle à distance et un travail précis de biologie des populations. Cette technique est en revanche assez lourde en termes de moyens humains et financiers (Lenti Boero, 2003 ; Rabeil *et al.* 2003 ; Schwartz *et al.* 2003, Metral et Catusse, 2005).

Dans le cadre de cette étude, un suivi avec marquages individuels n'était pas envisageable, et nous avons donc retenu une méthode de prospection active systématique d'un secteur préalablement défini sur carte topographique, suivie d'une délimitation des colonies et de comptages à vue des individus par colonie, complétés ensuite par une extrapolation au nombre total minimal d'individus. La zone géographique globale de l'étude correspond à l'habitat *a priori* le plus favorable aux marmottes (milieux ouverts ou semi-ouverts d'altitude supérieure à 1000m, à faciès de landes et pelouses). La prospection est effectuée aux heures d'activité maximale des marmottes, en début de matinée et milieu et fin d'après-midi (Nogue et Arthur, 1992).

Lorsqu'une marmotte est contactée, sa position est reportée sur une carte IGN au 1/25000 (IGN série TOP 25 2432 ET). Pour éviter les redondances, seules les marmottes visibles au même moment sur une même zone, ou à une distance raisonnable de l'observation précédente, sont comptabilisées. De plus, une attention particulière est portée sur les indices de présence tels que les terriers (figure 2), les latrines ou encore les traces de pattes (figure 3), ceci est d'autant plus important lorsque les conditions météorologiques ne sont pas idéales pour l'observation directe.



Figures 2 et 3. Terrier (à gauche, photo J.-B. Bléhaut) et empreintes de pas (à droite, photo C. Lemarchand) de marmottes.

Les observations sont réalisées à l'aide de jumelles. Généralement deux observateurs prospectent ensemble. Chaque secteur est parcouru et observé deux à trois fois afin d'affiner les résultats et de mettre de côté les aléas météorologiques. Un secteur étudié par temps maussade (pluie, brouillard) sera obligatoirement de nouveau prospecté par beau temps.

A chaque fois que deux marmottes sont vues ensemble, il est considéré qu'un groupe de marmottes est établi dans cette zone, comme l'avaient admis Métral et Catusse en 2005 lors du suivi de la population de marmottes du massif du Mézenc. Il est difficile, en dehors d'observations prolongées et répétées, de définir avec précision à quelle colonie appartient une marmotte contactée. Dans un souci de justesse scientifique et pour respecter la définition du terme colonie donnée précédemment (voir §I.1 p.3), nous parlerons ici de « groupes » de

marmottes observés et non de colonies. Il est alors possible qu'un « groupe » contacté rassemble une ou plusieurs colonies.

2. Phase d'observation de groupes de marmottes :

Suite à l'établissement d'une carte de répartition préalable, des observations plus poussées du comportement d'un groupe de marmottes sont réalisées, grâce à la mise en place d'un affût, dominant de préférence le domaine vital de l'emplacement du groupe étudiée afin de limiter les pertes de vue des sujets. Le comportement des marmottes est observé et réparti en plusieurs catégories : immobilité et/ou vigilance, alimentation et recherche de nourriture, comportement social, soins corporels, intérieur du terrier, aménagements du réseau de terriers, et perte de vue du sujet observé. Il est ainsi possible de déterminer le budget temporel d'une marmotte.

Pour cela plusieurs méthodes ont été testées car il n'existe pas non plus de protocole standardisé de suivi éthologique pour cette espèce. Pour l'observation d'un groupe du Puy de l'Angle (site 14 sur la carte de la Figure 4, voir § III.1), le terrain très dégagé a permis l'observation en continu des marmottes pendant une durée de 6 heures entre 7h30 et 13h30. Le même type d'observation en continu d'un groupe a pu être réalisé pour un groupe du Val de Courre (site 2) pendant une durée d'une heure. Pour l'observation d'un groupe du Puy de Paillaret (site 1), la méthode utilisée par Louis (1992) a été privilégiée car les marmottes étaient nombreuses et le terrain accidenté. Cette méthode consiste à observer une marmotte pendant une durée de 15minutes, de relever son comportement, puis de passer à un autre individu pour recommencer. Cette méthode s'avère assez délicate à utiliser, notamment dans l'identification certaine et le suivi en continu d'une même marmotte dans un groupe, malgré une durée d'observation restreinte à 15min.

Les aléas météorologiques de ce printemps 2008 (avec plus de 350mm de précipitations sur le massif pour les deux mois de mai et juin, soit environ 50% de plus que la normale, selon Météo-France et la DIREN Auvergne) ont entraîné des contraintes temporelles sur les observations comportementales, la priorité étant donnée à l'étude de la répartition générale des marmottes dans le Sancy. Toutefois, les données éthologiques obtenues nous paraissent exploitables dans le cadre de la présente étude.

