



Master M1

Science de l'Univers, Environnement, Ecologie

Spécialité Ecologie, Biodiversité, Evolution

2006-2007

Manipulation de la production d'œufs chez les ouvrières de la fourmi *Cataglyphis cursor*

Par
Yann POTTIER

Fonctionnement et Evolution des Systèmes Ecologiques, UMR 7625
Laboratoire d'Ecologie
Université Pierre et Marie Curie
Bât. A, 7ème étage, cc 2377 quai Saint Bernard
75252 Paris Cedex 05

Mémoire présenté le 11 juin 2007 à l'Université Pierre et Marie Curie

Encadrantes : Claudie DOUMS et Claire TIRARD

SOMMAIRE

Sommaire	2
Remerciement	3
I. Introduction	4
II. Matériels et méthodes	5
II.a. Présentation de la fourmi <i>Cataglyphis cursor</i>	5
II.b. Méthodes	6
II.b.1. Prélèvement sur le terrain et histoire des colonies avant le début de l'expérience ...	6
II.b.2. protocole de l'expérience	7
II.b.3. Analyse des données	8
II.b.4. Mortalité	9
III. Résultats	10
III.a. Pontes	10
III.b. Mortalité	12
IV.discution	14
IV. a. interprétation et discussion des résultats.....	14
IV. b. Suggestion pour une prochaine expérience.....	15
Conclusion	18
Bibliographie	18
Annexes	19

Remerciement

Je tiens avant tout à remercier mes encadrantes Claudie Doums et Claire Tirard pour m'avoir accepté dans leur structure, pour leurs aides et leurs disponibilités.

Je tiens à remercier les personnes présentes lors de la récolte de nids, Claudy Haussy, Anne-Laure Devès et Claire Tirard, pour la sympathique semaine que nous avons passée.

I. Introduction

Dans le cadre de la théorie sur l'évolution des traits d'histoire de vie, qui repose sur l'existence de compromis entre ces traits due à l'impossibilité de tous les optimiser, on observe souvent un *trade-off* entre survie et reproduction. Les insectes sociaux représentent un modèle original dans la mesure où dans la majorité des espèces, la reproductrice (reine) non seulement se reproduit mais possède une longévité beaucoup plus grande que les ouvrières qui ne se reproduisent généralement pas.

Mon stage rentre dans un projet qui vise à tester si cette absence de *trade-off* entre reproduction et survie reste valide à l'intérieur d'une même caste.

Les ouvrières de la fourmi *Cataglyphis cursor* ont été choisies car elles présentent l'originalité de se reproduire par parthénogenèse dans des colonies orphelines (en l'absence de la reine).

D'après les travaux de Cagniant (1980) le retrait régulier du couvain entraîne une augmentation de la production d'œufs des ouvrières. Ceci permettrait donc d'artificiellement augmenter et potentiellement diminuer (si on rajoute du couvain) la quantité d'œufs produits par les ouvrières.

Le coût de la reproduction pourrait être mesurée par estimation directe de la survie ou indirecte par des mesures de défense immunitaire, ces dernières affectant probablement la survie de l'individu. Un objectif est de tester spécifiquement l'existence de *trade-offs* entre reproduction et défenses immunitaires.

Mon stage est une étude préliminaire consistant à tester si cette manipulation permet effectivement d'altérer la production d'œufs des ouvrières, et de comprendre les conditions nécessaires au bon fonctionnement de cette manipulation.

II. Matériels et Méthodes

II.a. Présentation de la fourmi *Cataglyphis cursor*

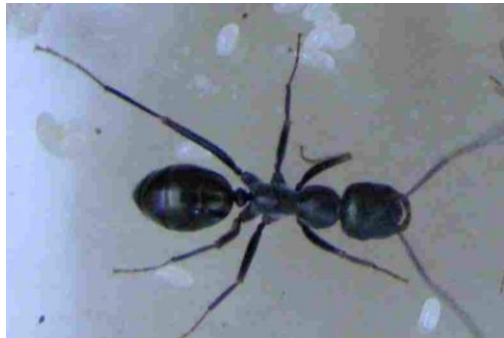


Photo 1 : ouvrière de *Cataglyphis cursor*

Cataglyphis cursor est une espèce monogyne et polyandre distribuée dans toute la partie nord du bassin méditerranéen (Cagniant, 1976). Les ouvrières présentent un polymorphisme de taille assez important, de 3 à 11mm, sans castes différenciées (Cagniant, 1983 ; Clemencet, thèse 2006). Elles colonisent des sites ouverts, plats, arides et pauvres en végétation. Elles sont thermophiles, strictement diurnes et fourragent aux heures les plus chaudes de la journée (Cerdá et al.1989). Elles sont principalement nécrophages et se nourrissent d'arthropodes morts. Les colonies sont de taille variable, les plus petites récoltées comptent une centaine d'individus, les plus grandes environ 3000 (Cagniant 1976 ; Retana et Cerdá 1990), la moyenne étant de 674 ± 440 (Clemencet, thèse 2006).

Le cycle de vie de la colonie est saisonnier. Pendant l'hiver l'activité de la colonie cesse complètement, il n'y a pas de couvain pendant cette période. Les sexuées (gynes et mâles) sont produits après la phase d'hivernage. Si après l'hivernage la colonie est orpheline, les ouvrières de *Cataglyphis cursor* ont la particularité de pouvoir produire des œufs diploïdes (ouvrières et reines) par parthénogenèse thélytoque et, comme la majorité des fourmis, des mâles (haploïde) par parthénogenèse arrhénotoque (Cagniant, 1973). Malgré la différence de tailles importante entre ouvrières, elles sont toutes susceptibles de devenir fertile en l'absence de la reine (Cagniant, 1983). Des dissections aux laboratoires sur des ouvrières provenant de colonies orphelines ont montré qu'elles avaient pratiquement toutes (99%) des corps jaunes.

II.b. Méthodes

II.b.1. Prélèvement sur le terrain et histoire des colonies avant le début de l'expérience.

Les fourmis qui ont servies pour l'étude proviennent de quatre colonies différentes récoltées en juin 2006, dans les dunes d'Argelès sur mer. Pour prélever une fourmilière, on repère une fourrageuse (elles ne forment pas de colonnes), on lui donne de la nourriture puis on la suit jusqu'à son nid. Une fois l'entrée du nid repérée, on creuse en suivant les galeries pour prélever la totalité des fourmis et du couvain.

