

**COLONIZATION PROCESS AFTER (RE)INTRODUCTION
IN THE ALPINE MARMOT (*Marmota marmota*)
ПРОЦЕСС КОЛОНИЗАЦИИ ПОСЛЕ (РЕ)ИНТРОДУКЦИИ
У АЛЬПИЙСКОГО СУРКА (*Marmota marmota*)
LE PROCESSUS DE COLONISATION APRÈS (RE)INTRODUCTION CHEZ LA
MARMOTTE ALPINE (*Marmota marmota*)**

O. Giboulet, S. Louis, Yu. Semenov, R. Ramousse
О. Жибуле, С. Луи, Ю. Семенов, Р. Рамюс

Laboratoire de Socioécologie & Conservation,
UCB Lyon 1, 43 Bd du 11/11/1918, 69622 Villeurbanne - FRANCE
Лаборатория социозкологии и охраны (природы),
Университет Клода Бернара Лион 1
ФРАНЦИЯ

Abstract

Surveys of 3 (re)introduction sites had been done in order to study the spatial colonization processes in the alpine marmot. To detect factors involved in the choice of settlement sites, marmot presence in squares of 100 m² was recorded regularly on grid maps of each sites. Furthermore, a survey of several family groups spatial installation was done, and allowed to appreciate speed and steps of the colonization process. Results obtained suggest that rocky elements were the main factor involved in marmots settlement choice. They were used as starting point by the family group, who only spread later a network of burrows in the surrounding meadows. The prominent part of rocky elements in the colonization process might be due to the fact that they represent natural shelters for marmots.

Key-words: *colonization, (re)introduction, Marmota marmota*

Резюме

Были проведены наблюдения в трех пунктах (ре)интродукции альпийского сурка с целью изучения колонизации им территории. Для выявления факторов, ответственных за выбор сурками местообитаний, фиксировалось наличие сурков в квадратах по 100 м² на карте каждого участка. Проводилось также слежение за пространственными предпочтениями нескольких семейных групп, что позволило установить скорость и этапы процесса колонизации. Полученные результаты позволяют предполагать, что главным фактором является наличие скальных элементов. Они служат "точками старта" поселения группы, затем создающей сеть нор в окружающих лугах. Очевидное значение скальных элементов для процесса колонизации, вероятно, в том, что они предоставляют животным естественную защиту.

Ключевые слова: *колонизация, (ре)интродукция, Marmota marmota*

Résumé

Des suivis de trois sites de (re)introduction ont été réalisés afin d'étudier les processus de colonisation spatiale chez la marmotte alpine. Pour déceler les facteurs conduisant les marmottes à choisir les sites d'installation, nous avons reporté régulièrement la présence des marmottes dans des carrés de 100 m² sur des cartes de chaque site. Par ailleurs nous avons aussi suivi l'installation spatiale de plusieurs groupes familiaux, afin d'apprécier la vitesse et les étapes du processus de colonisation. Les résultats obtenus suggèrent le rôle prépondérant des éléments rocheux pour la fixation des marmottes sur un site. Ils servent souvent de point de départ pour le groupe familial, qui n'établit qu'ensuite un réseau de terriers dans les pelouses adjacentes. Le rôle clef des éléments rocheux dans le processus de colonisation pourrait être dû au fait qu'ils représentent des abris naturels pour les marmottes.

Mots clés : *colonisation, (re)introduction, Marmota marmota*

Introduction

By the end of the Pleistocene, the alpine marmot (*Marmota marmota*), occurred in a large part of France (Ramousse & Le Berre 1993), but with the retreat of quaternary's glaciers, its distribution shrunk and the species found refuge in mountainous areas. Subsequently, it disappeared from several of these areas because of ecological changes or anthropogenic impacts; at the middle of this century, it was presented only in the alpine districts (Fig. 1).

Since the 1960s, transfers of alpine marmots were undertaken in France in order to reintroduce this species to some mountainous locations where it had disappeared (Ramousse et al. 1992, 1993; Ramousse & Le Berre 1993).

These transfers, which are still continuing, are unique opportunities to gain some understanding of the very complex colonization process of this social species. It is considered to have a monogamous familial social structure (Barash 1989; Arnold 1990; Perrin et al. 1993a, b), and to be territorial. Usually family groups are composed of a pair of reproductive adults and its litters of the previous years. Young marmots became mature at 3-years-old. Then they must leave the family group in order to find a new territory to reproduce; they disperse. Subsequent monitoring of settlement groups in reintroduction areas is an easy way to detect the factors that determine the choice of settlement sites and the directions of spreading during dispersion.

