

# LES INTERACTIONS HÔTES-PARASITES

## VI- INEGALITE DEVANT LE PARASITISME

- 1- Dimension génétique
- 2- Dimension immunitaire (gène de résistance)
- 3- Infestation secondaire
- 4- Sexe
- 5- Age
- 6- Statut social

## VII- SPECIFICITE PARASITAIRE

- 1- Définition
- 2- Aspects « changeants » de la spécificité
- 3- Contraintes à la spécialisation
- 4- Avantages à la spécialisation
- 5- Spéciation
- 6- Comment mesurer la spécificité

## VIII- VIRULENCE-RESISTANCE DANS LE SYSTEME HOTE-PARASITE

- 1- Virulence des parasites
- 2- Défense des hôtes
- 3- La réaction des parasites face aux défenses de l'hôte
- 4- Effet de l'activation du système immunitaire
- 5- L'immunité et ses compromis

## IX- CO-EVOLUTION DANS LE SYSTEME HÔTE-PARASITE

- 1- Dynamique coévolutive de deux espèces en interaction étroite
- 2- Leigh Van Valen et la théorie de la Reine Rouge

## X- PARASITE ET SEXUALITE

- 1- Parasites et maintien de la sexualité
- 2- Sexe des parasites
- 3- Sexe des hôtes
- 4- Parasites et sélection sexuelle
  - a- Compétition entre mâles
  - b- Choix du partenaire

## VI – INEGALITE DEVANT LE PARASITISME

### 1) Dimension génétique

Expl 1 : Résistance génétique au paludisme *Plasmodium vivax*



Absence antigène « Duffy » : protection

Expl 2 : Drépanocytose et paludisme

### 2) Dimension immunitaire (les gènes de résistance)

→ Complexe majeur d'histocompatibilité (MHC)

Expl : La lèpre *Mycobacterium leprae*



MHC  
allèles de classe II



Immunité efficace

Forme tuberculoïde  
(réaction inflammatoire, moins grave)

MHC  
sans allèle de classe II



Immunité inhibée, inefficace

Forme lépromateuse  
(riche en bacilles, plus grave)

### 3) Infestation secondaire

Expl 1: le renard infesté par ascaris + gale sarcoptique



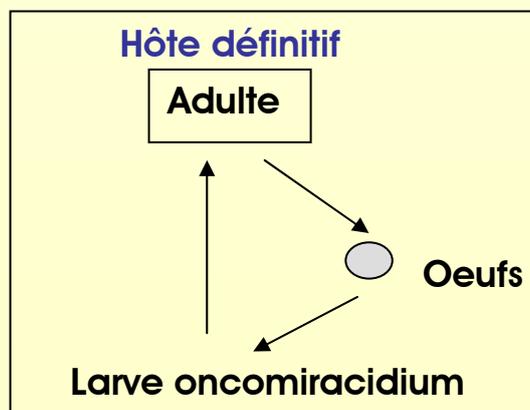
Expl 2: Homme infesté par virus + bactérie = surinfection

### 4) Sexe

Expl: bars (*Dicentrarchus labrax*) infestés par le monogène *Diplectanum aequans*



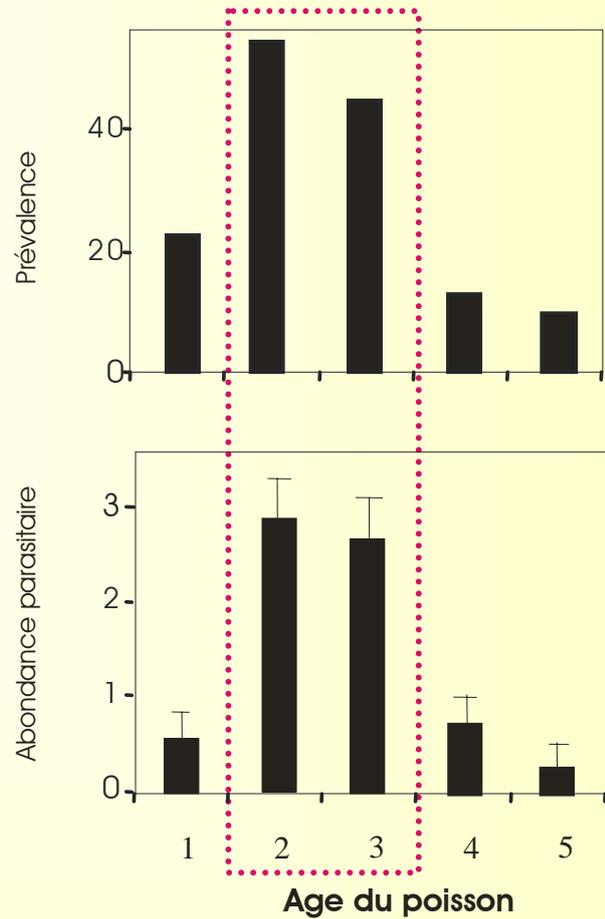
- ectoparasite : branchies
- 200  $\mu\text{m}$  à 1 cm
- tous aquatiques : poissons
- cycle direct