III. Résultats et discussion

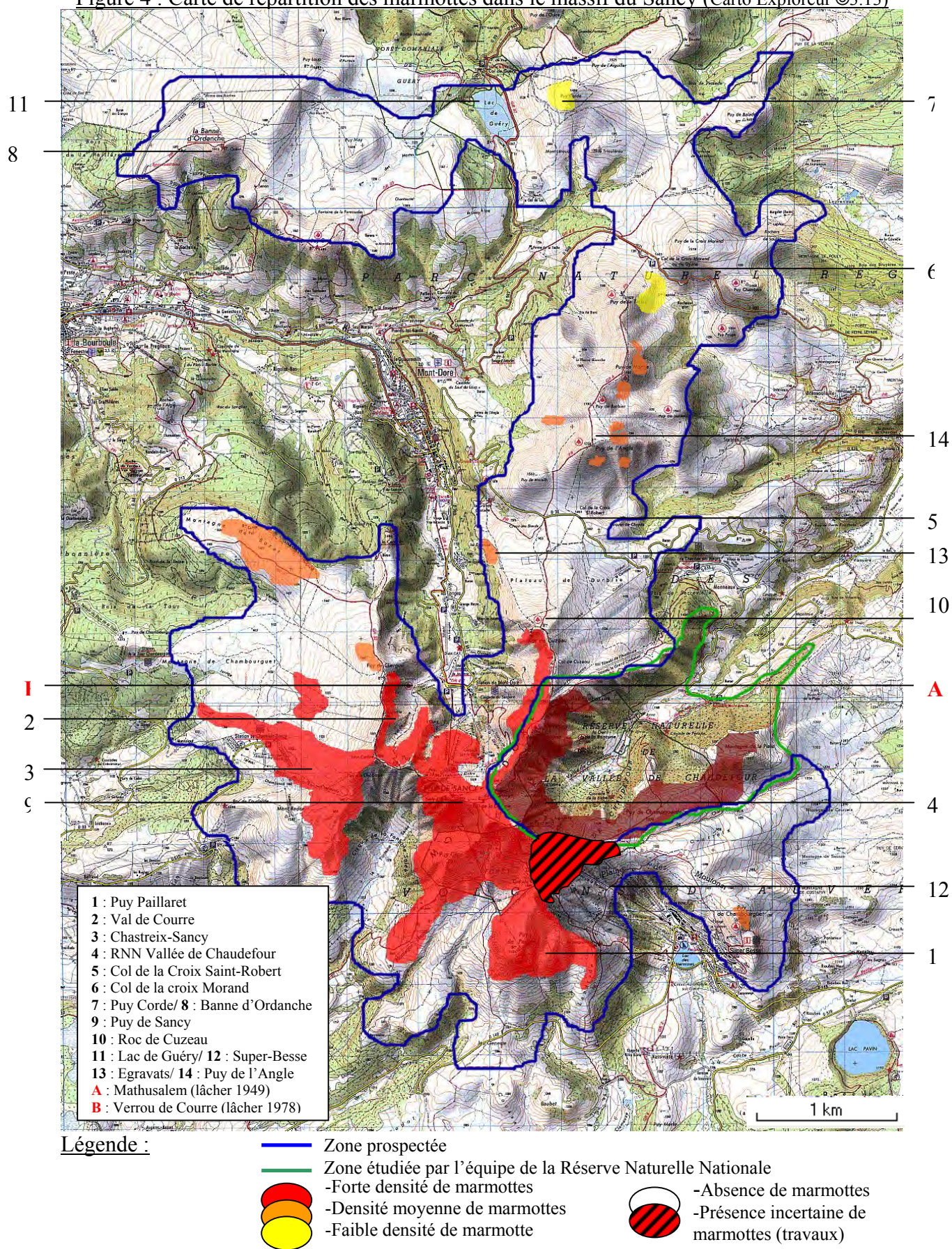
1. Répartition

Une surface de 6331 Ha a été prospectée au cours du stage. Les caractéristiques générales des groupes de marmottes identifiés (nombre d'individus observés, exposition et altitude des domaines vitaux) sont rassemblées dans l'annexe 1. Au total, nous avons pu observer directement 131 marmottes, ce chiffre constituant le nombre minimum d'individus présents sur le massif, et nos prospections a permis d'estimer la présence de marmottes sur une surface totale couvrant 971 Ha, et de proposer une carte de répartition (figure 4 ci-dessous), réalisée sur fond de carte IGN (série TOP 25 2432 ET) avec le logiciel CartoExploreur© 3.12.