Les colonies sont appelées "1087", "1128", "1119" et "1089" et comptaient respectivement 294, 211, 197 et 148 fourmis adultes. Lors de leurs entées en hivernages le 21 août, les colonies 1087 et 1128 étaient orphelines depuis juillet et avaient des effectifs respectifs de 135 et 83 ouvrières. Les colonies 1119 et 1089 sont entrées en hivernage au même moment avec leur reine et respectivement 96 et 38 ouvrières. L'hivernage se fait au laboratoire dans une cave à vin à une température de 12 °C et à une hygrométrie de 80%. Les colonies sont sorties d'hivernage le 24 novembre 2006 et y sont donc resté trois mois. Le tableau 1 résume l'histoire des colonies, de leur récolte à leur utilisation pour notre expérience.

Tableau 1 : suivi des colonies. (La diminution des effectifs des colonies 1087 et 1128 entre la récolte et la mise en hibernation est principalement du a des prélèvements pour des expériences)

N° COL	2006									
	récolte juin			18 juillet	21 aout mise en hibernation		24 novembre sortie d'hivernage		30 nov séparation en 3 gp contenant	
	ouvrières	larves	cocons	reine	ouvrières	reine	ouvrières	reine	ouvrières	reine
1087	259	128	18	0	135	0	117	0	39	0
1128	158	66	14	0	83	0	72	0	24	0
1119	109	5	3	oui	96	oui	69	oui	23	0
1089	82	3		oui	38	oui	33	oui	11	0

II.b.2. protocole de l'expérience.

Le 30 novembre les ouvrières survivantes de chaque colonie ont été séparées en trois groupes contenant un nombre équivalent d'ouvrières et ne possédant pas de reines. La taille des 3 groupes est indiquée dans le tableau 1.

Lorsque cela a été possible, c'est-à-dire quand les fourmis n'étaient pas toutes dans le nid ou hors du nid, la proportion de fourrageuses et de fourmis étant à l'intérieur du nid a été maintenue. Sinon, la répartition des ouvrières dans les différents groupes a été faite au hasard.

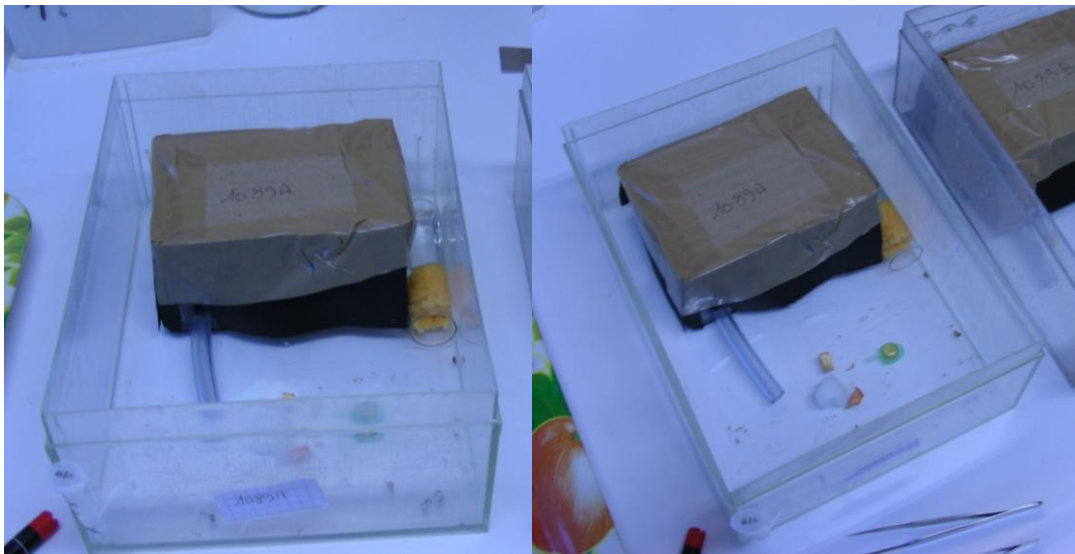


Photo 2 : nids et aires de fourragement.

Chaque groupe est transféré dans un nid fait d'une boîte en plastique de 5,3 x 6,3 x 4 cm, séparé par un grillage d'une boîte identique contenant une éponge maintenue humide. Le nid, maintenu dans le noir par du papier noir, est placé dans une autre boîte en plastique de 17 x 23 x 9 cm (voir photo 2), avec laquelle il communique par un tuyaux en plastique, qui sert d'aire de fourragement contenant un tube rempli d'eau et de la nourriture : sucre, miel et selon disponibilité (mais identique pour chaque traitement) des vers de farine, des grillons, de la pomme ou de l'orange. Les fourmis mortes de chaque sous colonie ont été régulièrement récoltées et conservées dans un tube d'alcool.

Pour tester l'existence d'un coût de la reproduction, il faut pouvoir stimuler ou réduire la ponte des ouvrières tout en maintenant les fourmis dans les mêmes conditions. La méthode que nous avons voulu tester pour stimuler la ponte est de retirer régulièrement (chaque semaine) le couvain.

Pour chaque colonie, chacun des trois groupes a subi un traitement différent :

-Le traitement A est le témoin, les œufs et les larves sont retirés, comptés puis seuls les œufs sont remis.

-Le traitement B correspond à une stimulation de la ponte par un retrait du couvain. Chaque semaine, les œufs et les larves sont prélevés, comptés et rien n'est remis.

-Le traitement C pourrait permettre une inhibition de la ponte par ajout du couvain. Chaque semaine, les œufs et les larves sont prélevés, comptés puis remis. Par ailleurs les œufs provenant du groupe subissant le traitement B sont également rajoutés.

Les larves sont retirées dans les trois traitements afin qu'un coût potentiel d'élevage des larves n'interfère pas. Le premier dénombrement des œufs et manipulations du couvain a été effectué le 5 décembre puis répété tout les 7 jours pendant 12 semaines.