## 5) Age

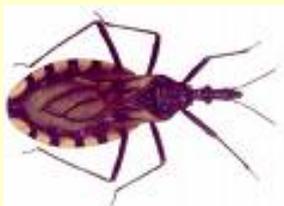
Expl: gardons (*Rutilus rutilus*) infestés par le cestode *Ligula intestinalis*

(Loot et al. 2001)

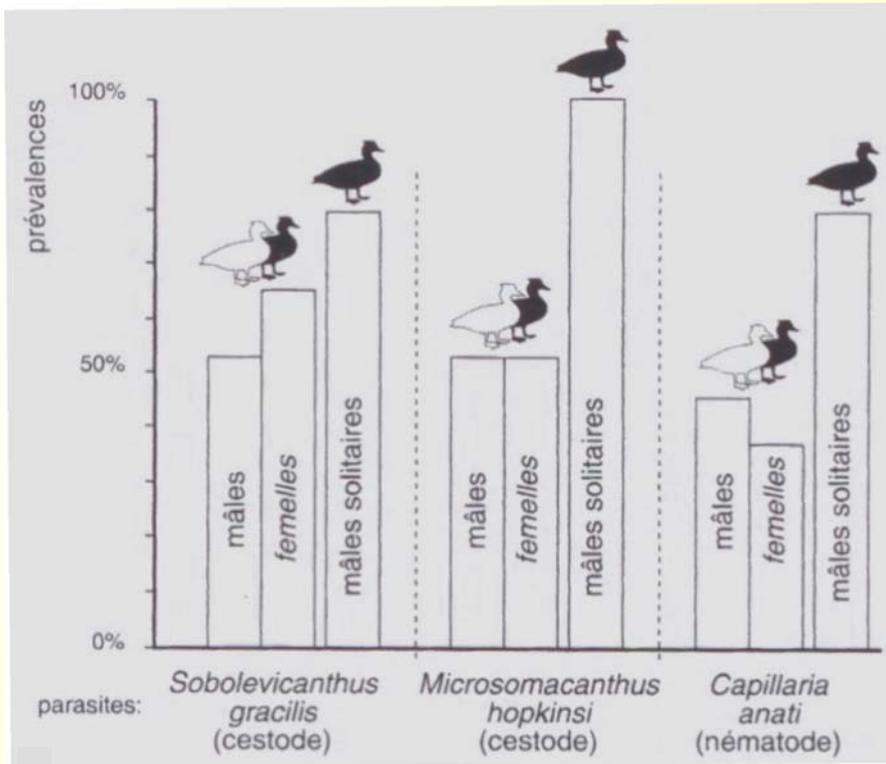


## 6) Statut social

Expl 1: l'homme et la maladie de Chagas dans les bidonvilles

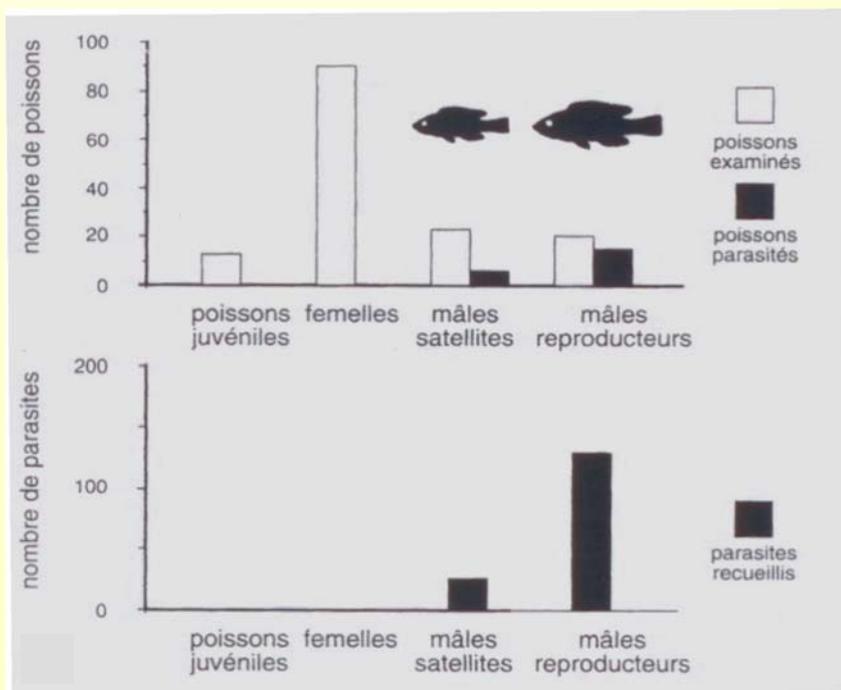


**Expl 2: canard colvert (*Anas platyrhynchos*) infestés par des cestodes et des nématodes**



(Gray et Pence 1989)