Study sites and methods

Several introduction operations have been followed since the year 1992. Three cases will be presented here:

1) the Mt Vallier introduction

Marmots were introduced in the Mt Vallier fauna reserve of the French National Forestry Office (ONF), located in the Central Pyrenees (Ariege). It consists of a limestone massif of an elevation between 700 and 2800 m, with numerous alpine meadows and screes. Six marmots (3 males and 3 females) were released in 1961, 1965 and 1972, in three different locations (Nebel & Franc, 1992). This operation is the oldest (more than 30 years) we are following.

2) the Royan reintroduction

Marmots were reintroduced in the plateau of "Fond d'Urle", located in the Vercors massif (Drome). It consists of a limestone plateau at 1500 m of elevation, with an alpine meadow vegetation, and bordered by cliffs on its south side. A total of 55 marmots were released between 1983 and 1985 by an association of nature protection (Michelot, 1991).

3) the Val drome introduction

Marmots were introduced at the Val drome mountain, located in the Diois massif (Drome). It consists of a little limestone mountain of an elevation between 1000 to 1800 m, with an alpine meadow vegetation. In 1992, the Agricultural and Forestry District Direction (DDAF) released 19 marmots, and since this time, it released some marmots every spring in order to reinforce the acclimatized population: 24 in 1993, 4 in 1994, 23 in 1995, 20 in 1996 (Bonnet Arnaud et al., 1996). This is the more recent (5 years) operation we are following.

On each site, since 1992, marmot presence in squares of 100 square meters, was regularly recorded on a grid map, in order to establish the principal ecological factors implicated in the settlement of a colony on a particular site. Then the observed repartition is compared to a theoretical repartition, that will be expected for a random distribution, by a chi square statistical test.

Furthermore, a survey of several family groups, allowed us to plot regularly the position of the new burrows and presence indexes. This work allowed us to appreciate the speed of the spatial colonization process, and its possible steps.

Results and discussion

The analysis of marmot settlement's map obtained at the Royan site, shown that marmot's settlement after a reintroduction were mostly explained by one factor : the presence of rocky elements. Alpine marmots always settled in a place where stones, rocks, screes, or cliffs, are present. 86.5 % of the colonized squares contained such elements (Fig. 2). A test of the repartition of marmots in the squares show that they are much more present in the rocky squares than expected with an independent distribution (Fig. 3).

The same conclusion is arrived at with the directions of spreading, which are following the rocky axes (mostly cliffs).

In the two other cases of the Mt Vallier and Valdrome introductions, the same results were observed. Respectively 67% and 60.3% of the colonized squares contained rocky elements (Fig. 4), and the proportion of marmot in this squares was always significantly higher than expected with an independent distribution (Fig. 3). The animals also spread along the rocky axes of the introduction sites.

Thus, marmots did not settled randomly, but really choose the places for settling. But curiously, the open grassland, with middle slope and good sun exposure, described by Allaine et al. (1994), or Bassano et al. (1992) as the preferred environment choose by alpine marmots, were not colonized, in our introduction sites.

This choice may probably be explained by the way of life of marmots. This ground dwelling animals, when introduced to a new environment, first search for security. Digging burrows in the insecure meadow areas is expensive in time and energy. As a result marmots discards alpine meadows in favour of screes or cliffs which offer them natural shelters, until they become familiar with their new environment. In a second time they dig burrows in meadows areas and colonise them, as we have observed it in the oldest case we are following, the Mt Vallier reserve, especially in the Spanish side (Fig. 4).

The results obtained from the survey of some family groups' spatial occupation, were similar, and confirmed these observations.

In the first group, we observed that the first year marmots settled and arranged burrows in a scree. Then year after year, they dug shelters and burrows all around the scree, and finally in the surrounding alpine meadows (Fig. 5).

For the second group, the same evolution is observed. They settled in a big scree, near the release point, and within 6 years, constructed a network of shelters and burrows around the scree to colonise alpine meadows (Fig. 6).

In all the other studied groups, this 3 step were always present. Slowly, the territory explored by the group increased and stood farther from the "scree". The shelter role of the scree was gradually insured by the numerous burrows dug by the marmots everywhere in the territory. It seems that the speed of this phenomenon is in relation with the size of the group. The more marmots are numerous, the more colonization is quick. On the contrary, we observed momentary extinction of several groups. But after a few years, this sites were re-colonized by new individuals, which used again the existing old burrows, increased the number of burrows, and continued the colonization. The presence of abandoned burrows, as well as the presence of rocky elements, should be important cues in the colonization dynamic.

So it appeared that it was very important for (re)introduced alpine marmots to have natural protection such as screes or cliffs, to found refuges in unknown environment. From such a settlement point, they could after colonise their natural biotope: the alpine meadows. This will be done more especially rapidly as the group size is high.

These considerations should be taken into account for future (re)introductions, to maximize their success.

It would be interesting to observe whether in natural population this importance of rocky elements is maintained, particularly during dispersion of young marmots. Do marmots try to colonise new areas, and what kind, or do they only try to occupy existing territories?

Also, it would be interesting to know what is occurring in the other species of marmots, especially in the species living in plains, where rocky elements are scares.

