

## Chapitre 13. *Marmota marmota* (Linnaeus, 1758) – Marmotte des Alpes

*Auteur : Emilie Loutfi, Contributeurs : Philippe Legay, Thomas Ruys*

---

**Résumé :** Afin de suivre la population de *Marmota marmota* dans les Pyrénées, un protocole de suivi a été mis en œuvre depuis 2016. 15 familles sont suivies en Vallée d'Ossau réparties en 8 classes d'altitude (entre 1300 et 2300m d'altitude).

Les données ont été traitées suivant 2 angles : la taille de la population suivie et l'activité des marmottes. 2 paramètres influençant ont été testés : le type de milieu dans lequel vit la famille et l'altitude du terrier.

La population générale a baissé de 15% en 4 années de suivi. Ces dernières années, une diminution du nombre d'adultes apparaît. Elle pourrait faire suite d'une part au faible nombre de jeunes et d'autre part d'un départ des adultes subordonnés.

Les familles dont la diminution d'effectifs est la plus forte sont celles qui habitent dans des territoires dominés par les pierriers. Elles pourraient souffrir plus intensément des conditions climatiques. Cette hypothèse est appuyée par le fait que le nombre de marmottons dans ces familles a chuté plus drastiquement et qu'il remonte moins rapidement lors des années où le succès reproducteur au sein de la population étudiée est meilleur.

En effet, les terriers à moyenne et haute altitudes (au-delà de 1700 mètres d'altitude) ont des effectifs globalement plus stables au cours du temps, alors qu'à faible altitude une chute importante est notée entre 2016 et 2019. A haute altitude, les effectifs des familles semblent directement induits par la reproduction de l'année précédente. Il semble que les adultes subordonnés restent d'une année à l'autre, alors que le nombre d'adultes/subadultes baisse plus fortement à basse altitude permettant de penser que les adultes subordonnés quittent la famille.

L'activité des marmottes a été divisée par deux entre 2016 et 2019. Les adultes ont montré une activité plus régulière au cours des trois premières années de l'étude mais a diminué de plus de 40% en 2019. A l'inverse, les juvéniles ont montré une chute importante jusqu'en 2018 et une légère remontée en 2019. On peut penser qu'avec l'augmentation de la chaleur, les marmottes se cachent aux heures les plus chaudes et passent donc moins de temps hors de leur terrier à s'alimenter.

Les marmottes vivant dans des pierriers montrent une chute moins importante de la détectabilité au cours de l'étude. Il est possible qu'en pierrier les ressources alimentaires étant plus disparates, les marmottes soient contraintes à une plus grande activité en dehors du terrier liée à une plus longue activité de recherche alimentaire.

L'activité des familles situées en dessous de 2000 mètres a baissé d'un peu plus de 50%, 35% pour les familles à haute altitude A basse altitude (en dessous de 1700 mètres), l'activité des juvéniles diminue nettement moins que celle des adultes et subadultes. Alors qu'à moyenne et haute altitude, c'est l'activité des juvéniles qui a le plus fortement chuté (plus de 50%). L'hypothèse proposée est qu'avec l'altitude les modifications climatiques sont plus intensément ressenties par les marmottes. A moyenne et haute altitudes, les jeunes restent plus longtemps dans le terrier afin de s'extraire des conditions climatiques. A basse altitude, les adultes et subadultes profitent peut-être d'une saison

d'alimentation plus longue et n'ont pas besoin d'une activité aussi soutenue au quotidien pour assurer un engraissement satisfaisant pour l'hiver.

**Mots-clés :** activité, suivi altitudinal, suivi de population, *Marmota marmota*, Vallée d'Ossau.

## 13.1 Introduction

La Marmotte des Alpes (*Marmota marmota*) est un mammifère de la famille des Sciuridés qui a la particularité d'hiberner. Les marmottes passent leur saison active à accumuler assez de graisse à la fois pour survivre à l'hibernation pendant l'hiver et pour commencer la reproduction au printemps suivant (KÖRTNER & HELDMAIER, 1995). La taille des portées chez les mammifères augmente avec la masse corporelle de la mère. Ainsi, à l'émergence du printemps, cette masse est un facteur déterminant sur le nombre de marmottons (TAFANI *et al.*, 2013). La taille de la portée est un trait d'histoire de vie clé chez les rongeurs qui influe fortement sur le taux de croissance de la population (OZGUL *et al.*, 2007).

Dans la réserve naturelle de la Grande Sassièrre – un secteur du massif alpin, des recherches sont menées depuis près de 25 ans sur une population de marmottes. Ces recherches ont montré que le changement climatique pouvait avoir différents impacts.

Le suivi hivernal depuis 1990 a montré que la diminution de la couverture neigeuse pendant l'hiver dans les Alpes, liée au changement climatique, est corrélée à la diminution de la taille des portées (BENISTON *et al.*, 2003). Une couverture de neige plus mince pendant l'hiver réduit la couche d'isolation. Ceci induit alors une zone gelée plus profonde sous terre impliquant une consommation de graisse jusqu'à épuisement. Les marmottes doivent donc dépenser plus d'énergie pour maintenir la température du corps au-dessus de 5°C (ARNOLD *et al.*, 1991). La baisse de la masse corporelle de la mère au cours de la même période suggère que ce soit un facteur de la diminution de la taille de la portée (TAFANI *et al.*, 2013). Cette baisse du nombre de jeunes a des conséquences sur du moyen terme. En effet, elle se ressent également 2 années plus tard par une chute du nombre d'adultes subordonnés (REZOUKI, 2018).

Or, les mâles subordonnés sont considérés comme des « *helpers* » parce qu'ils fournissent de la chaleur aux jeunes de l'année au cours de l'hiver, permettant ainsi d'assurer une meilleure survie des juvéniles (ALLAINE & THEURIAU, 2004). Rezouki (2018) a observé une diminution du nombre de groupes avec des mâles subordonnés. Elle a montré qu'au fil des 23 années d'études les juvéniles hibernant avec des *helpers* survivent mieux mais que ce taux de survie diminue plus vite au fil du temps que le taux de survie des juvéniles hibernant sans *helpers*. De ce fait, ces dernières années le taux de survie des juvéniles à leur premier hiver dans les groupes avec et sans *helpers* est équivalent. Il s'en suit une diminution du nombre de groupes avec des *helpers*. En effet, le coût énergétique payé par les mâles subordonnés pour aider à réchauffer les plus jeunes au cours de l'hiver devient plus important que le coût d'un dispersément. Les mâles subordonnés ont donc de plus en plus tendance à quitter leur famille.

En contrepartie, ces mâles qui se dispersent accèdent alors au statut de dominant plus rapidement que par le passé et se reproduisent donc plus tôt. Cette reproduction plus précoce permet, dans la population étudiée à la réserve naturelle de la Grande Sassièrre, de contrebalancer pour moitié l'augmentation de la mortalité juvénile.

Ainsi, le changement climatique remet en cause l'ensemble des stratégies de survie de la Marmottes des Alpes, avec une entrée dans un cercle vicieux qui tend à faire baisser la taille de la population de la Réserve de la Grande Sassièrè (REZOUKI, 2018). L'espèce tend à limiter son comportement d'élevage coopératif. Pourtant une étude sur une autre espèce de marmotte vivant en Amérique du Nord, la marmotte à ventre jaune (*Marmota flaviventris*), a démontré que par ajustement de sa période d'hibernation et de reproduction, cette espèce profite d'une saison d'activité et donc d'engraissement plus longue. Ceci favorise à la fois la survie et la reproduction de ces marmottes, entraînant un accroissement de la population (OZGUL *et al.*, 2010 ; TAFANI *et al.*, 2013).

Dans les Pyrénées, la Marmotte des Alpes a disparue à la fin de la dernière période glaciaire (15 000 ans environ), et y a été réintroduite en 1948. Elle est actuellement présente jusqu'en Espagne et s'est bien adaptée au milieu pyrénéen (RUYS & COUZI, 2015). Les observations faites sur la population de la Grande Sassièrè posent la question de savoir si la population pyrénéenne est touchée par le même phénomène, à savoir une baisse de la taille des portées de marmottes qui fréquentent la vallée d'Ossau, une diminution du nombre d'*helpers* entraînant une diminution de la survie des jeunes au cours de l'hiver et une globale diminution de la taille de la population. Cette vallée a été choisie comme secteur d'étude du programme les sentinelles du climat en raison de sa population de marmottes représentative à l'échelle du département des Pyrénées-Atlantiques. Bien que les études ne puissent être aussi poussées que celles menées dans la réserve de la Grande Sassièrè, un protocole a été mis en place en 2016 pour suivre la taille des familles et leur succès reproducteur.

Après avoir détaillé la méthodologie mise en œuvre sur les sites suivis, les résultats des comptages sont présentés et comparés sur la période 2016–2019. Enfin, nous discutons ces résultats.

## 13.2 Matériel et Méthodes

### 13.2.1 Méthode de relevés

En 2016, 14 sites ont été sélectionnés pour un suivi annuel (MALLARD, 2018b). Ils ont été sélectionnés en fonction de leur disposition géographique (gradient altitudinal), de leur accès et de leur position dans la zone cœur du Parc National des Pyrénées (PNP), hors secteur de chasse (MALLARD, 2016b). La possibilité de compter les marmottons dans de bonnes conditions et en limitant le dérangement a également été prise en compte. Après discussion avec le conseil scientifique fin 2016, il a été décidé de sélectionner des sites complémentaires situés en basse altitude afin de compléter le protocole en élargissement la zone altitudinale prise en compte. Au final, 15 sites sont donc suivis depuis 2017 (MALLARD, 2017b). Ils ont été maintenus et reconduits en 2018 (MALLARD, 2018a) et en 2019.

La méthodologie a été rigoureusement la même depuis 2017 (MALLARD, 2017b). Le suivi est basé sur le comptage du nombre maximum de marmottons entre la sortie du terrier au début juillet et la mi-août, période à partir de laquelle la distinction certaine jeune/subadulte devient plus délicate. De plus, les risques de prédation augmentent avec le temps et pourraient biaisés les comptages.