**Expl 3: poissons (*Symphodus ocellatus*) et le trématode *Genitocotyle mediterranea***

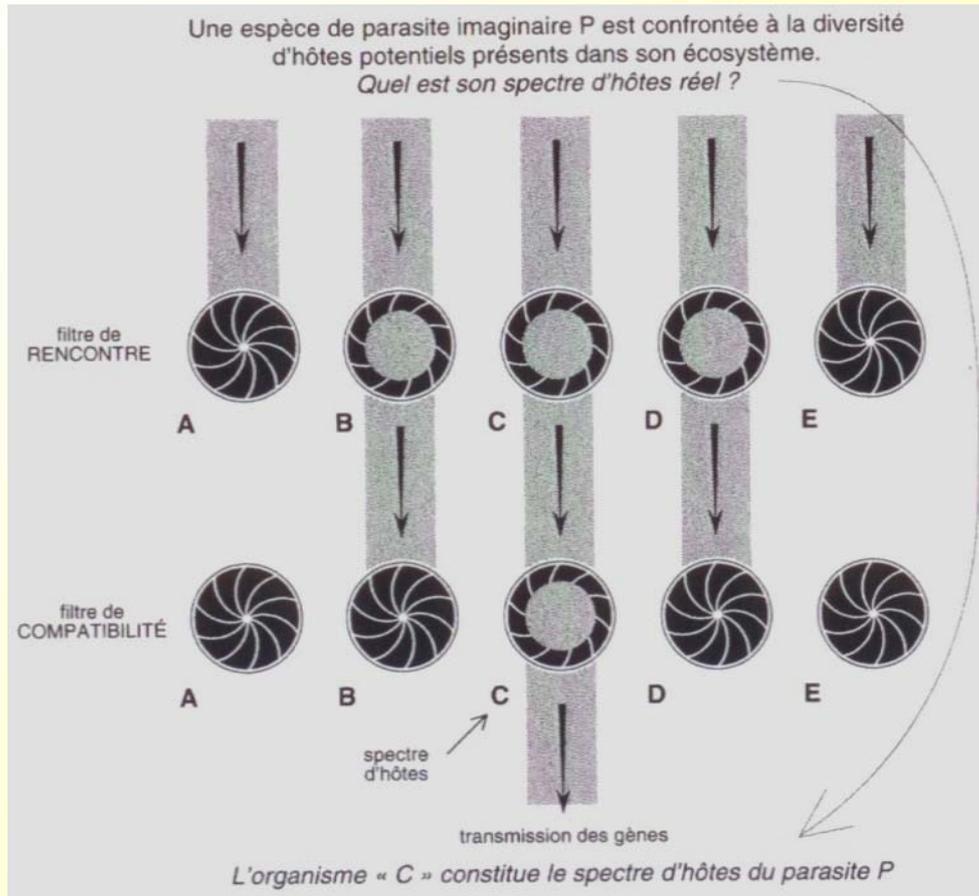


(Bartoli et al. 2000)

## VII – SPECIFICITE PARASITAIRE

### 1 – Définition

Plusieurs espèces hôtes peuvent être exploitée à 1 stade donné du cycle parasitaire  
→ spectre d'hôte.