REFERENCES / ЛИТЕРАТУРА

- Arnold W. 1990. The evolution of marmot sociality: I. Why to disperse late? *Behav. Ecol. Sociobiol.* 27: 229-237.
- Barash D.P. 1989. Marmots social behaviour and ecology. Stanford University Press, California.
- Bonnet-Arnaud P., Giboulet O., Traversier J.L. & Ramousse R. 1996. Re-introduction survey of Alpine Marmot in Valdrome. In *3eme Journee d'etude sur la marmotte alpine*. Ramousse R. & Le Berre M. Eds, International Marmot Network, Lyon: 11-23.
- Michelot J.L. 1991. Les reintroductions animales en Rhone-Alpes. Region Rhone-Alpes et FRAPNA Eds: 232p.

- Nebel D. & Frank R. 1992. The introduction of the marmot (*Marmota marmota*) into the Mont-Vallier nature reserve, and the history of its subsequent colonization between 1961 and 1991. In *Proc. First Int. Symp. on Alpine Marmot and on Genus Marmota*.- Bassano B., Durio P., Gallo Orsi U & Macchi E. Eds., Aoste-Italia: 253-255.
- Perrin C., Allaine D., Le Berre M. 1993a. Socio-spatial organization and activity distribution of the alpine marmot *Marmota marmota*: preliminary results. *Ethology* 93: 21-30
- Perrin C., Coulon J., Le Berre M. 1993b. Social behaviour of alpine marmots (*Marmota marmota*): seasonal, group, and individual variability. *Canadian Journal of Zoology* 71: 1945-1953.
- Ramousse R., Martinot J.P. & Le Berre M. 1992. Twenty years of re-introduction policy of alpine marmots from the National Park of La Vanoise (French Alps). In *Proc. First Int. Symp. on Alpine Marmot and genus Marmota*. Bassano B., Durio P., Gallo Orsi U & Macchi E. Eds., Aoste- Italia: 171-177.
- Ramousse R., Le Berre M. & Massemin S. 1993. Le paradoxe des re-introductions de la marmotte en France. *Bulletin de la Société Zoologique de France*, 118 (3) : 287-294.
- Ramousse R. & Le Berre M. 1993. Reflexions sur les procedures de transfert de la marmotte alpine. *Ibex - Journal of Mountain Ecology*, 1: 1-5.

FIGURES / РИСУНКИ

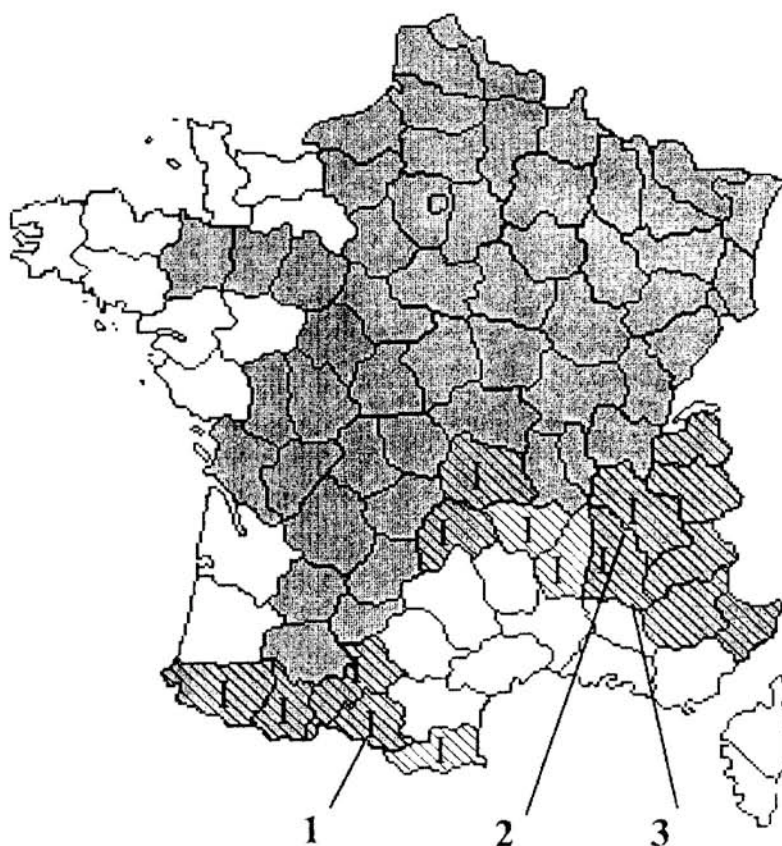


Fig. 1. Past and Present district repartition of *Marmota marmota* in France. Actual repartition: streaked districts. Pleistocene repartition: grey districts. Introduction operations are indicate by an "I". Study sites: 1: Mt Vallier; 2: Royan ; 3: Val drome.