II.b.3. Analyse des données

Les traitements et les comptages d'œufs ont été effectués tout les 7 jours, sachant que le temps de maturation des œufs est en moyenne de 10 jours, on peut supposer que certains œufs comptabilisés chez le témoin et le traitement C n'ont pas été pondus dans les 7 jours et ont été comptés 2 fois. J'ai donc essayé de faire un réajustement du nombre d'œufs réellement pondus avec un raisonnement simple. Si on accepte les hypothèses, que le nombre d'œufs pondus entre chaque comptage est le même chaque jour, et que la manipulation des œufs n'affecte pas leurs survies par une détérioration ou un arrêt des soins par les fourmis. On peut alors estimer pour le cas des groupes témoins que le nombre d'œufs *pondus* est égal au nombre d'œufs *comptés* moins $\frac{3}{10}$ des œufs *pondus* la semaine précédente (ceux qui sont restés au stade œufs durant les sept jours). Et pour les groupes ayant subi le traitement C (ajout des œufs de B en plus des œufs de C) que le nombre d'œufs *pondus* est égal au nombre d'œufs *comptés* moins $\frac{3}{10}$ de la somme des œufs *pondus* la semaine précédente par les groupes B et C. Cela ne concerne pas les groupes B car la totalité de leur couvain est retiré lors de chaque comptage, donc dans ce groupe le nombre d'œufs comptés est égale au nombre d'œufs pondus.

Les valeurs réelles des nombres d'œufs pondus sont sans doute comprises dans l'intervalle entre les valeurs du comptage et les valeurs de cet ajustement. Ces deux valeurs seront donc présentées, nombre d'œufs comptés et nombre d'œufs corrigés dans les résultats.

Afin de tester l'effet du traitement sur le nombre d'œufs pondus, une analyse de variance à deux facteurs (colonie et traitement) a été effectuée en considérant les données de pontes répétées dans le temps sur les résultats ajustés des trois colonies qui ont pondus, avec le logiciel SAS.

L'effet du traitement sur la somme des œufs pondus à la sixième semaine a aussi été testé en effectuant un test de Kruskal-Wallis avec le logiciel R.

La corrélation entre les pontes par fourmis et la mortalité relatives totales aux sixième et douzième semaines a été testée en utilisant le coefficient de corrélation de Spearman avec le logiciel R.

Les différences intra colonie dans la mortalité relative totale à la douzième semaine a été testée par un test de Khi-deux.

II.b.4. Mortalité

Le taux mortalité est estimé en comptant le nombre de fourmis retrouvées mortes chaque semaine, celles-ci sont mises dans l'alcool. Le risque d'erreur sur la mortalité par semaine vient du fait que l'on ne retrouve pas toujours le corps d'une fourmis morte et aussi (plus rare) des fourmis ont été mises dans l'alcool mais n'ont pas été notées. Pour calculer l'erreur sur la mortalité j'ai comparé l'effectif de départ à la somme de l'effectif d'arrivée et du cumule des fourmis notés mortes chaque semaine. Cependant cela ne permet pas de définir quand celles-ci sont mortes.

Ce type d'erreur mène à une sous estimation de la mortalité qui entraîne une sous estimation du nombre d'œufs pondus par fourmis.

III. Résultats

III.a. Pontes

Les figures 1 et 2 montrent que les groupes commencent rapidement à pondre, la ponte est importante au début puis elle diminue jusqu'à se stopper complètement au bout de sept à huit semaines. A l'exception de la colonie 1089 qui n'a presque pas pondue et du témoin de la colonie 1119, qui a recommencé à pondre jusqu'au moins la douzième semaine. Le nombre d'œufs pondus varie d'une colonie à l'autre (figure 3).

Pour les colonies 1087 et 1128 le traitement B a un pic de ponte plus important que le témoin(A). On peut observer dans la colonie 1087 une ponte légèrement inférieure du traitement C par rapport au témoin, ce n'est pas le cas dans les autres colonies. Les groupes de la colonie 1119 ont des effectifs de départ équivalents aux groupes de la colonie 1128 (23 et 24 fourmis) mais n'ont pas les mêmes comportements de ponte, les groupes B et C ont des pontes bien plus faibles dans la colonie 1119 que ceux de la colonie 1128. Le groupe témoin de la colonie 1119 a un comportement de ponte singulier par rapport aux groupes de toutes les colonies, la ponte atteint un pic puis elle s'arrête une semaine et reprend au moins jusqu'à la douzième semaine.

Les résultats de l'analyse de variance à données répétées dans le temps n'indiquent pas d'effet significatif du traitement ($F_{[22,44]}=0,76$; $p=0,76$) même lorsque seules les deux colonies (1087 et 1128) qui apparaissent les plus proches de ce que l'on attendait sont utilisées ($F_{[11,22]}=0,63$; $p=0,85$). Des différences significatives entre colonies sont détectées ($F_{[22,44]}=6,53$; $p=0,01$) et un effet significatif du temps (semaine) ($F_{[11,44]}=14,26$; $p<0,0001$) ce qui n'est pas surprenant au vu des courbes de ponte (figures 1 et 2). Si on regarde à la sixième semaine (juste après les pics de ponte) les résultats du test de Kruskal-Wallis n'indiquent pas d'effet significatif du traitement sur le cumul du nombre d'œufs pondus par fourmi (Kruskal-Wallis chi-squared = 1.1556, df = 2, p-value = 0.5611).

Figure 1 : évolution de la quantité d'œufs comptés par fourmis au cour du temps pour chaque traitement et chaque colonie. L'axe de Y n'est pas a la même échelle car le nombre d'œufs pondus par fourmi est variable selon les colonies.