Spectre d'hôte = peu d'espèces

Forte spécificité  
Parasite **spécialiste**

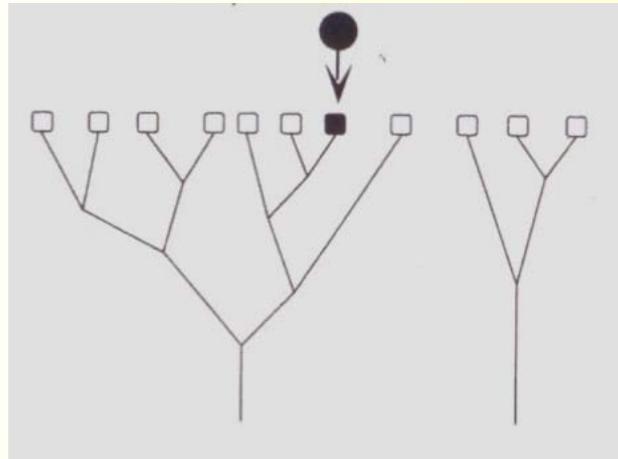


Spectre d'hôte = beaucoup d'espèces

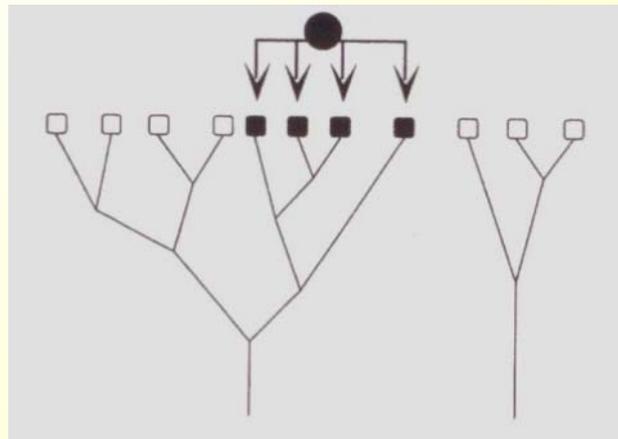
Faible spécificité  
Parasite **généraliste**



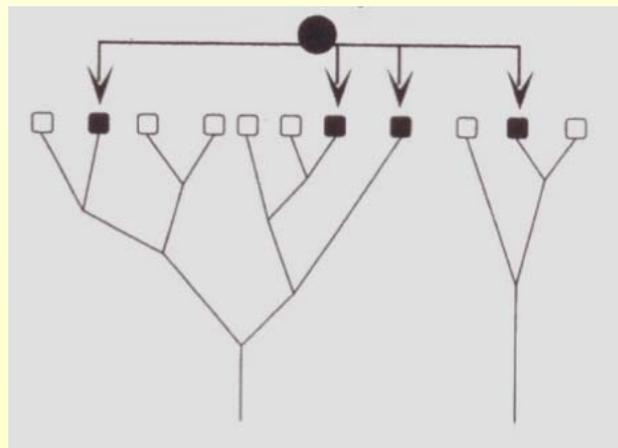
### PARASITE OÏOXÈNE



### PARASITE STENOXÈNE



### PARASITE EURYXÈNE



(Combes 1995)

□ = 1 espèce-hôte non parasitée

■ = 1 espèce-hôte parasitée

● = 1 espèce-parasite

## 2 – Aspects « changeants » de la spécificité

### a) En fonction de la localisation géographique

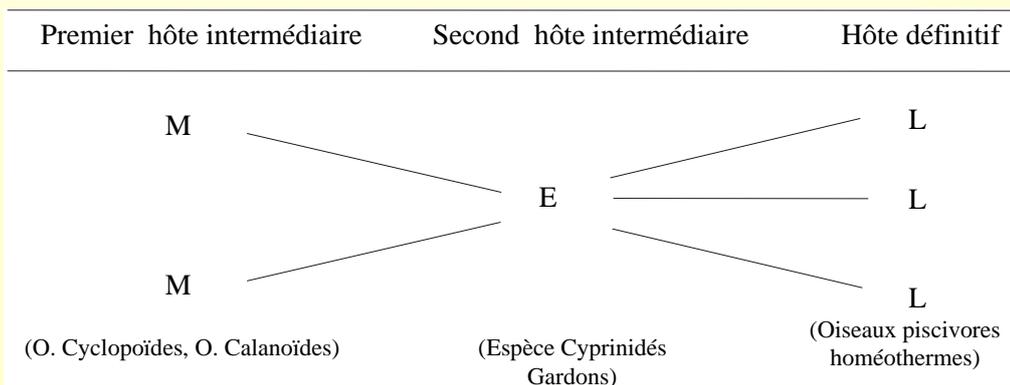


### b) En fonction du stade de développement du parasite

Expl: Spécificité des Ligulidae (Cestodes) pour leurs différents hôtes



Photo G. Loot: gardon parasité



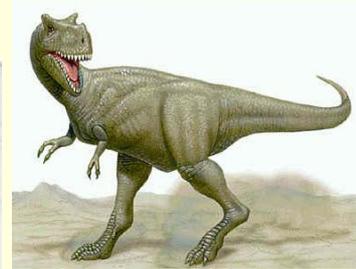
(Dubinina 1980)