Chaque famille est observée à l'aide d'une longue-vue (KITE SP-60 x28) pour éviter toute perturbation, pendant 40 minutes (60 minutes en 2016). En effet, après analyse des résultats de 2016, le nombre maximum de marmottons observés était détecté dans les premières 40 minutes (perte de 6,3% de probabilité d'avoir vu un nombre "maximal" d'individus par rapport à un temps de 60 minutes). Le comptage commence dès l'observation d'un marmotton ou au bout de 15 minutes si aucun marmotton n'est observé.

Le nombre maximum de marmottons observés est ensuite noté par tranche de 10 minutes. Au bout de 40 minutes, le chiffre le plus haut est retenu. L'idéal est de pouvoir réaliser deux passages par famille en juillet au matin (7h45–13h00), période pendant laquelle les marmottons sont les plus actifs. Le premier passage pour chaque famille doit être réalisé le plus rapidement possible pour éviter des cas éventuels de prédation sur les marmottons qui fausseraient les comptages et les suivis.

Le comptage en fin de journée (18h00–20h00), réalisé en 2016, a été abandonné depuis 2017 du fait d'observations trop aléatoires sur les heures de sortie des marmottes et marmottons.

Au total, 2 comptages avec détection de marmottons sont recherchés, avec un maximum de 3 passages pour chacune des familles. Ainsi si aucun marmotton n'a été noté lors de l'un des deux premiers passages, un troisième passage est effectué.

### 13.2.2 Conditions d'observation

Avant chaque comptage, la température de l'air, la vitesse du vent ainsi que la nébulosité sont relevées (Tab. LXXXVI). En cas de pluie ou de vent fort, le comptage est annulé. Les dérangements sont également notés car ils obligent les marmottes à regagner leur terrier. Ils sont classés en trois catégories : pas de dérangement, dérangement naturel (prédateur,...), dérangement d'origine anthropique (randonneurs, passages de troupeaux,...).

**Tab. LXXXVI. Conditions météorologiques requises pour les suivis.**

Température	12 à 25 °C
Nébulosité	-
Pluie	Pas de pluie
Vitesse du vent	< 5 sur l'échelle de Beaufort
Horaire	7h45–13h

### 13.2.3 Sites suivis

Le suivi de *Marmota marmota* en vallée d'Ossau se fait sur la base des 15 sites validés (Fig. 219) depuis 2017. Ils sont répartis en 8 classes d'altitude qui couvrent des plages de 100 m de dénivelé entre 1300 et 2300m d'altitude (Tab. LXXXVII).

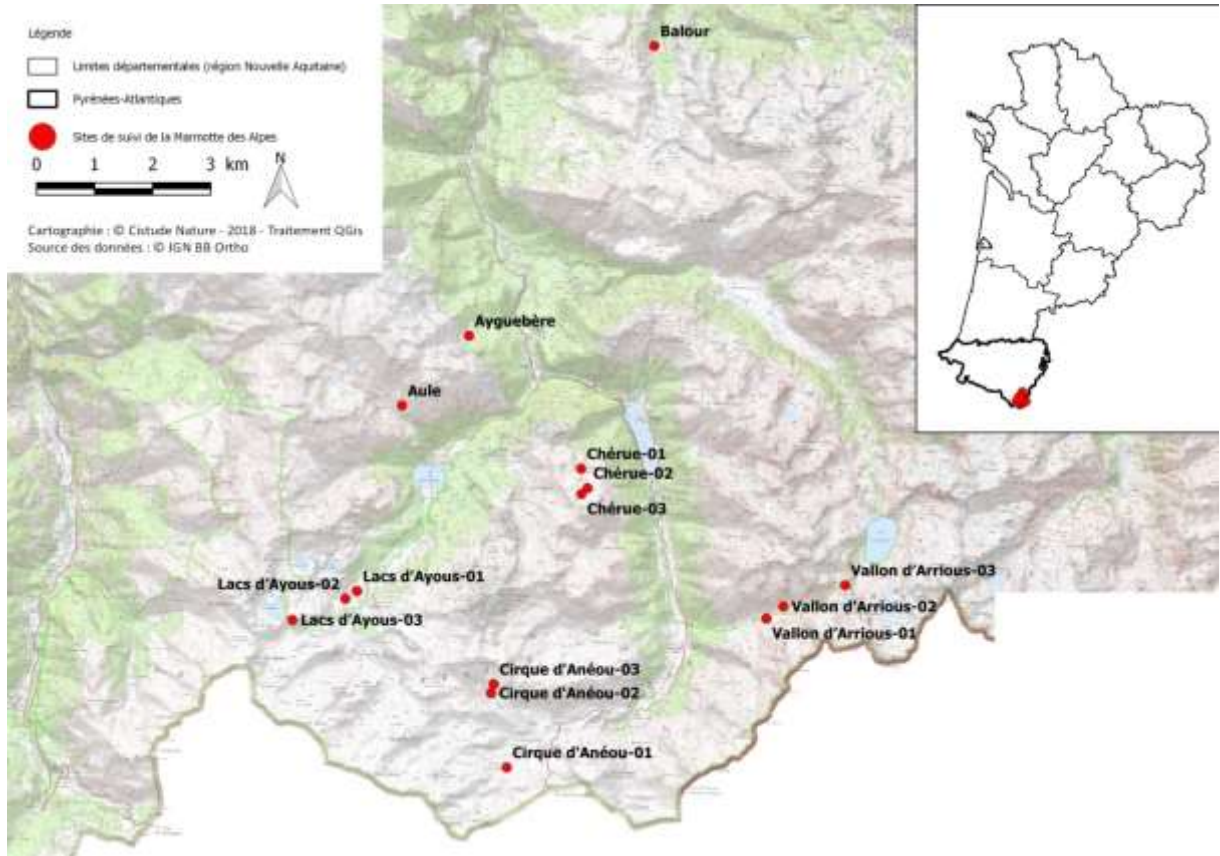


Fig. 219. Situation géographique des sites d'études validés pour le suivi Marmotte des Alpes *Marmota marmota*.

Tab. LXXXVII. Liste des 15 sites échantillonnés chaque année depuis 2017.

Site	Point d'échantillonnage	Classes d'altitude par tranche de 100m de dénivelé								Latitude	Longitude
		1300-1400	1500-1600	1600-1700	1700-1800	1800-1900	1900-2000	2000-2100	2200-2300		
Aule	Aule				1					42.880673017717	-0.462381467478
Ayguebère	Ayguebère		1							42.896966074101	-0.444973464385
Balour	Balour	1								42.954170413467	-0.398535953010
Chérue	Chérue-01					1				42.870491632297	-0.4132103919982
	Chérue-02						1			42.867346314967	-0.412609577178
	Chérue-03							1		42.864672669219	-0.412995815277
Anéou	Cirque d'Anéou-01					1				42.810073537488	-0.429228544235
	Cirque d'Anéou-02						1			42.824380970660	-0.435065031051
	Cirque d'Anéou-03							1		42.824947533527	-0.432919263839
Ayous	Lacs d'Ayous-01			1						42.843460265151	-0.472320914268
	Lacs d'Ayous-02				1					42.841839737519	-0.475367903709
	Lacs d'Ayous-03							1		42.837237521965	-0.490372180938
Arrious	Vallon d'Arrious-01				1					42.841281196303	-0.361422300338
	Vallon d'Arrious-02						1			42.844191848649	-0.356637239456
	Vallon d'Arrious-03								1	42.848455313442	-0.340501070022
Total général		1	1	1	3	2	3	3	1		

## 13.3 Résultats

### 13.3.1 Détails des campagnes de relevés

Le Tab. LXXXVIII présente le détail des campagnes de relevés des 4 années d'études.

Le nombre de jours de comptage est plus important en 2019 que les années précédentes parce que les prospections ont toutes été faites par une seule personne alors que les années précédentes, elles étaient pour tout ou partie réalisées à 2 personnes.

Le nombre de comptages effectués en 2016 est élevé puisqu'il s'agissait de mettre en place le protocole. En 2017, ce chiffre baisse par amélioration des connaissances et affinement du protocole. 2018 a été une année où peu de marmottons ont été vus, imposant un troisième passage sur un plus grand nombre de familles. En 2019, la reproduction ayant été meilleure qu'en 2018, le troisième passage a été nécessaire sur peu de terriers.

Le dérangement par tranche de 10 minutes d'observation reste *a priori* équivalent d'une année à l'autre tant en termes de représentativité qu'en termes d'origine.

Tab. LXXXVIII. Comparatif des résultats globaux de 2016 à 2019.

	2016	2017	2018	2019
<b>Début comptages</b>	09/07/2016	03/07/2017	02/07/2018	08/07/2019
<b>Fin comptages</b>	09/08/2016	03/08/2017	23/08/2018	27/08/2019
<b>Nombre de jours</b>	20	14	19	22
<b>Nombre de comptages</b>	48	38	43	38
<b>Date de première observation de marmottons</b>	09/07/2019	03/07/2019	03/07/2019	10/07/2019
<b>Dérangements :</b>				
<b>Non</b>	87 %	87 %	91 %	86 %
<b>Origine naturelle</b>	5 %	7 %	2 %	5 %
<b>Origine anthropique</b>	8 %	6 %	7 %	9 %

### 13.3.2 Résultats des comptages

Les résultats des comptages sont présentés dans le Tab. LXXXIX pour les années 2016 à 2019.

Quelques observations générales concernant les résultats de ces comptages peuvent être formulées :

- Courant 2017, les comptages de marmottons sur le secteur d'Aule avaient été abandonnés du fait d'une rupture de sentier en 2016. Malgré tout, des données de suivi avaient pu être recueillies.
- Sur le point d'échantillonnage Cirque d'Anéou-02, 2019 est la première année où des marmottons ont été dénombrés depuis le début du suivi. Ces observations sont peut-être un peu surprenantes étant donné qu'en plus de la présence de 4 marmottons, un nombre plus important d'adultes a été noté (5 contre 3 en 2017 et 2018). Cette famille a-t-elle accueilli un ou plusieurs nouveaux individus ? Les animaux sont-ils restés très discrets les années précédentes, leur activité ayant probablement été limitée du fait de l'absence de jeunes.