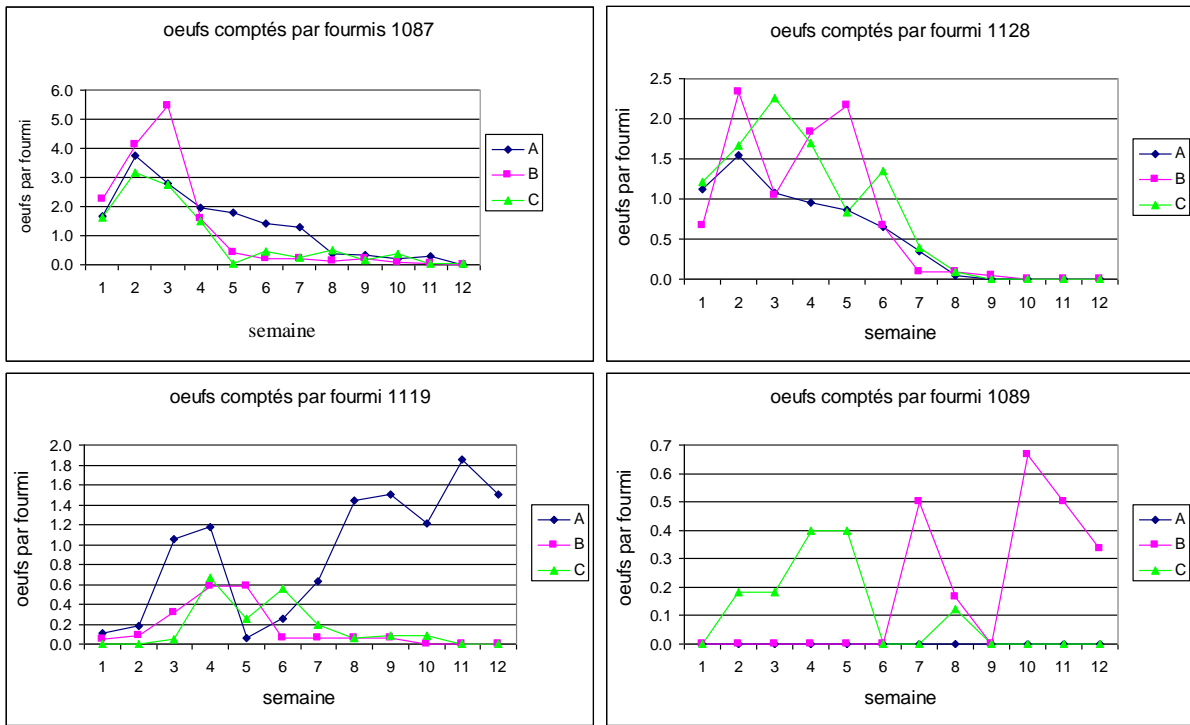


Figure 2 : évolution de la quantité d'œufs pondus par fourmis au cours du temps pour chaque traitement et chaque colonie.

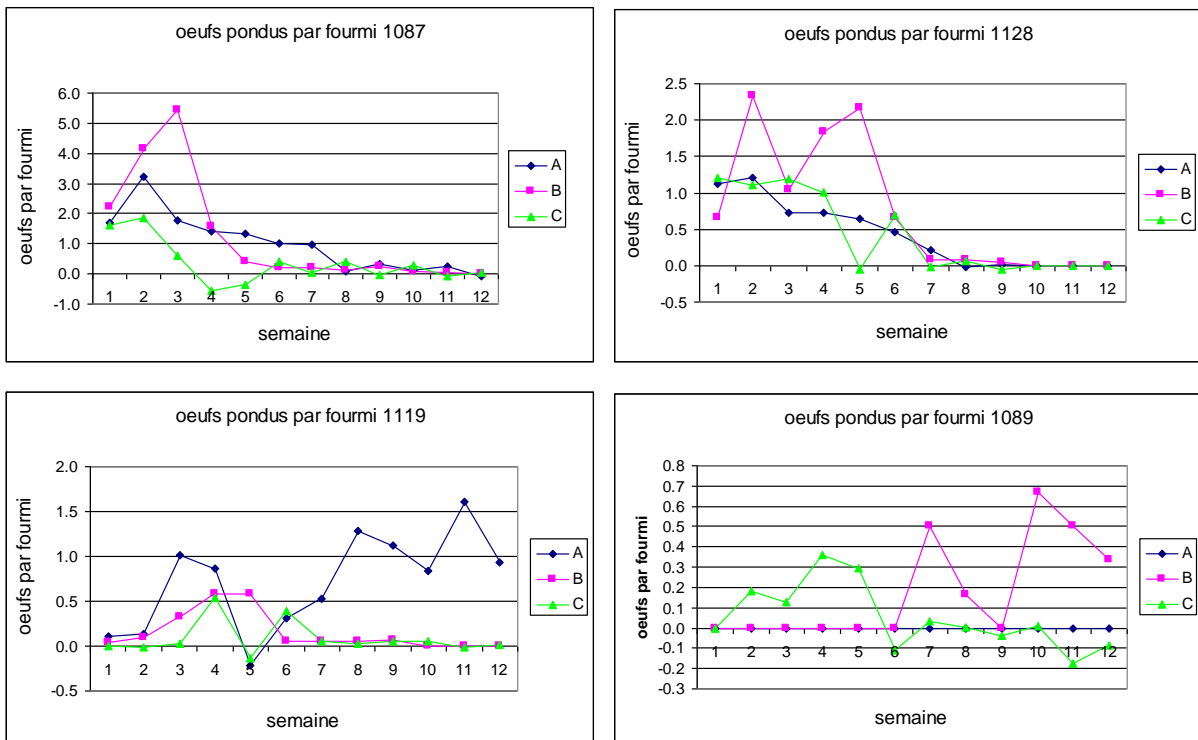
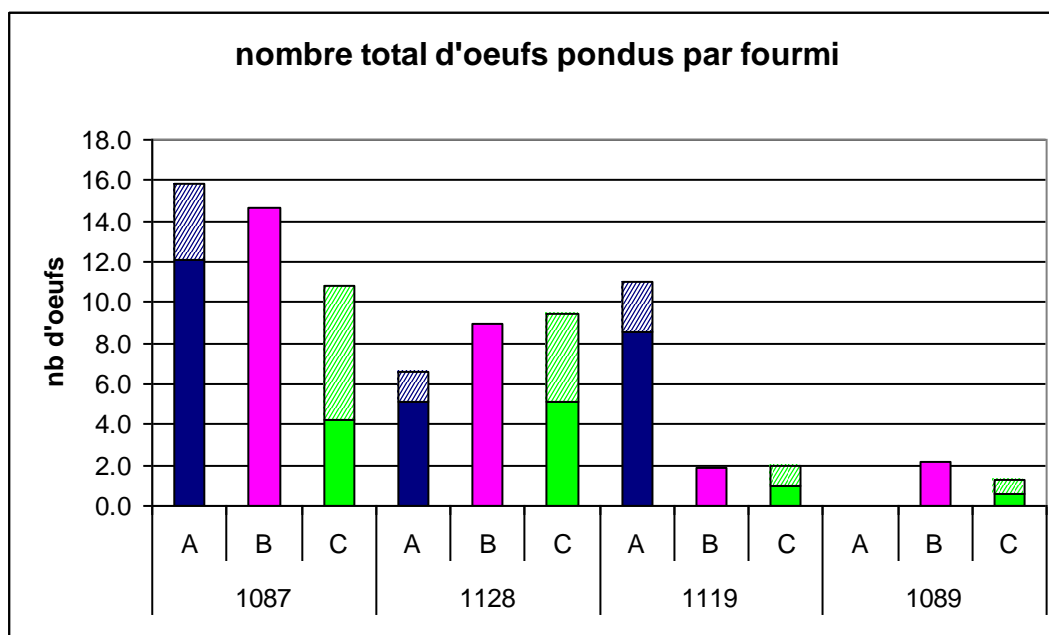