L= spectre d'hôte Large  
M= spectre d'hôte Modéré  
E= spectre d'hôte Etroit

### c) Changements macroévolutifs

### 3 – Contraintes à la spécialisation

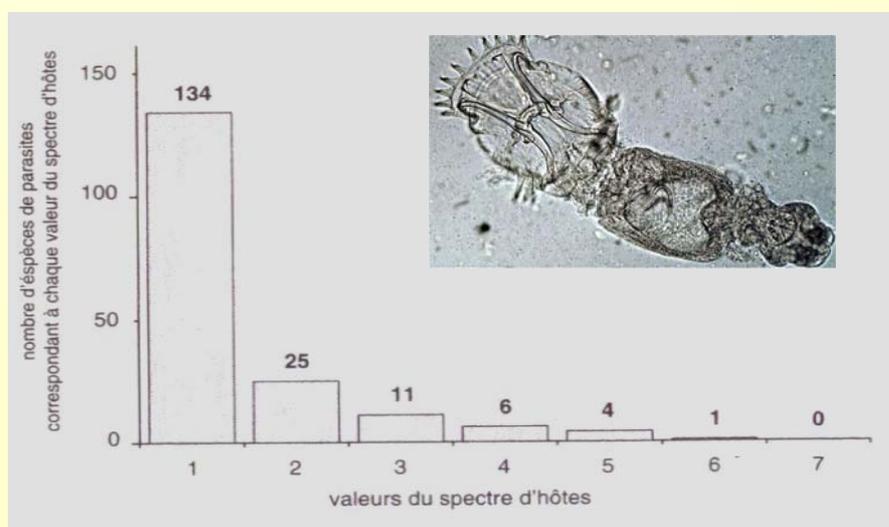
HÔTE DISPARAÎT → RISQUE D'EXTINCTION DU PARASITE : CO-EXTINCTION



### 4 – Avantages à la spécialisation

- favorise l'adaptation au génome de l'hôte
- diminue la compétition interspécifique
- favorise la reproduction sexuée

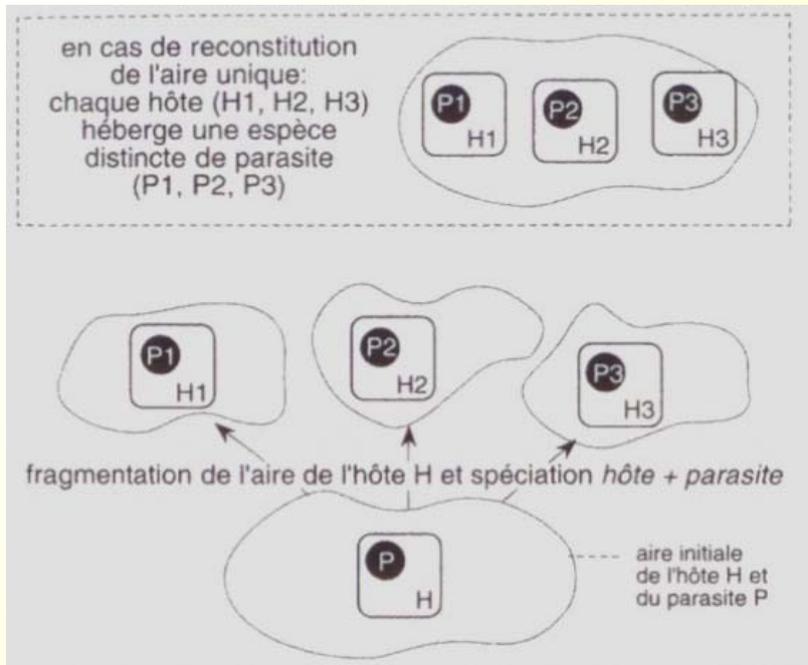
Expl: Étonnante spécificité des monogènes de poissons Méditerranéen



(Caro et al. 1997)

## 5 – Spéciation

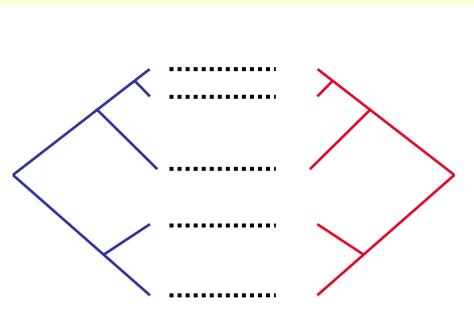
### Co-spéciation allopatrique



(Euzet et Combes 1980)