Рис. 1. Распределение сурков по районам Франции в прошлом и настоящем. Нынешнее распространение - заштрихованные районы. Распространение в плейстоцене - серые районы. Пункты интродукции отмечены знаком "I". Районы исследований: 1 - Mt Vallier, 2 - Royan, 3 - Val drome.

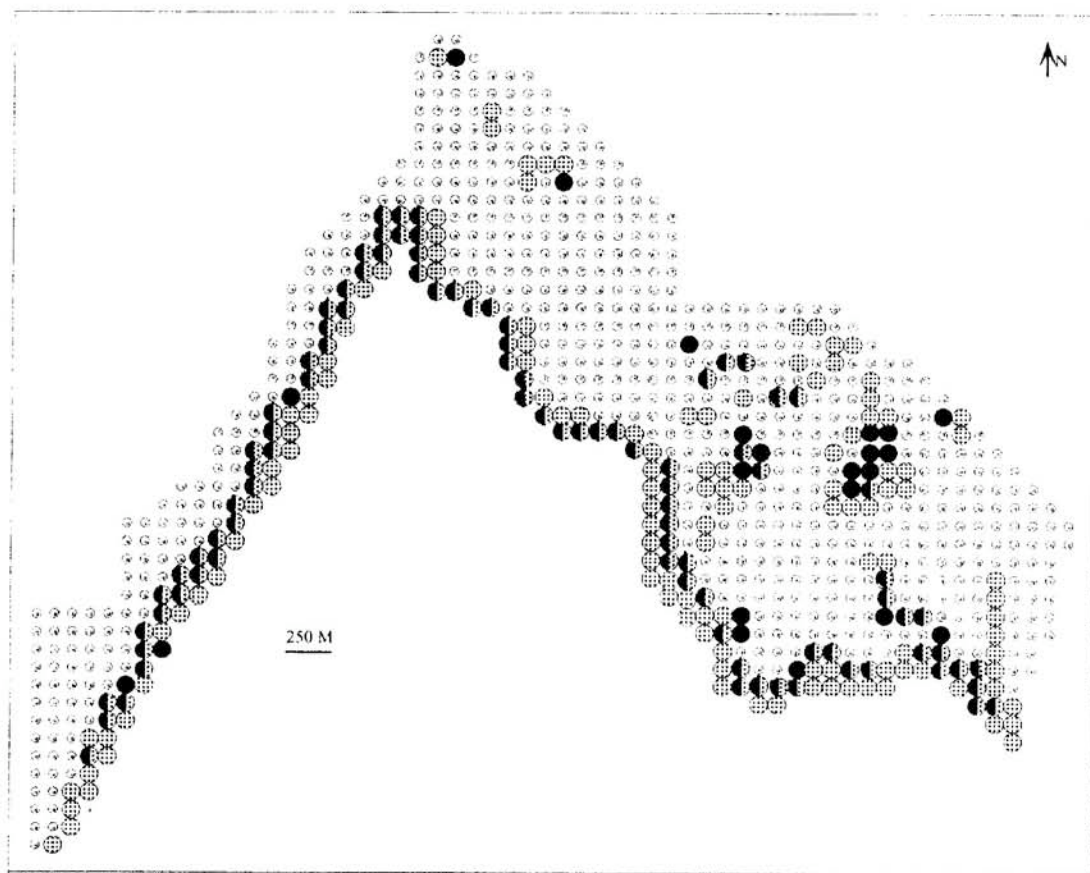


Fig. 2. Colonization of the Royan site by alpine marmots. Black circle: square with marmots. Dotted circle: square with rocky elements.

Рис. 2. Заселение альпийским сурком участка Royan. Черные кружки - квадраты с сурками. Кружки с точками - квадраты со скальными элементами.