Figure 3 : nombre total d'œufs pondus par fourmi sur douze semaines. Les parties pleines correspondent aux résultats ajustés et les parties hachurées indiquent les résultats sans ajustements.



III.b. Mortalité

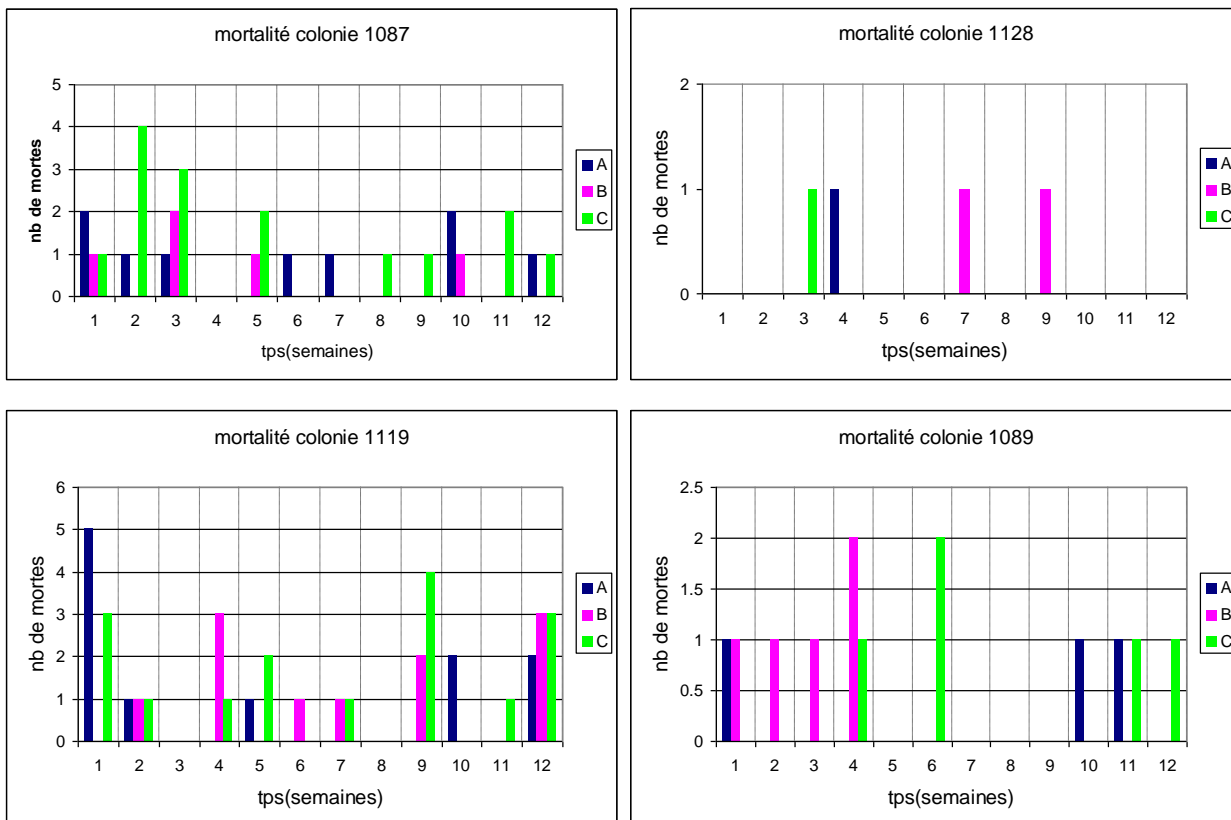
On peut observer sur la figure 4 que les mortalités des groupes sont très différentes d'une colonie à une autre. Pour la colonie 1087 on peut observer que le traitement C a une forte mortalité et cela dès le départ pour atteindre 59% à la douzième semaine. La colonie 1128 à une mortalité très faible quelle que soit le traitement (en moyenne 10%). La colonie 1119 a une mortalité très élevée quelle que soit le traitement (en moyenne 65%). La colonie 1089 a de forte mortalité pour les traitement B et C. Le test de Khi-deux révèle une différence intra colonie dans la mortalité relative totale à la douzième semaine chez les colonies 1087 ($K^2=30,06$; $df=2$; $\alpha= 0,05$) et 1089 ($K^2=15,30$; $df=2$; $\alpha= 0,05$) mais pas chez les colonies 1128 ($K^2=5,4$; $df=2$; $\alpha= 0,05$) et 1119 ($K^2=2,21$; $df=2$; $\alpha= 0,05$).

Le test de spearman n'indique pas de corrélation significative entre les pontes par fourmi et la mortalité cumulé ni à la sixième semaine ($S = 187.8535$, $p\text{-value} = 0.1126$) ni à la douzième semaine ($S = 171.9328$, $p\text{-value} = 0.2446$).