- Au site de Balour seul un adulte a été observé cette année 2019 à l’instar de l’année précédente. Le terrier occupé est situé loin de l’observateur, limitant peut être la détection des marmottes. Toutefois, de nombreuses entrées de terrier sont visiblement restées inutilisées toute la saison, laissant penser que l’activité sur le site n’est pas celle d’une famille importante. Le site est assez isolé de par la situation enclavée de la prairie au sein d’un massif forestier. Il paraît difficile de penser que, dans les années à venir, une marmotte puisse venir s’installer ou qu’à l’inverse la marmotte présente (si elle est effectivement seule) puisse quitter son terrier à la recherche de partenaires. D’autres sites à faible altitude peuvent être à rechercher si cet individu venait à disparaître.

**Tab. LXXXIX. Comparatif des résultats des comptages entre 2016 et 2019**

	2016		2017		2018		2019	
	<b>Nb jeunes</b>	Nb SA/Adultes	<b>Nb jeunes</b>	Nb SA/Adultes	<b>Nb jeunes</b>	Nb SA/Adultes	<b>Nb jeunes</b>	Nb SA/Adultes
Ayguebère	-	-	4	5	3	2	2	2
Balour	-	-	2	2	0	1	0	1
Cirque d’Anéou-01	2	5	1	5	0	3	2	3
Cirque d’Anéou-02	0	4	0	3	0	3	4	5
Cirque d’Anéou-03	0	2	3	1	0	2	0	1
Lacs d’Ayous-01	4	6	0	4	3	2	4	3
Lacs d’Ayous-02	4	5	3	4	0	2	3	1
Lacs d’Ayous-03	3	4	5	3	0	2	4	3
Vallon d’Arrious-01	3	2	3	4	0	3	2	1
Vallon d’Arrious-02	5	4	2	4	0	4	1	3
Vallon d’Arrious-03	4	3	3	3	1	4	2	1
Chérue-01	4	2	0	3	6	3	1	4
Chérue-02	6	1	1	2	0	6	5	3
Chérue-03	2	2	4	4	1	11	3	2
Aule	4	2	3	4	3	6	0	5
<b>TOTAL</b>	<b>41</b>	<b>42</b>	<b>34</b>	<b>51</b>	<b>17</b>	<b>54</b>	<b>33</b>	<b>38</b>

### 13.3.3 Taille de la population à l'échelle des 15 terriers

La figure Fig. 220 illustre la baisse globale du nombre maximal d'individus (population totale, jeunes marmottes et adultes/sub-adultes) par terrier suivi, passant de 3,2 jeunes en 2016 à 1,1 en 2018 (soit 60% de moins au total). L'année 2019 a vu un meilleur succès reproducteur, sans qu'il n'induisse une augmentation de la population globale.

En effet, même si la population totale s'est stabilisée entre 2018 et 2019 (après une chute de près de 15% entre 2016 et 2018), le nombre d'adultes et de subadultes par terrier a, quant à lui, diminué entre 2018 et 2019 alors que, jusque-là il avait une légère tendance à la hausse. Cette chute est compensée par la hausse du nombre de jeunes, ce qui explique l'apparente stabilité de la taille de la population en 2019.

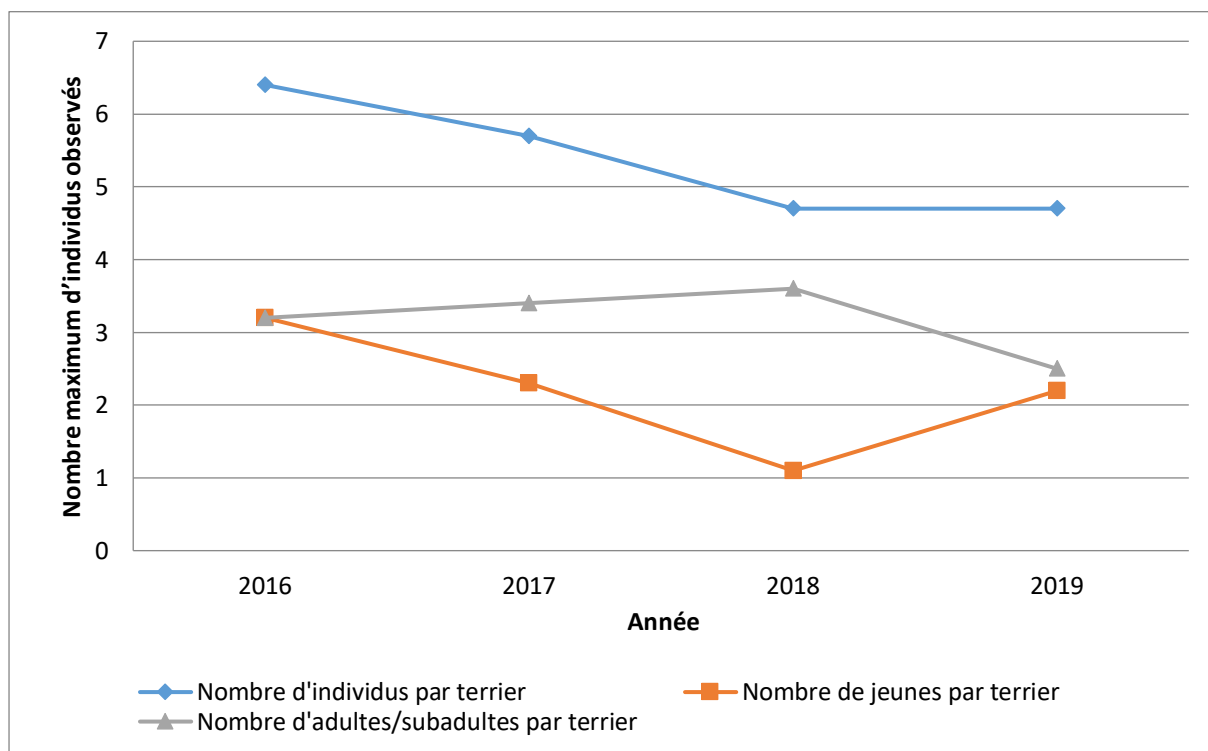


Fig. 220. Evolution de la population de *Marmota marmota* au sein des 15 terriers suivis

Pour chacun des 15 sites d'observation, un rapide relevé du pourcentage de pierrier au sein du territoire présumé de la famille a été réalisé. Trois grandes classes ont été constituées : les familles dont le territoire est très largement occupé par un pierrier (noté 100% pierrier même s'il ne s'agit pas nécessairement de 100% de leur territoire), les familles ayant environ 50% de leur territoire occupé par un pierrier et les familles situées en milieu à dominante prairiale, où la quantité de pierres ne dépasse pas les 25% du territoire.

Le graphique Fig. 221 présente l'évolution de la population observée par terrier répartie par type de milieu. Il apparaît qu'au fil du temps la population de marmottes ne semble pas évoluer de la même manière selon le milieu abritant la famille : celles habitant en milieu plus pierreux semblent diminuer plus fortement que celles habitant en milieu prairial. Ce phénomène pourrait être lié à l'abondance en ressources alimentaires différente près du pierrier (supposée moins importante en pierrier qu'en milieu prairial) qui serait plus influant que la protection face aux prédateurs. Il s'agira de voir si cette tendance se confirme au fil des années.



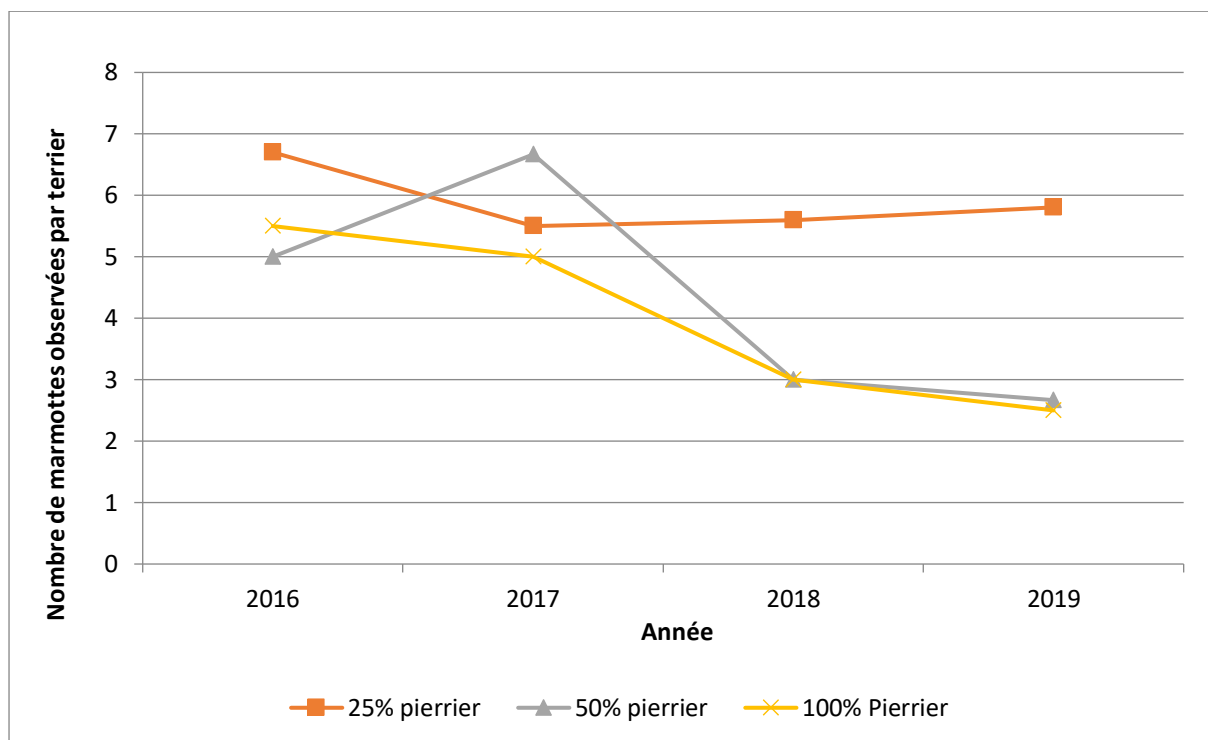


Fig. 221. Evolution de la population de *Marmota marmota* observée par terrier selon les types de milieu

En séparant les juvéniles des adultes/subadultes (Fig. 222), on s’aperçoit que l’évolution est assez différente. En effet, la population adulte et subadulte est relativement stable alors que l’effectif des juvéniles par terrier s’effondre, et ce d’autant plus que le pourcentage de pierrier au sein du territoire augmente. Ainsi, alors que pour les adultes et subadultes les baisses d’effectifs entre 2016 et 2019 sont de 10% quand le milieu est à dominante prairiale, et atteignent 30% dans les milieux plus pierreux, pour les juvéniles, les diminutions sont de, respectivement, 20%, 60% et 80% pour les territoires couverts par 25%, 50% et 100% de pierriers.