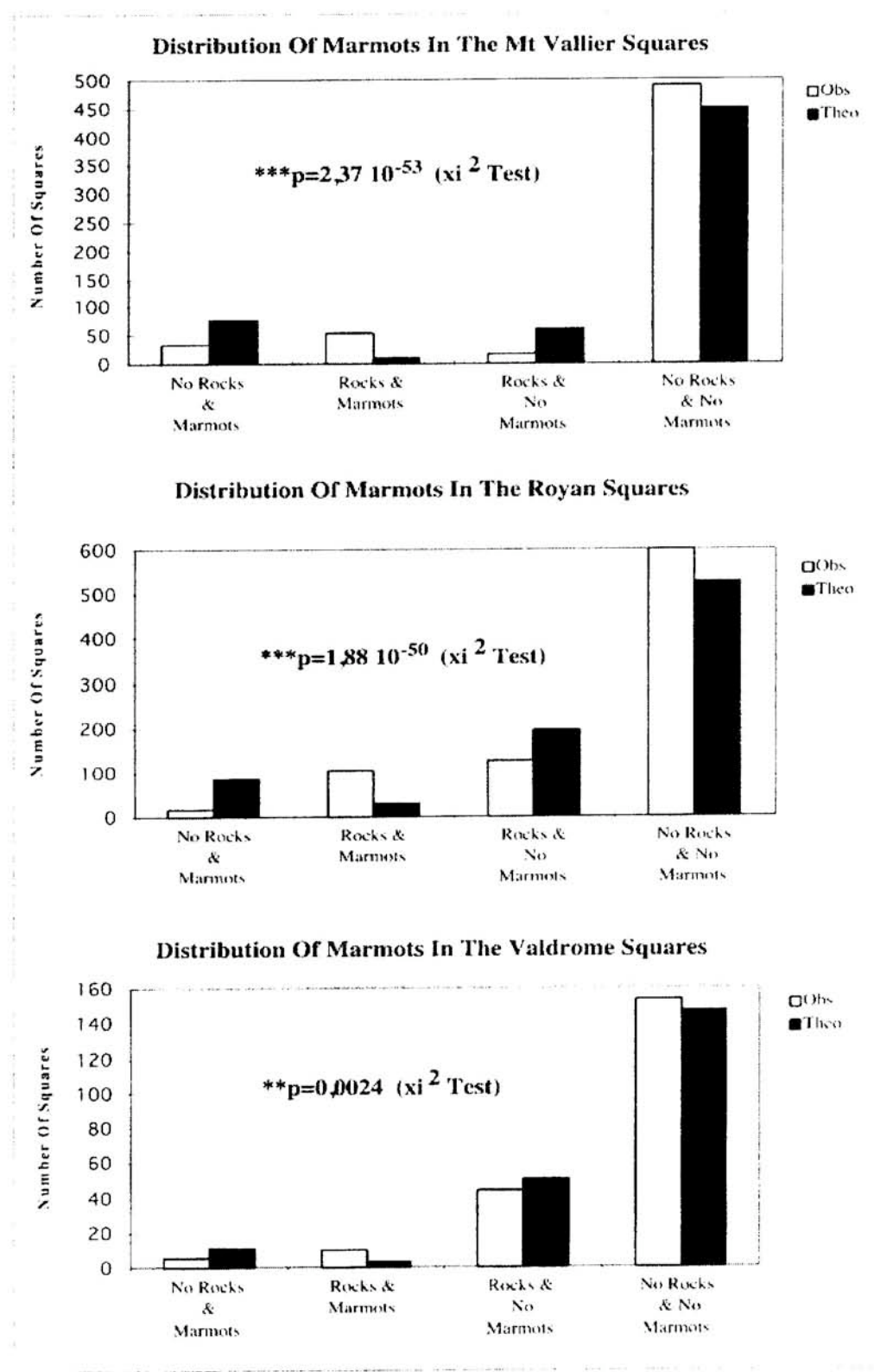


Fig. 3. Ecological repartition of marmots in the three study sites.

Рис. 3. Экологическое распределение сурков на трех участках исследований.