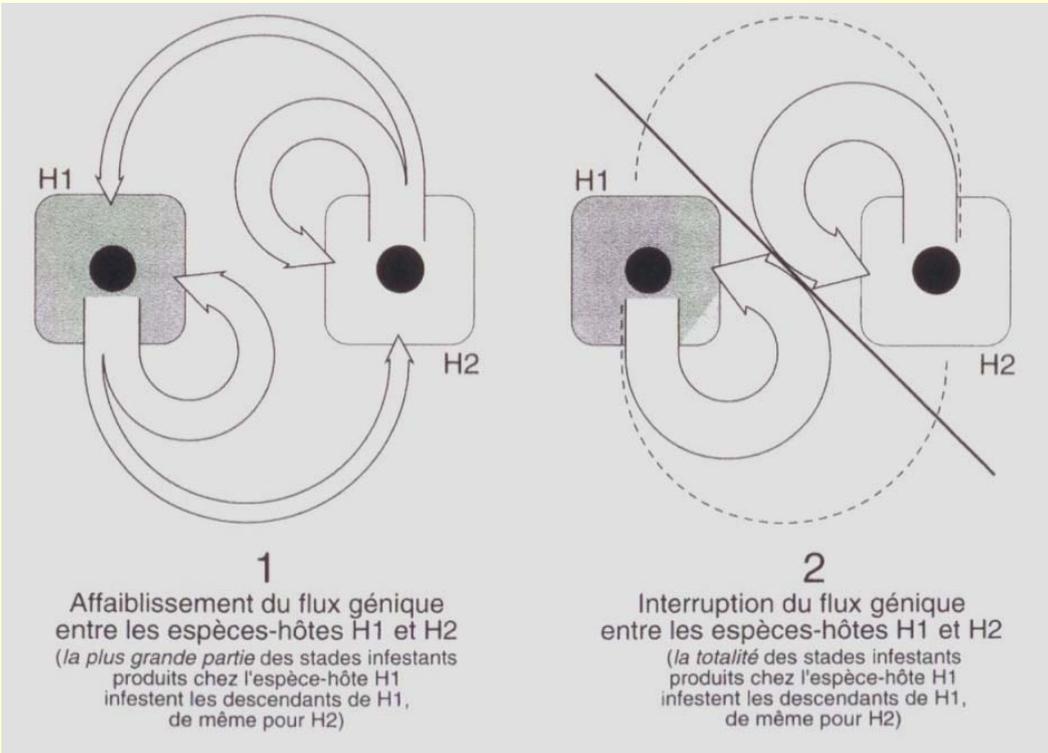
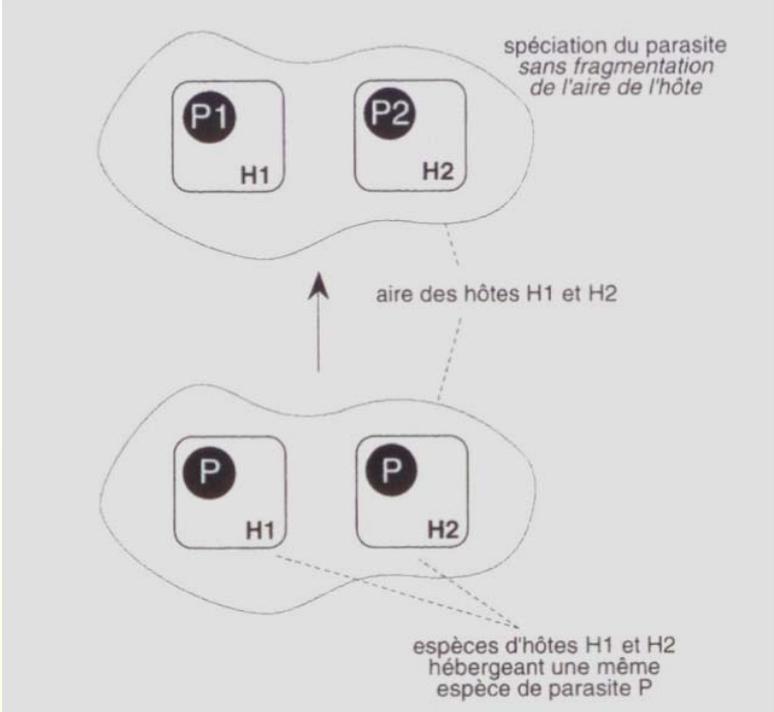
### Relation entre la phylogénie des parasites et celle des hôtes