Par ailleurs, alors que la reproduction de 2019, qui a permis d’obtenir quasiment autant de jeunes qu’en 2017, leur répartition au sein des habitats n’est pas équivalente. En effet, les diminutions d’effectifs sont très importantes entre 2017 et 2019 au sein des territoires plus couverts par des pierriers (notés 50 et 100% Pierrier) – 60 et 80% respectivement – d’autant qu’entre 2016 et 2017 le nombre de juvéniles par terrier avait été stable. En revanche pour les familles habitant dans des territoires à dominante prairiale, le nombre de jeunes par terrier a augmenté de 40% (passant de 2,0 à 2,8 juvéniles par terrier).

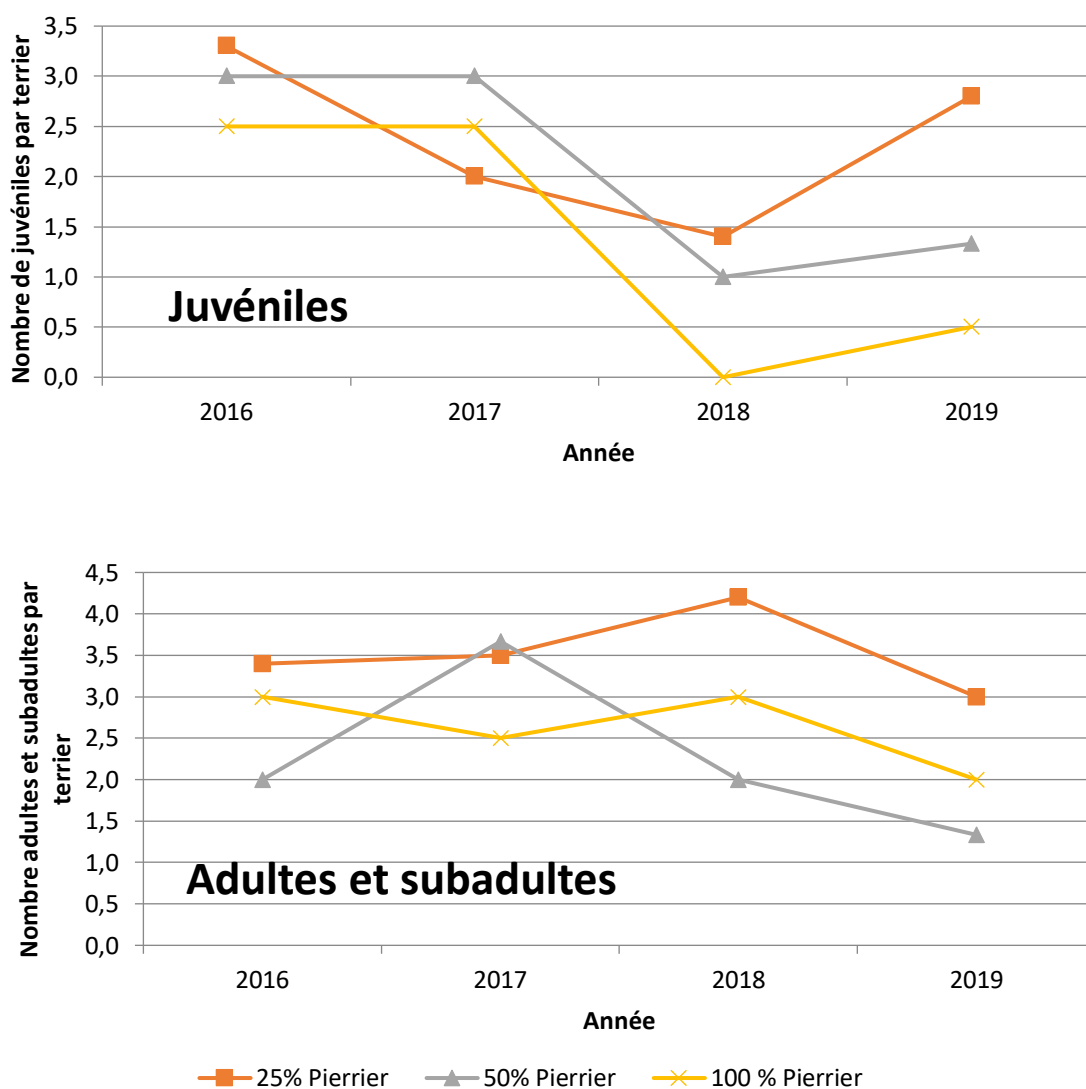


Fig. 222. Evolution par classe d'âge de la population de *Marmota marmota* observée par terrier selon les types de milieu

On note également que l'altitude des terriers peut jouer sur l'évolution de la population (Fig. 223). En effet, les terriers situés à basse altitude (plage de 1300-1700 mètres d'altitude) font état d'une baisse de la population totale observée plus importante qu'à des altitudes plus élevées, avec entre 2016 et 2019 une chute de près de 60% des effectifs alors qu'au-delà de 1700 m la chute n'est que de 20%.

Toutefois, l'évolution d'une année à l'autre reste très irrégulière avec certaines années des chutes de 30 ou 40% à basse altitude et à l'inverse à haute altitude (plage de 2000 à 2300 mètres d'altitude) une chute de 40% entre 2017 et 2019.

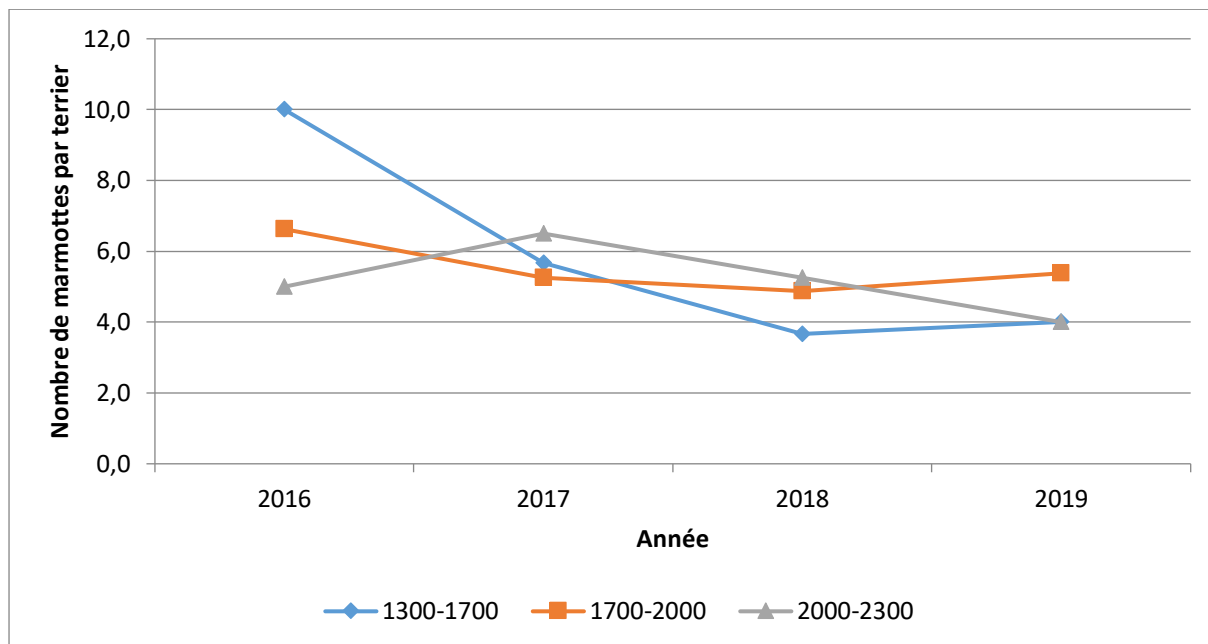


Fig. 223. Evolution de la population de *Marmota marmota* observée par terrier selon leur tranche altitudinale

En détaillant l'évolution de la population des juvéniles et adultes/subadultes (Fig. 224), l'évolution est assez différente.

Le nombre de jeunes à faible altitude est assez stable au cours des années. La forte diminution observée entre 2016 et 2017 peut être imputable à la prise en compte en 2017 de 2 nouveaux terriers, tous deux situés dans cette tranche altitudinale, puisqu'entre 2017 et 2019, le nombre de jeunes par terrier est très stable. A l'inverse, à des altitudes plus élevées, les variations annuelles chez les juvéniles sont plus marquées, en particulier à haute altitude (supérieure à 2000 m), avec des variations pouvant atteindre +70% (entre 2016 et 2017, par exemple) ou -90% (comme c'est le cas entre 2017 et 2018).

Chez les adultes, la taille de la population est assez stable à moyenne altitude (variation de l'ordre de 20%). A moyenne et haute altitudes, on retrouve la diminution du nombre d'adultes observée dans la population totale en 2019, alors qu'elle n'apparaît pas à faible altitude. En revanche, la population adulte à faible altitude chute fortement entre 2016 et 2018 (respectivement 40% et 50%). C'est elle qui est responsable de la baisse de la population globale à faible altitude observée dans le graphique précédent.

A haute altitude, la courbe des effectifs de juvéniles montre un pic en 2017 qui est retrouvée en 2018 chez les adultes et subadultes. De la même manière, en 2018 la chute des effectifs de juvéniles se traduit l'année suivante chez les adultes et subadultes par une diminution importante de leurs effectifs. Ce phénomène n'est pas visible de manière aussi évidente aux autres altitudes.

