



DROSER SA
Ecologie appliquée
Sion/St-Maurice/Bex

Canton de Fribourg

Service des forêts
et de la faune
Secteur chasse et faune

Analyses de la situation des marmottes du canton de Fribourg (2004-2008)



photo : P. Marchesi

Sion, décembre 2008			75.481.60
Version	Date	Projet	Contrôle
1	26.11.2008	AB/PM/FZ	PC
2	04.12.2008	AB/PM/FZ	PC
3	09.12.2008	AB/PM/FZ	PC



Table des matières

1. INTRODUCTION	4
2. METHODOLOGIE	5
2.1 Suivi des colonies	5
3. SUIVI DE 6 COLONIES	6
3.1 Description des colonies	6
3.1.1 Colonie de Vernet (chasse possible).....	6
3.1.2 Colonie de Seelihu (chasse possible)	9
3.1.3 Colonie de Bounavaux (arrêt de chasse 1998).....	12
3.1.4 Colonie de Brenleire (arrêt de chasse 2004)	15
3.1.5 Colonie de Gemstuben (Chasse interdite).....	18
3.1.6 Colonie de Hochmatt (Chasse interdite)	21
3.2 Remarques générale sur les six colonies et le cumul des individus comptés	24
4. COLONIES CANTONALES	27
5. ANALYSE DES FACTEURS AGISSANT SUR LES COLONIES	29
5.1 Les facteurs anthropogènes :.....	29
5.2 Facteurs naturels	31
6. BILAN GENERAL	34
7. CONCLUSION ET PERSPECTIVES	35
BIBLIOGRAPHIE	37
REMERCIEMENTS	37

ANNEXES :

- Annexe 1 : Tableau/Liste des colonies fribourgeoises de marmottes
- Annexe 2 : Carte/Taille des colonies : classes-nombre d'individus
- Annexe 3 : Carte/Localisation des colonies de marmottes dans les territoires d'aigles
- Annexe 4 : Carte/Tendance de l'évolution des colonies
- Annexe 5 : Analyse de la connectivité des colonies



1. INTRODUCTION

En 1994, une étude concernant l'application de la nouvelle législation fédérale sur la chasse (Berthoud, 1994) mentionnait le manque de connaissances au sujet des marmottes dans les Préalpes fribourgeoises. Les effectifs cantonaux, l'évolution des populations et les effets de la chasse sur les populations restaient alors trop mal connus pour élaborer un plan de tir sans risque pour l'espèce.

Dès la fin des années 1990 cependant, des gardes faunes constatèrent une baisse des effectifs de marmottes dans certaines colonies. D'autre part, le fait que la chasse (surtout chamois et marmottes) soit autorisée à Bounavaux, dans un secteur qui fait partie de la réserve naturelle du Vanil-Noir, suscita de la part de Pro-Natura Fribourg, en 1997, une demande d'interdiction de toute chasse (création d'une réserve totale de chasse). Du fait que la régulation du chamois dans ce secteur ne pose pas de problème majeur, le Conseil d'Etat n'y a interdit que la chasse de la marmotte, ceci depuis 1998, en instituant une réserve partielle de chasse. En 2004, l'Ordonnance sur l'exercice de la chasse fut modifiée, interdisant la chasse à la marmotte dans certains secteurs de faune.

Soucieux de gérer au mieux les effectifs de cette espèce, les gestionnaires de la faune du canton avaient besoin d'obtenir des précisions sur le cheptel cantonal, sur son évolution, ainsi que sur les effets de la chasse ou de tout autre facteur prépondérant.

Le Service des forêts et de la faune du canton de Fribourg, secteurs chasse et faune, a mandaté le bureau Drosera SA pour enquêter sur ce sujet.

Le présent rapport comporte trois parties :

- la première expose les résultats concernant le suivi de 6 colonies témoins de marmottes entre 2004 et 2008;
- la deuxième partie traite de l'espèce à l'échelle cantonale (Préalpes);
- la troisième tente d'analyser les facteurs agissant sur l'abondance des effectifs.



2. METHODOLOGIE

2.1 Suivi des colonies

Six colonies ont été suivies entre 2004 – 2008, à l'aide de 8 recensements, effectués deux fois par année, au printemps et en automne. Ils ont débuté en automne 2004 et fini en automne 2008, avec une lacune dans les comptages en automne 2006 pour des raisons budgétaires.

Le critère principal de possibilité de chasse des marmottes a été retenu pour sectionner les colonies :

Chasse exercée : colonies de Vernet et de Seelihu;

Chasse arrêtée depuis peu : colonies de Brenleire et de Bounavaux;

Chasse interdite depuis longtemps : colonies de Gemstuben et de Hochmatt.

Les comptages se sont effectués selon une méthode développée par Cortot et al. (1996), dans le cadre du dénombrement de marmottes dans le Parc National des Ecrins. Il s'agit de compter les marmottes toutes les 15 minutes pendant au moins deux heures (huit périodes de 15 minutes). Le nombre d'individus compté est le nombre maximum d'individus comptés simultanément dans une seule tranche de 15 minutes. Le nombre estimé de marmottes équivaut au nombre compté additionné d'un ou de plusieurs individus dont la présence est certaine même s'ils n'ont pas été comptés dans la même tranche de 15 minutes.

L'élaboration des cartes des colonies et des tendances de leurs effectifs est basée sur les connaissances des gardes-faune des secteurs des Préalpes fribourgeoises : A. Chappalay, G. Beaud, L. Jaggi, P. Jordan, F. Maradan, M. Pharisa, E. Peissard, et L. Riedo).

Les indications concernant les aigles proviennent des données très généreusement mises à disposition par Gabriel Banderet, qui bague les aigles des Préalpes depuis plus de 30 ans pour le compte de la station ornithologique suisse de Sempach.

Le logiciel IDRISI a été utilisé pour élaborer la carte des aires de dispersion potentielles depuis chaque colonie. Cette carte permet d'évaluer graphiquement le degré d'isolement d'une colonie par rapport aux autres en fonction de la perméabilité du paysage au mouvement des marmottes. La méthode utilisée est décrite en détail dans l'annexe 5. Cette méthode a déjà été utilisées par F. Zanini pour modéliser la dispersion d'autres espèces, en particulier les amphibiens et la grande faune (voir par exemple : Zanini 2001, Vuilleumier et Prélaz-Droux 2002, Zanini 2003, Zanini 2006).



3. SUIVI DE 6 COLONIES

3.1 Description des colonies

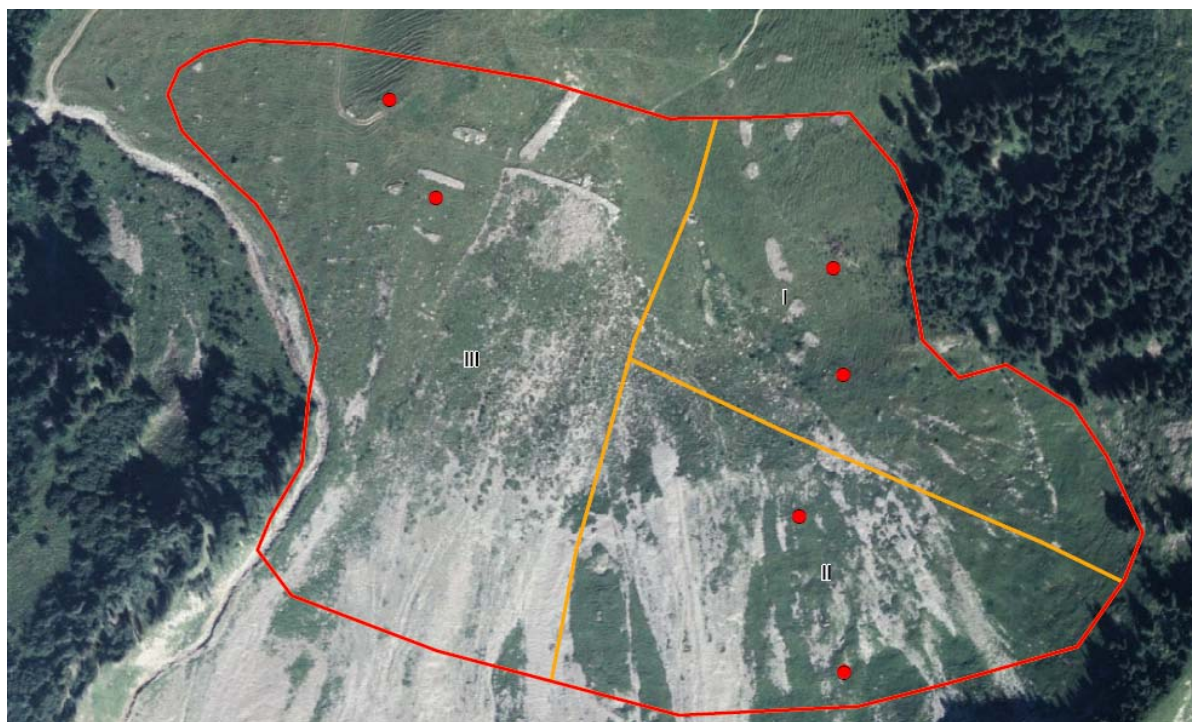
Ci-après figurent les descriptions des 6 colonies suivies ainsi que le résultat des comptages. Le nombre de marmottes pris en considération est le nombre estimé de chacune des colonies.

3.1.1 Colonie de Vernette (chasse possible)

Coordonnées centrales : 577.400/ 154.900

Altitude : 1700 m

Surface étudiée : 8.7 ha



Légende

- Périmètre d'observation (surface colonies étudiées)
- Territoires des familles
- Terriers principaux

Descriptif du site :

Situé sur le versant nord du Tsermon, le site occupe un petit cirque glaciaire, soit une situation nord encaissée, fraîche et peu ensoleillée. La quantité de neige y est importante en hiver et l'enneigement est tardif. La pente est moyenne (entre 40 à 60 %). Traversé par aucun sentier, le site n'est pas fréquenté par des touristes. Il est pâturé par des bovins, notamment dans le bas du périmètre où des terriers endommagés par le piétinement ont été observés.



Le site se trouve dans le secteur de chasse 703, où une marmotte a été tirée en 2005, selon les statistiques cantonales.

Particularités de la colonie :

Cette colonie n'est pas isolée : des voies de dispersion sont possibles en direction de l'ouest (Varvalanna), de l'Est (Procheresse) et au sud (Tsermon).

D'après les agriculteurs exploitant les alpages, les effectifs de marmottes seraient en baisse dans le secteur. Notamment à Vernet, dans la partie inférieure du périmètre ainsi que plus en aval.

La distance de l'aire d'aigle connue la plus proche est d'environ 3'300 m.

Evolution de la colonie :

La colonie connaît une croissance entre l'automne 2004 et le printemps 2005 (doublement de la colonie). Elle se constituait à ce moment là de trois familles. Ensuite, l'effectif s'effondre subitement dès l'automne 2005. En 2007 puis 2008 il ne subsiste qu'une seule famille (couple observé sans petits), qui se cantonne dans le haut du périmètre (secteur II), alors que celui-ci paraît moins favorable (ombrage, pente, moindre surface d'herbage) que le bas de la combe.

Bilan :

La colonie subit un très fort déclin dès 2005. La chasse, qui est autorisée, n'est vraisemblablement pas la cause principale du déclin puisqu'un seul individu a été déclaré tiré dans ce secteur. Toutefois, des tirs illégaux sont suspectés.

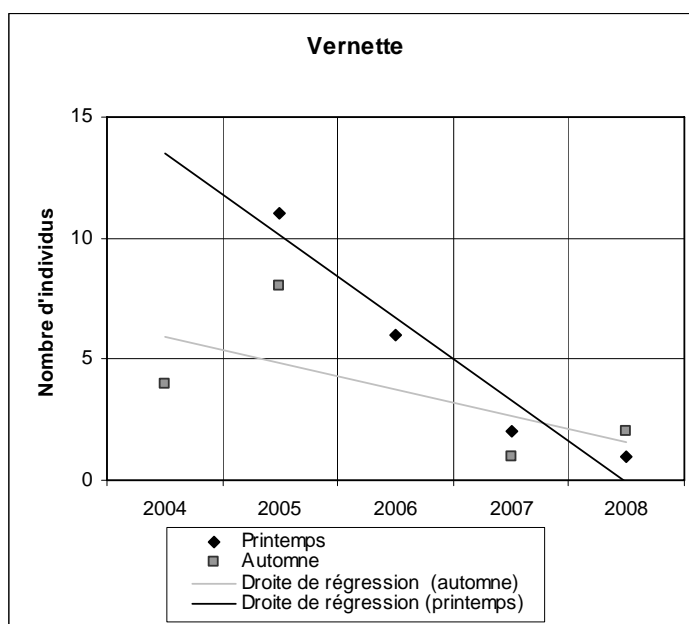


Figure 1 : Nombre d'individus estimés à Vernet



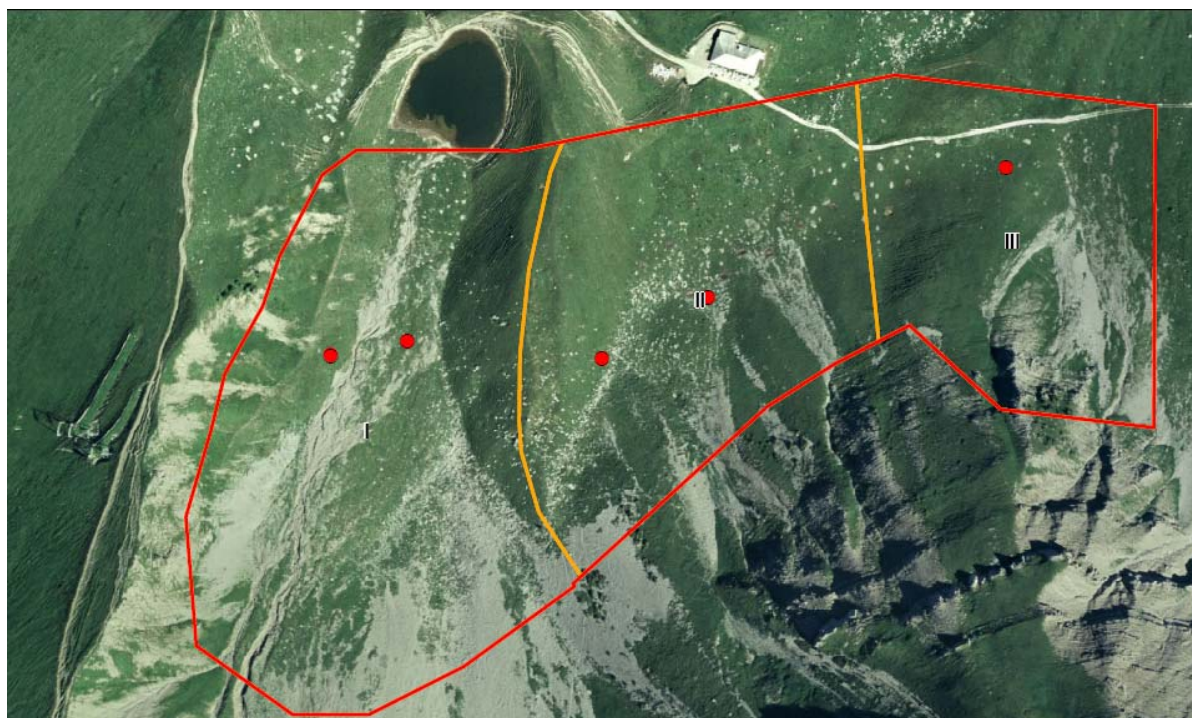
Photo 1 : *Vernette*

3.1.2 Colonie de Seelihus (chasse possible)

Coordonnées centrales : 580.800/ 155.800

Altitude : 1700 m

Surface étudiée : 6.9 ha



Légende

- Périmètre d'observation (surface colonies étudiées)
- Territoires des familles
- Terriers principaux

Descriptif du site :

Situé sur le versant nord du Kaiseregg, le site occupe une combe nord de pente faible à moyenne (de 5 à 30%), fraîche et longtemps enneigée au printemps. Tout le périmètre fait partie d'une place militaire et sert de champ de tir durant les mois de mai - juin.