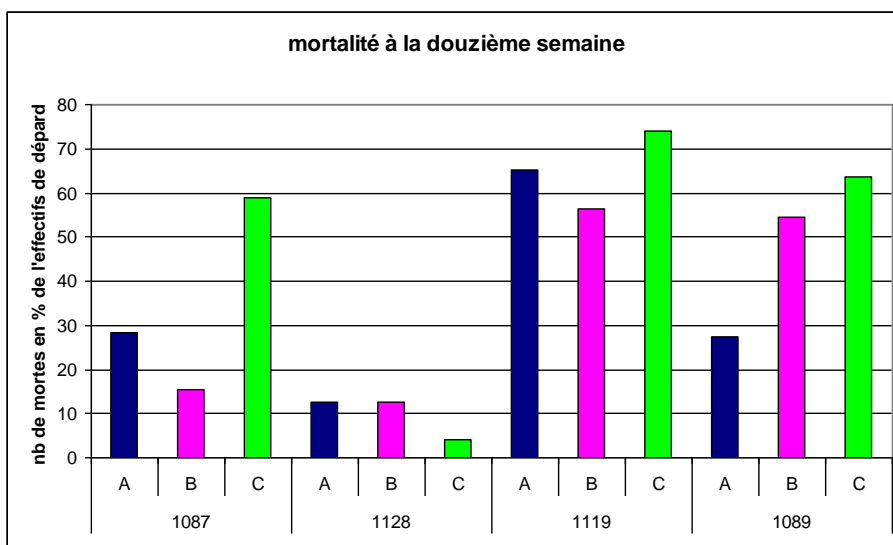
Figure 4: a) mortalité chaque semaine pour chaque traitement.

b) mortalité cumulée à la douzième semaine, après correction, en % des effectifs de départ.

a)



b)



IV. Discussion

IV. a. interprétation et discussion des résultats.

L'hypothèse de départ est que la ponte des ouvrières de *Cataglyphis cursor* peut être artificiellement augmentée par le retrait régulier du couvain ou diminuée par rajout régulier de couvain (Cagniant, 1980). On s'attend donc à un pic de ponte plus important que celui des témoins dans les groupes où l'on retire le couvain et un pic de ponte réduit par rapport aux témoins dans les groupes où l'on rajoute du couvain.

Si il y a un compromis entre survie et reproduction on pourrait s'attendre à une mortalité plus forte pour les groupes qui ont le plus pondus.

Les résultats obtenus ne sont pas significatifs car il n'y a pas de répétitivité, mais cela n'était pas l'objectif ici.

Ponte en fonction des traitements. Pour les colonies qui ont le plus pondus (1087 et 1128) on obtient un pic de ponte supérieur et plus long pour le groupe stimulé par le retrait du couvain (B) que pour le témoin (A), il semble donc que le retrait du couvain puisse stimuler la ponte. En ce qui concerne l'inhibition par ajout d'œufs on observe une ponte plus faible du traitement C chez la colonie 1087 mais il y a une erreur importante sur le nombre de mortes dans ce traitement (~20% de l'effectif total sur douze semaines), ce qui entraîne une sous estimation du nombre d'œufs pondus par fourmi tout en ne sachant pas quand elles sont mortes et donc quand la ponte a été sous estimée. Cela peut donc être au début de la ponte et on ne peut donc rien conclure en ce qui concerne l'effet sur la ponte de l'ajout de couvain. Chez la colonie 1119 le témoin a beaucoup plus pondus que les autres traitements qui ont une ponte quasiment nul (entre 1 et 2 œufs par fourmi en douze semaines). Les groupes de la colonie 1089 n'ont pratiquement pas pondus (le maximum est 2,2 œufs par fourmi en douze semaines). Cela peut être du à des effectifs insuffisant (11 ouvrières).

Pontes et survies. On peut remarquer dans un premier temps que l'effet de stimulation de la ponte semble fonctionner dans les colonies qui ont le moins de mortalités. Si l'on considère les résultats à la douzième semaine, on observe dans la colonie 1087 que les traitement A et B, qui ont plus pondus que le traitement C, ont aussi une mortalité beaucoup plus faible et donc une survie bien plus forte que le traitement C. Pour les autres on ne peut observer de relations intra colonie car la colonie 1128 a une mortalité très faible pour les trois traitements. La colonie 1119

a une mortalité très forte pour les trois traitements mais le témoin à un niveau élevé de ponte tandis que les traitement B et C ont une ponte très faible. La colonie 1089 n'a presque pas pondu. Dans le cadre de la théorie sur l'évolution des traits d'histoire de vie une forte mortalité sera liée à une forte ponte, du au compromis dans l'allocation des ressources entre la survie et la reproduction que l'on retrouve chez des organisme animaux et végétaux de différents taxons. Cela on ne le retrouve pas dans les résultats au sein d'une même colonies.

La difficulté pour lié la ponte et la mortalité est que leurs résultats peuvent avoir des causes communes et/ou que l'une peut influencer l'autre. En effet un mauvais état de santé des fourmis en sortie d'hivernage pourrait entraîner une forte mortalité et une faible ponte. Cela pourrait expliquer les différences de résultats entre les colonies 1128 et 1119 qui ont un effectif équivalent mais qui ont des résultats de ponte et de mortalité très différents (1128 a une quantité d'œufs pondu très supérieur et une mortalité très inférieur à 1119 pour les traitement B et C). La forte mortalité de la colonie 1119 ne peut pas s'expliquer par la taille des groupes car elle est sensiblement la même que celle des groupes de la colonie 1128 (23 et 24 fourmis).

Il y a un biais supplémentaire dans le compte des œufs pondus car on peut observer des larves qui se nourrissent d'œufs, cela amène a sous estimer le nombre d'œufs pondus principalement dans les traitement A et C.

IV. b. Suggestion pour une prochaine expérience.

IV. b. 1. Nombre de fourmis dans chacun des traitements.

Faire des groupes d'environ 50 fourmis semble idéal pour avoir un bon compromis entre des groupes suffisamment nombreux pour permettre une activité et un comportement de ponte et de survie qui correspondent à ce que l'on observe chez cette espèce. Tout en permettant de manipuler un nombre de colonies suffisant pour que les résultats obtenus puissent être significatifs.

IV. b. 2. Division des colonies en trois groupes de traitements.

Il ne faut pas séparer les colonies en trois traitements juste en sortie d'hivernage, mais leurs laisser le temps (une semaine) de reprendre leurs activités pour pouvoir garder la proportion de

fourrageuses dans chaque groupe de traitement. Il peut être important de répartir équitablement les fourmis selon leurs ages car il est possible qu'il y est un effet age sur la ponte.