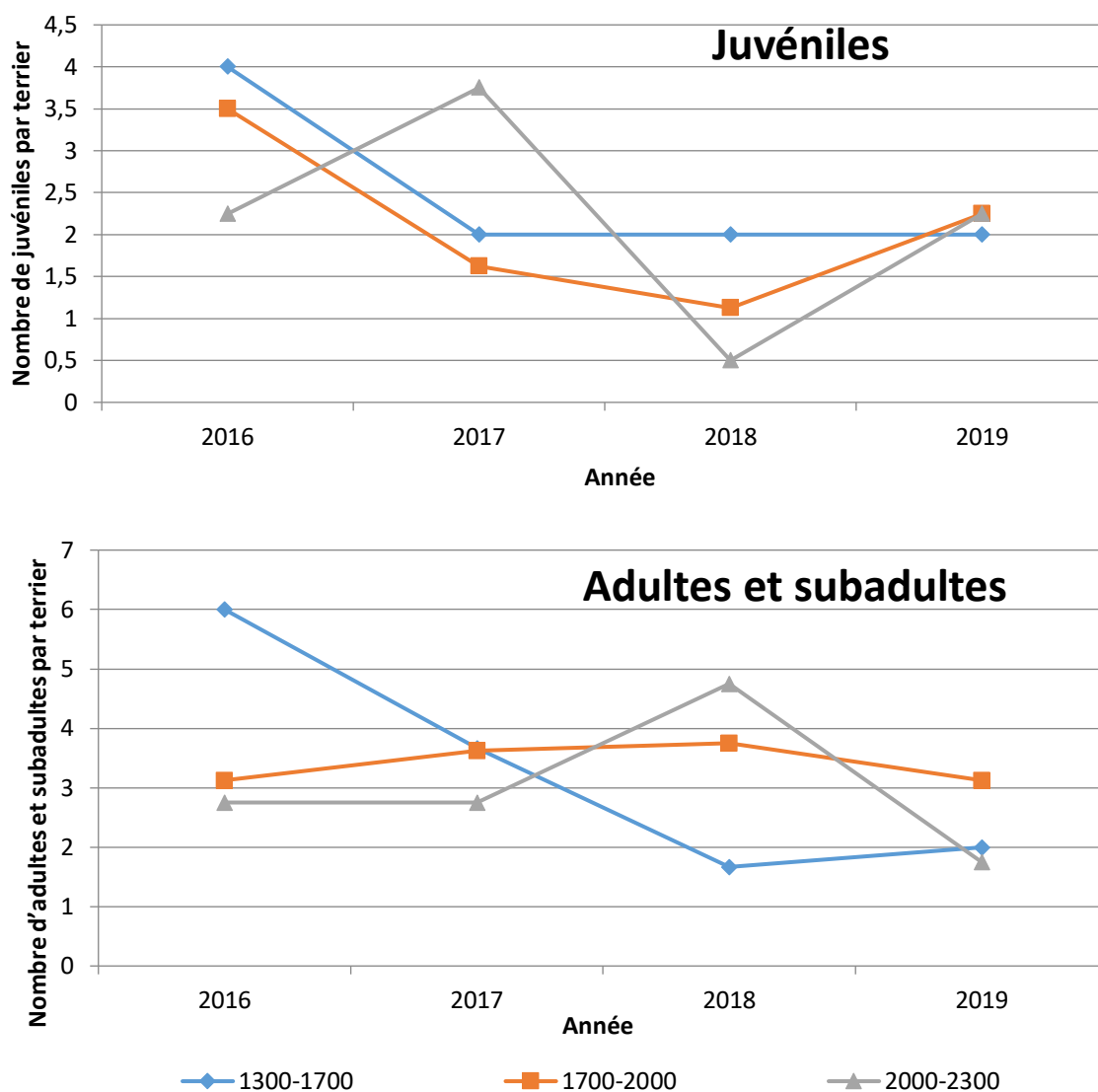


Fig. 224. Evolution par classe d'âge de la population de *Marmota marmota* observée par terrier selon leur tranche altitudinale

### 13.3.4 Etude de l'activité des marmottes

En travaillant sur l'ensemble des données recueillies par tranche de 10 minutes, une évolution de la fréquence d'observation des marmottes au cours du temps a été recherchée. Les graphiques suivants ont donc été réalisés en prenant en compte le nombre de marmottes relevées (n=1924) par tranche de 10 minutes sur le nombre de session de 10 minutes d'observation (n=741).

Les résultats présentés dans le graphique suivant (Fig. 225) indiquent clairement une chute des observations de marmottes (tout âge confondu) : entre 2016 et 2019, la population a diminué de 15% sur les 15 terriers suivis (cf. paragraphe ci-dessus) mais la détectabilité des marmottes, quant à elle, a été divisée par 2.

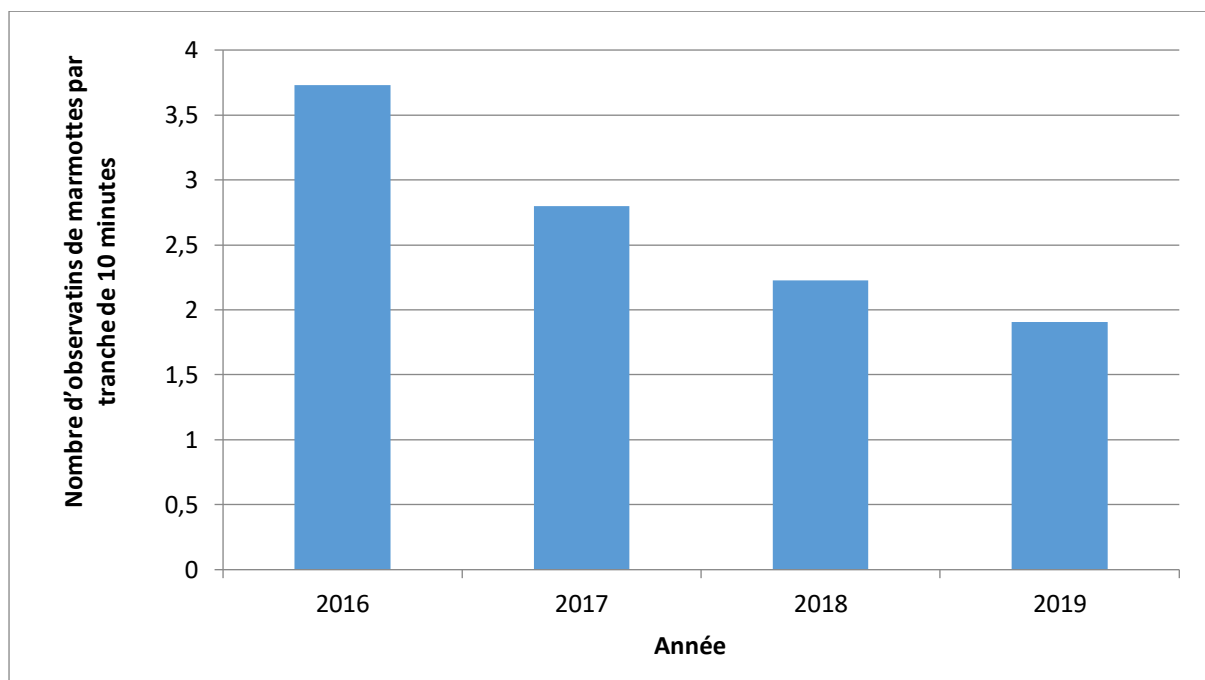


Fig. 225. Evolution de la détection de *Marmota marmota* au cours du suivi

L'hypothèse qui peut être émise suite à ce constat est que les marmottes ont une activité en dehors du terrier de moins en moins importante au cours des années de suivis. Le graphique Fig. 226 présente les réponses selon la classe d'âge. Les adultes sont plus constants que les juvéniles qui ont montré une diminution très importante de leur activité au cours des 3 premières années de suivi. A l'inverse, les adultes et les subadultes ont montré une certaine régularité dans leur taux de détection les trois premières années de suivi, en revanche celui-ci a baissé de près de 40% entre 2018 et 2019 pendant que pour les juvéniles une légère hausse de 20% apparaît.

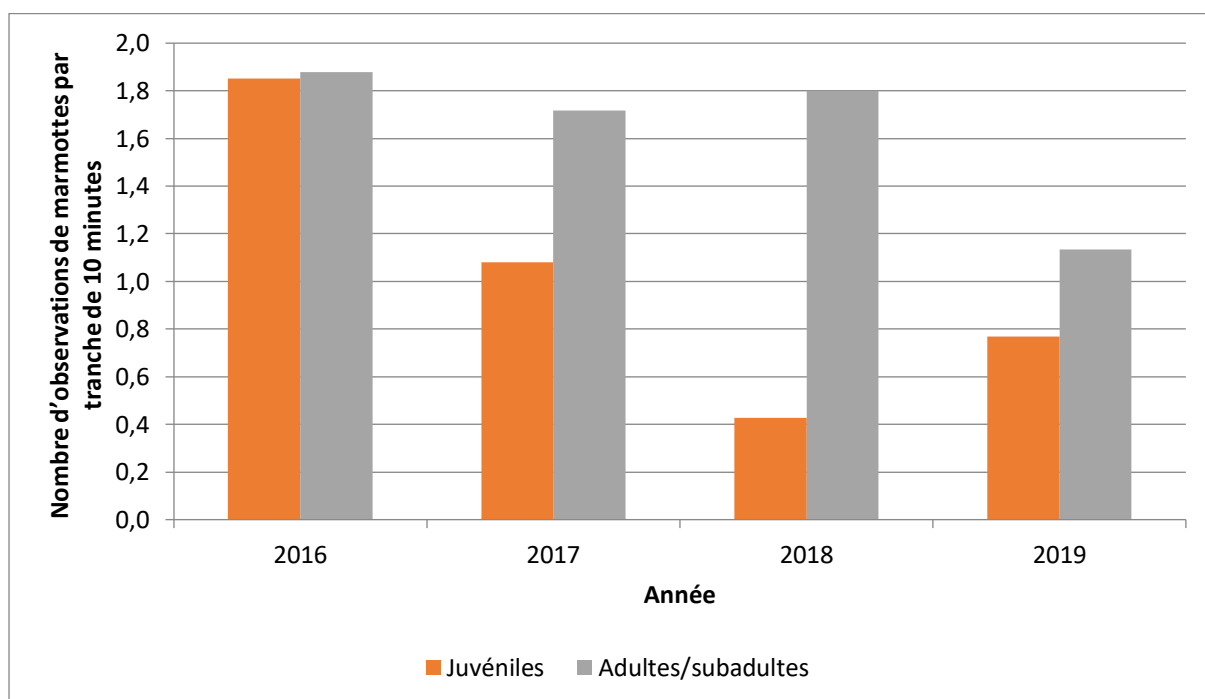


Fig. 226. Evolution par classe d'âge de la détection de *Marmota marmota* au cours du suivi

En contrôlant si cette évolution a un impact différent selon le milieu (Fig. 227) il apparaît que les marmottes en milieux prairiaux et en milieu contenant environ 50% de pierrier sont globalement plus impactées – avec des chutes entre 2016 et 2019 de 50 et 65% – que les marmottes en pierrier qui n'accusent une baisse de la détectabilité que de l'ordre de 25% en 4 années d'étude.