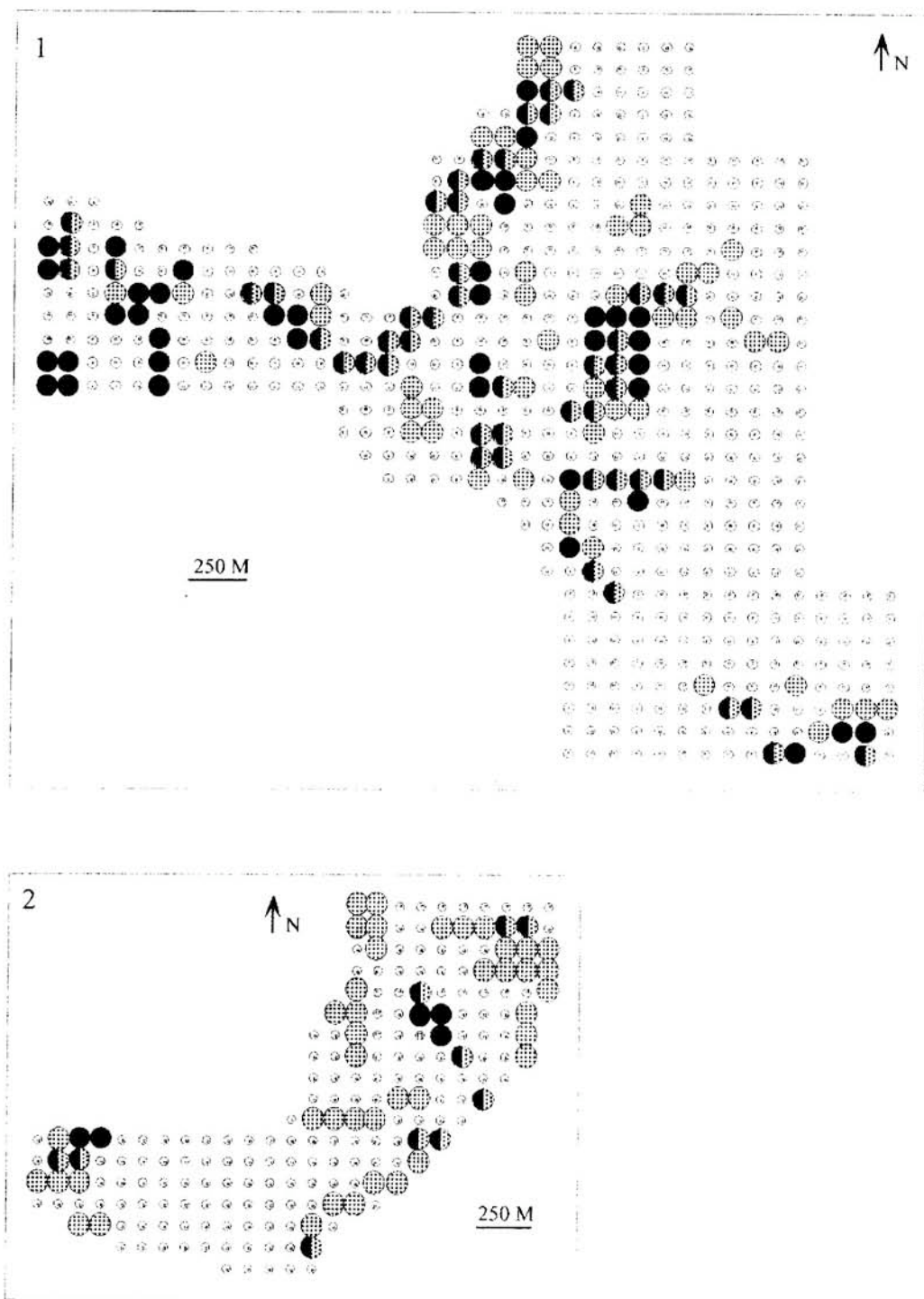


Fig. 4. Colonization of the Mt Vallier (1) and Valdrome (2) sites, by alpine marmots. Black circle: square with marmots. Dotted circle: square with rocky elements.

Рис. 4. Колонизация альпийским сурком участков Mt Vallier (1) и Valdrome (2). Черные кружки - квадраты с сурками. Кружки с точками - квадраты со скальными элементами.

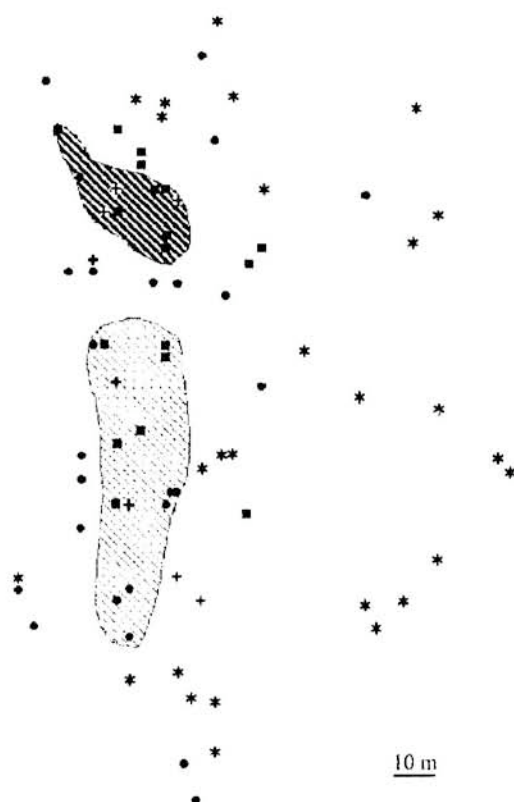
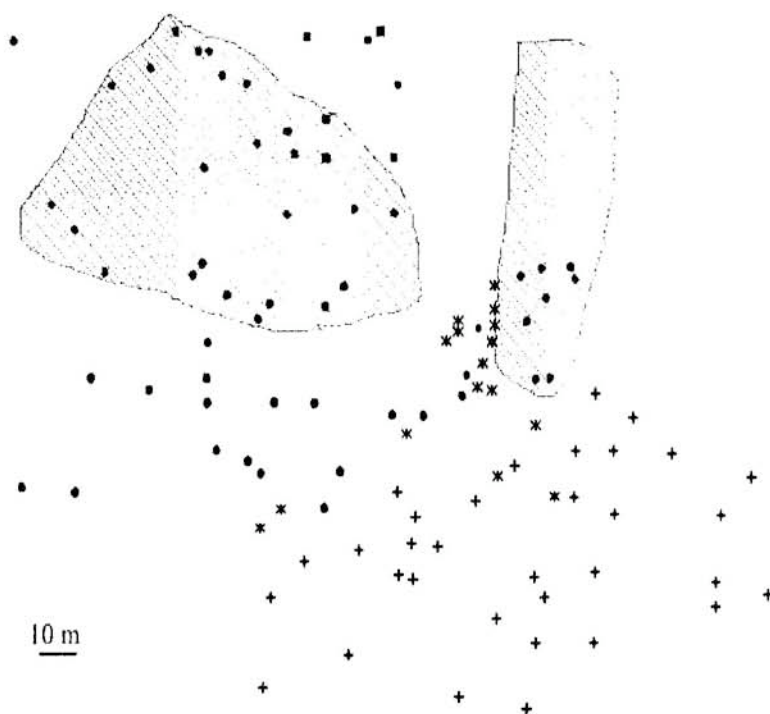