Expl: Cophylogénie rongeur gaufre - poux



Congruence = co-spéciation

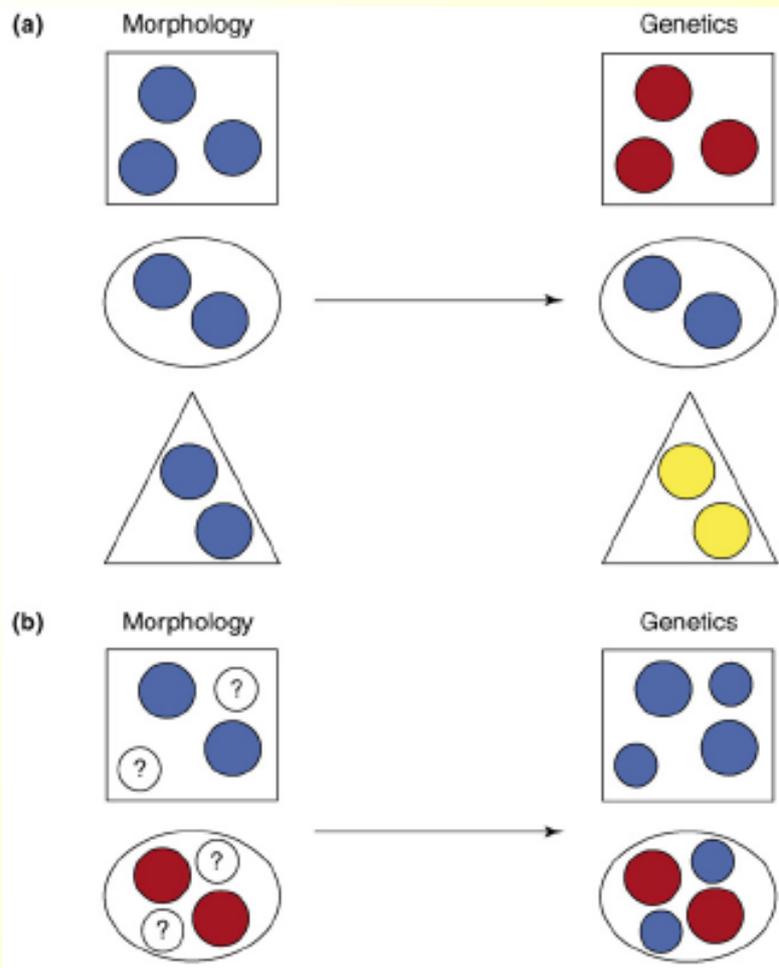
# Spéciation sympatrique



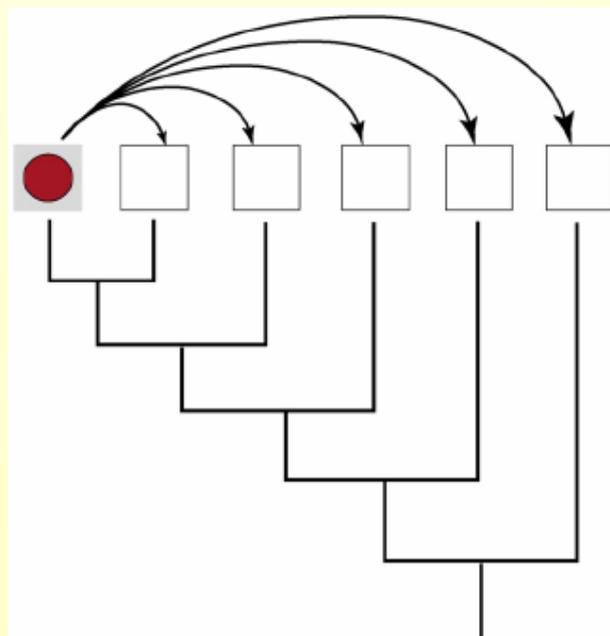
(Euzet et Combes 1980)

## 6 – Comment mesurer la spécificité

### Méthode moléculaire



### Méthode expérimentale



(Poulin et Keeney 2007)

## VIII – Virulence/Résistance dans le système hôte parasite

### 1 – Virulence des parasites

#### a- Définitions

→ Virulence: qui entraîne une diminution du succès reproducteur

→ Organismes pathogènes: provoque une modification de l'anatomie, morphologie, physiologie, comportement.

