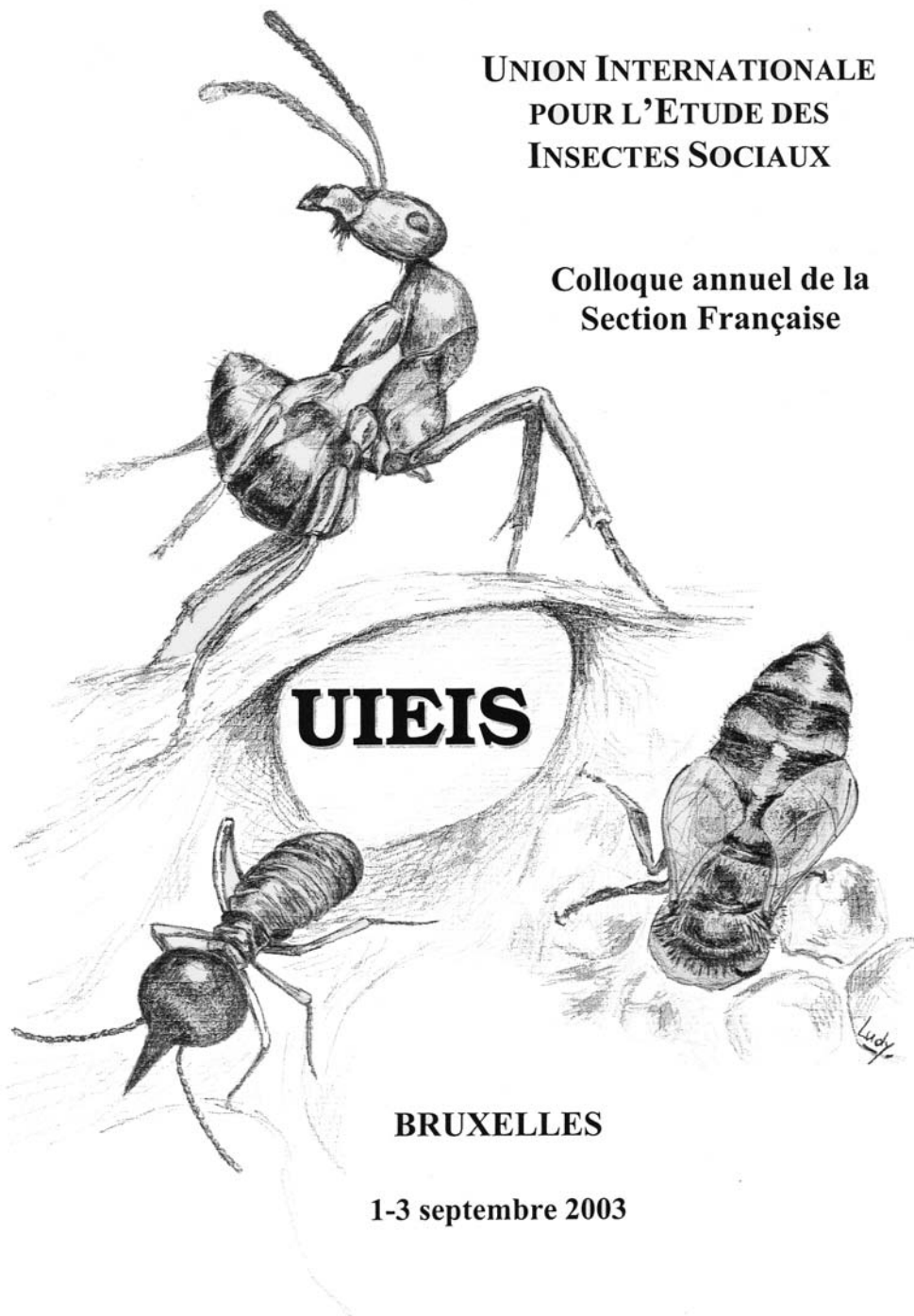


Actes des Colloques Insectes Sociaux

Volume 16 (2004)