Fig. 5. Evolution of the colonization process on the territory of the "Cour Vic" group (Mt Vallier site). Black square: burrows of 1992; cross: burrows of 1993; black circle: burrow of 1995; star: burrow of 1997. Streaked areas: scree areas.

Рис. 5. Развитие процесса колонизации на участке группы "Cour Vic" (Mt Vallier). Черные квадраты - норы 1992 г.; крестики - норы 1993 г.; черные кружки - норы 1995 г.; звездочки - норы 1997 г. Заштрихованные области - каменистые россыпи.

Fig. 6. Evolution of the colonization process on the territory of the "Bouches d'Aula" group (Mt Vallier site). Black circle: burrows of 1993; star: burrow of 1995; cross: burrow of 1997. Streaked areas: scree areas.

Рис. 6. Развитие процесса колонизации на участке группы "Bouches d'Aula" (Mt Vallier). Черные квадраты - норы 1993 г.; звездочки - норы 1995 г.; крестики - норы 1997 г.; Заштрихованные области - каменистые россыпи.



Translated into Russian by V.Yu. Rumiantsev
Перевод на русский язык В.Ю. Румянцева

Введение

К концу плейстоцена альпийский сурок (*Marmota marmota*) обитал на большей части территории современной Франции (Ramousse, Le Berre, 1993), но с отступлением ледника его ареал сокращался, и вид нашел убежище в горных областях. Затем он исчез во многих районах из-за экологических изменений или антропогенных факторов, сохранившись к середине текущего столетия лишь в альпийских районах (рис. 1).

Начиная с 60-х гг., во Франции предпринимались попытки искусственного расселения альпийского сурка, чтобы восстановить его поселения в некоторых горных районах, где он исчез (Ramousse et al., 1992, 1993; Ramousse, Le Berre, 1993).

Переселения, которые все еще продолжаются в настоящее время, дают уникальную возможность в какой-то степени понять очень сложный процесс колонизации территории этим социальным видом. Как считается, он имеет моногамную семейную социальную структуру (Barash, 1989; Arnold, 1990; Perrin et al., 1993 a,b), и является территориальным. Обычно, семейные группы составлены из пары размножающихся взрослых и их потомства предыдущих лет. Молодые сурки становятся половозрелыми в 3 года. Тогда они должны покинуть семейную группу, найти новую территорию, где и размножатся: они рассеиваются. Упорное следование за сурками-переселенцами в местах реинтродукции является легким способом обнаружить факторы, которые определяют выбор участков поселения и направления расселения.

Районы исследований и методы

Начиная с 1992 г. было проведено несколько актов реинтродукции. Три из них будут рассмотрены ниже:

1) Выпуск сурков в Mt Vallier.

Сурки были выпущены в заповеднике *Mt Vallier* Французского Национального Лесного Управления (ONF), расположенном в Центральные Пиренеях (*Ariege*). Он включает известняковый массив на высотах от 700 до 2800 м с альпийскими лугами и каменистыми россыпями. Шесть сурков (3 самца и 3 самки) были выпущены в 1961, 1965 и 1972 гг. в трех различных местах (Nebel, Franc, 1992). Эта акция самая старая (более 30 лет) из прослеженных нами.

2) Выпуск в Royan.

Сурки были реинтродуцированы на плато *Fond d'Urle*, расположенном в массиве *Vercors* (*Drome*). Это известняковое плато на высоте 1500 м., с альпийской луговой растительностью, ограниченное утесами с южной стороны. Всего 55 сурков было выпущено с 1983 по 1985 г. Ассоциацией охраны природы (Michelot, 1991).

3) Выпуск в Valdrome.

Сурки были выпущены на горе *Valdrome*, расположенной в массиве *Diois* (*Drome*). Это небольшая известняковая гора на высотах от 1000 до 1800 м., с альпийской луговой растительностью. В 1992 г. Районное Управление Сельского и Лесного Хозяйства (DDAF) выпустило 19 сурков и, начиная с этого времени, выпускало несколько сурков каждую весну, чтобы укрепить акклиматизированную популяцию: 24 в 1993 г., 4 в 1994 г., 23 в 1995 г., 20 в 1996 г. (Bonnet-Arnaud et al., 1996). Это наиболее современная (5 лет) акция из прослеженных нами.

