



Le Géranium argenté (*Geranium argenteum* L.) et le dilemme du Petit Prince

The silver geranium (*Geranium argenteum* L.) and the Petit Prince dilemma

Cédric Dentant¹ et Aurélien Besnard²

¹Parc national des Ecrins,
Service scientifique, Domaine de
Charance, F-05000 Gap

cedric.dentant@ecrins-parcnational.fr

²UMR 5175 CEFE, Ecole Pratique
des Hautes Etudes, Biogéographie
et Ecologie des Vertébrés, campus
CNRS, 1919 route de Mende
F-34293 Montpellier Cedex 5

RESUME

Régulièrement occupée par un troupeau de brebis, une population de Géranium argenté a été mise en défens afin de la préserver. Pour évaluer la pertinence de cette action, un protocole spécifique a été mis en place avec le défens. Le choix des variables suivies s'est avéré pertinent pour deux d'entre elles : le nombre de juvéniles et le nombre d'adultes fertiles relevés par placette. Cette variable, dès deux saisons de mise en défens, permet de mesurer un effet positif de l'action de gestion.

MOTS CLES :

Gestion, modèle linéaire généralisé, évaluation, pâturage.

SUMMARY

Regularly, a population of *Geranium argenteum* was occupied by sheeps. In order to preserve it from damage, an exclosure has been set up. To assess the relevancy of this action, a specific monitoring design has been set up along with the exclosure. Two of the chosen monitored variables appears to be relevant thanks to statistical models : the number of juvenils and the number of fertile adults per quadrat. After two years of monitoring, this variable permits already to highlight the positive effect of the realized operation.

KEY WORDS :

Management, generalized linear model, assessment, pasture.

INTRODUCTION

La littérature classique produit souvent des éléments imagés de réflexion. Le Petit Prince d'Antoine de Saint-Exupéry en est une singulière illustration : personnage hors norme, parlant autant aux adultes qu'aux enfants, il trouve que la meilleure représentation d'un mouton est une boîte. Autrement dit un enclos. Pour l'écrivain, c'est évidemment matière à poésie. Pour l'écologue des espaces alpins, cela tient plutôt du miracle : un mouton tenu à distance de son objet d'étude ! Dans la même logique, la vaniteuse fleur du Petit Prince est mise, sur son propre choix, sous cloche. Voilà l'œuvre poétique qui rattrape la réalité du gestionnaire : maîtriser une perturbation

(le mouton) pour préserver un patrimoine biologique (la fleur). Mais la boîte du mouton et la cloche de la fleur sont-ils conjointement nécessaires ?

La fleur que nous considérerons présentement est le Géranium argenté (*Geranium argenteum* L.) plante vasculaire des montagnes du sud de l'Europe (photo 1). Très rare en France, elle n'occupe que quelques stations dans les Hautes-Alpes et Alpes-de-Haute-Provence (Chas *et al.*, 2006). L'une d'elle, située sous le pic du Tourond, dans le massif du Vieux Chaillol (Parc national des Ecrins, Hautes-Alpes), s'est avérée régulièrement occupée par un troupeau de moutons y cherchant un abri contre le vent. La station servait de reposoir, au sens premier du terme.



Figure 1 : Géranium argenté en pleine floraison. Photo : C. Dentant/PNE.
Figure 1: Silver geranium blooming. Picture: C. Dentant/PNE.

Préoccupés par la dégradation de la population locale de cette espèce rare et protégée (abrutissement important des individus ; déchaussage des touffes (figure 2) ; apport conséquent d'azote), la question symbolique de la mise en boîte des moutons ou de la mise sous cloche de la plante s'est naturellement posée. De manière pragmatique, il est difficile de mettre en boîte un troupeau de brebis présent dans l'alpage pour y pâturer à l'air libre pendant de longs mois ! Les agents du Parc national des Ecrins ont donc décidé de mettre la station de géranium sous cloche — c'est-

à-dire en défens — avec un protocole de suivi permettant d'évaluer l'efficacité de cette action. L'hypothèse de travail est ainsi la suivante : si la mise en défens a un effet positif sur la population de Géranium, une meilleure régénération (plus de juvéniles) ou une meilleure floraison des adultes (plus d'individus fertiles) seront observées à terme, du fait de l'absence des pressions de broutage et de piétinement. Un protocole de suivi démographique individu centré aurait aussi pu être envisagé, mais sa mise en œuvre aurait été disproportionnée en termes de coût de mise en place.