IV. b. 3. Comptage.

Pour éviter le biais du à un temps de maturation des œufs supérieur à la période entre deux comptages (cf. II. B. 4. dans le Matériels et méthodes) on pourrait compter les œufs tout les 10 ou 14 jours. Ainsi il y aurait une légère sous estimation du nombre d'œufs pondus mais qui sera la même pour tout les traitements, ce ne serait donc pas gênant car ce qui compte dans cette manipulation est le relatifs entre les traitements. Mais il faudrait continuer à prélever les larves toutes les semaines pour limiter le biais du aux œufs mangé par les larves.

IV. b. 4. Tests des défenses immunitaires.

Faire les tests d'immunologie juste après les pics de pontes (~entre la 4 et la 7 semaines), c'est au moment où la différence de quantité d'œufs pondus est la plus marquée qu'il est intéressant de tester si cela à un effet sur l'investissement dans les défenses immunitaires. Car si l'on fait la somme des œufs pondus (sans ajustement) les groupes ayant eu un pics de ponte plus important ne sont pas toujours ceux qui ont le plus pondus après 12 semaines.

IV. b. 5. Orphelinage.

Il sera intéressant de vérifier si orpheliner les colonies avant ou après l'hivernage, a un effet sur les comportements de ponte des ouvrières. En effet la différence de ponte entre les colonies 1128 et 1119 pourrait aussi être du au fait que la colonie 1128 a été orpheline plus d'un mois avant la mise en hivernage (plus de quatre mois avant le début des manipulations) tandis que la colonie 1119 ne l'a été que quelques jours avant le début des manipulations.

IV. b. 6 Mesures de la taille des œufs.

Il peut être intéressant de profité de la manipulation des œufs pendant le comptage pour mesurer la taille des œufs, pour pouvoir observer si il y a une différence dans la taille des œufs entre les différents traitements car il est possible que l'augmentation du nombre d'œufs pondus soit en parti compensé par une taille plus petite de ces œufs. Pour cela on les prend en photo sous une

loupe binoculaire avec un morceau de papier millimétré comme échelle, il faut bien faire attention que les œufs soient bien à plats quand on prend la photographie qui va servir à les mesurer.

V. Conclusion

Même si les résultats ne sont pas significatifs, les courbes de pontes des colonies 1087 et 1128 montrent qu'il est possible de stimuler artificiellement la ponte de ouvrières de *Cataglyphis cursor* en prélevant régulièrement le couvain. En ce qui concerne l'inhibition de la ponte par ajout de couvain les résultats obtenus ne permettent pas de savoir si cela est efficace.

Bibliographie

- Cagniant H. 1973. Apparition d'ouvrières chez la fourmi *Cataglyphis cursor*, fonscolombe (Hyménoptère, Formicidae). Comptes rendus de l'académie des sciences Série D, 277, 2197-2198.
- Cagniant H. 1976. Distribution, écologie et nid de la fourmi *Cataglyphis cursor*, fonscolombe (Hyménoptère, Formicidae). Vie Milieu, 26, C, 265-276 .
- Cagniant H. 1982. La parthénogenèse thélytoque et arrhénotoque chez la fourmi *Cataglyphis cursor*, fonscolombe (Hyménoptère, Formicidae). Etude des œufs pondus par les reines et les ouvrières : morphologie influence sur le déterminisme de la caste reine. Insectes Soc. 29 : 175-188
- Cagniant H. 1983. la parthénogenèse thélytoque et arrhénotoque chez la fourmi *Cataglyphis cursor*, fonscolombe (Hyménoptère, Formicidae), étude biométrique des ouvrières et de leurs potentialités reproductrices. Insectes Soc., 30, 241-254
- Cagniant H., 1984, influence de la reine sur l'apparition des sexués ailés et sur la ponte des ouvrières chez la fourmi *Cataglyphis cursor*, fonscolombe (Hyménoptère, Formicidae), Bull.Soc.Hist Nat., Toulouse, 120, 99-102
- Cerdá X, Retana J, Bosch J, Alsina A, 1989, Daily foraging activity and food collection of the thermophilic ant *Cataglyphis cursor* (Hyménoptère, Formicidae). Vie Milieu, 39, 207-212.
- Lenoir A, Quérard L, Pondicq N, Berton F, 1988, Reproduction and dispersal in ant *Cataglyphis cursor* (Hyménoptère, Formicidae). Psyche, 95, 21-44.
- .Pearcy M, Aron S, Doums C, Keller L. 2004. Conditional use of sex and parthenogenesis for worker and queen production in ants. Science, 306, 1780-1783.
- Retana J, Cerdá X, 1990, Social organisation of *Cataglyphis cursor* (Hyménoptère, Formicidae): inter and intraspecific comparisons. Ethology, 84, 105-122.

Résumé

Dans le cadre de la théorie sur l'évolution des traits d'histoire de vie on observe souvent un *trade-off* entre survie et reproduction, pourtant chez les insectes sociaux, on observe que dans la majorité des espèces, la reproductrice (reine) se reproduit et possède une longévité beaucoup plus grande que les ouvrières généralement non reproductrices.

Dans le cadre d'un projet qui vise à tester si cette absence de *trade-off* entre reproduction et survie reste valide à l'intérieur d'une même caste, les ouvrières de la fourmi *Cataglyphis cursor* ont été choisies afin d'avoir suffisamment d'individus, car elles présentent l'originalité de se reproduire par parthénogenèse dans des colonies orphelines (en l'absence de la reine).

Un objectif est de tester spécifiquement l'existence de *trade-offs* entre reproduction et défenses immunitaires, ces dernières affectant probablement la survie de l'individu.

D'après les travaux de Cagniant (1980) le retrait régulier du couvain entraîne une augmentation de la production d'œufs des ouvrières. Ceci permettrait donc d'artificiellement augmenter et potentiellement diminuer (si on rajoute du couvain) la quantité d'œufs produits par les ouvrières. Le but ici est de tester si cette manipulation permet effectivement d'altérer la production d'œufs des ouvrières, et de comprendre les conditions nécessaires au bon fonctionnement de cette manipulation.