Ce nombre minimal d'individus nous apparaît relativement faible, et ceci peut provenir en partie des aléas météorologiques évoqués ci-dessus, qui ont limité l'activité des marmottes et le nombre d'individus observables. Par ailleurs, la période de l'étude correspond à l'époque des mises-bas des jeunes de l'année, et de dispersion des sub-adultes. Il est donc probable que nombre de femelles se trouvaient dans les terriers (allaitement) au moment des prospections, et que la dispersion des jeunes ait été retardée par les conditions météorologiques. En revanche, nos prospections et nos observations ont permis d'acquérir une bonne connaissance de la localisation des différents groupes et colonies, et de constituer la représentation cartographique générale de la population (figure 4).

La carte de répartition montre de forts noyaux de populations dans les secteurs de Chastreix-Sancy (site 3, figure 4), de la Vallée de Chaudefour (site 4), du Puy de Paillaret (site 1), autour du Puy de Sancy (site 9) ainsi que du Val de Courre (site 2). Ces secteurs sont situés près du centre du massif (Puy de Sancy) et à proximité des sites de lâchers (notamment du site B de 1978).

Figure 4 : Carte de répartition des marmottes dans le massif du Sancy (Carto Exploreur ©3.13)



Ils correspondent aux parties les plus hautes du massif (de 1550 à 1886m d'altitude) et constituent des milieux ouverts très favorables aux marmottes par la forte pente des versants et l'abondance d'éboulis.

Quelques résultats surprenants sont à noter, avec des observations de marmottes dans des habitats semblant peu favorables, telles que des zones en cours de recolonisation par la forêt et particulièrement instables comme sur le site des Egravats (site 13).

On remarque une forte densité de population en limite sud du massif, dans le secteur du Puy de Paillaret (site 1) notamment. A l'inverse, plus l'on s'approche de la limite nord du massif (Lac de Guéry, site 11) plus la densité de population faiblit, jusqu'à être nulle. En effet entre le col de la Croix-Saint-Robert (site 5) et le col de la Croix-Morand (site 6) plusieurs colonies sont établies mais la densité de population reste très faible par rapport aux forts noyaux de population du centre du massif. Il est à noter la présence d'un groupe isolé sur le Puy Cordes (site 7) dans le secteur nord du massif. Un autre groupe isolé, situé au Puy de l'Ouire (environ 1km au nord du Puy Cordes), au-delà de la limite nord de la zone prospectée, nous a été récemment signalé (O. Roquetanière, *comm. pers.*).

On peut émettre certaines hypothèses pour expliquer cette répartition nord-sud. La forte densité de population au sud correspond à une abondance de terrains favorables dans cette zone. Mais l'altitude décroissant fortement dans cette direction, elle constitue un frein à l'expansion de la population et semble bloquer la colonisation vers le sud. Cette frontière naturelle contribue à la forte densité de population observée en limite sud.

Au nord, il n'existe pas de limite franche dans la répartition. L'hypothèse la plus probable est que la population de marmottes soit en cours d'expansion, car l'on observe diminution régulière de la densité de l'espèce en direction du nord, malgré l'existence de terrains favorables, comme par exemple les éboulis de la Banne d'Ordanche (site 8).

Les quelques groupes situés entre les deux cols seraient alors des « satellites » de la population principale du centre du massif, alors que les individus observés sur le Puy Corde (site 7) et le puy de l'Ouire constitueraient le « front » de colonisation, et pourraient être un groupe de dispersants plus qu'une véritable colonie. En effet, comme l'a montré Giboulet (2000), lorsque les jeunes d'un groupe familial arrivent à maturité sexuelle (entre 2 et 3 ans) ils sont écartés du groupe familial et doivent donc s'établir sur un nouveau territoire. Ces dispersants colonisent préférentiellement des sites à fort potentiel d'abris naturels pour limiter le coût énergétique de la création d'un nouveau réseau de terriers (Métral & Catusse, 2005). Cela pourrait être le cas pour les individus observés au Puy Cordes (site 7), où un seul terrier a été dénombré et où le pierrier présente de nombreuses possibilités d'abri naturels.

A l'ouest du massif, les limites de répartition correspondent avec celles des forêts, qui sont un milieu délaissé par la marmotte, celle-ci privilégiant les secteurs dégagés (Hainard, 1997). A l'est, les limites de répartition correspondent à une baisse rapide de l'altitude.

On remarque également des « trous » dans la répartition, comme par exemple la face est du Roc de Cuzeau (site 10), ou encore le secteur de Super-Besse (site 12). La plupart du temps ces trous correspondent à des secteurs peu favorables et paraissant incompatibles avec l'établissement de colonies de marmottes (mal exposés, altitude faible, fréquentation touristique importante, installations de sports d'hiver), sauf en cas de populations très importantes, où ce type de milieux plus contraignants pourraient être colonisés à plus long terme (Giboulet, 2000).