Figure 2 : Exemple de dégradation constatée : individu avec souche mise à nu et partie aérienne abrutie. Photo : C. Dentant/PNE.
Figure 2: Example of degradation observed: individual with root exposed and aerial part eaten. Picture: C. Dentant/PNE.

Matériel et méthode

La mise en défens consiste en la pose contiguë de deux filets de berger encerclant la plus grosse partie de la station de géranium. De nombreux individus se rencontrent de manière discontinue sur les pentes accédant au sommet, sans qu'il soit possible de faire un défens les intégrant. Au final, nous sommes loin de la cloche en verre de la

prétentieuse petite rose ! Cette pose est saisonnière, puisque les filets ne sont mis que pour la période d'estive. Des structures permanentes ont été fixées à même le sol rocheux, à l'aide d'un perforateur d'alpinisme. Ce dispositif permet de placer de manière identique le filet d'une année sur l'autre (figures 3 à 5).



Figure 3 : Mise en place du défens (1) : perforation de la roche-mère pour fixation des filets de protection. Photo : Marc Corail/PNE
Figure 3: Enclosure setting up (1): drilling of bedrock in order to set shepherd's nets. Picture: Marc Corail/PNE



Figure 4 : Mise en place du défens (2) : positionnement des filets de protection pour la saison d'estive. Photo : C. Dentant/PNE.
Figure 4: Exclosure setting up (2): sheperd's net setting for summer. Picture: C. Dentant/PNE.



Figure 5 : Défens en place (vue vers le sud). Photo : C. Dentant/PNE.
Figure 5: Exclosure (southward view). Picture: C. Dentant/PNE.

Le Parc national des Ecrins participant activement au Réseau de Conservation de la flore Alpes-Ain (RCFAA, animé par le Conservatoire Botanique National Alpin), le plan d'échantillonnage mis en place suit les dispositions préconisées en son sein. Le niveau ainsi retenu est le niveau « station » (ou niveau 2), à savoir que les analyses menées ne s'appliquent qu'à l'échelle de la station d'espèce considérée. L'unité statistique du suivi est une placette de 50 par 50 cm (figure 6). L'échantillon est un ensemble de 12 placettes choisies initialement de manière aléatoire, puis repérées par un ancrage permanent sur le terrain (pieu enfoncé à même le sol et n'en dépassant que de quelques centimètres). Les placettes ont été réparties comme suit : huit au sein de la zone de défens ; quatre à l'extérieur, en témoin. Le pieu de repérage d'un de ces témoins a toutefois été déchaussé et déplacé entre la première prise de données et la seconde. Nous ne l'avons donc pas inclus dans l'analyse.

Les variables relevées pour chaque placette sont :

- le nombre d'adultes fertiles (*adf*), c'est-à-dire produisant fleurs et/ou fruits ;
- le nombre d'adultes stériles (*ads*), c'est-à-dire sans fleurs ni fruits ;
- le nombre de juvéniles (*juv*), à savoir des individus grêles, ayant récemment germés, ou ayant au plus une paire de feuille ;
- et enfin la modalité de présence du troupeau sur la placette (*pat*), qui prend la valeur 1 si le troupeau passe sur les placettes, 0 le cas contraire.

Deux campagnes de mesure ont été réalisées : la première en 2011 (1^{er} août), lors de la mise en place du défens ; la seconde en 2012 (1^{er} août également).

Les analyses sont réalisées à l'aide de modèles linéaires généralisés (GLM), en supposant que les variables réponses, notées *juv*, *adf* et *ads* (nombres de juvéniles, d'adultes fertiles et d'adultes stériles) suivent une loi binomiale négative. La distribution binomiale négative a été préférée à la distribution de Poisson – classiquement utilisée pour les données de comptages – du fait d'une forte surdispersion des abondances observées sur les placettes (voir *Résultats*). La significativité des covariables est testée à l'aide d'une analyse de variance (ANOVA). La pertinence relative des modèles est obtenue par comparaison du critère d'information d'Akaike (AIC) (Burnham et Anderson, 1998). L'AIC traduit la qualité du modèle selon le principe de parcimonie : le modèle décrivant le mieux les données tout en ayant le moins de paramètres (variables explicatives) aura l'AIC le plus faible. Tous les modèles ont été ajustés avec le logiciel R 3.0 (R Core Team, 2013).

Résultats

1- Représentation graphique des données et test d'adéquation

Les trois variables réponses à tester (*juv*, *adf* et *ads*) en fonction de la variable explicative *pat* sont mesurées sur des échantillons résultant d'un tirage au sein de la population étudiée. Elles suivent ainsi théoriquement toutes les trois une loi de Poisson. La figure 6 montre que les distributions de ces variables sont très étalées. Un test d'adéquation est nécessaire pour vérifier que les données ne soient pas surdispersées (distribution trop étalée par rapport à l'attendu suivant une loi de Poisson).