UNION INTERNATIONALE
POUR L'ÉTUDE DES
INSECTES SOCIAUX

Colloque annuel de la
Section Française



BRUXELLES

1-3 septembre 2003

Dessin : Ludivine de Menten

REGLE DE DEPART CHEZ LE BOURDON *BOMBUS TERRESTRIS*

par Diane Lefebvre*, Jacqueline Pierre*, Yannick Outreman** et Jean-Sébastien Pierre***

* UMR INRA/ENSAR, Bio 3P, BP 35327, 35653 Le Rheu cedex ;
diane.lefebvre@univ-rennes1.fr

**UMR INRA/ENSAR, 165 route de Saint-Brieuc, 35000 Rennes.

***UMR 6552, Université Rennes 1, Campus de Beaulieu, Rennes

Introduction

Au cours de son exploitation par un fourrageur, un patch alimentaire s'épuise. L'animal doit donc le quitter et en trouver un autre, ce qui présente des coûts (énergie de déplacement, risques de prédation, ...). Quelles informations augmentent ou diminuent la probabilité de départ d'un animal d'un patch ? En d'autres termes, quelle est sa " règle de départ " ?

Ce problème a été bien étudié chez les parasitoïdes, chez lesquels on trouve notamment un outil d'analyse des données intéressant : le modèle des risques proportionnels de Cox (1972). Il a, par contre, été peu étudié sur les insectes sociaux pollinisateurs, tels que les bourdons. Pourtant l'analyse des passages d'un fourrageur entre fleurs ou entre plantes, ainsi que l'étude des lois qui régissent ces mouvements peuvent présenter un intérêt écologique ou agronomique. On s'intéresse ici à la règle de départ du bourdon *B. terrestris* butinant sur des patches en forme de rangs. On suppose que trois niveaux d'information peuvent intervenir dans la prise de décision de départ : (1) l'expérience acquise sur le patch en cours d'exploitation, (2) l'expérience acquise sur les patches précédemment visités, (3) l'expérience globale de l'environnement, sur l'ensemble des patches et sur toute la durée du test. Nous ne présenterons ici qu'une partie des résultats.

Matériel et méthodes

Dans une serre expérimentale (3m x 6,8m x 3m), des inflorescences de colza composées de 7 fleurs chacune sont placées dans 20 éprouvettes, distantes de 20cm les unes des autres et disposées en rang. Le dispositif comprend deux rangs distants d'un mètre l'un de l'autre. Cette distance entre rangs est choisie de manière à ce que le passage d'un rang à l'autre représente un coût de déplacement pour l'animal (Plowright & Cantin-Plante, 1997). Les inflorescences proviennent de deux types de plantes d'une même variété de colza (*Brassica napus*) : (i) des plantes mâle-fertiles, qui représentent une ressource riche car les fleurs, ayant des anthères bien développées, produisent du pollen et leurs nectaires fournissent du nectar ; (ii) des plantes mâle-stériles, qui représentent une ressource pauvre en raison de l'atrophie des anthères et d'une plus faible production en nectar (Pierre et al., 1999). Ainsi 4 modalités expérimentales sont réalisées :

Modalité 1 : deux rangs riches,

Modalité 2 : deux rangs pauvres,

Modalité 3 : un rang riche et un rang pauvre,

Modalité 4 : deux rangs mixtes, composés d'une alternance d'inflorescences riches et pauvres.

Une seule butineuse est observée à la fois et ne peut être observée deux fois au cours de la même journée. Les inflorescences visitées sont renouvelées entre chaque observation afin d'éviter le marquage des fleurs par les insectes et un épuisement de la ressource au cours des tests consécutifs.

Les séquences d'exploitation des patchs sont enregistrées via le logiciel Observer ®. On distingue alors deux items comportementaux : la " visite ", qui correspond à un contact de l'animal avec la fleur pour butiner (l'exploitation), et " l'approche ", qui correspond à un détour effectué dans le vol pour s'approcher d'une fleur sans la visiter (rejet).