Du bétail bovin et caprin y pâture en été; il est contrôlé par un garde-génisse et par deux chiens.

Le site n'est pas traversé par des sentiers : les touristes sont canalisés sur le sentier qui monte au Kaiseregg par la crête située à l'ouest du site.

La chasse est autorisée dans le secteur 510 (deux tirs de marmottes en 2005, 4 en 2006, et 1 en 2007).

Particularités de la colonie :

La colonie se répartit en trois familles. Elle est en contact avec des colonies voisines plus à l'est, implantée le long du versant nord de la crête du Stierengrat.



Cette colonie parvient à vivre dans ce secteur malgré les activités militaires violentes (tirs) qui ont lieu à une période sensible (mai-juin) pour l'espèce, et d'autres activités sporadiques durant l'été. Toutefois, il est à relever que la famille occupant le secteur II (central) où se situent les cibles se déplace en marge de son territoire après le début des tirs.

La distance de l'aire d'aigle connue la plus proche est d'environ 3'800 m.

Evolution de la colonie :

On constate un effectif globalement stable sur la période d'étude, voire en légère diminution. Les effectifs automnaux sont toujours plus nombreux que ceux du printemps de la même année, ce qui est normal vu l'apparition des jeunes en juin.

On remarque deux augmentations des effectifs, compris entre 2004-2005 (+ 28%) et 2007-2008 (+50%). En 2008, l'augmentation de la colonie (reproduction, immigration ?) est particulièrement importante (+50%).

Bilan :

Cette colonie montre une faible tendance à la baisse jusqu'en 2007, puis augmente en 2008. La chasse, qui est autorisée sur ce secteur, pourrait avoir eu un impact les premières années sur la colonie (ne paraît pas avoir d'impacts importants notables sur la colonie. Toutefois, il n'est pas connu si des tirs ont réellement eu lieu dans cette colonie pendant la période de suivi.

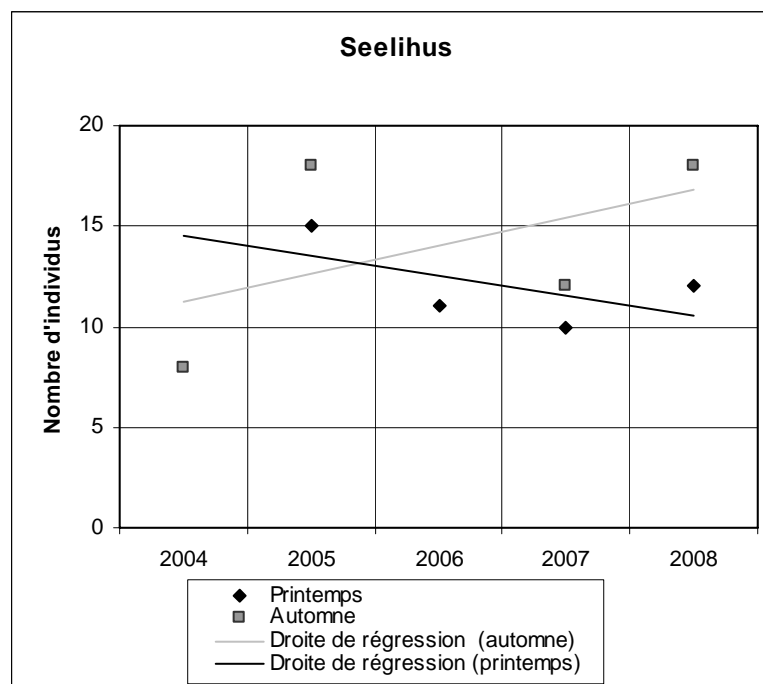


Figure 2 : Nombre d'individus estimés à Seelihus



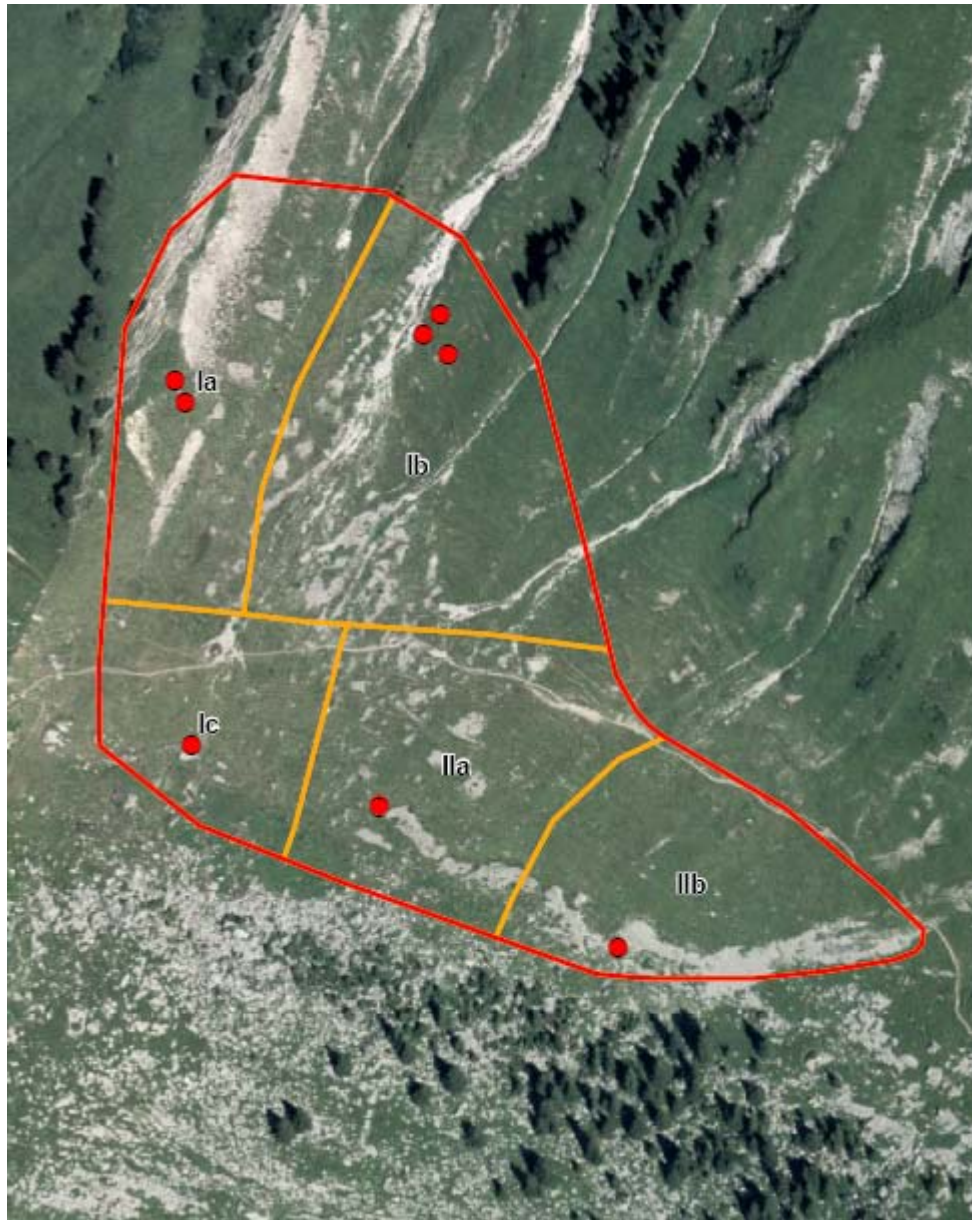
Photo 2 : Seelihus

3.1.3 Colonie de Bounavaux (arrêt de chasse 1998)




Coordonnées centrales : 576,700/ 153.650

Altitude : 1700 m

Surface étudiée : 5.4 ha



Légende

-  Périmètre d'observation (surface colonies étudiées)
-  Territoires des familles
-  Terriers principaux

Descriptif du site :

Situé dans la réserve naturelle du Vanil Noir, le site occupe un versant sud-ouest, de forte pente (40 à 60%), traversé par un sentier très fréquenté. Les conditions hivernales sont marquées par de fréquentes avalanches de neige lourde. La neige fond assez vite au printemps dans le haut du périmètre.

Les chiens sont interdits (même tenus en laisse) tout comme la pratique du VTT. Les marmottes ont développé une habitude aux randonneurs avec une distance de fuite réduite d'environ 25 m. Elles ne sont pas dérangées par l'activité de la cabane située en bordure du périmètre.

La zone est pâturée par des génisses.

La chasse à la marmotte est interdite depuis 1998.

Particularités de la colonie :

La colonie se situe en bordure de l'aire occupée par l'espèce, sans être pour autant isolée. Des voies de dispersion et de communication sont possibles avec les colonies occupant des secteurs avoisinants. Les marmottes ont disparu en aval de la cabane suite à une chasse excessive, en 1997.

La distance de l'aire d'aigle la plus proche est d'environ 2000 m.

Evolution de la colonie :

De fin 2004 à fin 2008, on constate une baisse régulière des effectifs, diminuant de 50% (16=>8 ind.) pour les relevés d'automne et de 45% pour les relevés de printemps (11=>6 ind.). A l'automne 2005, cinq familles se partagent le périmètre d'étude. En 2008, il ne subsiste plus que deux familles dont l'une occupe les secteurs Ia à Ic, et l'autre les secteurs IIa et IIb. Cependant, cette baisse s'accompagne en 2007 d'une colonisation d'un nouveau secteur en aval de la cabane (secteur IIIa), où les marmottes avaient été exterminées.

Bilan :

Le déclin régulier constaté est dû à des facteurs qui restent actuellement indéterminés. Les activités humaines ne paraissent pas préjudiciables à l'espèce. Par contre, suite à l'arrêt de chasse, un couple a reconquis en 2007 le territoire familial situé en aval de la cabane.



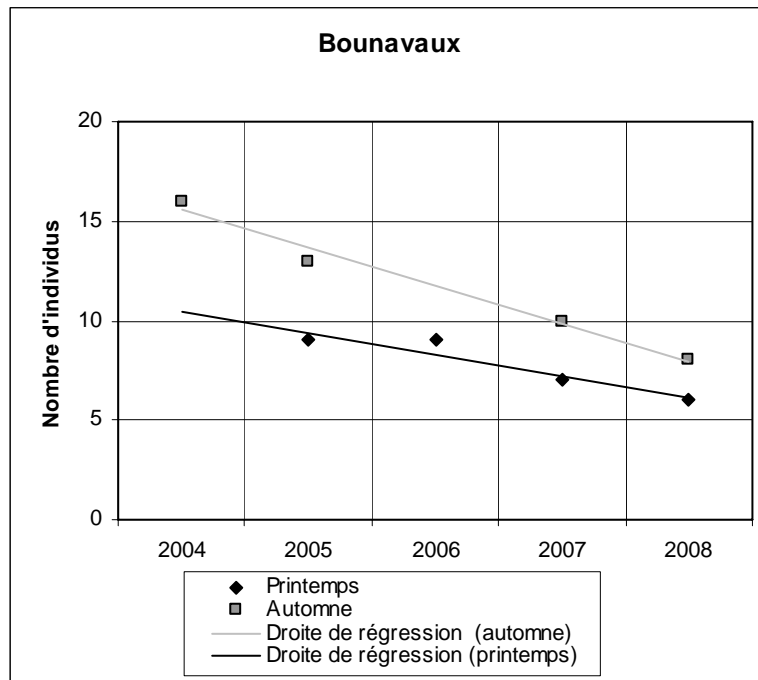


Figure 3 : Nombre d'individus estimés à Bounavaux



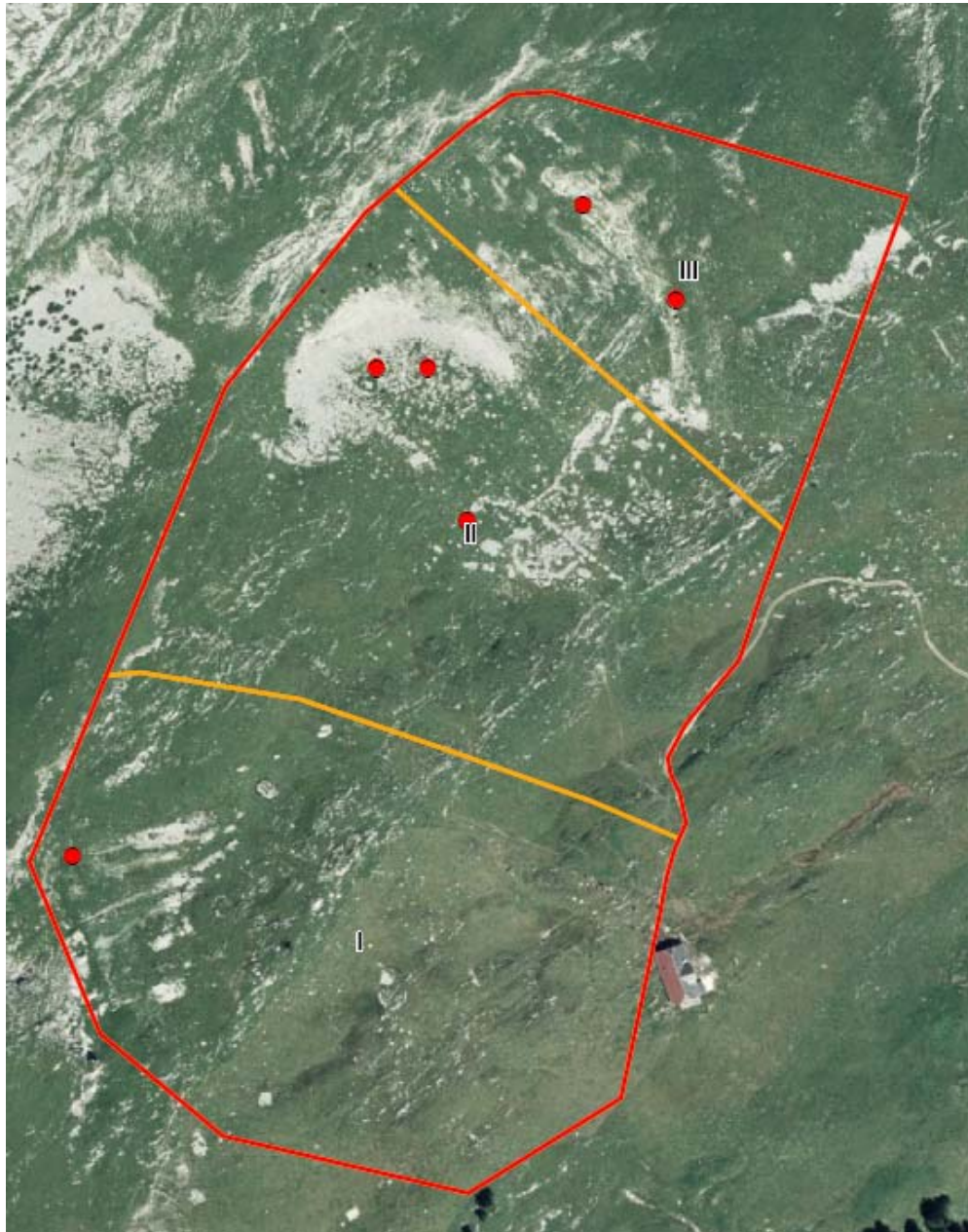
Photo 3 : Bounavaux

3.1.4 Colonie de Brenleire (arrêt de chasse 2004)




Coordonnées centrales : 580.800/ 155.800

Altitude : 1740 m

Surface étudiée : 12 ha



Légende

-  Périmètre d'observation (surface colonies étudiées)
-  Territoires des familles
-  Terriers principaux

Descriptif du site :

Situé dans la réserve naturelle du Vanil Noir, le site occupe une partie du pâturage de Brenleire-Desssus, au pied du versant sud-est du Vanil du Croset. Les conditions hivernales sont marquées par de fréquentes avalanches de neige lourde et par un sol vite déneigé au printemps. Toutefois, la partie sud du périmètre occupe un replat d'orientation nord-est avec des conditions plus fraîches et un enneigement prolongé au printemps.