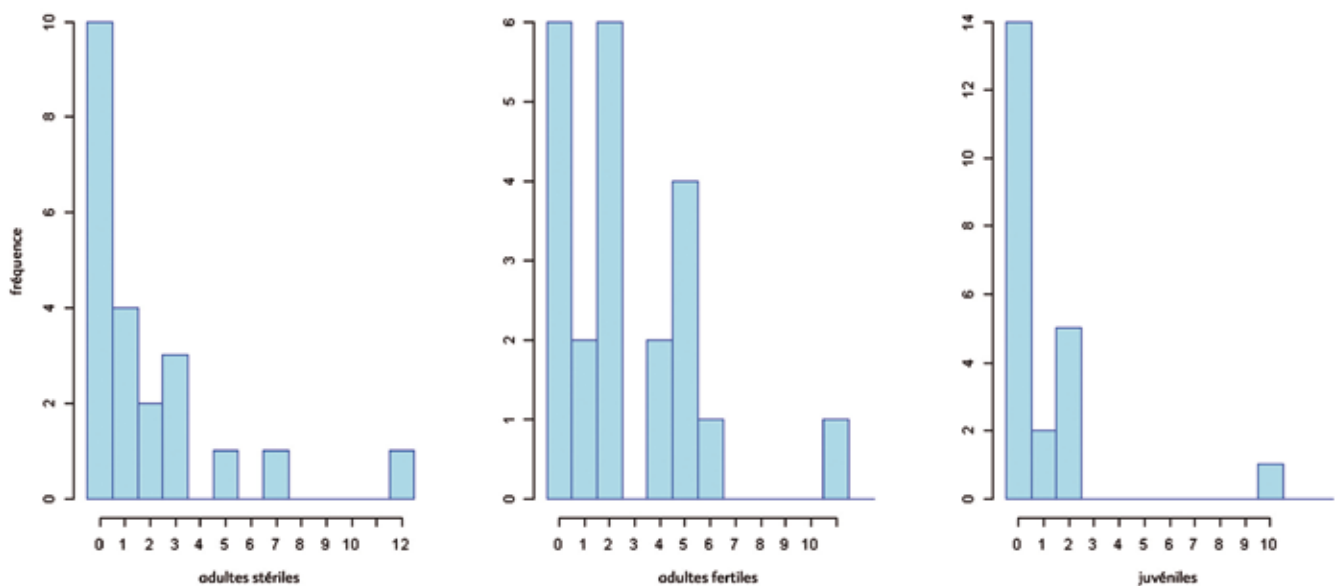


Figure 6 : Histogrammes des variables réponses (la fréquence correspond au nombre de placettes pour la valeur considérée)
Figure 6: Histograms of response variables (the frequency is the number of plots for the current value)

Ce test de surdispersion, réalisé grâce à la fonction *dispersiontest* (bibliothèque AER) (Cameron et Trivedi, 1990), est conduit sur les résultats du modèle prédisant le nombre d'adultes fertiles (*adf*) en fonction du traitement (*pat*). Son résultat est significatif ($z=1.85$, $p=0.03$). Il en est de même pour les modèles prédisant *ads* et *juv* en fonction de *pat*, avec $z=1.68$ ($p=0.05$) et $z=1.40$ ($p=0.08$) respectivement. Pour cette raison, une distribution de données suivant une loi binomiale négative a été préférée à une loi de Poisson.

2 - Corrélations

Il est toujours intéressant de connaître le degré de relation entre les variables. C'est ce que mesurent les coefficients de corrélation. La figure 2 permet de constater d'ores et déjà que la variable *ads* n'est corrélée à aucune autre. Elle sera assurément peu utile pour mesurer l'effet de gestion. Les autres variables présentent des corrélations suffisamment faibles ($r=0,40$ et $0,41$) pour qu'elles puissent être testées simultanément dans un même modèle (il est en effet proscrit de mettre plusieurs variables explicatives corrélées dans un même modèle sous peine de détecter des effets qui n'existent pas. On parle d'inflation des erreurs de type I).

3 - Estimation de l'effet de gestion : modèles linéaires généralisés avec distribution négative binomiale

Plusieurs modèles sont testés avec la fonction *glm.nb* (bibliothèque MASS). Seuls deux d'entre eux présentent un

effet significatif du pâturage sur l'abondance en individus. Même si présentement les modèles sont assez simples, leurs résultats sont testés avec une ANOVA pour vérifier que la part de déviance expliquée par la variable est significative (fonction *anova*).