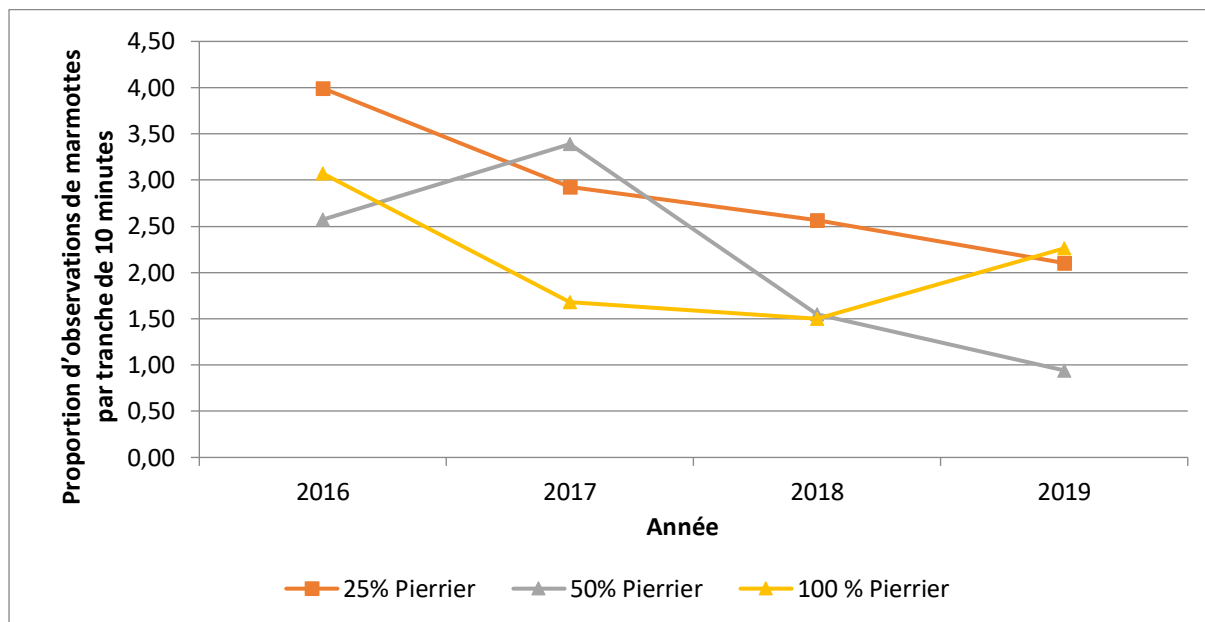


Fig. 227. Evolution de la détectabilité de *Marmota marmota* selon les milieux abritant les terriers

En s'attachant à la différence entre les classes d'âge (Fig. 228), on s'aperçoit que la diminution de la détectabilité est valable aussi bien pour les juvéniles que pour les adultes/subadultes. Elle est toutefois plus importante pour les jeunes que pour les adultes : elle est d'environ 50% dans les territoires à fort recouvrement de pierrier (notés 100%), de 55% pour les milieux prairiaux (notés 25% de pierrier) et de 75% pour les territoires à empiérement modéré (notés 50% de pierrier). Cette même hiérarchie est retrouvée chez les adultes avec des baisses plus faibles (respectivement 11%, 40% et 48%).



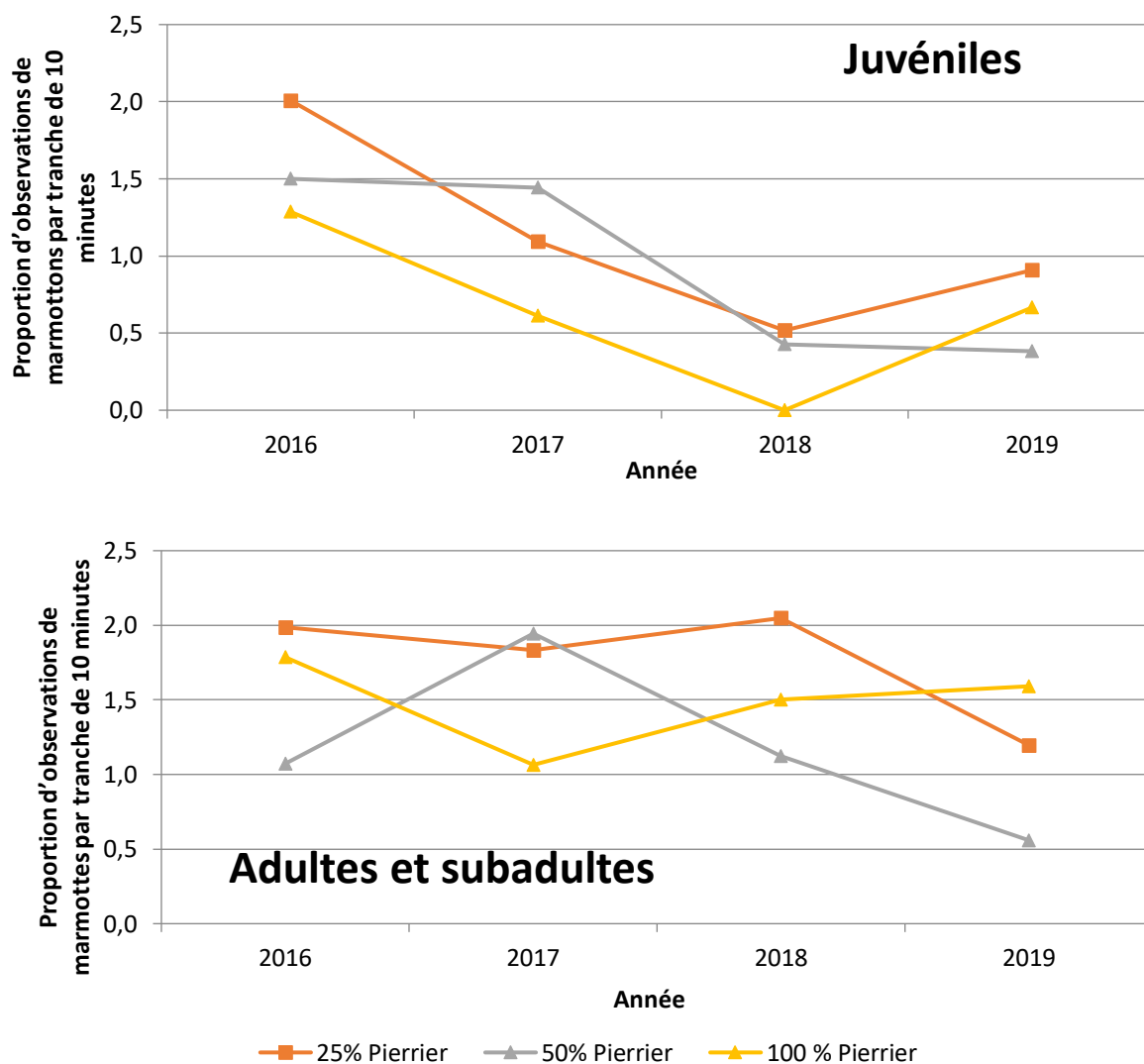


Fig. 228. Evolution par classe d'âge de la détectabilité de *Marmota marmota* selon les milieux abritant les terriers

L'évolution de la détectabilité au cours de l'étude suivant l'altitude des terriers (Fig. 229) montre une baisse importante pour les terriers situés à basse altitude et à moyenne altitude (un peu plus de 50% pour les deux), légèrement moins à haute altitude (35%). Toutefois les variations interannuelles sont fortes avec des chutes pouvant atteindre 30% certaines années et d'autres années avoir une relative stabilité (plus ou moins 8% de variations).

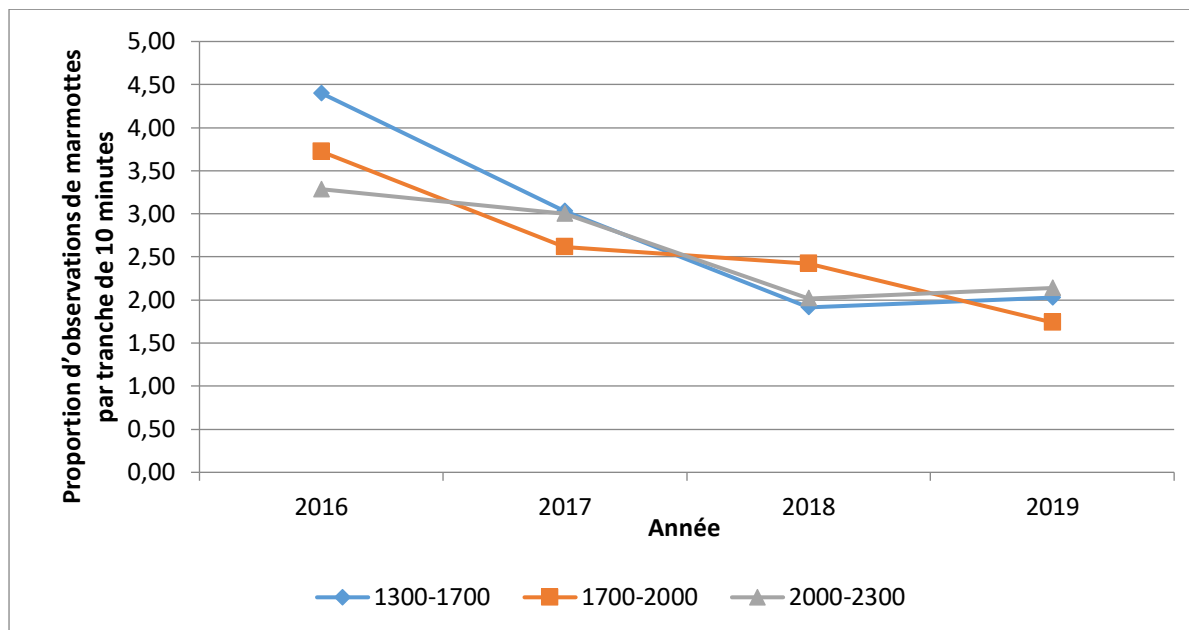


Fig. 229. Evolution de la détectabilité de *Marmota marmota* selon l'altitude des terriers

La différence de réponse des juvéniles et des adultes/subadultes (Fig. 230) est assez marquée :

- A basse altitude (en dessous de 1700 mètres), la détectabilité des juvéniles varie de 25% au cours des années de suivi, avec une grande variation interannuelle. Par ailleurs, cette baisse de détectabilité n'est due qu'aux variations entre 2016 et 2017 ; entre 2017 et 2019, la détectabilité étant à l'inverse légèrement à la hausse (+6%). Rappelons qu'entre 2016 et 2017, 2 terriers ont été ajoutés à cette classe (basse altitude), influant probablement sur ce résultat. A l'inverse, la détectabilité des adultes et subadultes chute de plus de 65% au cours des 4 années de suivis.
- A moyenne et haute altitude (au-dessus de 1700 mètres), la détectabilité des juvéniles a fortement chuté (respectivement de 68% et 50%) alors que celle des adultes/subadultes fait état d'une diminution plus modérée (respectivement 38% et 15%). Les variations interannuelles sont là encore très importantes mais sont toujours plus fortes chez les juvéniles que chez les adultes/subadultes.