De pente variable (20 à 60%), le périmètre est pâturé par du gros bétail. Un chalet d'alpage est occupé durant l'été.

Le site est peu fréquenté par les touristes.

La chasse aux ongulés est autorisée mais le tir des marmottes y est interdit depuis 2004.

Particularités de la colonie :

La colonie se situe en bordure de l'aire occupée par l'espèce, sans être pour autant isolée. Des voies de dispersion et de communication sont possibles avec les colonies occupant des secteurs avoisinants, notamment plus en amont.

Peu habituées aux passages des touristes, la distance de fuite des marmottes est d'environ 80 à 100 m

La distance de l'aire d'aigle connue la plus proche est d'environ 2'700 m.

Evolution de la colonie :

Globalement, on constate une baisse très importante des effectifs de 2004 à 2008. Toutefois, une augmentation s'effectue entre 2004 – 2006, après l'arrêt de la chasse (2004). Ensuite, la population s'effondre, passant de 16 à seulement 2 individus à fin 2008 (maximum comptés : 16 au printemps 2006, réparties en trois familles).

Plusieurs causes peuvent être responsables de cette baisse d'effectif :

- augmentation de la présence de l'aigle (plus d'observations faites sur le site);
- terriers bouchés (par l'homme) ou effondrés (passage du bétail);
- marmotte tuée par une avalanche (au moins une au printemps 2008);
- maladie ou prédation : des ossements sont retrouvés devant un terrier; on nous a signalé un renard observé en 2007 dans la colonie située plus en amont en train de dévorer des petites marmottes les unes après les autres. Un cas probable de gale est également signalé en 2007 dans le secteur voisin (Folliéran).

Bilan :

La population augmente après les premières années (2004-2006) qui suivent l'arrêt de la chasse (2004). Ensuite, la population s'effondre (passant de 16 à 2 individus), pour des raisons qui résultent probablement d'un cumul de facteurs humains et naturels (prédation, maladie, avalanche).



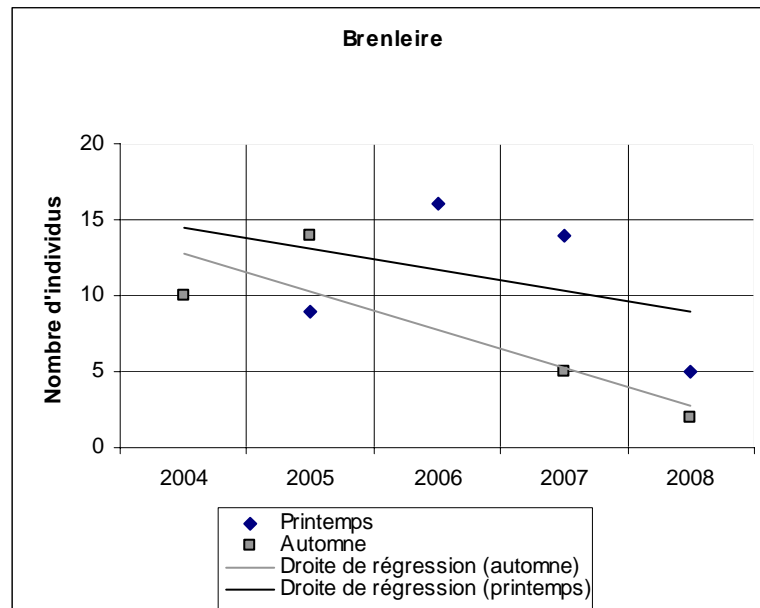


Figure 4 : Nombre d'individus estimés à Brenleire

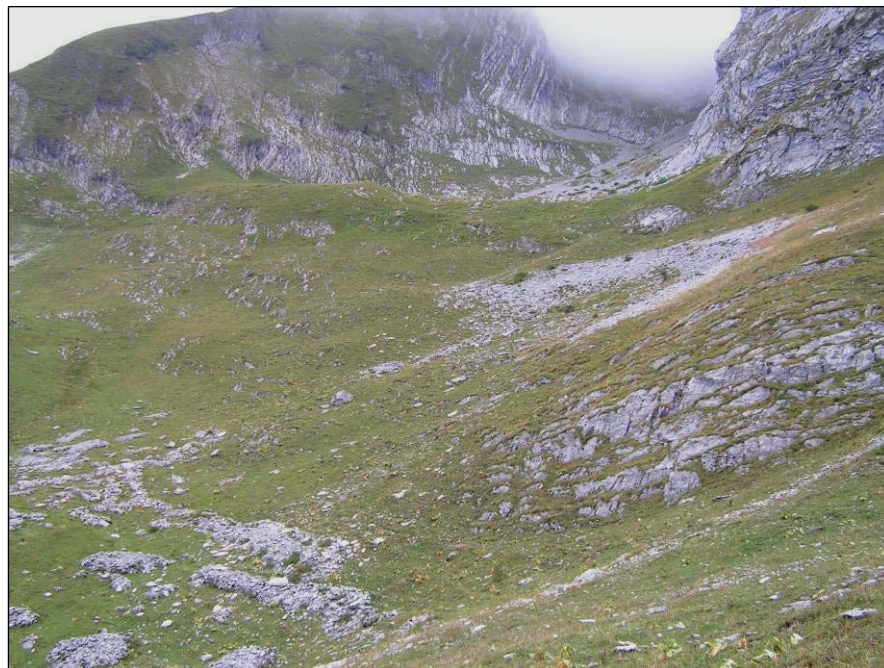


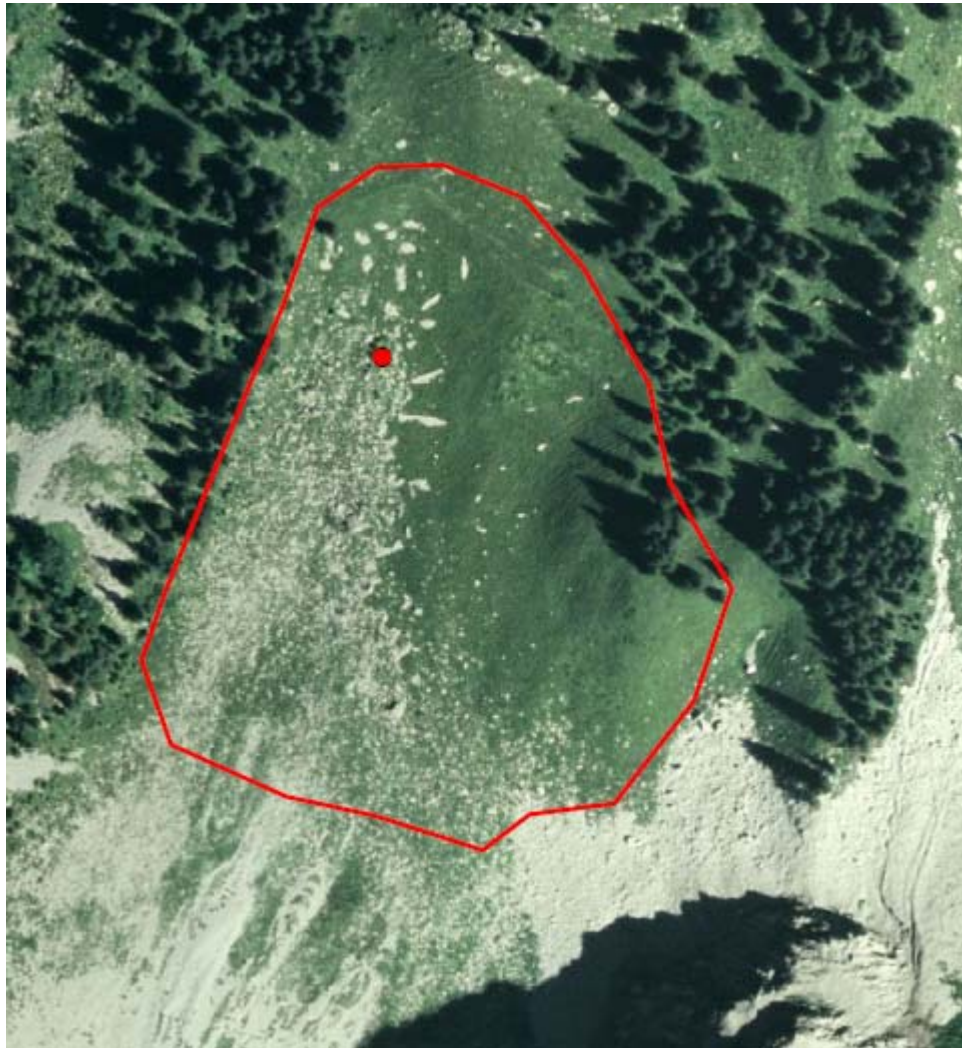
Photo 4 : Brenleire

3.1.5 Colonie de Gemstuben (Chasse interdite)

Coordonnées centrales : 592.800/ 162.600

Altitude : 1650 m

Surface étudiée : 2.9 ha



Légende

- Périmètre d'observation (surface colonies étudiées)
- Territoires des familles
- Terriers principaux

Descriptif du site :

Situé sur le versant nord du Stierengrat, le site occupe une petite combe nord dans une situation encaissée et peu ensoleillée. La quantité de neige y est importante en hiver et l'enneigement est tardif.

Ce site de faible pente (entre 5 à 20%) est pâturé par des bovins.



Aucun sentier pédestre ne le traverse ni passe à proximité. Les dérangements humains sont donc rares.

Un éboulement a recouvert les terriers dans les années 1990 et de nouveaux terriers ont été creusés en bordure de l'éboulement.

Le site se trouve dans une réserve cantonale où la chasse est interdite depuis de nombreuses années.

Particularités de la colonie :

Cette colonie n'est composée que d'une seule famille. Elle n'est pas isolée : des voies de dispersion sont possibles en direction de l'ouest (vers la colonie étudiée de Seelihus) ainsi qu'à l'est.

L'effectif de cette colonie aurait été plus important avant l'éboulement. Ce dernier, qui occupe la moitié du pâturage, a rendu l'habitat suboptimal.

La distance de l'aire d'aigle connue la plus proche est d'environ 2'600 m.

Evolution de la colonie :

Entre 2004 et 2008, l'effectif a baissé jusqu'à la disparition de l'espèce sur le site (printemps 2008). En automne 2008, un seul individu était à nouveau observé (nouvelle colonisation ?). C'est en 2007 que cette famille est particulièrement affectée, son effectif passant de 4 individus au printemps à plus qu'un seul en automne. De manière générale, la tendance à la baisse des effectifs printaniers et automnaux est très semblable.

Bilan :

La colonie a connu un fort déclin en 2007 qui a conduit à la disparition de l'espèce au printemps 2008. L'habitat est devenu suboptimal suite à l'éboulement qui recouvre la moitié de la surface du site. La chasse, qui n'est plus exercée dans le secteur depuis des dizaines d'années, ne peut évidemment pas être incriminée dans la diminution constatée de cette colonie.



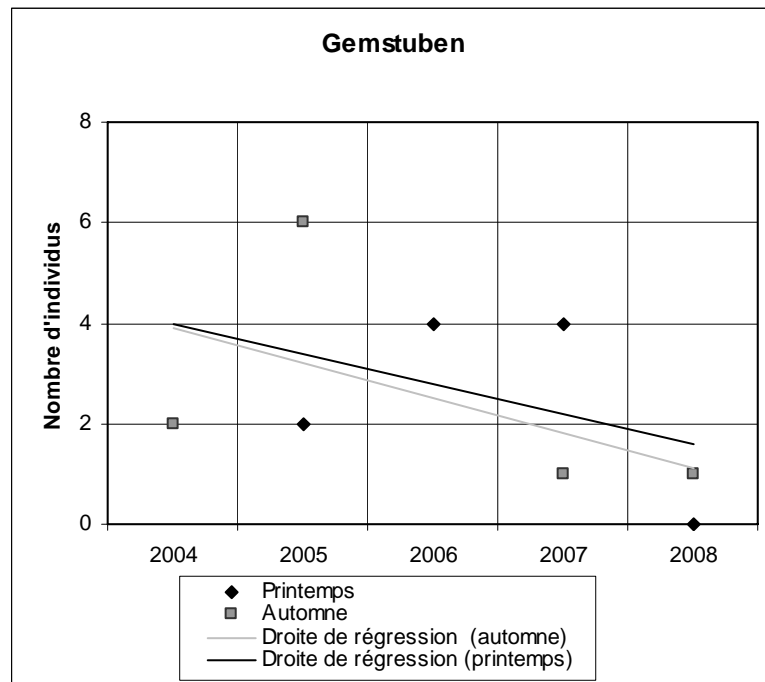


Figure 5 : Nombre d'individus estimés à Gemstuben

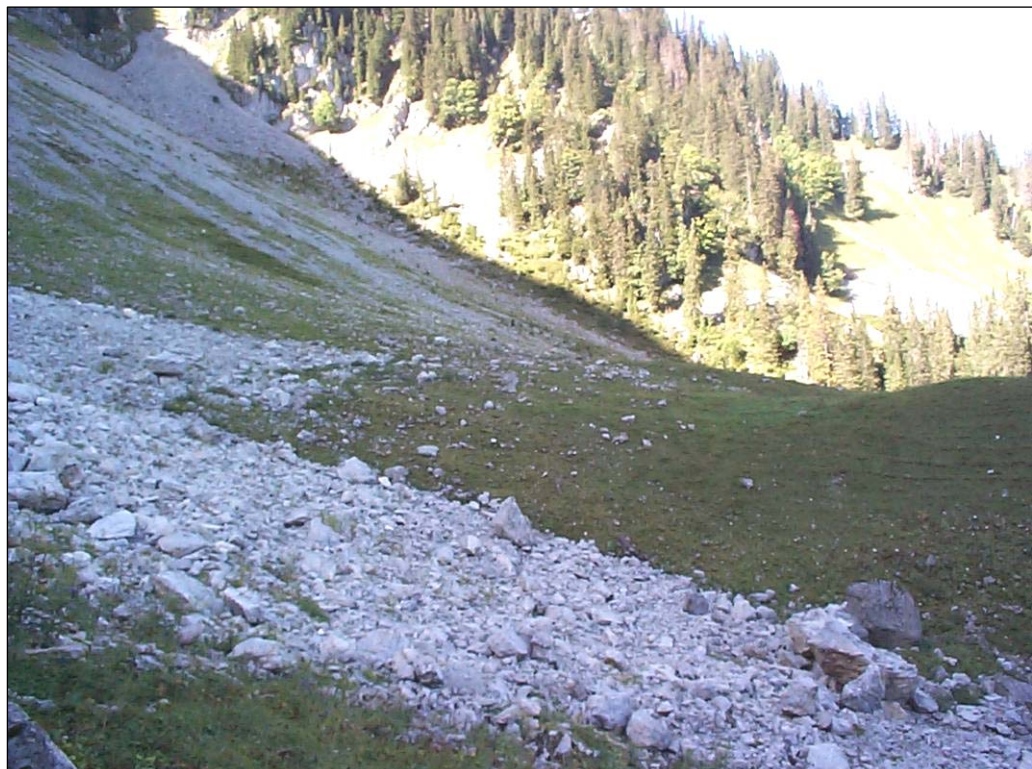


Photo 5 : Gemstuben

3.1.6 Colonie de Hochmatt (Chasse interdite)




Coordonnées centrales : 583.200/ 157.400

Altitude : 1780 m

Surface étudiée : 5.4 ha



Légende

-  Périmètre d'observation (surface colonies étudiées)
-  Territoires des familles
-  Terriers principaux

Descriptif du site :

Situé sur le versant sud-est de la crête qui monte au sommet de la Hochmatt depuis le Gros Mont, le périmètre englobe le chalet d'alpage de Hochmatt et ses abords. La pente régulière (environ 50%) est recouverte par de la prairie (pâturage) traversée par d'étroits éboulis relativement stabilisés. Ce versant ensoleillé est avalancheux, mais assez vite déneigé au printemps.