Au cours d'une séquence d'exploitation sont notés : le nombre de fleurs visitées par inflorescence, le nombre d'inflorescences exploitées ou approchées par rang ainsi que la qualité des inflorescences et des rangs explorés.

Ces données sont analysées par une analyse de variance

Le déroulement chronologique des visites ou approches du bourdon aux fleurs, aux inflorescences et aux rangs ainsi que la durée des actes sont également enregistrés. Cette dernière donnée est variable car l'animal est laissé libre dans son comportement.

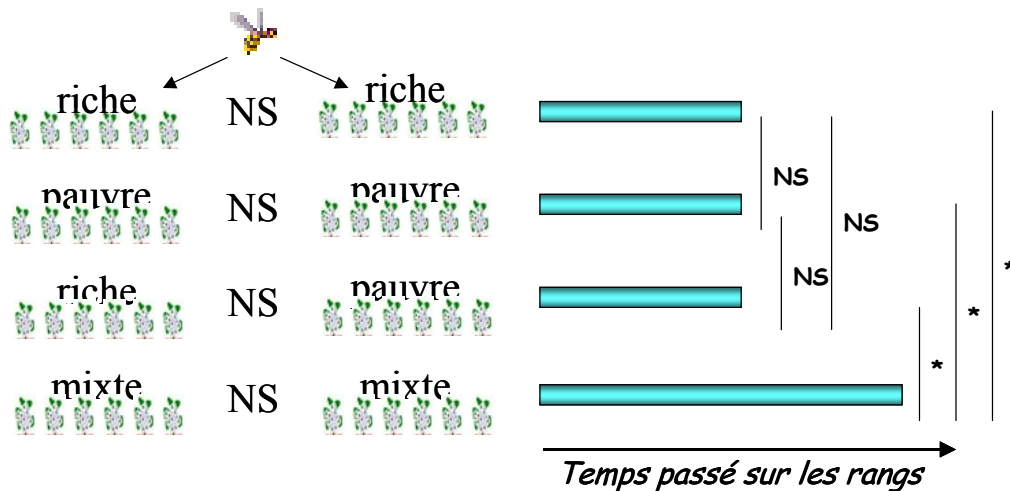
Ce déroulement temporel est analysé par le modèle des risque proportionnels de Cox (1972). Ce modèle linéaire généralisé permet l'étude de données de survie d'un événement (par exemple, le temps de séjour au sein d'un rang). Il présente l'avantage de pouvoir analyser des données censurées (par exemple, une séquence interrompue). De plus, les facteurs explicatifs peuvent être dépendants du temps.