2. Effectifs estimés

Un total de 49 groupes de marmottes a été identifié sur l'ensemble du massif (annexe 1). Ce chiffre ne correspond pas au nombre total de colonies du massif mais uniquement au nombre de « groupes » de marmottes contactés. Il est difficile d'estimer les effectifs totaux de la population de Marmotte alpine dans le massif du Sancy. En effet, les méthodes de

comptage existantes sont difficiles à mettre en œuvres et demandent des moyens humains et temporels importants. Cependant, il est possible de réaliser une estimation, en prenant en compte le nombre de groupes déterminés, un groupe étant constitué au minimum d'une colonie, et les effectifs moyens connus des colonies, compris entre 5 et 12 individus (Macdonald & Barret, 1995 ; Louis, 1999). A partir de ces données, le nombre minimum de marmottes de l'ensemble de la zone prospectée peut être évalué entre 245 et 588. Avec les estimations des effectifs des colonies de la Réserve Naturelle de la Vallée de Chaudefour : 70 individus en 2007 (Loudin, *comm. pers.*), l'effectif minimum potentiel pour l'ensemble du massif est compris entre 315 et 658.

Ces chiffres ne sont que des estimations, seul un comptage exhaustif permettrait de les vérifier. En fonction des taux de mortalités en fin de période d'hibernation et début de période d'activité, élevés si les conditions hivernales se prolongent, ces effectifs sont par ailleurs susceptibles de varier assez fortement d'une année sur l'autre.

3. Exposition

Le graphique de la Figure 5 a été réalisé à partir des relevés d'exposition des 49 groupes de marmottes identifiés sur l'ensemble du massif.

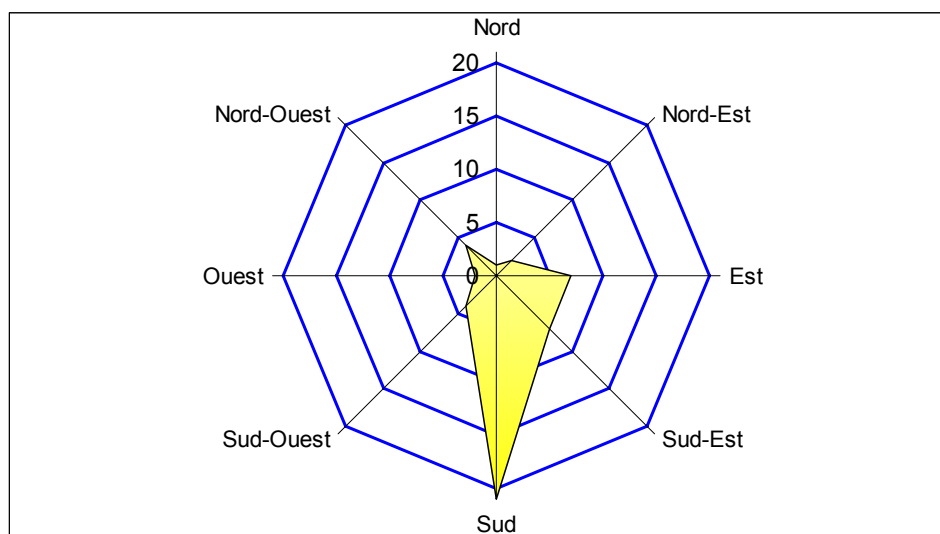


Figure 5 : Nombre de groupes de marmottes en fonction de l'exposition.

On note une forte préférence de l'exposition sud, avec un total de 65% des groupes observés d'exposition sud, sud-ouest ou sud-est. Ceci confirme les observations effectuées par Le Berre *et al.* (2007) dans le massif du Mézenc ainsi que l'étude d'Allainé *et al.* (1998), qui montrent que la durée de la période de croissance des jeunes est variable suivant l'exposition du territoire : plus courte d'environ 10% lorsque l'on passe d'une exposition nord vers une exposition sud. De plus, il est établi que le stress thermique est un facteur important dans la détermination des patrons d'activité au cours de la journée, en particulier en ce qui concerne le fourragement (Perrin, 1993). Par ailleurs, d'après Semenov *et al.* (2000), la hauteur du soleil influe sur l'activité de *Marmota marmota*. Il existe donc un intérêt réel pour l'exposition sud.

L'exposition à l'est, qui représente à elle seule tout de même 14% du total, correspond à un ensoleillement matinal. Cette période de la journée correspond avec une activité importante des marmottes (Nogue & Arthur, 1992). Une exposition est ou sud-est semble donc convenir au développement des marmottes à défaut d'emplacements favorables ou inoccupés d'exposition sud. Les sites d'expositions nord-est, nord, nord-ouest sont peu fréquentés par les marmottes mais 14% des groupes y sont tout de même installés. Il faut noter que ces sites regroupent souvent d'autres avantages (altitude élevée, abris naturels, pente forte) pour les marmottes, ce qui peut expliquer leur colonisation.