Le site est modérément fréquenté par les touristes mais les dérangements sont plus liés à l'activité de l'alpage. Le secteur est en partie puriné et intensément fréquenté par le bétail en raison de sa proximité du chalet.

Le périmètre se situe dans un district franc fédéral, où la chasse à la marmotte n'est pas exercée.

Particularités de la colonie :

Cette colonie n'est pas isolée : elle est en contact avec d'autres colonies occupant le même versant de la montagne. La particularité de la colonie est sa surprenante proximité du chalet d'alpage avec tous les dérangements qui lui sont liés (purinage, présence du bétail, de chiens et de personnes). Le chien d'alpage a été vu dérangeant les marmottes occupant les terriers placés derrière le chalet. Ces dernières restent très apeurées par les aboiements des chiens et ne montrent pas d'habitation.

La distance de l'aire d'aigle connue la plus proche est d'environ 3'500 m.

Evolution de la colonie :

De 2004 à 2006, la colonie est composée de deux familles, occupant respectivement les secteurs I et II. La reproduction est bonne en 2005. Entre les printemps 2006 et 2007, la famille II disparaît (la plus éloignée du chalet). En automne 2007, le secteur II est temporairement recolonisé par une famille dont le « territoire » déborde du périmètre vers l'est. En automne 2008, la famille II disparaît à nouveau et seuls 4 individus sont comptés.

Bilan :

La colonie connaît un déclin global, malgré une bonne année en 2005. La chasse ne peut être imputée comme facteur négatif puisqu'elle n'est pas autorisée sur ce secteur (réserve de faune). La disparition d'une des deux familles de marmottes n'est vraisemblablement pas due aux activités autour de l'alpage puisque c'est la famille la plus proche du chalet qui survit alors que la plus éloignée disparaît



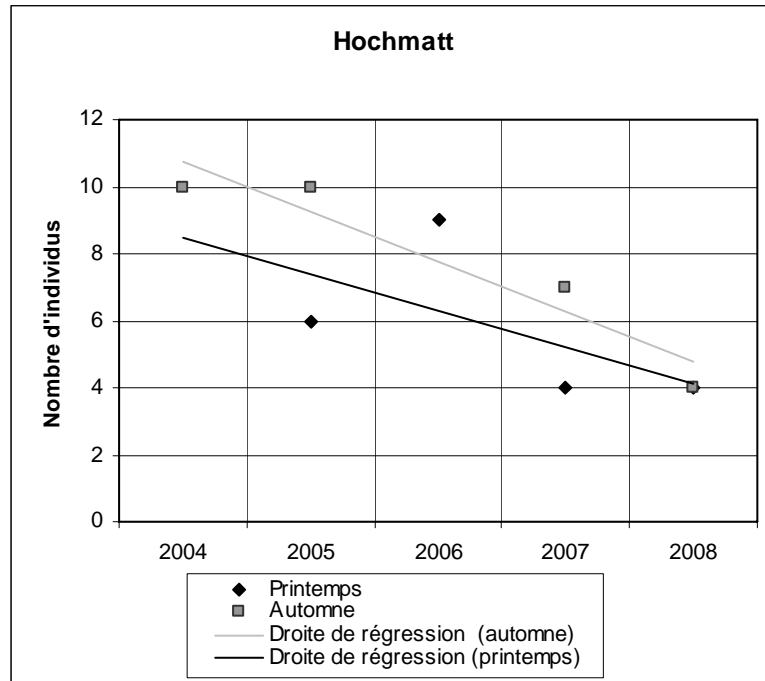


Figure 6 : Nombre d'individus estimés à Hochmatt



Photo 6 : Hochmatt

3.2 Remarques générale sur les six colonies et le cumul des individus comptés

Plusieurs constats peuvent être tirés de l'observation des six colonies suivies :

- Toutes les colonies affichent une baisse d'effectif entre le début (automne 2004) et la fin des observations (automne 2008)-cf. tableau 1;
- La baisse n'est pas régulière comptage après comptage : on remarque par exemple une augmentation des marmottes en 2005. En effet, 5 colonies sur 6 affichent une hausse des effectifs durant cette année, ce qui laisse supposer une bonne reproduction;
- Il apparaît ensuite que 4 colonies sur 6 subissent une baisse importante des effectifs entre l'automne 2005 et le printemps 2006 (cf. figure 7). Le cumul des effectifs passe de 69 à 55 individus, ce qui représente une baisse de 20%, laissant supposer une mortalité hivernale importante (l'hiver 2005-2006 a été particulièrement froid avec une faible couverture neigeuse). Rappelons que la mortalité hivernale est avec la prédation la principale cause de mortalité chez la marmotte (Jost & Jost, 2004);
- On remarque les années suivantes (2007-8) que les effectifs d'automne sont en moyenne inférieurs ou à peine plus élevés qu'au printemps, ce qui indique un faible nombre de naissances;
- Le cumul des effectifs comptés au printemps et en automne sur les six colonies montre deux tendances à la baisse très semblables (cf. figure 7). La baisse des effectifs comptés au printemps est particulièrement régulière (et inquiétante), avec un coefficient de détermination élevé ($R^2 = 0.8218$). Ce coefficient est par contre plus bas pour les comptages d'automne ($R^2 = 0.5243$) en raison notamment du comptage manquant de l'automne 2006. Toutefois les effectifs automnaux passent de 69 à 29 individus, ce qui représente une diminution de 58% !
- La baisse est rapide : si les droites de régression sont prolongées, elles coupent l'axe des années vers 2012 – 2013. Autrement dit, si la baisse continue au même rythme, les colonies de marmottes pourraient être réduites à un nombre très limité d'individus, voire disparaître pour certaines d'ici quelques années.



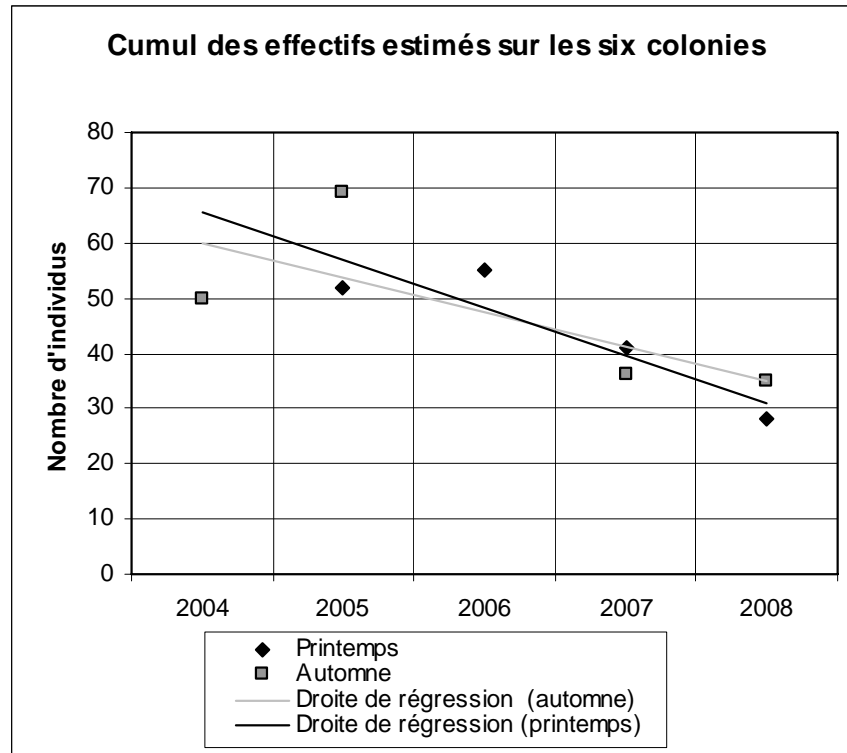


Figure 7 : Cumul des effectifs comptés sur les six colonies entre 2004 et 2008

Colonie	Saison	2004	2005	2006	2007	2008
Hochmatt	Printemps		6	9	4	4
	Automne	10	10		7	4
Gemstuben	Printemps		2	4	4	0
	Automne	2	6		1	1
Bounavaux	Printemps		9	9	7	6
	Automne	16	13		10	8
Brenleire	Printemps		9	16	14	5
	Automne	10	14		5	2
Seelihus	Printemps		15	11	10	12
	Automne	10	18		12	18
Vernette	Printemps		11	6	2	1
	Automne	4	8		1	2
TOTALI	Printemps		52	55	41	28
	Automne	50	69		36	35

Tableau 1 : Nombre de marmottes estimées sur les sites entre 2004 et 2008



En 2005, nous avons procédé à un relevé systématique des terriers. Dans le tableau 2, on remarque que le nombre de terriers par marmotte en 2005 est le plus souvent compris entre 4 à 5. Ce nombre est le plus élevé pour Vernette (7.3) et plus bas pour Seelihus (2).

Un grand nombre de terriers par marmotte pourrait signifier que la colonie était plus importante quelques années avant le comptage. Le nombre de marmottes avait diminué depuis, alors que celui des terriers est resté constant, augmentant ainsi le rapport terriers/marmotte. Au contraire, un petit nombre de terriers par marmotte pourrait signifier que la croissance des marmottes dépasse temporairement celui des terriers.

Cette densité de terriers par marmotte pourrait être employée comme un « indice » pour caractériser l'état de santé d'une colonie. La densité de marmottes confirme cette indication, la densité n'était que de 0.9 marmotte/ha à Vernette et de 2.6 à Seelihus, soit la plus élevée des colonies suivies.

Colonie	N°	Statut de protection	Nb de terriers	Nbre de terriers par marmotte	Surface d'obs. (ha)	Densité par ha
Hochmatt	9.1	District franc	47	4,7	5.4	1,9
Gemstuben	5.2	District franc	29	4,8	2.9	2,1
Bonavaux	10.1	Arrêt de chasse récent	34	2,6	5.4	2,4
Brenleire	8.2	Arrêt de chasse récent	60	4,2	12	1,2
Seelihus	5.1	Chasse	36	2	6.9	2,6
Vernette	8.19	Chasse	58	7,3	8.7	0,9

Tableau 2 : Densité de terriers et d'individus dans les 6 colonies en 2005



4. COLONIES CANTONALES

Les indications fournies par les gardes faune ont permis de dresser en 2005 quelques cartes sur la répartition, la taille et la tendance évolutive des colonies (Marchesi & Burri, 2006). Le détail des informations à disposition sur ces colonies figure dans le tableau de l'annexe 1.

Bien qu'assez lacunaires, ces informations nous inspirent les commentaires suivant :

- 1) 110 colonies sont répertoriées sur l'ensemble des Préalpes fribourgeoises (y compris les disparues) (Voir carte annexe 2). Un recensement plus exhaustif pourrait certainement augmenter ce nombre de colonies;
- 2) La forme et la surface de ces colonies varient d'un secteur à l'autre (annexe 3) suivant la perception des gardes, mais aussi suivant la topographie locale, facilitant ou pas les contacts entre colonies (les Préalpes du Nord paraissent moins subdivisées par des petites vallées et des reliefs accidentés). Cette carte pourrait également être améliorée par un relevé plus systématique des colonies;
- 3) Le nombre de marmottes a été estimé grossièrement par les gardes dans 51 colonies (46%, n=110) et fournit un nombre minimal de près de 400 marmottes, avec en moyenne 9,9 individus par colonie (n= 38; sans tenir compte des colonies disparues). D'après ce résultat, on pourrait évaluer grossièrement la population totale de marmottes fribourgeoises à près de 950 individus adultes + subadultes;
- 4) 13 colonies sont indiquées comme disparues (25%, n=51), 11 sont estimées en diminution (22%), tandis que 18 sont considérées comme stables (35%) et seulement 4 en augmentation (voir carte en annexe 4). Ces indications sont toutefois à prendre avec précaution, car elles devraient être mieux étayées;
- 5) Parmi les 13 colonies indiquées disparues, au moins 9 paraissent se trouver en situation périphérique par rapport aux principaux noyaux de populations (p.ex. 5.15; 5.14; 8.27; 9.8; 9.30; 9.3; 7.6; 7.3; 10.4). Pour plusieurs d'entre elles, cette situation marginale défavorise grandement les échanges et les recrutements en individus (p.ex. 5.15; 5.14; 8.27; 9.3). Elles doivent donc être très sensibles à tout facteur négatif (habitat défavorable, prédation, pression humaine, etc.);
- 6) La plupart des colonies recensées figure dans la classe moyenne de 7-20 individus (adultes + subadultes) (voir carte annexe 2). Seules 2 colonies présenteraient plus de 20 individus;
- 7) Seuls 2 crânes d'individus tirés nous sont parvenus durant la période de suivi, ce qui ne suffit pas à des interprétations sur les classes d'âges et de sexes des marmottes chassées.



- 8) Une analyse de la **connectivité** a été réalisée à partir des données connues sur les colonies de marmottes en 2005 (voir annexe 5). Cette analyse nous indique que les marmottes du canton de Fribourg semblent former 2 méta-populations (A et B), la population B se subdivisant elle-même en 4 populations plus ou moins bien connectées entre elles :

A. Rive gauche de la Sarine

Cape aux Moines – Moléson : population d'une vingtaine de colonies séparées des autres populations cantonales par la vallée de la Sarine. Cette population paraît en revanche reliée aux colonies des Préalpes vaudoises (Rochers de Naves, Hongrin).

B. Rive droite de la Sarine

- B1. Chaîne de Vanils – Hochmatt - Gastlosen: ensemble d'une soixantaine de colonies fragmenté en 4 groupes plus ou moins bien reliés, et connectés aux colonies des Préalpes vaudoises (Pays d'Enhaut) et bernoises (Gastlosen versant sud).
- B2. Vanil d'Arpille – Kaiseregg, vingtaine de colonies plus ou moins bien connectées aux populations des Préalpes bernoises.
- B3. Bera : 2 colonies considérées comme disparues et apparemment mal reliées à la population B2 assez distante.
- B4. Gross Schwyberg : 1 petite colonie très isolée et à contrôler.

Cette analyse de connectivité montre également que les 13 colonies disparues sont souvent isolées et / ou périphériques.

En conclusion, il apparaît que les résultats obtenus à large échelle peuvent fournir des indications de base importantes sur les effectifs de marmottes et l'évolution de leurs colonies, informations indispensables pour leur gestion cantonale. Une analyse plus précises et avec des approches statistiques plus développées des facteurs ayant affectés les colonies disparues serait également instructive, mais n'a pas pu être réalisée dans le cadre de ce travail.

De même, une analyse de connectivité plus détaillée et qui tiendrait compte des colonies bernoises et vaudoises serait fort instructive sur l'isolation et l'évolution des populations des Préalpes.



5. ANALYSE DES FACTEURS AGISSANT SUR LES COLONIES

5.1 Les facteurs anthropogènes :

Parmi les facteurs anthropogènes (observés ou signalés) agissant directement ou indirectement sur les marmottes on peut citer :

- **Les activités militaires** ayant lieu dans le périmètre des colonies. Ce cas se présente dans la colonie de Seelihus où les tirs ont lieu dans le périmètre d'étude au printemps. La famille qui a son territoire parmi les cibles se déplace en marge de son territoire lors des périodes de tir, ce qui montre que si les marmottes peuvent vivre dans un périmètre de tir, elles n'en sont pas moins dérangées.
- **Le dérangement** : par les randonneurs et les exploitants d'alpage. Les marmottes sont assez souvent dérangées par les randonneurs. Elles manifestent leur inquiétude en alarmant et en se réfugiant dans leur terrier. Elles montrent cependant une habitude dans les sites particulièrement fréquentés, comme à Bounavaux, où leur distance de fuite est réduite (environ 25 m).

D'après nos observations, cette habitude est meilleure lorsque les gens ne quittent pas les chemins, et ne se fait pas vis-à-vis des chiens, même tenus en laisse. Il apparaît de même que les marmottes sont très effrayées par le passage rapide de VTT (observations faites dans la vallée du Rhône);

- **Les chiens** : des touristes et des alpages. Il est étonnant de remarquer que les marmottes peuvent vivre assez près d'un chalet d'alpage avec un chien (Hochmatt), mais qu'elles restent effrayées par les mouvements et aboiements, même assez lointains (plusieurs centaines de mètres). Des chiens de chasse et d'alpage ont été observés en train de traverser des colonies et d'inspecter l'entrée de terriers. Aucun cas de prédation n'a pu être observé mais des captures en d'autres sites nous ont été relatées.
- **Le gros bétail** : tous les périmètres d'étude sont pâturés par le gros bétail. Certains terriers ont des entrées parfois endommagées (plus ou moins effondrées); ces destructions de l'entrée des terriers ne semblent toutefois pas poser un problème majeur pour l'espèce. Des terriers ont aussi été trouvés bouchés probablement par les éleveurs pour éviter d'éventuels accidents du bétail.
- **Le purinage** : ce cas se présente à Hochmatt où la colonie est établie très près du chalet. Seule une partie du périmètre est puriné, ce qui ne semble pas déranger particulièrement les marmottes. Normalement, l'épandage du purin ou du lisier a lieu en automne, au moment où les marmottes entrent en hibernation.
- **La chasse** : à partir des observations faites sur ces six colonies, la chasse, limitée actuellement, ne paraît pas occasionner d'impact majeur sur les effectifs de marmottes.



Remarques à propos de la chasse :

- les marmottes sont toujours chassées dans certains secteurs de faune du canton. Si le nombre de marmottes tirées varie passablement d'une année à l'autre, la tendance entre 2002 et 2007 est relativement stable (cf. figure 8);
- les résultats obtenus à partir des observations faites sur les six colonies ne permettent pas d'incriminer la chasse comme facteur principal expliquant le recul des effectifs.

Toutefois, la chasse n'est pas forcément sans effet, car on constate :

- que le plus fort déclin de population des six colonies est observé sur une des deux colonies situées sur un secteur chassable (Vernette), l'effectif passant de 11 à 1 individu;
- que suite à l'arrêt de la chasse à Bounavaux, un territoire anciennement colonisé est à nouveau occupé, et ce dès 2007, soit une dizaine d'années après l'arrêt de la chasse;
- que suite à l'arrêt de la chasse à Brenleire, l'effectif de la colonie augmente jusqu'en 2006 avant de subir un fort déclin en 2007.

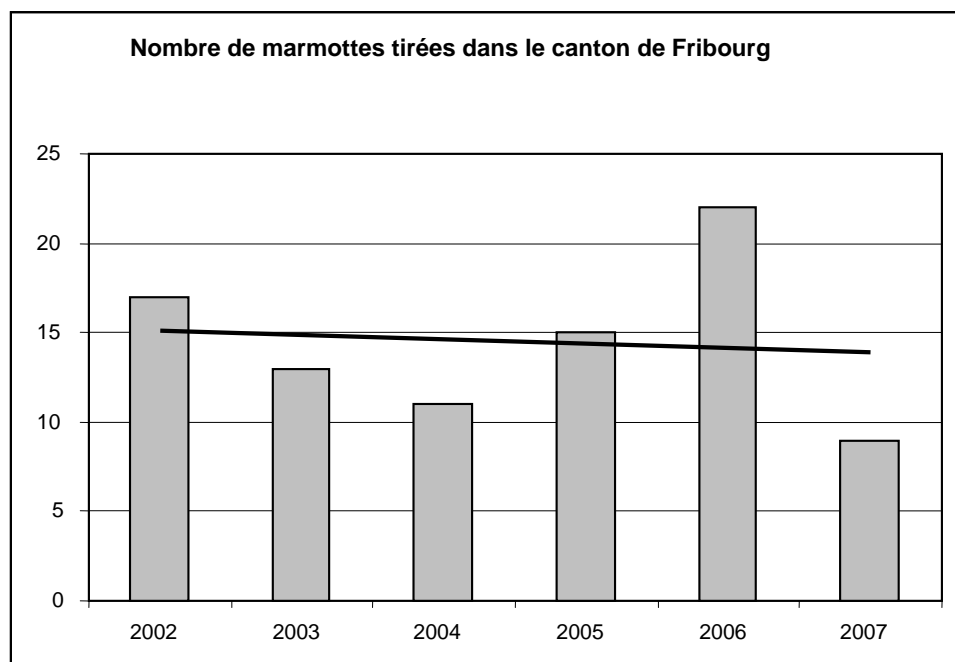


Figure 8 : Nombre de marmottes tirées d'après les statistiques de chasse

Soulignons aussi que la chasse peut avoir des conséquences dramatiques sur des petites colonies, ou des colonies affaiblies (Jost & Jost, 2004). En effet, si des adultes sont tirés, les chances de survie hivernale pour les jeunes sont réduites voire compromises en raison d'une thermorégulation sociale insuffisante.

5.2 Facteurs naturels

- **Le climat** : la rigueur hivernale est connue pour être une des causes principales de mortalité chez les marmottes. L'hiver 2005-2006, particulièrement long, froid et peu enneigé, a ainsi laissé une empreinte visible dans les colonies suivies puisque 4 d'entre elles sur 6 ont subi une diminution de leur effectif. On remarque les années suivantes que les effectifs d'automne sont en moyenne inférieurs ou à peine plus élevés qu'au printemps, ce qui indique un faible nombre de naissances;
- **Les avalanches** : une marmotte a été retrouvée morte dans une avalanche suite à des chutes de neige importantes et très tardives (Brenleire, mai 2008);
- **Les maladies** : une marmotte probablement galeuse est observée dans une colonie proche de celle de Benleire et des ossements de marmottes sont trouvés à une occasion devant un terrier;
- **La prédation** (aigles, renard) : ces deux prédateurs ont été observés à plusieurs reprises chassant sur les colonies suivies.

Remarque à propos de la prédation :

- Le renard peut exercer une forte prédation sur les marmottes, notamment à l'échelle d'une famille. Un renard a été observé par un tiers en train de tuer et de dévorer méthodiquement tous les petits d'une famille (en dessus de Brenleire). Cette prédation reste toutefois occasionnelle. Bien que l'effectif des renards soit élevé, il est probablement resté stable durant la période d'étude.
- La situation est différente pour l'aigle qui chasse sur un très grand territoire et pour lequel la marmotte constitue une proie principale en dehors de la période hivernale. Jusqu'à 80% des proies peuvent être des marmottes (Haller, 1996). En période de reproduction, les besoins en nourriture de la progéniture augmentent encore la pression de prédation. On estime entre 12 et 28 marmottes le besoin alimentaires pour le développement d'un aiglon jusqu'à l'envol (Haller, 1996).
- Entre 2004 et 2008, le succès de reproduction des huit couples d'aigles qui chassent sur les colonies suivies montre un déclin assez fort (cf. figure 9). On remarque donc un déclin aussi bien chez les prédateurs (aigles) que chez les proies (marmottes).
- Si les populations des aigles et des marmottes étaient cycliques, on serait dans le cas d'école où les effectifs des populations des prédateurs et des proies suivent deux sinusoïdes. La baisse des marmottes pourrait être alors interprétée comme résultant d'une grande prédation de l'aigle, et le succès de la reproduction de ce dernier diminuerait avec un peu de retard, en raison des proies



devenues rares. L'aigle subirait en quelque sorte les conséquences du pillage qu'il aurait fait sur son propre garde-manger.

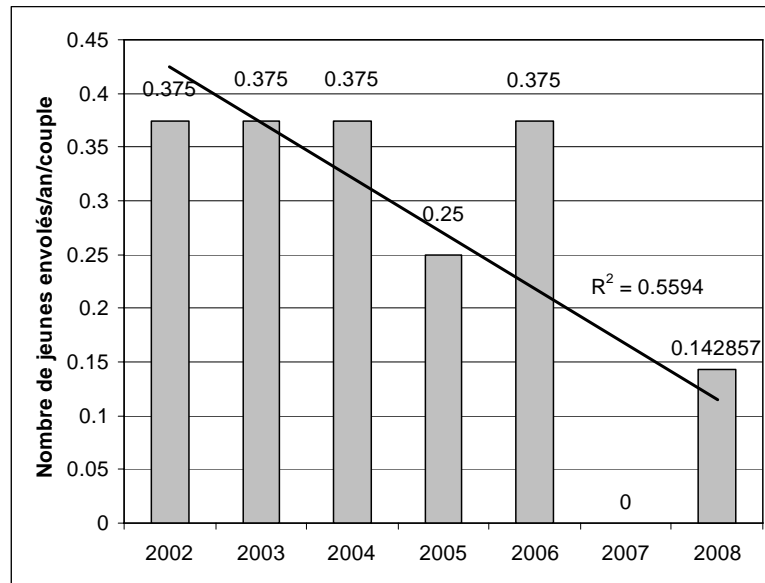


Figure 9 : Succès de la reproduction annuelle des 8 couples d'Aigle des Préalpes fribourgeoises (données de G. Banderet)

Cependant, la situation est différente dans les Préalpes. Tout l'habitat potentiel de l'aigle est occupé (voir carte annexe 3), ce qui signifie que la capacité de soutien du milieu est atteinte. Les effectifs des aigles sont donc maximum et relativement stables, les aigles n'ayant pas de prédateurs et n'étant plus tirés. Le succès de reproduction est limité par la forte densité de la population résidente et la disponibilité des proies. D'autre part, les subadultes erratiques, en recherche d'un territoire, sont également nombreux et augmentent à leur tour la pression de prédation.

Il résulte de ces considérations que :

- On constate une baisse du nombre des marmottes et une baisse du succès de reproduction de l'aigle durant la période d'étude;
- La population d'aigles est relativement stable, élevée et la pression de prédation doit être assez constante;
- La prédation exercée par l'aigle ne semble pas être un facteur prépondérant pouvant expliquer la baisse généralisée des marmottes.

Remarquons cependant que le nombre de marmottes prélevées pour le développement des aiglons est important. En effet, pendant la période de suivi et sur le territoire étudié, 9 aiglons ont été élevés ce qui représente entre 108 et 252 marmottes, soit 21 à 50 individus par année, ce qui représente 2 à 5% de l'effectif cantonal.

Il faut ajouter à cela, les marmottes prélevées par les subadultes et les adultes ! Ce nombre doit évidemment varier en fonction de l'offre en proies.

Notons finalement que Gabriel Banderet a constaté, lors des visites des aires qu'il effectue depuis les années 1970, que les restes de marmottes étaient beaucoup plus rares que dans le passé.



Photo 7 : *les jeunes marmottes, souvent peu farouches, sont des proies faciles pour l'aigle (photo : P. Marchesi).*

6. BILAN GÉNÉRAL

La présente étude aboutit aux constats suivants :

- Environ 950 marmottes vivent dans les Préalpes fribourgeoises, distribuées en au moins 110 colonies. Les effectifs cantonaux paraissent baisser depuis plusieurs années et plus d'une dizaine de colonies ont disparus. L'isolement des colonies paraît être un facteur aggravant, pouvant entraîner la disparition d'une colonie affaiblie, par manque de recrutement depuis des colonies voisines.
- Les effectifs des 6 colonies suivies sont en baisse.
- La tendance de cette baisse généralisée est rapide; si elle se poursuit, elle pourrait affecter durablement certaines colonies d'ici quelques années.
- La chasse ne peut pas être incriminée comme le facteur principal provoquant la chute des effectifs observés, mais elle peut avoir localement une influence marquée sur une colonie affaiblie.
- Même si elle est importante, la pression de prédation par les aigles ne semble pas non plus expliquer cette baisse simultanée des effectifs. Comme pour la chasse, une influence localement plus marquée reste toutefois possible sur certaines colonies.
- Il est probable que les conditions hivernales contraignantes de ces dernières années (hivers longs, froids, ou peu enneigés) aient entraînés une plus grande mortalité, notamment des adultes, ce qui a diminué le taux des naissances.

En définitive, il est probable que la principale raison responsable de la baisse constatée soit une conjugaison de facteurs surtout naturels (climat, prédatons) et localement anthropogènes (chasse, dérangements).

Si les facteurs naturels semblent principalement agir sur la démographie de l'espèce, la pratique de la chasse n'est pas sans effets sur des colonies déjà affaiblies. On peut donc se demander s'il ne serait pas judicieux de cesser la chasse durant quelques années jusqu'à ce que les effectifs de marmottes reprennent l'ascenseur, ceci au moins dans tous les secteurs de chasse où les colonies sont déclinantes.



7. CONCLUSION ET PERSPECTIVES

Les constats auxquels aboutit la présente étude ne sont pas très optimistes : en effet, aussi bien les colonies suivies que le cheptel cantonal subissent actuellement une baisse d'effectifs. Une poursuite de cette tendance entraînerait la disparition d'autres colonies à l'avenir.

L'espèce n'est pas en danger en Suisse; elle paraît même être en expansion dans les Alpes centrales comme en Valais (Marchesi & Lugon-Moulin, 2004).

Cependant, dans les Préalpes fribourgeoises (et apparemment aussi dans les Préalpes vaudoises et bernoises), l'évolution des populations est négative.

Les mesures qui peuvent être proposées ne peuvent vraisemblablement qu'agir sur des facteurs anthropogènes. Elles sont malheureusement peu nombreuses et ne garantissent pas que les effectifs recouvrent leurs états d'origine.

Parmi celles-ci :

- Cesser l'exercice de la chasse sur certains territoires cantonaux aussi longtemps que les effectifs de marmottes ne montrent pas une augmentation suffisante;
- Limiter saisonnièrement les activités militaires dans le périmètre de certaines colonies;
- Insister dans la signalétique des districts francs et autres réserves pour que les chiens soient tenus en laisse;
- Sensibiliser les chasseurs et les exploitants des alpages aux problèmes démographiques que rencontre l'espèce.
- Augmenter la pression de la chasse sur les renards. Il faut trouver un moyen d'incitation (sensibilisation), vu que les tirs de renards sont rares.

La situation de cette espèce est devenue quelque peu délicate dans les Préalpes et la gestion de la chasse, qui reste le principal outil de régulation de la faune, devrait orienter sa politique avec prudence. Au vu de la situation actuelle, la chasse de cette espèce n'a pas de rôle régulateur à jouer. Son interdiction temporaire semble se justifier. Elle pourrait être à nouveau exercée dès l'observation d'une croissance des effectifs.

Afin d'en évaluer les effets, et le cas échéant pouvoir proposer des correctifs, les mesures de gestion entreprises devraient faire l'objet d'un suivi. Ce suivi pourrait aussi permettre, par la mise en place d'une méthodologie adaptée, de mieux étudier et consolider la signification du « nombre de terrier par marmotte » comme indice d'évolution des effectifs d'une colonie. Les résultats d'une telle étude auraient des implications importantes dans le monitoring et la gestion des populations de marmottes. Ils permettraient de réduire l'investissement en temps actuellement nécessaire pour déterminer la viabilité d'une colonie (suivi des effectifs par comptages sur plusieurs années).



Finalement, une analyses plus détaillé des relations entre les tendances évolutive des effectifs des colonies et les facteurs agissants sur les populations (analyses statistiques, estimation du degré d'isolement par des indices de connectivités, distance des colonies aux nids d'aigle, distance des colonies aux sentiers, distance des colonies aux forêts, évolution de la forêt, etc.) permettrait de mieux comprendre la dynamique des populations des marmottes des Préalpes, jugée actuellement comme préoccupante.

Sion, le 09 décembre 2008

DROSER SA

Dr Paul Marchesi, zoologue

Antoine Burri, biologiste

Dr Flavio Zanini, biologiste



BIBLIOGRAPHIE

- Berthoud G. (1994). Faune et chasse dans le canton de Fribourg. Application de la nouvelle législation fédérale sur la chasse. Bureau ECONAT, Département des forêts, Service de la Chasse, Fribourg : 87 – 89
- Cortot H., M. Francou, D. Juan, Tron L., M. Le Berre & R. Ramousse (1996). Mise au point d'une méthode de dénombrement des marmottes alpines dans le Parc National des Ecrins. In Biodiversité chez les marmottes : 23 - 28
- Haller H. (1996). Der Steinadler in Graubünden. Untersuchungen zur Populationsökologie von *Aquila chrysaetos* im Zentrum des Alpen. Des Ornithologische Beiheft 9 : 167 pp
- Jost J.-P. & Y. C. Jost (2004). Les marmottes. Milieu naturel vie sociale et hibernation. Collection Regard et Connaissance. Editions Cabédita : 159 pp
- Marchesi P., & N. Lugon-Moulin (2004). Mammifères terrestres de la vallée du Rhône (Valais, Alpes vaudoises). Coll. Les richesses de la nature en Valais. Rotten Verlag Visp, Monographic SA, Sierre : 207 pp.
- Marchesi P., A. Burri (2006). Etude des colonies de marmottes du canton de Fribourg. Commentaires sur les observations de 2004 – 2005. Rapport du bureau Drosera SA. Service des forêts et de la faune, Fribourg : 5 pp. + annexes.
- Vuilleumier, S., and R. Prélaz-Droux. 2002. Map of ecological networks for landscape planning. *Landscape and urban planning* 58:157-170.
- Zanini F., 2001. Modélisation d'un réseau écologique et prototype SIG cantonal pour la gestion des données sur les amphibiens. Travail de diplôme post-grade ISME, EPFL-LASIG, Lausanne 75 p.
- Zanini, F. 2003. Indice de perméabilité du paysage aux déplacements de la faune à affinité forestière et de la faune amphibie. Rapport interne. EPFL-HYDRAM, Lausanne, 29 p.
- Zanini, F. 2006. Amphibian conservation in human shaped environments : landscape dynamics, habitat modeling and metapopulation analyses. Thèse EPFL, no 3635. (<http://library.epfl.ch/theses/?nr=3635&lang=fre>)

REMERCIEMENTS

Nous tenons tout d'abord à remercier le Service des forêts et de la faune du canton de Fribourg, secteurs chasse et faune, en la personne de M. Paul Demierre, qui a mandaté le bureau Drosera SA pour réaliser ce travail.

Nous sommes également très reconnaissants aux gardes pour leur aide inestimable lors des comptages et leurs informations : MM. Alexandre Chappalay, Michel Pharisa, Gérard Beaud, Erich Peissard, Pierre Jordan, Fabrice Maradan, L. Riedo, et feu Louis Jaggi.

Nous remercions enfin M. Gabriel Banderet qui a mis très généreusement ses données et connaissances sur les aigles à notre disposition.



Liste des colonies fribourgeoise de marmottes en 2005

(Version corrigée 2006)

N° colonie	Lieu-dit	Année	Nb marmottes	Tendance pop.	Remarques	A compléter
5.1	Seelihus-Zieb	2005	25	Stable		
5.2	Gemsstuben-Ritzhüttli	2005	8	Diminution		
5.3	Euschels	2005	3			
5.4	Euschelsflue	2005			?	Peissard
5.5	Kaiseregg	2005	12			
5.6	Riggisalp	2005	8		manque 1 famille, disparue en 2004	
5.7	Hochmattli	2005			?	
5.8	Ober Recardets	2005	4	Diminution	manque 1 famille	
5.9	Combi	2005	34			
5.10	Steinig Gantrisch	2005	16	Diminution	manque 1 famille	
5.11	Ober Spittel Gantrisch	2005	6			
5.12	Ritzwannels	2005	3			
5.13	Gross Schwyberg	2005	3			
5.14	Gros Vex	2005	0	Disparu	depuis 2003-4	
5.15	Fillistorfena	2005	0	Disparu	depuis plusieurs années	
7.1	Rapes	2005			?	Pharisa
7.2	Combes	2005	6	Stable	Sans juv.	
7.3	Coudre	2005	0	Disparu	?	Pharisa
7.4	Ciernedon	2005	15	Stable	Sans juv.	
7.5	Grande Forcla	2005				Pharisa
7.6	Baudes	2005	0	Disparu		Pharisa
8.1	Varvalanna	2005	8	Diminution		
8.2	Brenleire	2005	14	Diminution		
8.3	Porcheresse d'en Haut	2005				Chappalley
8.4	Bounavalette	2005				Chappalley
8.5	Morteys Dessus	2005				Chappalley
8.6	Tête de l'Herbette	2005				Chappalley
8.7	Selle des Morteys Sud	2005	0	Disparu	Indiqué en 2004	
8.8	Marrindes	2005				Chappalley
8.9	Selle des Morteys Nord	2005				Chappalley
8.10	Tour Dorena	2005				Chappalley
8.11	Grosses Pierres	2005				Chappalley
8.12	Case	2005				Chappalley
8.13	Morteys de Folliéran Ouest	2005				Chappalley
8.14	Morteys de Folliéran Est	2005	12	Stable		
8.15	Entre Roches	2005				Chappalley
8.16	Oussana	2005	12	Stable		
8.17	Caux de Brenleire	2005				Chappalley
8.18	Brenleire amont	2005				Chappalley
8.19	Vernette	2005	11	Diminution		
8.20	Croset Derrière	2005				Chappalley
8.21	Grande Oudèche amont	2005				Chappalley
8.22	Tissiniva amont	2005	0	Disparu	Indiqué en en 2004	
8.23	Tissiniva aval	2005				Chappalley
8.24	Tissiniva aval	2005				Chappalley
8.25	Grande Oudèche aval	2005				Chappalley
8.26	Balachaux	2005				Chappalley
8.27	Vounetse	2005	0	Disparu		Chappalley
8.28	Dent de Bourgo	2005				Chappalley
8.29	Matseru	2005	5	Petite (3-5)		Chappalley
8.30	Groins	2005	5	Petite (3-5)		Chappalley
8.31	Coulat	2005	5	Petite (3-5)		Chappalley
8.32	Dracliets	2005				Chappalley
9.1	Hochmatt	2005	10	Stable		
9.2	Rochut-Dessus	2005		Stable		Jaggi
9.3	Craux	2005	0	Disparu		Jaggi
9.4	Pralet	2005	6	Diminution		
9.5	Gueyre Sud	2005		Stable		Jaggi

Liste des colonies fribourgeoise de marmottes en 2005

(Version corrigée 2006)

N° colonie	Lieu-dit	Année	Nb marmottes	Tendance pop.	Remarques	A compléter
9.6	Lapé	2005			Bofel ??	Jaggi
9.7	Hochmatt Sud	2005		Stable		Jaggi
9.8	Orseire Dessus	2005	0	Disparu		
9.9	Petite Hochmatt centre	2005		Stable		Jaggi
9.10	Petite Hochmatt Est	2005		Stable		Jaggi
9.11	Chaux du Lapé amont	2005				Jaggi
9.12	Gros Adrey	2005		Augmentation		Jaggi
9.13	Gueyre Nord	2005		Augmentation		Jaggi
9.14	Chaux du Lapé aval	2005		Augmentation		Jaggi
9.15	Petite Hochmatt Ouest	2005		Stable		Jaggi
9.16	Steinige Tosse	2004	11	Augmentation	Indiqué en en 2004	
9.17	Knüsse	2005		Diminution		Jaggi
9.18	Hochmatt Löcher	2004	8		Indiqué en en 2004	
9.19	Granta	2004	4	Diminution	Indiqué en en 2004	
9.20	Oberrügg amont	2005		Diminution		Jaggi
9.21	Oberrügg aval	2005	0	Disparu	vers 1960 ?	
9.22	Grat Nord	2005	0	Disparu		
9.23	Grat Sud	2005	12	Stable		
9.24	Maischüpfen (Dischligen)	2005	18	Stable		
9.25	Jansegg	2005	7	Stable		
9.26	Alpligen	2005	8	Stable		
9.27	Chörbli	2005	4	Diminution		
9.28	Fochsen	2005	12	Diminution		
9.29	Chüeboden	2005	15	Stable		
9.30	Vorder Maischüpfen	2005	0	Disparu		
10.1	Bounavau	2005	13	Diminution	16 en 2004	
10.2	Petsernets	2005				Beaud
10.3	Tsavas	2005				Beaud
10.4	Fonds	2005	0	Disparu	depuis plus de 20 ans ?	
10.5	Gros Chadoua	2005				Beaud
10.6	Gros Linsert	2005				Beaud
10.7	Bra	2005				Beaud
10.8	Bonaudon	2005				Beaud
10.9	Dent de Hautaudon	2005				Beaud
10.10	Case	2005				Beaud
10.11	Joux des Heures	2005				Beaud
10.12	Orgevaux	2005				Beaud
10.13	Orgevalette	2005				Beaud
10.14	En Lys	2005				Beaud
10.15	Vudèche	2004	13		Chiffre ? donné en 2004	
10.16	Teraula	2004	13		Chiffre ? donné en 2004	
10.17	Moléson Est	2005	8	Stable	Sans juv., de Pharisa	
10.18	Cheveresse	2004	11		Chiffre ? donné en 2004	
10.19	Ecosalla	2004	18		Chiffre ? donné en 2004	
10.20	Moléson Ouest	2005				Beaud
10.21	Fontaines	2005				Beaud
10.22	Gros Liéry	2005				Beaud
10.23	Chenaux	2005				Beaud
10.24	Drudzes	2005			sur carte = 10.20 double	Beaud
15.1	Tremetta	2005	7			
15.2	Pudze	2005				Maradan
15.3	Chéresaula Devant	2005	8			
Total :	110 colonies		421	individus estimés		

Population de marmottes du canton de Fribourg

04.12.2008

Annexe 2

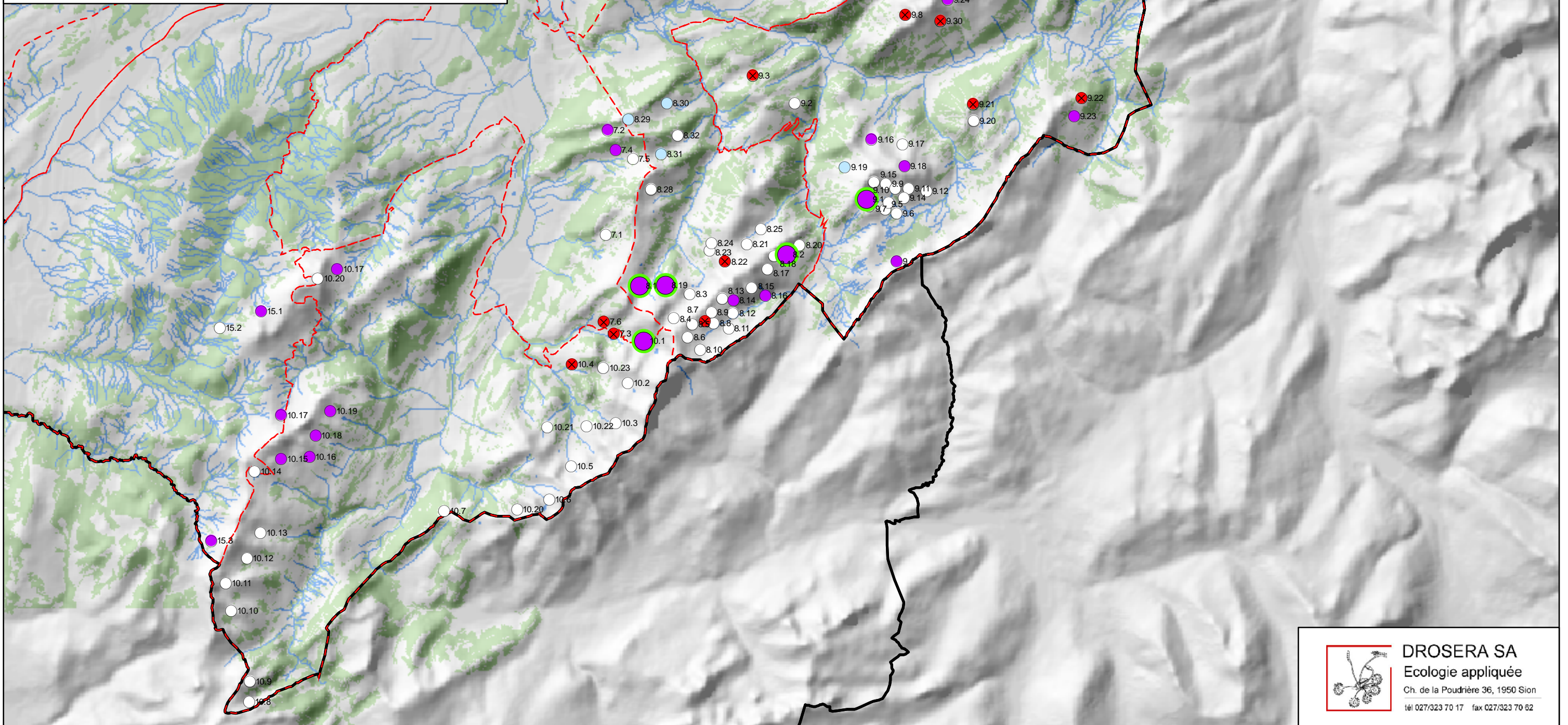
Taille des colonies

Légende

- Classes de nombre d'individus**
- ⊗ Disparu
 - ?
 - 1 - 6
 - 7 - 20
 - 21 - 34
 - Colonies suivies
- Symboles et zones**
- Secteurs des gardes
 - ▭ Limites cantonales
 - Réseau hydrographique (FR)
 - Forêts (FR)

0 1'250 2'500 5'000 Mètres

N



DROSESA SA
Ecologie appliquée
Ch. de la Poudrière 36, 1950 Sion
tél 027/323 70 17 fax 027/323 70 62








Population de marmottes du canton de Fribourg

04.12.2008

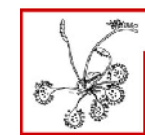
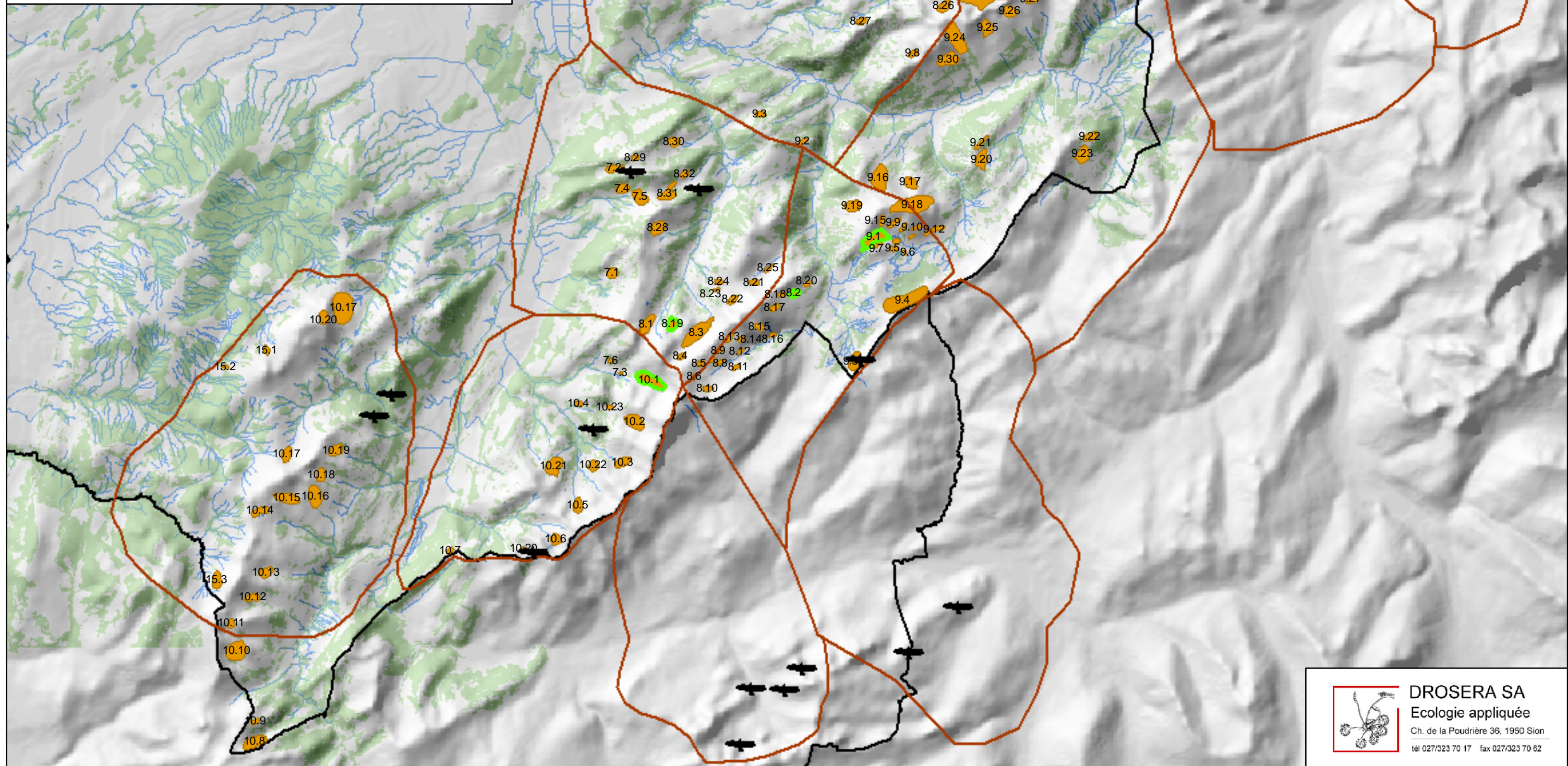
Annexe 3

Localisation des colonies de marmottes dans les territoires d'aigles

Légende

-  Aire (nid) d'aigles
-  Limites cantonales
-  Territoire d'un couple d'aigles
-  Réseau hydrographique (FR)
-  Colonies de marmottes
-  Forêts (FR)
-  Colonies suivies

0 1'250 2'500 5'000 Mètres



DROSER SA
Ecologie appliquée
Ch. de la Poudrière 36, 1950 Sion
tél 027/323 70 17 fax 027/323 70 62

Population de marmottes du canton de Fribourg

04.12.2008

Annexe 4

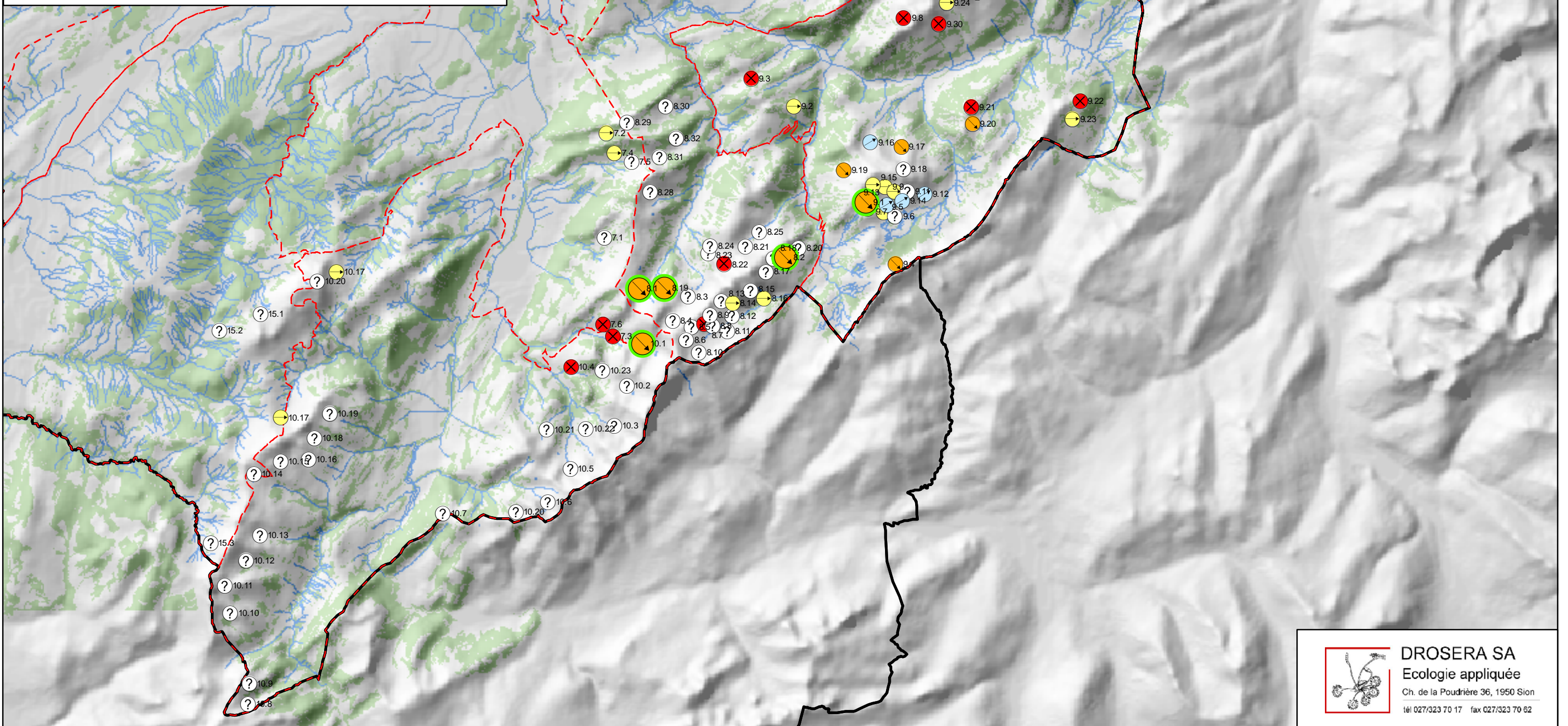
Tendance de l'évolution des colonies

Légende

- Tendance de l'évolution des colonies**
- Augmentation
 - Stable
 - Diminution
 - Disparu
 - Non évalué
 - Colonies suivies
- Secteurs des gardes
- Limites cantonales
- Réseau hydrographique (FR)
- Forêts (FR)

0 1'375 2'750 5'500 Mètres

N

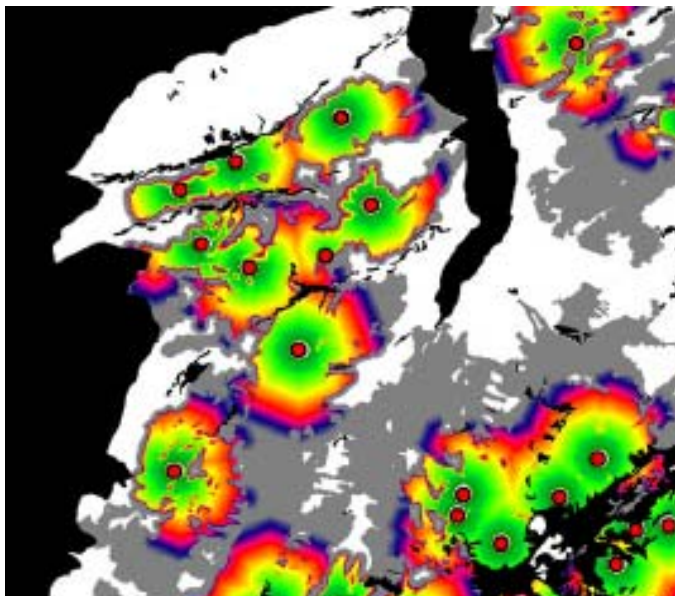


DROSER SA
Ecologie appliquée
Ch. de la Poudrière 36, 1950 Sion
tél 027/323 70 17 fax 027/323 70 62



Analyse générale de la connectivité entre les colonies de marmottes des Préalpes avec un modèle de dispersion

Première analyse et interprétation de résultats



Modèle de l'aire de dispersion des marmottes autour de leur colonie

Sion, décembre 2008

Table des matières

1. PREAMBULE	2
2. INTRODUCTION	2
3. METHODE	3
3.1. CONCEPTS DE BASE	3
3.2. MODELE DU PAYSAGE	3
3.3. MODELE DE DISPERSION	4
4. CARTE DE FRICTION	4
5. RESULTATS PRELIMINAIRES	5
5.1. APERÇU GENERAL.....	5
5.2. CARTE DE DISPERSION	6
6. BIBLIOGRAPHIE	9

Annexe

Annexe 5A. Carte de dispersion

1. PREAMBULE

Ce document présente la méthodologie et les résultats préliminaires de l'analyse de connectivité des colonies de marmottes de Préalpes. L'étude a été réalisée sur la base d'un modèle de dispersion des marmottes depuis leurs colonies et en considérant les barrières à leur mouvement présentes dans le paysage environnant. Il s'agit d'une première investigation qui demanderait un investissement supplémentaire tant au niveau des analyses de base qu'au niveau de l'interprétation des résultats.

2. INTRODUCTION

La connectivité ou l'isolement d'une population est déterminée par le taux d'immigration des individus (Hanski, 1999). Plus il est grand est plus la population est connectée aux autres populations depuis lesquelles des individus émigrent. La connectivité dépend de plusieurs facteurs, comme le nombre d'individus qui dispersent, la taille de l'habitat à coloniser, le type de stratégie de dispersion (orienté, aléatoire, radiale,...), la capacité de dispersion de l'espèce (espèces mobiles, sédentaires, ...) ou encore la distance écologique entre les deux unités paysagères (Hanski, 1999, Moilanen & Nieminen, 2002). Mesurer la connectivité est souvent difficile à cause du grand nombre de paramètres impliqués et du manque d'information sur l'écologie de l'espèce cible, sa distribution et son mouvement dans un paysage donné. La récolte de ces informations sur le terrain (capture /

re-capture d'individus, suivie par télémétrie, ...) et pour des grandes zones d'étude est souvent irréalisable, faute de temps et de moyens économiques. Des analyses sur la base de modèles (reconstitution simplifiée de la réalité) sont donc parfois nécessaires.

Sous la contrainte de la grande étendue de la zone d'étude (l'ensemble des Préalpes fribourgeoises) et pour pouvoir illustrer sur une carte les principaux déficits en connexion des 110 colonies de marmottes connues, une approche basée sur un modèle de dispersion de la faune semble approprié. Cette méthode a déjà été utilisée dans d'autres projets (par exemple AGICE et GESORBE dans le canton Vaud) et se réfère à quelques publications (ex. Ray, 2002 ; Vuilleumier & Prélaz-Droux, 2002 ; Zanini, 2001, 2003, 2006).

L'objectif général du travail est d'analyser la connectivité entre les colonies de marmottes afin d'identifier les principaux déficits en connexion. Des conclusions intéressantes pourraient ensuite être formulées quant au rôle de la connectivité dans la disparition de certaines colonies. La stratégie de chasse pourrait aussi être orientée en fonction des résultats obtenus (par exemple limiter la chasse des colonies très isolées et donc difficilement colonisables en cas d'extinction locale de la population).

La démarche générale du travail est la suivante :

- i) Analyse de l'écologie de l'espèce (distance de dispersion, capacité de mouvement dans le paysage).
- ii) Récolte et mise en forme des données nécessaires pour la construction du modèle de dispersion.
- iii) Simulation de la dispersion.
- iv) Analyse des connexions entre colonies sur la base du modèle de dispersion,
- v) Définition des principaux déficits en connectivité.
- vi) Première interprétation de leur rôle potentiel dans la dynamique des populations de marmottes des Préalpes.

3. METHODE

3.1. Concepts de base

L'approche proposée est fondée sur les potentialités des Systèmes d'Information Géographiques (SIG), et se construit sur deux modèles : un modèle du paysage et un modèle de dispersion. La dispersion est réalisée depuis la colonie à travers une matrice paysagère de contraintes (carte de friction), qui influencent plus ou moins positivement le déplacement d'un organisme. La carte de friction est construite en fonction des caractéristiques écologiques de l'espèce étudiée. Le niveau de connections de deux colonies est fonction du coût énergétique qu'un organisme doit investir pour traverser la matrice paysagère.

3.2. Modèle du paysage

Le modèle du paysage permet de construire la carte de friction. Il s'agit ici de réfléchir à la définition des indices de « friction » (ou de « perméabilité »). Cette notion se base sur l'hypothèse que chaque élément du paysage peut être caractérisé par sa difficulté d'être

franchi. Celle-ci peut dépendre du type d'objet (forêts, zones bâties, ...) et du stress qu'il peut induire sur l'animal (bruit, stress visuel, mortalité...). À chaque typologie peut être attribué un indice de perméabilité représentant donc sa difficulté à être traversé. La valeur 10 indique par exemple que le milieu est dix fois plus difficilement franchissable que celui de valeur 1. Un élément du paysage est donc énergiquement plus ou moins facilement franchissable qu'un autre par unité de distance (notion d'énergie dépensée par unité de distance). Une valeur négative est attribuée aux barrières infranchissables.

3.3. Modèle de dispersion

La dispersion est réalisée grâce à un opérateur de distance (*costgrow*) proposé par le logiciel IDRISI32 (IDRISI®, Clark Labs technical support, 1999). Les coûts de déplacement sont calculés en partant des éléments sources (colonies de marmottes). La fonction cumule la valeur de chaque cellule ou pixel rencontrée (valeurs attribuées à chaque occupation du sol), en diffusant depuis les éléments sources. Les mouvements se réalisent dans 8 directions. Dans le cas d'un déplacement diagonal, le coût est égal à 1.41 fois ($\sqrt{2}$) la valeur de friction (Figure 1). Un algorithme permet de recalculer à chaque pas la somme cumulée des pixels de toute la surface touchée par la dispersion et donc d'identifier toujours la valeur cumulée, pour un pixel donné, la plus faible. Il s'agit du trajet de moindre coût.