Résultats

Analyse de l'exploitation des rangs par analyse de variance

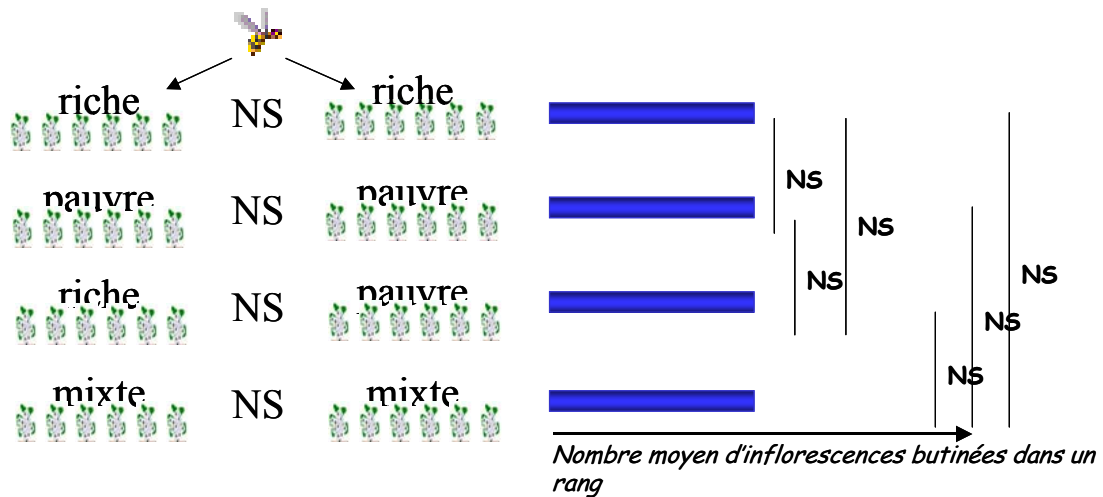
Analyse des durées

Les butineuses passent autant de temps (incluant les visites et les approches) dans les rangs riches que dans les rangs pauvres, qu'ils soient présents ensemble (Modalité 3) ou non (Modalité 1 ou 2). Par contre, elles passent plus de temps au sein des rangs mixtes (Modalité 4) qu'au sein des rangs riches ou pauvres.



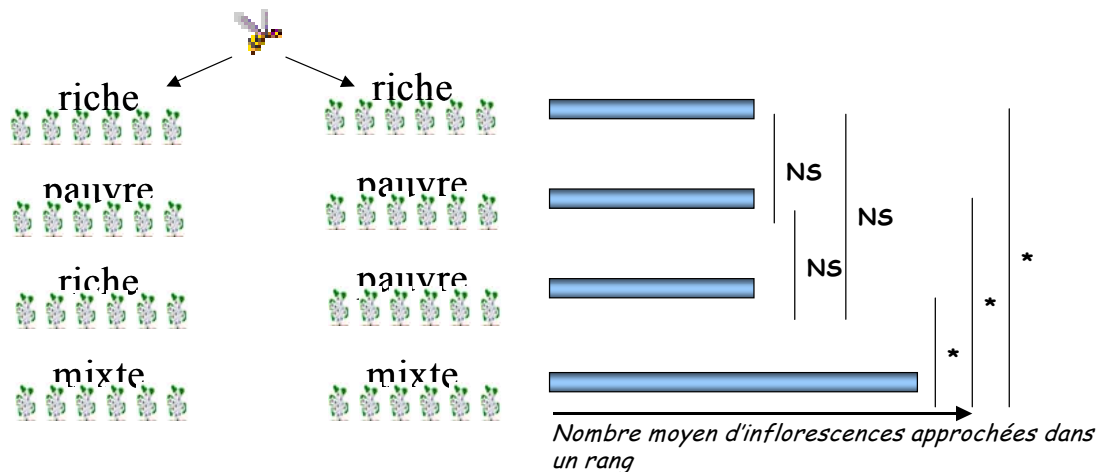
Analyse du nombre d'exploitations

Les bourdons butinent autant d'inflorescences dans les trois qualités de rangs, quelle que soit la modalité expérimentale.



Analyse du nombre de rejets

Les bourdons rejettent autant d'inflorescences dans les rangs riches que dans les rangs pauvres, qu'ils soient présents ensemble (Modalité 3) ou non (Modalité 1 ou 2). Par contre, ils effectuent plus d'approches d'inflorescences au sein des rangs mixtes qu'au sein des rangs riches ou pauvres.



Analyse par le modèle de Cox

Nous nous limiterons ici à présenter les analyses des temps de séjour effectuées au niveau au sein des rangs.

Si on considère l'expérience acquise sur le rang en cours d'exploration, il apparaît que le temps de séjour est diminué par une mauvaise expérience faite dans le rang en cours d'exploitation, quelle que soit sa qualité. Ainsi le départ des rangs homogènes (riches ou pauvres, Modalités 1, 2, 3) est accéléré par de nombreux rejets d'inflorescences. Par contre, le départ des rangs mixtes n'est accéléré que par le nombre de fleurs butinées dans la dernière inflorescence du rang, quelle que soit sa qualité (Modalité 4).