Comme attendu, la variable *ads* (nombre d'adultes stériles) ne montre aucun lien avec la présence ou non de brebis sur les placettes ($p=0,53$). Ce qui n'est pas le cas pour les variables *adf* et *juv*, qui présentent des valeurs significativement plus faibles en présence de pâturage ($p=0,05$ et $p=0,01$ respectivement).

Ces deux variables sont faiblement corrélées ($r=0,40$). Il est donc possible de les mettre dans le même modèle. Ce dernier ne présente toutefois aucune réduction notable d'AIC.

Au final, les deux modèles mettant en évidence des effets de la mise en défens et présentant les AIC les plus faibles (respectivement 58,7 et 97,1) sont ceux modélisant le nombre de juvéniles ou le nombre d'adultes fertiles en fonction de la modalité de présence du troupeau sur la placette. Le pourcentage de déviance expliqué par le modèle des juvéniles en fonction des modalités de présence du troupeau est plus fort que celui impliquant les adultes fertiles ($R^2=0,25$ contre $R^2=0,14$).

Les estimations du modèle avec comptage de juvéniles donnent ainsi 2 juvéniles par placette non pâturée, et 0,35 pour une placette pâturée.

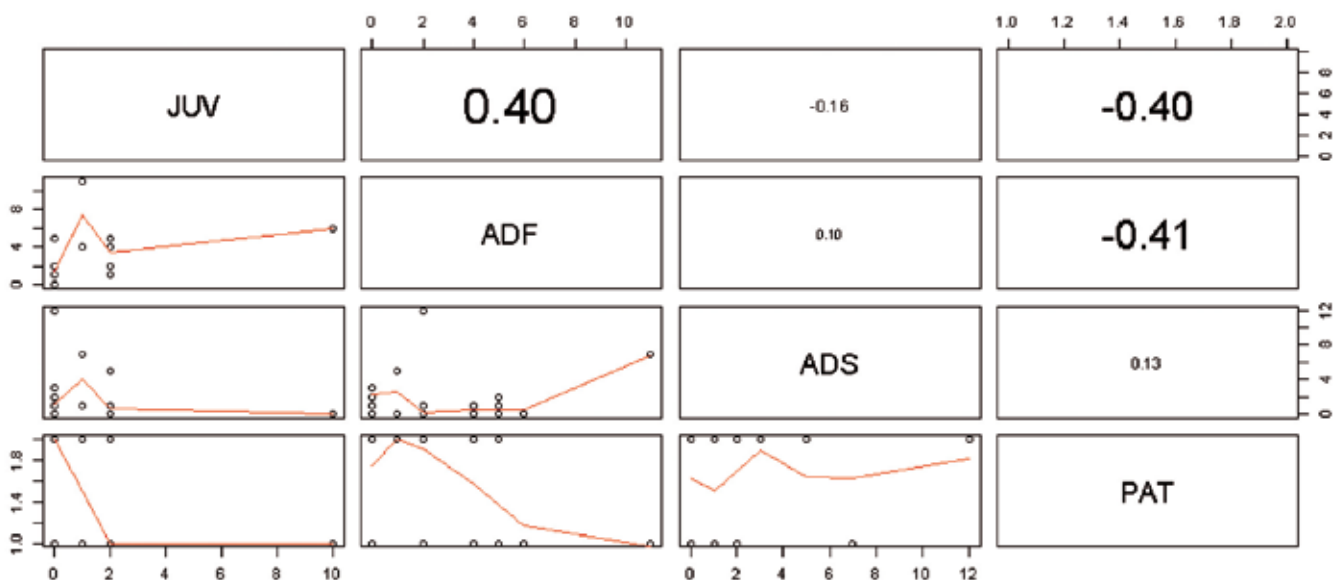


Figure 7 : Graphe des corrélations.

Les chiffres à droite de la diagonale correspondent aux corrélations estimées pour les variables prises 2 à 2 (plus le chiffre apparaît en gros, plus la corrélation est forte). Les graphes de la diagonale gauche correspondent aux variables représentées 2 à 2, l'une en fonction de l'autre.

Pairplot of variables.