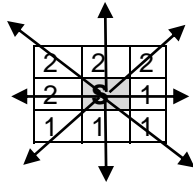


Figure 1 Dispersion radiale depuis l'élément source (colonie) pour le calcul de la carte de dispersion

4. CARTE DE FRICTION

La carte de friction a été construite selon les valeurs définies dans le Tableau 1. La résolution des cartes (taille des pixels) est de 10 m. Une friction de 1 a été attribuée aux éléments du paysage les plus favorables pour la dispersion (prairies, pâturages d'altitude, pierriers, milieux ouverts). Les forêts denses ne sont pas très favorables au mouvement des marmottes. Une valeur de friction de 20 a donc été attribuée. Au dessous de 1100 m le paysage a été considéré comme infranchissable pour les marmottes, on est en effet au dessous de la niche écologique de l'espèce.

Tableau 1 Frictions attribuée aux classes d'utilisation du sol selon VC25

Classe d'utilisation du sol (selon VC25 ¹)	Description	Friction
Milieux ouverts et pierriers	Milieux très favorables au mouvement : pâturages d'altitude, prairies, pierriers...	1
Forêt clairsemées	Forêt ouverte, Marais et buissons, marais en forêt clairsemée, buissons	10
Forêt dense	Forêt, marais en forêt	20
Parois rocheuses		infr
Grands cours d'eau	Sarine, ...	infr
Zones construites	Zones d'habitation, STEP, usines, zones industrielles, gros bâtiments isolés	infr
Zones de plaine	< 1'100 m d'altitude. Zone hors du la niche écologique de la marmotte	Infr.

¹ VECTOR25 est le modèle numérique du paysage de la Suisse qui se base sur le contenu et la géométrie de la Carte nationale 1:25'000. VECTOR25 restitue, en format vectoriel flexible, les objets naturels et artificiels du paysage. Précision: 3 à 8 m. Mise à jour: tous les 6 ans.

5. RESULTATS PRELIMINAIRES

5.1. Aperçu général

La Figure 2 illustre les 110 colonies des Préalpes fribourgeoises recensées dans cette étude. La limite altitudinale fixée (1100m) constitue en principe une barrière infranchissable qui peut réduire les possibilités de colonisation et d'échange d'individus entre colonies séparées par des vallées.

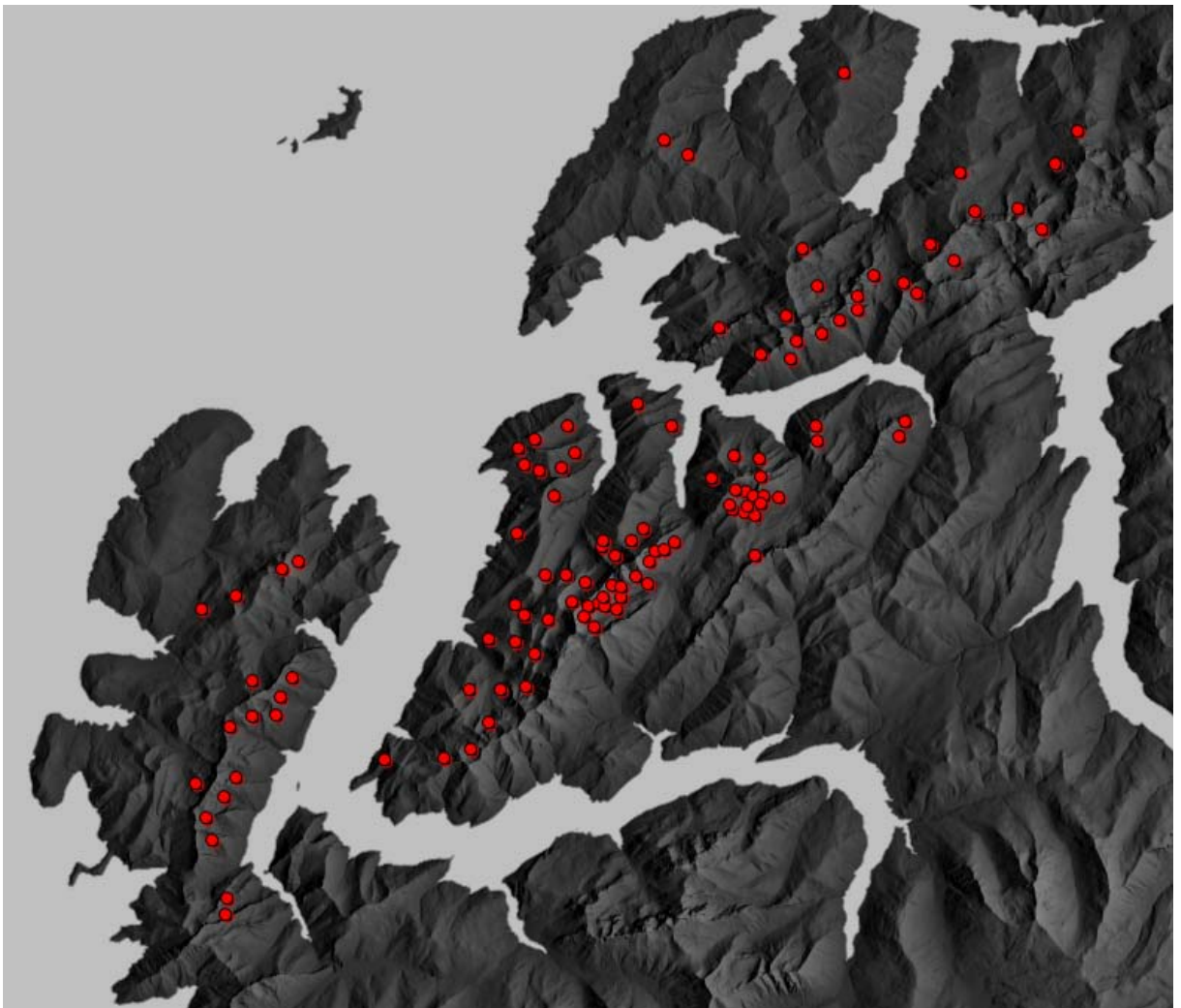


Figure 2 Localisation des 110 colonies de marmottes recensées dans les Préalpes fribourgeoises et limite altitudinale de 1100 m (en gris) (MNT Swisstopo ©).

5.2. Carte de dispersion

La carte de dispersion (Figures 2 et 3) illustre l'aire de dispersion des marmottes depuis leurs colonies. Nous avons estimé que la distance maximale de dispersion d'une marmotte en milieu favorable (prairies, pierrier, ...) est de 2 km. On observe que certaines colonies sont beaucoup plus isolées que d'autres. La flèche bleue indique par contre un groupe de colonies extrêmement bien connecté.

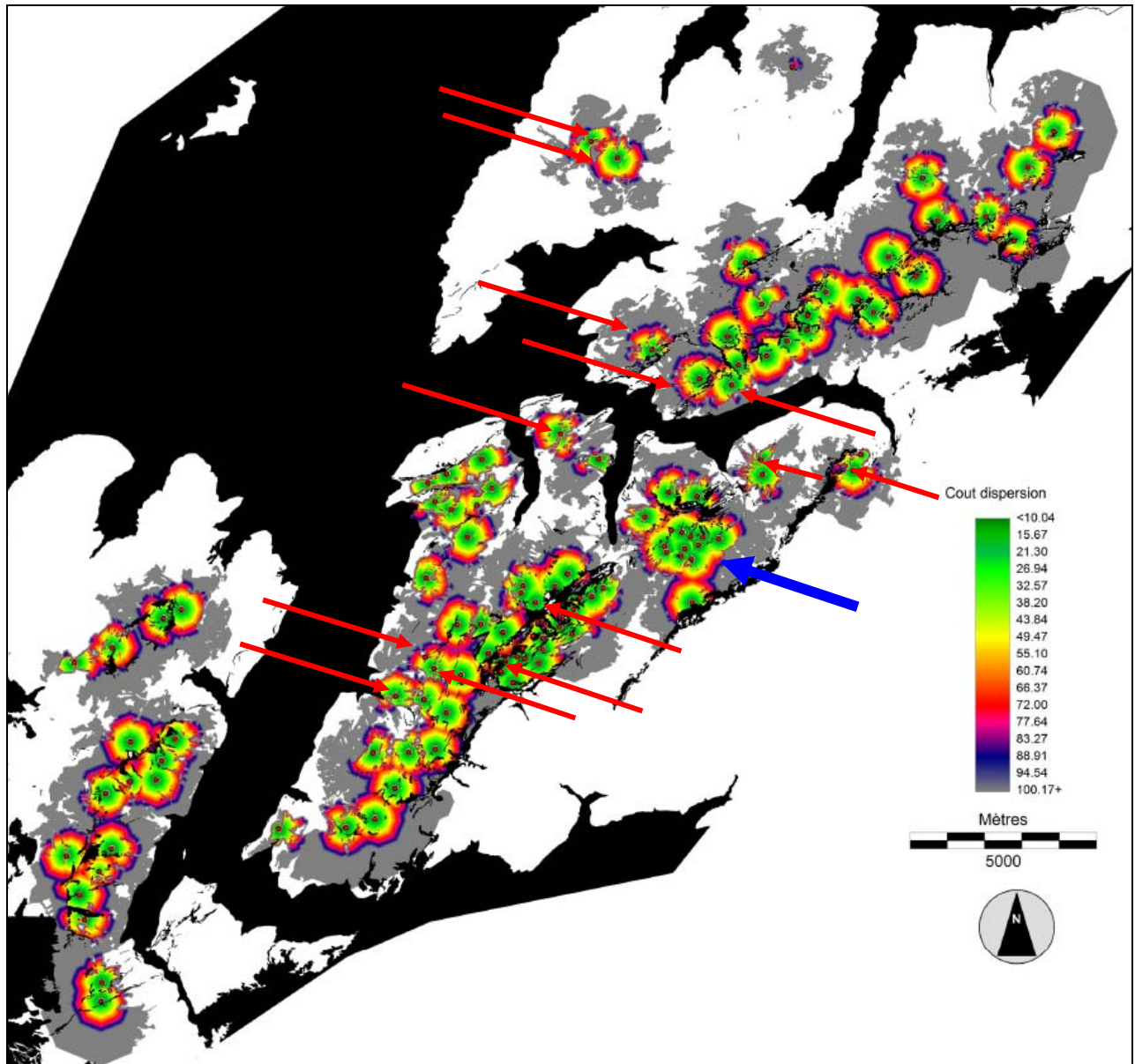


Figure 3 Carte de dispersion des marmottes depuis 110 colonies recensées dans les Préalpes fribourgeoises. En noir la surface infranchissable. Du vert au gris, le cout de dispersion augmente. Flèches rouges : colonies disparues ; flèches bleus : groupe de colonies bien connecté.

Cette analyse de **connectivité** réalisée à partir des données connues sur les colonies de marmottes en 2005 nous fournit quelques indications générales sur les marmottes du canton de Fribourg :

- Les fonds de vallées situés à moins de 1100 m (en noir sur la carte) forment des ramifications qui séparent plus ou moins fortement les colonies. Ainsi la vallée de Sarine ne paraît pas franchissable par ce rongeur alpin, tandis que certaines petites vallées agricoles latérales comme celle de la Jogne, qui se rétrécit par endroit, sont peut être de temps à autres traversée par un individu erratique.
- La forme arrondie des « aires de dispersion » estimées autour des colonies montre qu'en général le déplacement des marmottes peut se faire tout azimut, et que peu de colonies sont localisées à proximité de barrières importantes.
- les colonies du canton de Fribourg semblent former 2 méta-populations (A et B), la population B se subdivisant elle-même en 4 populations plus ou moins bien connectées entre elles :

A. Rive gauche de la Sarine

Cape aux Moines – Moléson : population d'une vingtaine de colonies assez bien connectées entre elles mais séparées des autres populations cantonales par la vallée de la Sarine. Cette population paraît en revanche reliées aux colonies des Préalpes vaudoises (Rochers de Naves, Hongrin) ;

B. Rive droite de la Sarine

B1 Chaîne de Vanils – Hochmatt - Gastlosen: ensemble d'une soixantaine de colonies fragmenté en 4 groupes plus ou moins bien reliés : le contact avec la région « Dt de Broc » est par exemple bon via la Dt du Chamois ; celui entre « hochmatt » et « Brenlaire » peu se faire via le col du Gros Mont ; en revanche les 2 colonies de « Haut Crêt » sont assez isolées, l'une d'elle ayant d'ailleurs disparu. L'unique colonie de Gastlosen est vraisemblablement aussi liée aux colonies bernoises occupant le versant sud de cette chaîne

Toute cette population est aussi connectée aux colonies des Préalpes vaudoises au sud (Pays d'Enhaut) ;

B2 Vanil d'Arpille – Kaiseregg, ensemble d'une vingtaine de colonies assez bien connectées entre elles mais séparé des autres populations par des fonds de vallée ou des cols n'offrant apparemment pas des habitats favorables.

Cette sous-population est plus ou moins bien connectée aux populations des Préalpes bernoises ;

B3 Bera : 2 colonies considérées comme disparues et apparemment mal reliées à la population B2 assez distante. La région de la « Patta » n'offre peut-être pas d'habitats favorables pour être occupée par une colonie relais.

B4 Gross Schwyberg : 1 petite colonie très isolée et à contrôler.

- Cette analyse de connectivité montre également que parmi la quinzaine de colonies disparues, se sont souvent des colonies isolées et / ou périphériques. Celles-ci risquent plus facilement de disparaître en cas d'affaiblissement que les autres de par le fait que leur colonisation par des émigrants provenant des autres colonies est plus difficile. En corollaire donc, il faut porter plus d'attention aux colonies isolées qui ont plus de chance de disparaître.
- Il serait maintenant intéressant de vérifier dans quelle mesure l'isolation affectent les colonies sur le déclin.

Sion, le 04 décembre 2008

DROSER SA

Flavio Zanini, Dr. ès sc. EPFL, biologiste
Paul Marchesi, Dr. UNINE, zoologue
Antoine Burri, biologiste

6. BIBLIOGRAPHIE

- Hanski, I. 1999. Metapopulation Ecology. Oxford series in ecology and evolution. Oxford University Press. New York. 328 pp.
- Ray, N., Lehmann A., P. Joly 2002. Modeling spatial distribution of amphibian populations :a GIS approach based on habitat matrix permeability. Biodiversity and Conservation 11:2143-2165.
- Vuilleumier, S., & R. Prélaz-Droux. 2002. Map of ecological networks for lanscape planning. Landscape and urban planning 58:157-170.
- Zanini F., 2001. Modélisation d'un réseau écologique et prototype SIG cantonal pour la gestion des données sur les amphibiens. Travail de diplôme post-grade ISME, EPFL-LASIG, Lausanne 75 p.
- Zanini, F. 2003. Indice de perméabilité du paysage aux déplacements de la faune à affinité forestière et de la faune amphibie. Rapport interne. EPFL-HYDRAM, Lausanne, 29 p.
- Zanini, F., J. Jaquiéry, R. Schlaepfer, P. Marchesi, & A. H. Hirzel. How does the landscape affect patch occupancy in metapopulation models? Comparing Euclidean vs landscape-based inter-patch distance. Submitted to Landscape Ecology.
- Zanini, F. 2006. Amphibian conservation in human shaped environments : landscape dynamics, habitat modeling and metapopulation analyses. Thèse EPFL, no 3635. (<http://library.epfl.ch/theses/?nr=3635&lang=fre>)