Il est à noter que plusieurs groupes observés étaient établis non loin de lignes de crêtes permettant des changements de versants en fonction de la position du soleil au cours de la journée. Ce comportement a été observé au Puy de l'Angle (site 14) notamment, où, à partir de 12h30 environ, certains individus ont rejoint le versant sud alors qu'ils avaient passé la matinée proche de leur terrier sur le versant est. Ce changement de versant correspond avec un ensoleillement du versant à l'est, devenu moyen.

4. Altitude

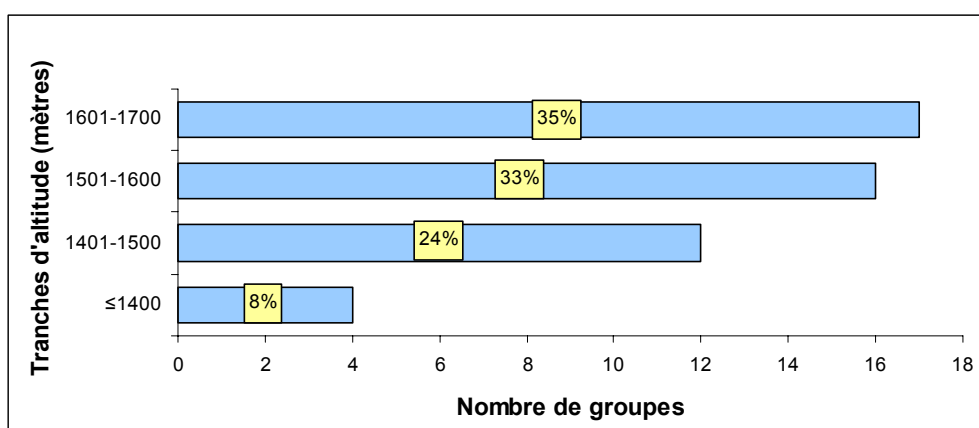


Figure 6 : Répartition des groupes de marmottes en fonction de l'altitude.

La répartition des groupes présentée en Figure 6 montre une nette préférence des marmottes pour les sites situés au-dessus de 1500 mètres d'altitude avec 68% des groupes identifiés. 92% des sites colonisés sont situés à plus de 1400 mètres d'altitude. Aucun groupe n'est installé en dessous de 1350m et seulement quatre le sont entre 1350 et 1400m. Ce choix altitudinal corrobore les observations effectuées dans les autres massifs ainsi que les écrits sur l'écologie de *Marmota marmota* (Couturier 1964 ; Hainard, 1997 ; Ramousse *et al.* 2003).

L'altitude pourrait être ainsi le facteur principal dans les choix de colonisation par ce rongeur : en effet, d'après ces résultats, il existe une relation forte entre l'altitude et les zones occupées par les marmottes. L'altitude pourrait également être le frein principal de l'expansion des marmottes vers le nord et le nord-ouest, dans le secteur Lac de Guéry et Banne d'Ordanche (Figure 4, sites 8 et 11) notamment. Ces sites, bien que proches spatialement de certains sites colonisés, ne sont accessibles qu'à la condition de franchir des vallées dont les fonds n'atteignent parfois pas les 1000 mètres d'altitude, ce qui ne correspond pas aux altitudes préférentielles de la marmotte. Il est fort probable que les marmottes soient bloquées par cette baisse trop importante d'altitude. On peut alors penser que les crêtes soient préférées aux vallées comme itinéraires de colonisation, ce que la répartition actuelle (figure 4) semble confirmer. Cet itinéraire de crêtes pourrait à terme amener l'espèce à coloniser les

secteurs non accessibles par les vallées, comme justement le secteur Guéry-Banne d'Ordanche ; un suivi dans le temps permettra de vérifier cette hypothèse.

5. Budget temporel

Après traitement des résultats et regroupements des différents comportements observés, on peut réaliser le graphique présenté sur la Figure 7 ci-dessous.

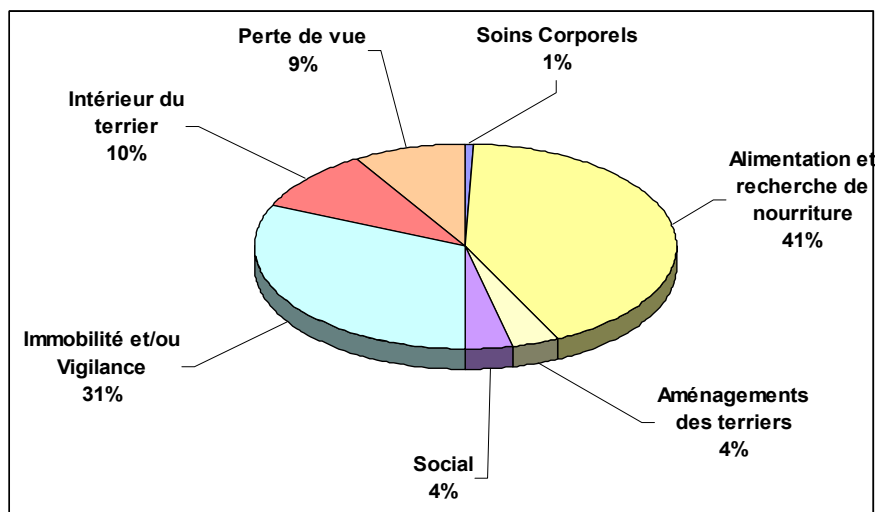


Figure 7 : Budget temporel moyen d'une marmotte dans le massif du Sancy

La marmotte passe plus de 40% de son temps à chercher de la nourriture et à s'alimenter. Elle passe un tiers de son temps immobile en posture de vigilance, un dixième de son temps dans le terrier, et le reste du temps aux autres comportements.

Cette étude, bien que réalisée avec un nombre restreint d'observations en raison des contraintes temporelles, météorologiques et méthodologiques, révèle des similitudes importantes avec celle menée par Louis (1992) sur des colonies de marmottes dans le Parc National de la Vanoise. La recherche de nourriture occupe la majeure partie du temps de *Marmota marmota*. Ceci semble logique car pour ce rongeur, il est vital d'accumuler beaucoup de réserves lipidiques pendant la bonne saison de façon à pouvoir survivre à l'hibernation. Pour cela la Marmotte alpine consomme au moins 400 grammes de nourriture par jour, soit 70 kg pendant sa période de six mois d'activité.

6. Nuisances potentielles causées par la marmotte

La prospection menée pendant deux mois sur le massif n'a pas permis de constater des nuisances causées par l'activité fouisseuse de la Marmotte alpine. Quelques terriers (Figure 8) sont tout de même situés dans les prairies d'estive (Puy de l'angle, Puy de Paillaret), mais ceux-ci restent rares.



Figure 8 : Entrée d'un terrier de marmottes. On note le cône de gravats extraits de la galerie et recouvrant la surface végétale (photo J.-B. Bléhaut).

Par ailleurs, aucun éleveur ne s'est plaint de dégâts causés par le rongeur dans le massif comme cela peut être le cas dans d'autres massifs comme celui des Alpes, des Pyrénées. Il faut également noter que les marmottes, par leur consommation sélective d'espèces végétales, ont un impact non négligeable sur les pelouses et les landes alpines qu'elles modèlent (Del Moral, 1984). Les perturbations que provoquent les Marmottes alpines sur leur environnement sont probablement assez importantes pour modifier la végétation de manière sensible, au vu des effets d'autres mammifères fouisseurs (Platt & Weis 1977 & Huntly & Reichman, 1994). A plus long terme, si la population de marmottes continue de s'accroître, d'autres milieux, plus ouverts et à des altitudes plus basses comme les landes et les prairies, pourraient être aménagés et colonisés, pour pallier aux contraintes démographiques, au manque de place et de nourriture (Giboulet, 1999).

Conclusions et perspectives

Cette étude permet de mettre en évidence un fort ancrage de la population de Marmottes alpines dans le massif du Sancy, avec des noyaux denses de population au centre et au sud du massif et la présence de populations « satellites » au nord. Il semble que la colonisation du massif en direction du nord soit en cours avec une densité de population plus faible et des sites favorables encore inoccupés. Au sud du massif, tous les sites favorables sont occupés, la population y est dense et la baisse rapide de l'altitude semble empêcher la poursuite de la colonisation. En l'absence de prédation importante sur cette espèce dans le massif du Sancy, on peut raisonnablement penser que les effectifs de marmottes vont croître dans les prochaines années, ce qui pourrait à terme occasionner certaines gênes.

Plusieurs critères sont apparus dans le choix du site d'installation des marmottes, notamment une altitude supérieure à 1400m, la présence d'abris naturels en quantité, et une exposition préférentielle au sud. Les observations consacrées au budget temporel de la marmotte alpine ont corroboré les études précédentes, avec une majorité du temps consacré à l'affouragement et à la vigilance. Dans le futur, les données collectées lors de ce stage seront intégrées au système SIG du Parc Naturel Régional des Volcans d'Auvergne.

Il serait intéressant de compléter cette étude préliminaire par d'autres plus longues et approfondies. Ceci essentiellement dans les domaines du suivi et du comptage des individus pour lesquels on peut imaginer un marquage (marque à l'oreille, rasage, peinture...) afin de les faciliter. Un suivi génétique permettrait de connaître l'origine des individus dispersants et ainsi de mieux appréhender les mécanismes de la colonisation. Un suivi approfondi de ce type serait particulièrement intéressant dans le secteur nord du massif, là où la colonisation semble en cours. Enfin une étude sur la végétation des sites d'occupation serait souhaitable afin d'établir une corrélation entre le régime alimentaire de l'espèce, les sites occupés et la végétation qui les compose.

Références Bibliographiques

- **ALLAINÉ D, GRAZIANI, L. & COULON, J. (1998).** Postweaning mass gain in juvenile alpine marmots (*Marmota marmota*). *Oecologia* 113: 370-376.
- **ARNOLD W. (1988).** Social thermoregulation during hibernation in Alpine marmots (*Marmota marmota*). *Journal of Comparative Physiology B* 158: 151-156.
- **BOPP, P. (1954).** Sur la topographie d'une colonie de marmottes. *Revue Suisse de Zoologie* 61 : 374-380.
- **COCHET, N. (1996).** Lipolyse et acides gras dans deux dépôts adipeux blancs au cours du cycle saisonnier de la marmotte alpine (*Marmota marmota*). Thèse de doctorat de l'Université Claude Bernard, Lyon. 83 pp.
- **COUTURIER, M. (1964).** Le gibier des montagnes françaises. Arthaud, Grenoble, 463 pp.
- **BEL M.C., COULON J., SRENG L., ALLAINÉ D., BAGNERES A.G. and CLEMENT J.L., (1998).** Social signals involved in scent-marking behaviour by cheek-rubbing in Alpine marmots (*Marmota marmota*): preliminary results. *Journal of Chemical Ecology*.
- **DEL MORAL R., (1984).** The impact of the Olympic marmot on subalpine vegetation structure. *American Journal of Botany* 71: 1228-1236.
- **DE PUYTORAC P, TORT, M., PETERLONGO, J., BOUTEVILLE, GIGAULT, L., VITTE, R. 1 FAIN, J. (1997).** L'Auvergne : Les milieux, la flore, la faune, Delachaux et Niestlé, Lausanne-Paris.
- **DUBOIS, R. (1896).** Etudes sur le mécanisme de la thermogénèse et du sommeil chez les mammifères : physiologie comparée de la marmotte. Masson, Paris.
- **GIBOULET, O. (2000).** Processus de colonisation et de sélection de l'habitat chez la marmotte alpine (*Marmota marmota*, L. 1758). Thèse de doctorat de l'Université Claude Bernard, Lyon1.
- **GOOSENS, B., GRAZIANI, L., WAITS, L.P., FARAND, E., MAGNOLON, S., COULON, J., BEL, M.C., TABERLET, P. & ALLAINÉ, D. (1998).** Extra-pair paternity in the monogamous Alpine marmot revealed by nuclear DNA microsatellite analysis. *Behavioral Eco. Sociobio.* 43: 281-288.
- **GRAZIANI, L. (1999).** L'allocation aux sexes chez la Marmotte alpine (*Marmota marmota* : Linné 1758). Thèse de doctorat, Université Claude Bernard - Lyon 1, Lyon.
- **HAINARD, R. (1997).** Mammifères sauvages d'Europe. Delachaux et Niestlé, Neuchâtel-Paris.
- **HUNTLY, N. & REICHMAN O.J. (1994).** Effects of subterranean mammalian herbivores on vegetation. *Journal of Mammalogy* 75: 852-859.
- **LE BERRE, M., METRAL, J. et RAMOUSSE, R., (2007).** Distribution des Marmottes du Mézenc. En ligne <http://mezenc.cons-dev.org/>.
- **LENTI BOERO, D. (2003).** Choix de l'habitat et techniques de comptage chez la marmotte alpine : un réexamen préliminaire. In : Ramousse *et al.* (eds.) : stratégies adaptatives et diversité chez les marmottes. International Marmot Network, Lyon.
- **LOUIS S. (1999).** Interactions Homme/Faune sauvage : la Marmotte alpine. Thèse de doctorat, Université Claude Bernard - Lyon 1, Lyon.
- **MAGNOLON, S. (1999).** La dispersion natale chez la marmotte alpine (*Marmotta marmotta*). Modalités et effet de quelques facteurs proximaux.
- **MANCINI, C. (1993).** Étude descriptive d'une famille de marmottes (*Marmota marmota*) dans la réserve du Mont Vallier. Thèse vétérinaire, Toulouse, 97 pp.