Figure 7: The right panel contains estimated pairwise correlations (the front size is proportional to the absolute value of the estimated correlation coefficient). The left panel contains pairwise scatterplots

Discussion

Le nombre de juvéniles et d'adultes fertiles par placette s'avère être des paramètres adéquats pour mesurer l'effet à court terme de la gestion conservatoire entreprise sur la population de Géranium argenté. La plus forte part explicative du nombre de juvéniles rend cette variable particulièrement pertinente pour le suivi initié. Le protocole de gestion de la station du Tourond montre de manière explicite — et finalement assez rapide — que les juvéniles sont nettement moins nombreux au sein des placettes quand le troupeau les pâture, et pas loin de six fois plus nombreux dans les placettes mises en défens. Ce constat peut sembler être une tautologie, encore fallait-il tester les variables pour savoir laquelle (ou lesquelles) serait la plus efficace pour rendre compte de cet effet de gestion. De plus, il aurait été tout à fait possible que l'apport azoté du troupeau favorise, au moins dans le court terme, le recrutement dans la population de Géranium. Les juvéniles sont beaucoup plus sensibles au piétinement et au broutage que les adultes, ces derniers étant plus compacts et plus fortement enracinés. L'abondance de juvéniles est donc rapidement réduite en présence d'ovins. Ils témoignent

de plus à la fois de la capacité reproductive des individus de la population et d'un cycle naturel de recrutement démographique. Ils semblent ainsi caractériser le retour à un bon fonctionnement de la population mise en défens, et certainement une meilleure capacité de persistance locale sur le long terme. Il faudra toutefois quelques années pour que les juvéniles produits deviennent adultes et participent à leur tour pleinement à la démographie de la population. Les placettes disposées dans la mise en défens montrent aussi une présence accrue d'adultes fertiles (+45%). Seule ressource végétale disponible dans cette zone, les individus de géranium y étaient fortement abrutis en période favorable de floraison. Il n'est donc pas surprenant que la suppression locale du pâturage permette une résurgence notable de floraison. De nouveaux relevés de données les années à venir permettront d'affiner ce diagnostic. Il est encore trop tôt pour s'assurer que le défens est efficace pour pérenniser la population. Toutefois, le fait qu'un an seulement après sa mise en place, la population présente un recrutement largement augmenté et une proportion d'individus reproducteurs plus importante, est très encourageant.

CONCLUSION ET PERSPECTIVES

Cette étude, relativement simple dans son dispositif, se veut être le témoignage d'une approche pragmatique pour la mesure d'un effet de gestion. Dans le cadre d'actions conservatoires ou de suivis de population, il arrive encore que des masses considérables de données soient accumulées au fil des ans sans que les effets des actions menées ne soient testés. Ici, c'est bien la réplication de placettes avec ou sans défens qui permet de tester de manière rigoureuse l'effet de cette mesure de gestion. L'aide des biostatisticiens et des biostatisticiennes permet de penser ces actions de manière plus opérationnelle et fonctionnelle. Statuer

rigoureusement sur un effet de gestion permet de donner plus de sens à celle-ci, ou au contraire de remettre en question objectivement son efficacité.

Si les gestionnaires ne sont généralement pas des chercheurs — au sens académique du terme — il est primordial qu'ils soient des scientifiques, c'est-à-dire des personnes qui posent des hypothèses sur leur action, les testent et les questionnent.

La fleur du Petit Prince renonce d'elle-même à la cloche de verre, y voyant tout le symbole de sa vanité. Pour le Géranium argenté pourtant, point de salut sans cloche : la mise en défens restera, car contrairement à la rose, il n'a pas d'épines pour se défendre. Seulement un filet posé par des hommes, mais avec une efficacité testée !

REMERCIEMENTS

Ils vont à Marc Corail — premier à avoir signalé l'importance d'une action à mener — et Emmanuel Evin, tous deux gardes-moniteurs au Parc national des Ecrins. Merci également à Richard Bonet, responsable du service scientifique du Parc, pour son implication dans le suivi des très rares stations de Géranium argenté. Enfin, un remerciement particulier à Sébastien Lavergne pour son incontournable pertinence.

BIBLIOGRAPHIE

- Burnham K.P., Anderson D.R., 1998. *Model Selection and Inference. A Practical Information — Theoretic Approach*. Springer-Verlag, New York.
- Cameron A.C., Trivedi P.K., 1990. Regression-based Tests for Overdispersion in the Poisson Model. *Journal of Econometrics* 46, 347–364.
- Chas E., Le Driant F., Dentant C., Garraud L., Van Es J., Salomez P., Gattus J.-C., Quelin L., 2006. *Atlas des plantes rares ou protégées des Hautes-Alpes*. Société alpine de la protection de la nature/Naturalia Publication, 312 p.
- R Core Team., 2013. *R: A language and environment for statistical computing*. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria.