

Statistiques :

Mesures morphométriques chez des acariens (Chaetodactylidae) parasites d'espèces d'abeilles (Megachilidae).

(photo : abeille de la famille des Megachilidae, *Lithurgus echinocacti* couverte d'acarien du genre
Chaetodactylus)



Plan

1.	La problématique.....	2
2.	Les acariens.....	3
3.	Préparation des données.....	4
4.	Analyse statistique.....	5
5.	Conclusion.....	7
6.	Bibliographie	7

1. La Problématique

Aux Etats-Unis les abeilles permettent la pollinisation d'environ 130 plantes d'intérêt commercial. Le coût de la disparition des abeilles domestiquées a été estimé à plusieurs milliards de dollars par an. Dans les années 90 l'espèce parasite *Varroa destructor* initialement parasite d'une espèce asiatique a causé l'extinction de nombreuses colonies d'espèces non domestiques suite à leur colonisation par ce parasite.

Quinze ans après cette catastrophe, les populations d'abeilles ne se sont toujours pas remises de cette invasion. Les industriels de la pollinisation ont dû trouver d'autres espèces à domestiquer.

Depuis de nombreux programmes de surveillance ont été mis en place pour prévenir les invasions de parasites.

Dans notre étude, on va s'intéresser à l'ordre des Acariformes, sous-ordre des Sarcoptiformes, infra-ordre des Astigmata. Ces acariens ont une histoire de vie ancestrale liée à l'exploitation d'habitats fragmentés et une dispersion *via* des deutonymphes hautement spécialisées. Ces deutonymphes sont morphologiquement très différents des stades précédents et suivants, ne se nourrissent pas et s'attachent aux insectes ou aux mammifères. De nombreuses familles des Astigmata comprennent des associations avec les abeilles c'est une de ces familles qui va nous intéresser.

La famille des Chaetodactylidae et plus particulièrement le genre *Chaetodactylus* est un acarien clepto-parasite obligatoire qui parasite les abeilles de la famille Megachilidae. Ces acariens peuvent détruire des essaims entiers. Cet ordre présente généralement deux types de deutonymphes, l'un d'entre eux est de forme kystique et il est très résistant aux changements de l'environnement. Ainsi il peut se conserver quand le nid est abandonné par la population d'abeilles. Et se "réveiller" quand un nouvel essaim arrive dans le nid et coloniser une nouvelle population.

Au vu des intérêts économiques que représentent les abeilles et leur activité pollinisatrice, il est important de surveiller les populations. Les espèces du genre *Chaetodactylus* –celles que nous allons étudier- ont un certain niveau de spécificité par rapport à leur hôte mais l'utilisation en série des cavités des nids parmi les différentes espèces d'abeille conduit à des changements d'hôtes. Or quand il y a changement d'hôte, les parasites ont tendance à être plus virulent avec leurs nouveaux hôtes. L'intérêt d'un "monitoring" des différentes populations d'abeilles et de leur cortège parasitaire permettrait de traiter les abeilles au moment d'un changement d'hôte.

On va donc chercher à voir si les espèces d'abeilles *Lithurgus lithurgi*, *Lithurgus abditus* et *Lithurgus gibbosi* sont parasitées par des espèces d'acarien propre à chaque espèce et si l'on peut discriminer les acariens en fonction des différentes mesures morphométriques.

Pour toute information complémentaire, il conviendra de consulter le site <http://insects.ummz.lsa.umich.edu/beemites/> qui étudie la diversité des associations abeilles / acariens en Amérique du Nord.

De plus, un article très complet de Klimov (Klimov & Oconnor, 2004) -le spécialiste du domaine- portant sur ce sujet permet un approfondissement de l'analyse que je propose dans ce rapport.

La page de Pavel Klimov : <http://insects.ummz.lsa.umich.edu:16080/ACARI/staff/pklimov/>

2. Les Acariens

111 acariens ont été prélevés sur 3 espèces d'abeilles, 27 mesures morphométriques ont été réalisées.

Les variables sont les suivantes :

- esp** : correspond à l'espèce d'abeille sur laquelle l'acarien a été trouvé : 1-lithurgi, 2-abditus, 3-gibbosi.
- li** : correspond à la longueur de l'idiosome
- lps** : correspond à la longueur du bouclier protérosomal c'est à dire de la partie antérieure jusqu'à la deuxième paire de pattes incluses. (Fig. 1a)
- laps** : correspond à la largeur du bouclier protérosomal. (Fig. 1a)
- lahsal** : correspond à la largeur du bouclier hystérosomal au niveau antérieur. (Fig. 1a)
- lahf2l** : correspond à la largeur du bouclier hystérosomal au niveau de la soie f2. (Fig. 1a)
- aIII** : correspond à la longueur de l'apodème.
- si** : correspond à la longueur de la soie au milieu du protérosoma. (Fig. 1b)
- c1** : correspond à la longueur de la soie au niveau de la jonction entre protérosoma et hystérosoma. (Fig. 1d)
- d1** : correspond à la longueur d'une soie médiodorsale de l'hystérosoma. (Fig. 1a)
- e1** : correspondent à des longueurs de soies latérales de l'hystérosoma. (Fig. 1a)
- h1, h2** : correspondent à des longueurs de soies dorsales de l'hystérosoma. (Fig. 1a)
- lao** : correspond à la longueur de l'organe d'attachement de l'acarien.
- sm** : correspond à la longueur du suçoir médian.
- w3I** : correspond à la longueur d'une soie située sur la 1^{ère} paire de patte.
- hTII** : correspond à la longueur d'une soie latérale de l'hystérosoma.
- vFI** : correspond à la longueur d'une soie sur le protérosoma au niveau de la 1^{ère} paire de pattes.
- vFII** : correspond à la longueur d'une soie sur le protérosoma au niveau de la 2^{ème} paire de pattes.
- cRIII** : Correspond à la longueur d'une soie située au niveau de la 3^{ème} paire de pattes.
- tIV** : correspond à la longueur du tarse de la 4^{ème} paire de pattes.
- vFIV** : correspond à la longueur d'une soie ventrale au niveau de la 4^{ème} paire de pattes.
- eIV** : correspond à la longueur d'une soie située sur la 4^{ème} paire de pattes.
- 3a, 4a** : correspondent à la longueur de soies ventrales de l'hystérosoma. (Fig. 1c)
- fl, fII** : correspondent à des longueurs de soies sur la 1^{ère} et 2^{ème} paire de pattes respectivement.
- eII** : correspond à la longueur d'une soie sur la 2^{ème} paire de pattes.

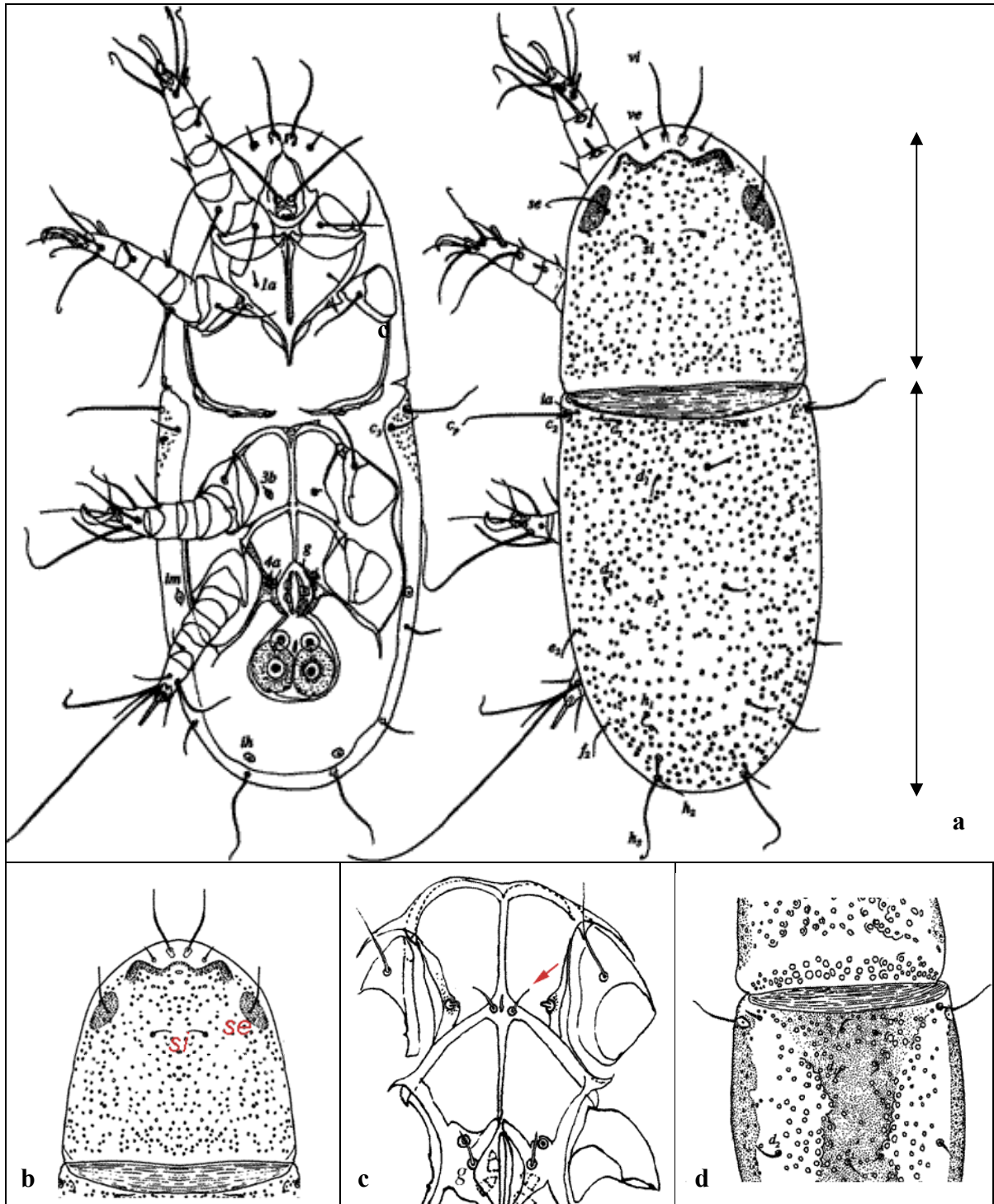


Figure 1 : Dessins des différentes parties d'un acarien. a) la partie supérieure correspond au protosoma, la partie inférieure correspond à l'hysterosoma. b) soies si et se. c) la flèche indique la soie 3a. d) on peut voir de chaque côté de la zone de jonction du protosoma et de l'hysterosoma les soies c1 (les plus latérales)

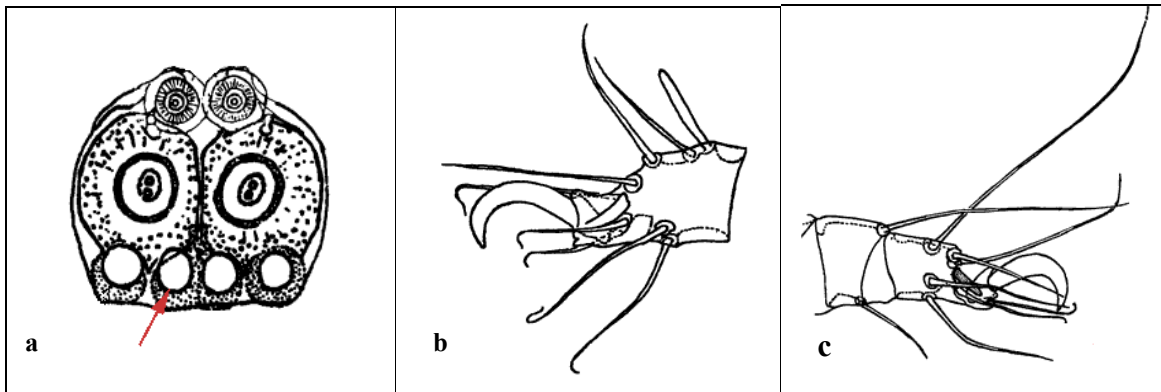


Figure 2 : a) la flèche indique un des deux suçoirs médians. b) exemple de patte de la 2^{ième} paire. c) exemple de patte de la troisième paire.