- **MACDONALD, D.W. & BARRETT, P. (1995).** « Guide complet des mammifères de France et d'Europe », Delachaux et Niestlé, Lausanne-Paris.
- **MASSEMIN S., GIBAUT C., RAMOUSSE R., BUTET A. (1992).** Premières données sur le régime de la Marmotte alpine (*Marmota marmota*) en France. *Mammal.* 60: 351-361.
- **METRAL, J. & CATUSSE, M., (2005).** Bilan de l'introduction de la marmotte en Ardèche. *Faune sauvage* 268: 18-23.
- **NOGUE, G. & ARTHUR, C.P., (1992).** Eléments de démographie et rythme d'activité d'une colonie de marmottes (*Marmota marmota*) dans le Parc National des Pyrénées occidentales. 1^{ère} journée d'étude de la Marmotte, p.37-48.
- **PERRIN, C., (1993).** Organisation socio-spatiale et distribution des activités chez la marmotte alpine (*Marmota marmota* L. 1758). Thèse de doctorat de l'Université Paris 7, 38 p.
- **PETERLONGO, J.M. (1972).** « Massif central ». Guides géologiques régionaux.
- **PLATT, W.J. & WEIS, M. (1977).** Resource partitioning and competition within a guild of fugitive prairie plants. *The American Naturalist* 111: 470-513.
- **RABEIL, T., RAMOUSSE, R. & MERING, C. (2003).** Estimation de la distribution potentielle de la marmotte alpine dans le massif de la Vanoise. Utilisation de la télédétection et d'un GIS. In : Ramousse *et al.* (eds.) : stratégies adaptatives et diversité chez les marmottes. International Marmot Network, Lyon.
- **RAMOUSSE, R., ALLAINE, D. & LE BERRE, M. (eds.) (2003).** Stratégies adaptatives et diversité chez les marmottes. International Marmot Network, Lyon.
- **RIGAUD, P. (1985).** Le mouflon (*Ovis ammon musimon*) dans le massif du Sancy (Puy-de-Dôme). Thèse de l'Université Claude Bernard, Lyon.
- **ROCHON-DUVIGNAUD (1943).** Les yeux et la vision des vertébrés. Masson, Paris.
- **SAINT-GIRONS, M.-C. (1973).** Les mammifères de France et du Benelux. Doin, Paris.
- **SAUGET E. (1999).** Les marmottes de la vallée de Chaudefour, Chambon-sur-le-lac (Puy-de-Dôme). Rapport BTSA.
- **SEMENOV Y., RAMOUSSE R., LE BERRE M., (2000).** Effet de la lumière et de la température sur le rythme d'activité de la marmotte alpine (*Marmota marmota* Linné, 1758) en milieu naturel. *Canadian Journal of Zoology* 78 : 1980-1986.
- **SERRE F., (2002).** La neige dans le Massif Central : une contrainte pour la gestion des territoires, *Presses Universitaires Blaise Pascal*, Clermont-Ferrand, 203pp.
- **SCHWARTZ, O. & ARMITAGE K., (2003).** Biologie des populations de marmottes à ventre jaune : une perspective de 40 années d'étude. In : Ramousse *et al.* (eds.) : stratégies adaptatives et diversité chez les marmottes. International Marmot Network, Lyon.
- **ZELENKA, G. (1965).** Observations de l'écologie de la Marmotte des Alpes. *Terre et Vie* 19: 238-256.

Annexe 1 : Caractéristiques des groupes identifiés

Groupe	Nombre d'individus	Altitude (m)	pierrier	Exposition
1	6	1620	OUI	E
2	5	1620	OUI	E
3	4	1650	OUI	E
4	terriers	1660	OUI	NO
5	2	1510	NON	NO
6	3	1530	OUI	N
7	2	1540	NON	S
8	2	1550	OUI	NE
9	2	1620	NON	NO
10	4	1500	NON	O
11	3	1640	NON	SO
12	2	1610	OUI	NO
13	6	1470	OUI	NE
14	2	1450	OUI	VARIABLE
15	2	1460	OUI	S
16	1	1440	OUI	S
17	1	1440	OUI	S
18	2	1350	OUI	S
19	3	1400	OUI	S
20	2	1400	OUI	S
21	3	1460	OUI	S
22	4	1540	OUI	S
23	terriers	1480	OUI	S
24	2	1650	OUI	E
25	3	1550	OUI	S
26	2	1670	OUI	S
27	1	1600	OUI	SE
28	1	1620	OUI	SE
29	2	1450	OUI	S
30	3	1650	OUI	S
31	3	1570	OUI	S
32	2	1670	OUI	E
33	4	1650	NON	SE
34	4	1610	NON	SE
35	6	1600	NON	S
36	5	1560	NON	S
37	3	1500	NON	S
38	4	1380	OUI	SO
39	3	1510	NON	S
40	2	1570	NON	S
41	2	1600	OUI	E
42	5	1610	NON	E
43	3	1600	OUI	SE
44	2	1520	OUI	SE
45	1	1440	OUI	SE
46	2	1540	NON	SO
47	2	1450	OUI	SO
48	2	1630	OUI	S
49	1	1660	OUI	O
Total	131		35 OUI /49	