Pour cela nous avons utilisé quatre colonies de taille différente, pour chacune nous avons séparé les ouvrières (sans la reine) en trois groupes. Chacun des trois groupes a subi un traitement différent :

Pour le témoin les œufs et les larves sont retirés, comptés puis les œufs sont remis.

Un groupe où on retire les œufs et les larves, on les compte puis rien n'est remis.

Un groupe où on retire les œufs et les larves, on les compte puis on remet les œufs avec en plus les œufs provenant du groupe où rien n'est remis.

Pour les deux plus grosses colonies ont observe, peut de temps après le début de la ponte, une production d'œufs plus importante dans le groupe où on retire les œufs que dans le témoins. En ce qui concerne l'inhibition de la ponte par ajout de couvain les résultats obtenus ne permettent pas de savoir si cela est efficace. Cette étude a permis d'observer l'allure des courbes de pontes et le moments où la différence entre les traitement est la plus marquée, ce qui permet de prévoir quand il faut faire les tests de défenses immunitaires. Elle a permis de prendre en compte des facteurs nécessaires au bon fonctionnement de l'expérience tel le maintien de la proportion de fourrageuses, la taille des groupes. Et s'interroger sur l'influence du moment de l'orphelinage.

Summary

General life-history theory predicts that an increased reproductive effort has been found to be associated with a reduction in longevity in number organisms. Nevertheless in perennial eusocial insects it's noticed that the reproductive queens have life span longer than the generally nonreproductive workers.

In a project which aimed to test if the absence of trade off, between reproduction and survival, is real in the same caste, the workers of the ant *Cataglyphis cursor* had been chosen to have enough individuals because workers of this species are able to reproduce by the thelytokous parthenogenesis in orphaned colonies (without queen). A goal is to test specifically the trade off between reproduction and immune defences which probably affect the individual survival.

According to Cagniant's work (1980), removing eggs from the nest increased the egg-laying, that could be used to increase or decrease (if we add eggs) the workers' eggs production.

Goal here is to test if this handling really affect the workers' eggs production, and understanding the requirement to do it well.

To do that we used four colonies, in each one we separate workers (without queen) in three groups. Each one of these groups had been experimented a specific treatment.

In control group eggs and larva are taken, count and eggs are put back.

There is one group where eggs and larva are taken, counted and nothing is put back.

In third group eggs and larva are taken, counted and eggs are put back with the eggs of the group where nothing is put back.

In the two biggest colonies, just after the egg-laying's starting, groups where eggs are remove laid more than control groups

Statistique obtenu avec R

effet du traitement sur la ponte ajustée cumulé a la 6eme semaine

```
> ca=c(10.44,4.89,2.24)
> cb=c(14.00,8.71,1.67)
> cc=c(3.55,5.14,0.81)
> kruskal.test(list(ca,cb,cc))
```

Kruskal-Wallis rank sum test

data: list(ca, cb, cc)

Kruskal-Wallis chi-squared = 1.1556, df = 2, p-value = 0.5611

Pas significatif

Correlation entre la ponte ajusté cumulé et la mortalité totale à la 6eme semaine

```
setwd("D:/Documents and Settings/Administrateur.YANN/Bureau")
> read.table("pm6.txt")
  ponte mort
1 10.44  5
2 14.00  4
3  3.55 10
4  4.89  1
5  8.71  0
6  5.14  1
7  2.24  7
8  1.67  5
9  0.81  7
> obs=read.table("pm6.txt")
> attach(obs)
> plot(mort,ponte)
> cor.test(mort,ponte,method="spearman")
```

Spearman's rank correlation rho

data: mort and ponte
S = 187.8535, p-value = 0.1126
alternative hypothesis: true rho is not equal to 0
sample estimates:
rho
-0.5654461

Pas significatif

Regression linéaire et correlation entre la ponte totale par fourmi ajustée et la mortalité total à la 12eme semaine

Régression :

```
> setwd("D:/Documents and Settings/Administrateur.YANN/Bureau")
> read.table("pm12.txt")
  ponte mort
1 12.1 28
2 14.7 15
3  4.2 59
4  5.1 13
5  8.9 13
6  5.1  4
7  8.5 65
8  1.9 57
9  1.0 74
> obs=read.table("pm12.txt")
```

```
> dim(obs)
[1] 9 2
> attach(obs)
> objects("obs")
[1] "mort" "ponte"
> lm(mort~ponte)
```

```
Call:
lm(formula = mort ~ ponte)
```

```
Coefficients:
(Intercept)  ponte
 56.663     -2.959
```

```
> reg=lm(mort~ponte)
> summary(reg)
```

```
Call:
lm(formula = mort ~ ponte)
```

```
Residuals:
  Min   1Q   Median   3Q   Max
-37.573 -17.329  5.958  14.764  33.487
```

```
Coefficients:
            Estimate Std. Error t value Pr(>|t|)
(Intercept)  56.663    15.585   3.636 0.00833 **
ponte       -2.959     1.928  -1.535 0.16868
---
```

Signif. codes: 0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

```
Residual standard error: 24.98 on 7 degrees of freedom
Multiple R-Squared: 0.2518, Adjusted R-squared: 0.1449
F-statistic: 2.356 on 1 and 7 DF, p-value: 0.1687
```

```
> attach(reg)
> objects("reg")
[1] "assign" "call" "coefficients" "df.residual"
[5] "effects" "fitted.values" "model" "qr"
[9] "rank" "residuals" "terms" "xlevels"
> plot(mort~ponte)
> abline(reg)
```

Pas significatif

Correlation avec spearman:

```
> setwd("D:/Documents and Settings/Administrateur.YANN/Bureau")
> read.table("pm12.txt")
  ponte mort
1 12.1  28
2 14.7  15
3  4.2  59
4  5.1  13
5  8.9  13
6  5.1   4
7  8.5  65
8  1.9  57
9  1.0  74
> obs=read.table("pm12.txt")
> attach(obs)
> plot(mort,ponte)
> cor.test(mort,ponte,method="spearman")
```

Spearman's rank correlation rho

```
data: mort and ponte
S = 171.9328, p-value = 0.2446
alternative hypothesis: true rho is not equal to 0
sample estimates:
```

```
rho
-0.4327731
```

Pas significatif