3. Préparation des données

Les données sont accessibles dans un tableau Excel à l'adresse :

http://insects.ummz.lsa.umich.edu:16080/beemites/Morphometrics/Chaetodactylus_Lithurgus.xls

Le tableau qui nous intéresse est celui à 27 colonnes, l'autre ne sera pas utilisé car toutes les données ne sont pas validées. On va faire passer ce fichier en format ".txt" puis effectuer quelques modifications pour permettre un maniement plus facile sous R.

```
aca=read.table("aca.txt",dec=",")
```

```
aca=aca[,2:29]
```

```
names(aca)=c("esp","li","lps","laps","lahsal","lahf2l","aIII","si","c1","d1",
,"e1","h1","h2","s3a","s4a","lao","sm","w3I","fI","vFI","fII","eII","hTII",
,"vFII","cRIII","tIV","eIV","vFIV")
```

Avec ces 3 lignes on va pouvoir enlever la première colonne de notre jeu de données qui correspond au numéro des individus et définir les noms des variables comme elles sont décrites précédemment.

On peut retrouver cette information dans le fichier pps057.rda

4. Analyse Statistique :

Après avoir vérifié que les variables ne présentaient pas de points aberrants :

```
> boxplot(as.data.frame(scale(aca[,2:28])))
```

On va maintenant regarder si les différents acariens prélevés sur les trois espèces d'abeilles présentent des caractères communs selon qu'il est été trouvés sur *lithurgi*, *abditus* ou *gibbosi*. Pour ce faire, on réalise une analyse en composante principale (figure 3).

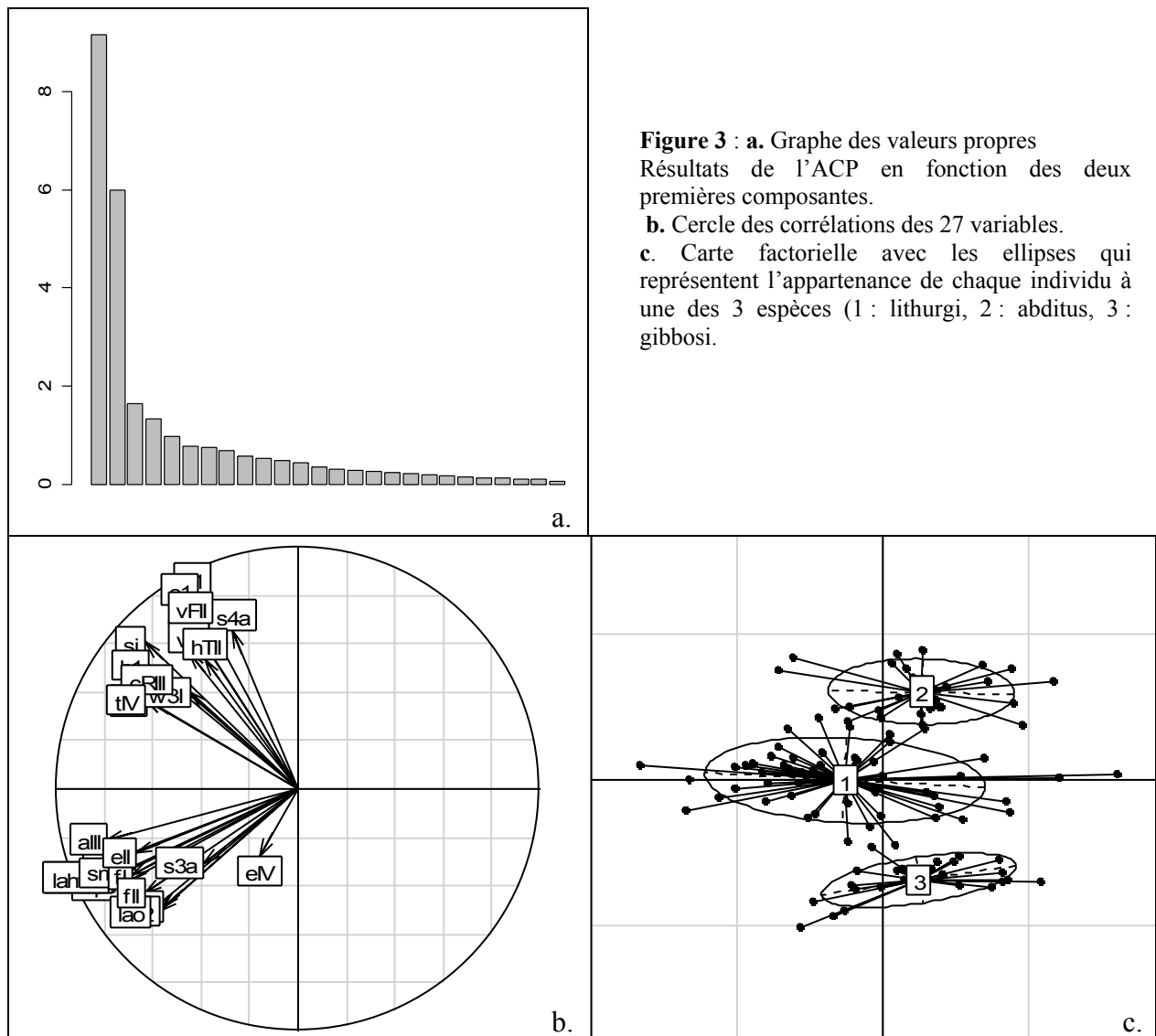
```
> acp=dudi.pca(aca[,2:27])
```

```
Select the number of axes: 2
```

```
> par(mfrow=c(1,2))
```

```
> s.corcircle(acp$co,clabel=0.7)
```

```
> s.class(acp$li,as.factor(aca$esp),clabel=0.7)
```