На каждом участке, начиная с 1992 г., присутствие сурков в квадратах по 100 м² регулярно регистрировалось на карте-"сетке" чтобы установить основные экологические факторы, участвующие в образовании колонии на данном участке. Затем наблюдаемое перераспределение сравнивалось с теоретическим, ожидаемым для случайного распределения по критерию Хи-квадрат.

Кроме того, наблюдение за несколькими семейными группами позволило нам регулярно фиксировать положение новых нор и индексы их обитаемости. Эта работа дала возможность оценить скорость процесса колонизации и его возможные стадии.

Результаты и обсуждение

Анализ карты поселения сурков, составленной для участка *Royan*, показал, что расселение сурков после реинтродукции главным образом было обусловлено одним фактором: присутствием скальных элементов. Альпийские сурки всегда селились в местах, где присутствовали камни, скалы или гребни. 86.5% заселенных квадратов содержали такие элементы (рис. 2). Проверка перераспределения сурков в квадратах показывает, что их намного больше в "скалистых" квадратах, чем ожидается для случайного распределения (рис. 3).

Тот же самый вывод сделан по поводу направлений распространения, которые следуют скалистыми "осям" (главным образом, гребням).

В двух других случаях выпусков - *Mt Vallier* и *Valdrome* - наблюдались те же самые результаты. Соответственно, 67 и 60.3% заселенных квадратов содержали скальные элементы (рис. 4), и присутствие сурков в этих квадратах было всегда значительно выше, чем ожидалось для случайного распределения (рис. 3). Животные также распространялись по "скалистым осям" участков реинтродукции.

Таким образом, сурки обосновывались не беспорядочно, но действительно выбирали места для поселения. Но интересно, что открытые травянистые участки со средним уклоном и хорошей освещенностью, описанные Allaine et al. (1994), или Bassano et al. (1992) как предпочитаемая сурками среда обитания, не были заселены на участках наших исследований.

Такой выбор можно, вероятно, объяснять образом жизни сурков. Это роющие животные, и будучи помещены в новую среду обитания, они первым делом ищут убежища. Рытье нор на опасных луговых участках требует много времени и энергии. В результате сурки отказываются от альпийских лугов в пользу каменистых россыпей или скалистых участков, которые предоставляют им естественные убежища, пока сурки не познакомятся с новой окружающей средой. Во вторую очередь они роют норы на луговых участках и заселяют их, как мы наблюдали это на самом старом из обследованных участков в заповеднике *Mt Vallier*, особенно с испанской стороны (рис. 4).

Результаты, полученные при изучении территориальной экспансии отдельных семейных групп, были аналогичны и подтверждали эти сделанные ранее наблюдения.

В первой группе мы наблюдали, что в первый год сурки заселяли и обустроивали норы в россыпях. Затем, год за годом, они изрыли защитными и гнездовыми норами все вокруг россыпей и, наконец, на окружающем альпийском лугу (рис. 5).

Для второй группы наблюдались те же закономерности. Сурки обосновались в большой каменистой россыпи около пункта выпуска и в течение 6 лет построили сеть защитных и гнездовых нор вокруг нее, заселив альпийский луг (рис. 6).

Во всех других изучаемых группах эти три стадии всегда имели место. Территория, используемая группой, медленно увеличивалась и распространялась дальше от россыпи, ее защитная роль постепенно компенсировалась многочисленными норами, вырытыми сурками всюду на территории. Похоже, что скорость этого процесса связана с размером группы. Чем больше сурков, тем быстрее колонизация. С другой стороны, мы наблюдали мгновенное исчезновение нескольких групп. Но после нескольких лет эти участки были вновь заселены новыми особями, которые вновь использовали старые норы, увеличили их число и продолжили колонизацию. Наличие старых нор, также как присутствие скальных элементов, должно быть, важным фактором для процесса колонизации.

Таким образом, для реинтродукции альпийских сурков представляется очень важным иметь естественные убежища типа россыпей или скал, чтобы найти защиту в незнакомой окружающей среде. От такого пункта поселения сурки могли бы затем колонизировать их естественный биотоп: альпийские луга. Это произойдет особенно быстро, если группа многочисленна.

Эти соображения должны быть приняты во внимание при будущих реинтродукциях, чтобы максимизировать их успех.

Было бы интересно пронаблюдать, сохраняется ли для естественных популяций эта значимость скальных элементов, особенно во время расселения молодых сурков. Пробуют ли сурки заселить новые площади и какие именно, или же они только пытаются занять существующие участки?

Также было бы интересно знать, как идут аналогичные процессы у других видов сурков, особенно у видов, живущих на равнинах, где скальные элементы отсутствуют.