Si on considère l'expérience acquise dans les rangs précédemment d'explorés, les résultats montrent que lorsque chaque rang est homogène (Modalités 1, 2, 3), le nombre d'inflorescences exploitées dans le rang exploré précédemment diminue le temps de séjour dans le rang en cours d'exploration. Dans le cas des rangs mixtes (Modalité 4), les comportements (visites et approches) exprimés tout au long du butinage augmentent la probabilité de quitter un rang en cours d'exploration.

Conclusion

L'analyse classique des durées de séjour par Anova montre que les capacités d'échantillonnage des bourdons semblent affectées par la qualité de l'environnement : les butineuses passent plus de temps sur les rangs mixtes et elles y rejettent plus d'inflorescences que sur les rangs homogènes, riches ou pauvres. On peut faire l'hypothèse que lorsque les rangs sont mixtes, les butineuses ont probablement plus de difficultés à échantillonner le milieu ou présentent un mode particulier d'échantillonnage. Elles semblent également capables de distinguer les différentes qualités d'inflorescences dans les rangs mixtes alors qu'elles ne semblent pas pouvoir le faire dans des rangs de qualité homogène. En effet, elles passent autant de temps dans les rangs riches que pauvres (y compris quand les 2 types de rang sont en présence) et y exploitent et rejettent autant d'inflorescences.

L'analyse par le modèle des risques proportionnels de Cox, utilisé ici pour la première fois sur bourdon, permet de détailler les mécanismes d'échantillonnage et de décision de départ de cet animal sur patchs de colza. Les résultats montrent que les butineuses réduisent leur unité d'échantillonnage lorsque le milieu se complexifie : elles utilisent un mode d'échantillonnage au niveau de l'inflorescence lorsque l'environnement est complexe (rangs mixtes, Modalité 4) et un mode d'échantillonnage plus global, c'est à dire au niveau des rangs) lorsque l'environnement est plus simple (rangs homogènes, Modalités 1, 2, 3).

En accord avec les travaux de Keasar (2000), les résultats montrent que les butineuses apprennent plus facilement à discriminer les mauvaises fleurs lorsqu'elles sont mélangées aux bonnes : elles rejettent plus d'inflorescences dans les rangs mixtes que dans les rangs homogènes, pauvres y compris. Il est possible que, en raison du contraste, les rangs mixtes permettent aux butineuses de faire une comparaison entre fleurs de qualité différente, ce que ne permettraient pas les rangs de qualité homogène. Cela plaiderait en faveur d'une mémoire à court terme et/ou d'une faible capacité de mémorisation. En fonction du milieu, la fourrageuse ne retiendrait que les informations nécessaires (Dukas & Real, 1993).

Au niveau appliqué, dans le cas où la pollinisation entomophile croisée entre deux lignées ayant des valeurs ressources différentes est indispensable, on préconisera de mettre les plantes de bonnes et de mauvaises qualités dans des patchs homogènes distincts, afin que les butineuses n'apprennent pas trop vite à distinguer les différentes qualités, mais aussi de disposer ces patchs à des distances proches afin que les bourdons visitent également parfois les mauvais au cours de leurs explorations.

Références

Cox D.R., 1972. Regression models and life tables. *Biometrics* 38, 67-77.

Dukas R., Real L.A., 1993. Learning constraints and floral choice behaviour in bumble bees. *Anim. Behav.*, 46, 637-644.

Keasar T., 2000. The spatial distribution of nonrewarding artificial flowers affects pollinator attraction. *Animal Behaviour*, 60, 639-646.

Pierre J., Mesquida J., Marilleau R., Pham-Delègue M.H., Renard M., 1999. Nectar secretion in winter oilseed rape, *Brassica napus* - quantitative and qualitative variability among 71 genotypes. *Plant Breeding*, 118, 471-476.

Plowright C., Cantin-Plante N., 1997. Le choix de la direction des trajets entre fleurs des bourdons (*Bombus*) butineurs. *Can. Entomol.* 129, 915-925.