Comme on peut le constater, les 2 premières composantes laissent penser que les trois espèces d'abeilles sont chacune parasitée par une espèce d'acarien. Avec cependant quelques cas "limites" où des individus se trouvent à la frontière des deux ellipses.

On va maintenant chercher à voir si l'on peut, à partir des mesures morphométriques, prédire quelle espèce d'abeille est l'hôte de l'acarien. Pour ce faire, on réalise une analyse discriminante :

```

echa = sample(1:111,37)
tabref = aca[echa,2:28]
espref = aca[echa,1]
tabsup = aca[-echa,2:28]
espsup = aca[-echa,1]
lda2 = lda(tabref,espref)
espestim = predict(lda2,tabsup)$class
  
```

```
table(espestim, espsup)
```

```
      espsup
espestim 1  2  3
      1 33  0  0
      2  1 22  0
      3  3  0 15
```

On constate ici que l'analyse discriminante permet de discriminer les acariens sur les bonnes espèces dans 95 % des cas.

5. Conclusion :

Cette étude montre que grâce à une étude discriminante, on peut déterminer quelle espèce d'abeille, l'acarien mesuré est "sensé" parasiter. Ceci rend donc utile le "monitoring" des populations d'abeilles pour permettre d'évaluer si il y a un changement d'hôte en cours. Comme on l'a vu, l'analyse discriminante permet de reconnaître un acarien dans 95 % des cas. Il serait intéressant de regarder si l'on peut discriminer autant avec moins de variables. En effet, pour le moment il faut réaliser 27 mesures sur chaque acarien pour pouvoir prédire quelle espèce d'abeille il parasite.

Ce jeu de donnée peut sans doute révéler de nombreuses autres informations que je n'ai pas eu le temps de regarder. Ainsi, il pourrait être intéressant de regarder les liens entre les variables pour l'ensemble des individus et ensuite par groupes (les groupes étant déterminé par les espèces d'abeilles sur lesquelles les acariens sont trouvés). Il serait également intéressant de recueillir des données sur les abeilles elles-mêmes. En effet, est ce que les trois espèces d'abeilles sont de taille différente et si oui la relation que l'on observe entre les acariens et les abeilles n'est-elle pas uniquement liée à la taille ?

6. Bibliographie :

Klimov P. B. & Oconnor B. M. , 2004, Multivariate discrimination among cryptic species of the mite genus *Chaetodactylus* (Acari: Chaetodactylidae) associated with bees of the genus *Lithurgus* (Hymenoptera: Megachilidae) in North America, *Experimental and Applied Acarology*. 33: 157–182