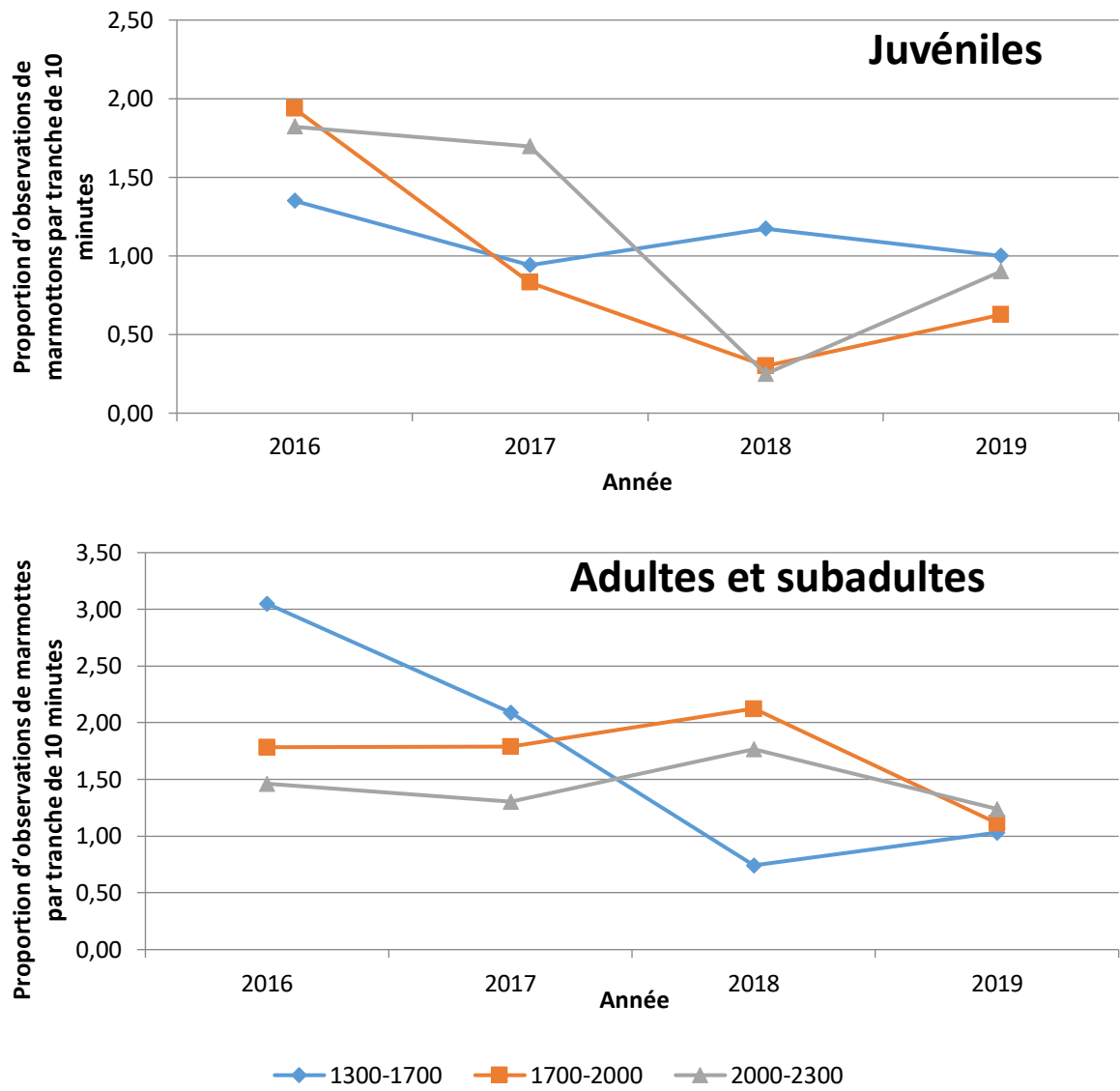


Fig. 230. Evolution par classe d'âge de la détectabilité de *Marmota marmota* selon l'altitude des terriers

## 13.4 Discussion

### 13.4.1 Taille de la population à l'échelle des 15 terriers suivis

La taille de la population générale a baissé de 15% en 4 années de suivi. Pour comparaison, la diminution observée dans les Alpes à l'échelle de la population de la Grande Sassièrre est nettement plus faible avec seulement 4% de baisse observée entre 2001 et 2013 (REZOUKI, 2018). Toutefois certaines années marquent une diminution de la population plus importante que d'autres et une étude sur 4 ans n'est pas comparable à une étude sur 23 ans. Avec une plus grande plage d'étude, il se laissera probablement au fil des années de suivi.

L'apparente stabilité des effectifs entre 2018 et 2019 est liée à une compensation de la diminution du nombre d'adultes par une augmentation du nombre de jeunes entre ces 2 années. En effet, 2018 a été une année avec une très faible reproduction (2/3 des terriers sans jeunes), alors que 2019 a montré un nombre de jeunes total équivalent à celui de 2017. La diminution du nombre d'adultes et de subadultes pourrait être le reflet du phénomène expliqué par Rézouki (2018). D'une part un faible recrutement en 2018 lié au faible nombre de jeunes implique qu'en 2019 les familles ont peu de subadultes. D'autre part, cette mauvaise reproduction en 2018 peut être le reflet d'un hiver difficile où le coût énergétique d'aide apportée par les *helpers* devient plus important, les incitant alors à quitter plus rapidement leur famille pour accéder au statut de dominants. Ainsi, en 2019 le nombre d'adultes et de subadultes est moins important.

Par ailleurs, la taille de la population semble varier différemment selon le milieu et l'altitude des terriers. En effet, les familles qui subissent le plus fortement la diminution de leur effectif au cours du temps sont celles qui habitent dans des territoires dominés par les pierriers. Deux hypothèses pour répondre à cette observation : la première est que les marmottes sont moins visibles dans les pierriers, la seconde que la taille de la population diminue effectivement de façon plus importante dans ces milieux. Dans le cas de la première hypothèse : les marmottes peuvent avoir une activité de surface moins importante. Ceci a été testée par la suite (cf.paragraphe suivants). Dans le cas de la seconde hypothèse, les familles situées en pierrier pourraient souffrir plus intensément des conditions climatiques. Cette hypothèse est appuyée par le fait que le nombre de marmottons dans ces familles a chuté plus drastiquement et qu'il remonte moins rapidement lors des années où le succès reproducteur au sein de la population étudiée est meilleur. Or TAFANI *et al.* (2013) a montré que la masse de la mère à l'émergence du printemps est un facteur déterminant sur le nombre de marmottons. Ainsi, si le milieu ne permet pas un engraissement suffisant ou induit un hiver plus difficile à supporter pour les marmottes, le nombre de jeunes diminue et à terme la population.

D'un autre côté, un deuxième paramètre influant sur la taille des populations a été noté : l'altitude du terrier. En effet, les terriers à moyenne et haute altitudes (au-delà de 1700 mètres d'altitude) ont des effectifs globalement plus stables au cours du temps, alors qu'à faible altitude une chute importante est notée entre 2016 et 2019 (60%).

A haute altitude, les effectifs des adultes et subadultes d'une année sont en lien direct avec les effectifs des juvéniles l'année précédente ; ce phénomène n'étant pas visible de manière aussi évidente aux autres altitudes. Ainsi, une hypothèse peut être avancée : à basse altitude les adultes cherchent plus à se disperser qu'à haute altitude. Si on se réfère au travail de Rézouki (2018), on peut imaginer que les conditions climatiques à hautes altitudes, avec une couche neigeuse suffisante, rend les *helpers* plus efficaces et leur apport en termes de coût énergétique moins important que le coût que représenterait leur départ. A basse altitude, le manteau neigeux étant plus faible, le coût que

représente l'aide apportée au réchauffement des juvéniles au cours de l'hiver devient trop important et les adultes subordonnés préfèrent quitter leur famille.

### 13.4.2 Activité de *Marmota marmota*

Quantifier l'activité des marmottes au cours du temps est approchée par la notion de détectabilité des marmottes. En effet, il est considéré qu'un animal visible est actif, même s'il est en insolation, a *contrario* il est considéré comme inactif s'il n'est pas visible. Il se situe donc normalement dans le terrier, supposément au repos.

La détectabilité des marmottes montre une diminution régulière d'année en année. Entre 2016 et 2019, cet indice d'activité a été divisé par deux. Ainsi, globalement l'activité des marmottes a été réduite de moitié. Bien que le protocole de suivi ait légèrement changé entre 2016 et 2017 avec notamment des observations en soirée qui ont été abandonnées dès la seconde année du suivi, les horaires et les temps d'observation sont équivalents pour les 3 autres années. La baisse étant constante d'année en année, la modification marginale de protocole ne peut, à elle seule, expliquer ce résultat. Par ailleurs, la taille globale de la population observée est équivalente en 2016 et 2017 puis entre 2018 et 2019 et la diminution de la population entre 2016 et 2019 est de 15%. De ce fait, la diminution de la détectabilité semble être effectivement le reflet d'une baisse de l'activité par les marmottes.

Les adultes ont montré une activité plus régulière au cours des trois premières années de l'étude mais a diminué de plus de 40% en 2019. A l'inverse, les juvéniles ont montré une chute importante jusqu'en 2018 et une légère remontée en 2019. Les marmottes sont des animaux diurnes pour lesquels la période estivale constitue normalement une période d'engraissement avec une faible inactivité (BONESI *et al.*, 1996). Une activité réduite peut limiter l'engraissement des animaux les rendant plus fragiles face aux conditions hivernales. On peut penser qu'avec l'augmentation de la chaleur, les marmottes passent moins de temps hors de leur terrier, ceux-ci se cachant aux heures les plus chaudes (TÜRK & ARNOLD, 1988 *In* Rézouki, 2018).

La détectabilité des marmottes a baissé dans tous les milieux mais le taux de cette diminution variait selon les milieux occupés par les familles. Les observations des marmottes vivant dans des pierriers montrent une chute moins importante de la détectabilité au cours de l'étude (même si les variations interannuelles peuvent être assez importantes). Si on estime qu'avec l'augmentation de la chaleur, les marmottes passent moins de temps hors de leur terrier. Il est possible qu'en pierrier les ressources alimentaires étant plus disparates, les marmottes soient contraintes à une plus grande activité en dehors du terrier liée à une plus longue activité de recherche alimentaire.

La détectabilité varie également en fonction de l'altitude. En effet, dans les familles situées à faible et moyenne altitude (inférieure à 2000 mètres) une baisse d'activité d'un peu plus de 50% est détectée, légèrement moins à haute altitude (35%). L'activité des juvéniles à basse altitude (en dessous de 1700 mètres) diminue nettement moins que celle des adultes et subadultes (65% depuis 2016). A l'inverse, à moyenne et haute altitude (soit au-dessus de 1700 mètres), c'est l'activité des juvéniles qui a le plus fortement chuté (plus de 50%). Une hypothèse pourrait être qu'avec l'altitude les modifications climatiques sont plus intensément ressenties par les animaux. Ainsi, à moyenne et haute altitudes, les jeunes, plus sensibles que les adultes, s'extrait plus des conditions climatiques en restant plus longtemps dans le terrier. Les adultes, quant à eux, maintiennent leur activité. A basse altitude, les jeunes ne cherchent pas autant à se cacher qu'à plus haute altitude et maintiennent leur taux de détectabilité. En revanche, les adultes et subadultes, qui voient leur activité décroître

drastiquement à faible altitude, peuvent peut-être profiter d'une saison d'alimentation plus longue et n'ont pas besoin d'une activité aussi soutenue au quotidien pour assurer un engraissement satisfaisant.

### 13.4.3 Evaluation du protocole

Le dérangement au cours du temps ne varie pas de manière importante. Le protocole est simple à reproduire d'une année à l'autre et permet d'obtenir des résultats comparables entre eux. L'ajout en 2017 de 2 sites d'études complémentaires en basse altitude permet de réaliser des analyses sur plusieurs classes altitudinales. 15 terriers constituent un échantillon tenable en termes de temps d'étude dans de bonnes conditions et en termes de représentativité à l'échelle de la vallée d'Ossau.

Les deux paramètres étudiés ici sur les variations de population et de l'activité que sont l'altitude du terrier et la couverture de pierrier sur le territoire ne sont pas indépendants l'un de l'autre. En particulier, les terriers situés à faible altitude (moins de 1700 mètres) ne sont jamais en milieu totalement empierré (classe 100% pierrier) et inversement à haute altitude (au-delà de 2000 mètres) aucun terrier n'est en milieu prairial (classe 25% pierrier).

Par ailleurs, une part de la variation de l'activité (et donc de la détectabilité) des animaux est liée à la variation de la taille de la population (15% en 4 ans d'étude) et lorsque les données sont détaillées entre les juvéniles et les adultes, la sensibilité de ce paramètre à la taille de la population est encore plus grande étant donné les diminutions différentielles d'effectifs (20% pour les juvéniles et 10% pour les adultes).

Enfin, seuls 2 paramètres ont été testés sur l'évolution de la population et de l'activité (le milieu et l'altitude). Il serait pertinent d'en tester d'autres :

- Les études menées sur les marmottes dans les Alpes à la Grande Sassièrre font des liens entre le succès reproducteur et les conditions climatiques à certaines périodes clés du cycle de vie des marmottes (en été de l'année précédente, au cours de l'hiver et au printemps).
- Les conditions météorologiques en phase d'activité (été) pourraient peut-être expliquer la baisse de l'activité de surface notée ici, par exemple en prenant en compte les conditions météorologiques des jours précédents comme Salharang (2001) le suggère.
- Sala *et al.* (1996) ont observé une différence de temps alloué au repos et à l'alimentation en fonction de la pente. Ce paramètre pourrait être testé en 2020 afin d'expliquer nos résultats.

Des paramètres météorologiques ont été recueillis par Météo France et par des stations météorologiques positionnées au plus près des terriers. Il s'agira donc en 2020 de tenter de relier ces données météorologiques et climatiques à l'évolution de la population de marmottes. Par ailleurs, la donnée « pente du territoire » pourra être calculée à partir des cartes IGN.

Enfin, un suivi sur une plus longue durée permettra d'obtenir plus de données et constituer des analyses statistiques permettant de confirmer ou d'infirmer les observations de terrain présentées dans ce rapport.



## 13.5 Conclusion

Ces quatre années d'études ont permis de constituer un protocole de suivi de 15 familles de marmottes et d'obtenir des résultats exploitables quant à l'évolution de leur effectif et de leur reproduction.

La taille de la population générale a chuté de manière assez importante (15%) en 4 années de suivi. Avec une plus grande plage d'étude, le taux de diminution se lissera probablement au fil des années de suivi. La baisse des adultes/subadultes à basse altitude – indice possible de leur dispersion selon le principe exposé par Rézouki (2018) – sera particulièrement à suivre.

Les familles situées en pierrier pourraient souffrir plus intensément des conditions climatiques. Cette hypothèse est appuyée par le fait que le nombre de marmottons dans ces familles a chuté plus drastiquement et qu'il remonte moins rapidement lors des années où le succès reproducteur au sein de la population étudiée est meilleur. Or TAFANI *et al.* (2013) a montré que la masse de la mère à l'émergence du printemps est un facteur déterminant sur le nombre de marmottons. Ainsi, si le milieu ne permet pas un engraissement suffisant ou induit un hiver plus difficile à supporter pour les animaux, le nombre de jeunes diminue.

Pour les animaux en milieu prairiaux, c'est la population adulte qui baisse alors que la diminution d'effectifs est moins importante chez les juvéniles. Or Rézouki (2018) explique que les conditions climatiques avec une couche neigeuse suffisante, rend les *helpers* plus efficaces ou, leur apport en termes de coût énergétique moins important que le coût que représenterait leur départ. De ce fait, on peut penser qu'à basse altitude le manteau neigeux devenant de plus en plus fin au fil du temps, le coût que représente l'aide apportée au réchauffement des juvéniles au cours de l'hiver devient trop important et les adultes subordonnés préfèrent quitter leur famille. On peut penser qu'à haute altitude le manteau neigeux reste encore suffisamment important pour que ce phénomène ne soit pas apparu.

Globalement l'activité des marmottes a été réduite de moitié en 4 ans. Le taux d'activité des adultes a été maintenu au cours des trois premières années de l'étude avant qu'il ne baisse de plus de 40% en 2019. A l'inverse l'activité des juvéniles ont montré une chute importante jusqu'en 2018 et une légère remontée en 2019. On peut penser qu'avec l'augmentation de la chaleur, les marmottes réduisent leur activité ce qui peut limiter l'engraissement des marmottes les rendant alors plus fragiles face aux conditions hivernales.

Les marmottes vivant dans des pierriers montrent une chute moins importante de la détectabilité au cours de l'étude. L'hypothèse émise est que, malgré l'augmentation de la chaleur, il est possible qu'en pierrier les ressources alimentaires étant plus disparates, les marmottes soient contraintes à une plus grande activité en dehors du terrier liée à une plus longue activité de recherche alimentaire.

A moyenne et haute altitudes, les jeunes restent plus longtemps dans le terrier. Les adultes, quant à eux, maintiennent leur activité. A basse altitude, les jeunes ne cherchent pas pour autant à se cacher qu'à plus haute altitude et maintiennent leur taux de détectabilité. En revanche, les adultes et subadultes, qui voient leur activité décroître drastiquement à faible altitude. Une hypothèse pourrait être qu'avec l'altitude les modifications climatiques sont plus intensément ressenties par les marmottes. A moyenne et haute altitudes les juvéniles, plus sensibles que les adultes, évitent les périodes chaudes qui sont de plus en plus longues. Alors qu'à faible altitude, les adultes peuvent peut-

être profiter d'une saison d'alimentation plus longue et n'ont pas besoin d'une activité aussi soutenue au quotidien pour assurer un engraissement satisfaisant.

D'autres études sont à mener et, en 2020 l'objectif sera de tenter de relier les évolutions observées de la population avec les conditions climatiques et météorologiques. Une nouvelle année d'étude permettra peut-être de confirmer ou d'infirmier les tendances actuelles. Dans ce sens, des études statistiques seront menées pour appuyer ou non certaines hypothèses. Par ailleurs, d'autres sites à faible altitude peuvent être à rechercher. En effet, il a été vu que le site de Balour est fragile, avec le risque que le seul individu vu ces 2 dernières années vienne à disparaître.

Enfin, une autre approche pourrait venir compléter les données de suivi des familles. En effet, le Parc National du Mercantour propose une étude permettant d'actualiser la répartition de la marmotte mais aussi de suivre l'évolution des zones colonisées ou délaissées au sein du Parc. Suivre cette évolution permettrait de suivre indirectement la dispersion des adultes subordonnés qui quittent leur famille afin d'accéder au statut de dominant. Pour cela, le Parc du Mercantour s'est équipé d'un outil d'inventaire participatif dédié aux marmottes (Obs'Mercantour). Cistude Nature pourrait peut-être envisager d'intégrer la marmotte à l'observatoire du climat et tenter de faire des prospections systématiques à l'instar de Salharang (2001).