virulence optimale – adaptation – maladaptation

#### b- Action

##### Action mécanique

Eclatement des hématies *Plasmodium*

Dégradation des tissus

Compression



##### Action toxique

Vers intestinaux

*Plasmodium*

##### Action spoliatrice

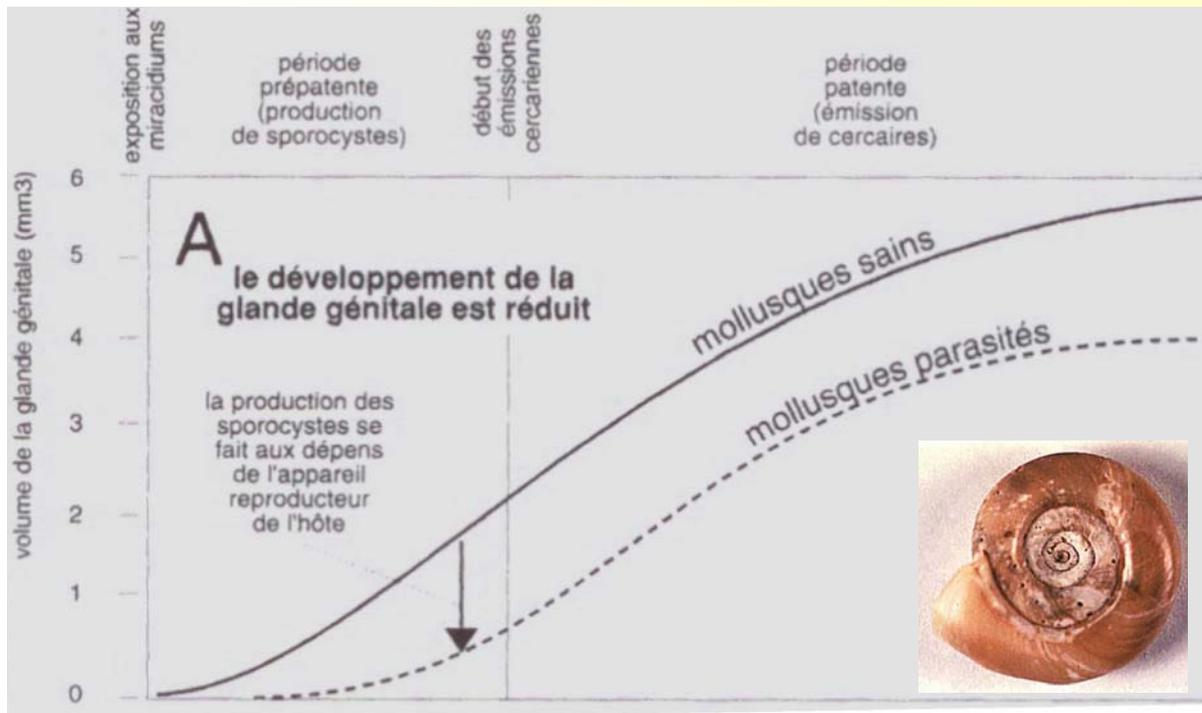
##### Action éthologique

« Favorisation parasitaire »

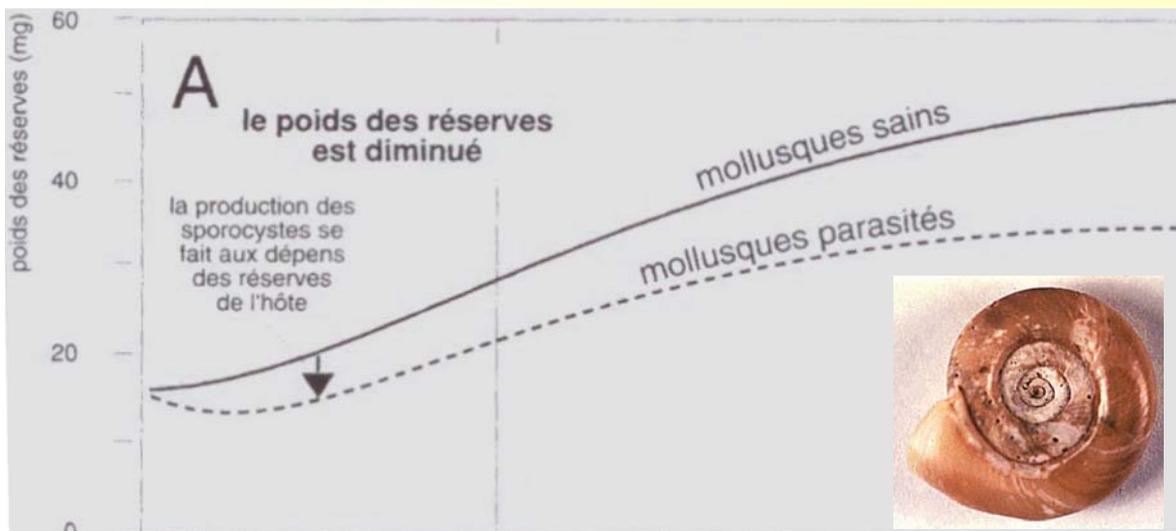
## c- Démonstration des effets pathogènes

### - sur la reproduction

Expl: *Schistosoma mansoni* – mollusque gastéropode



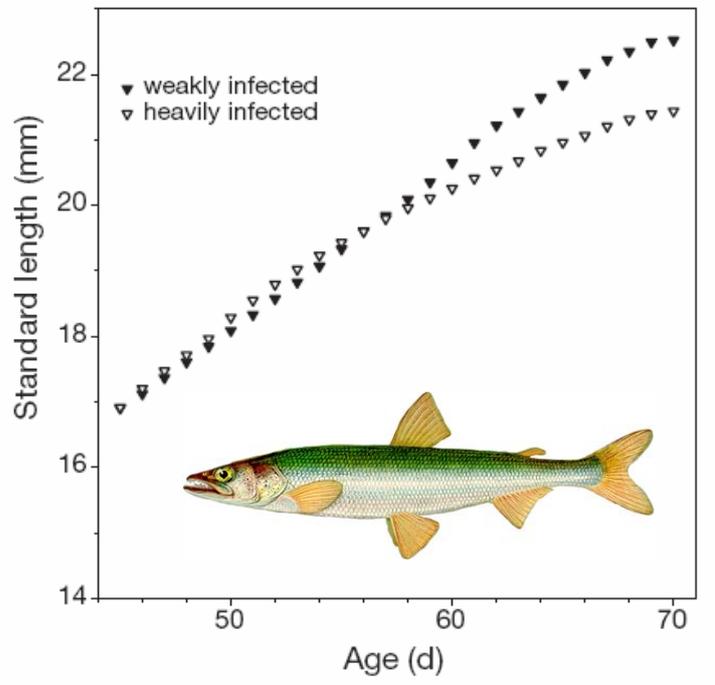
### - sur les réserves



(Combes 1995)

- sur la croissance

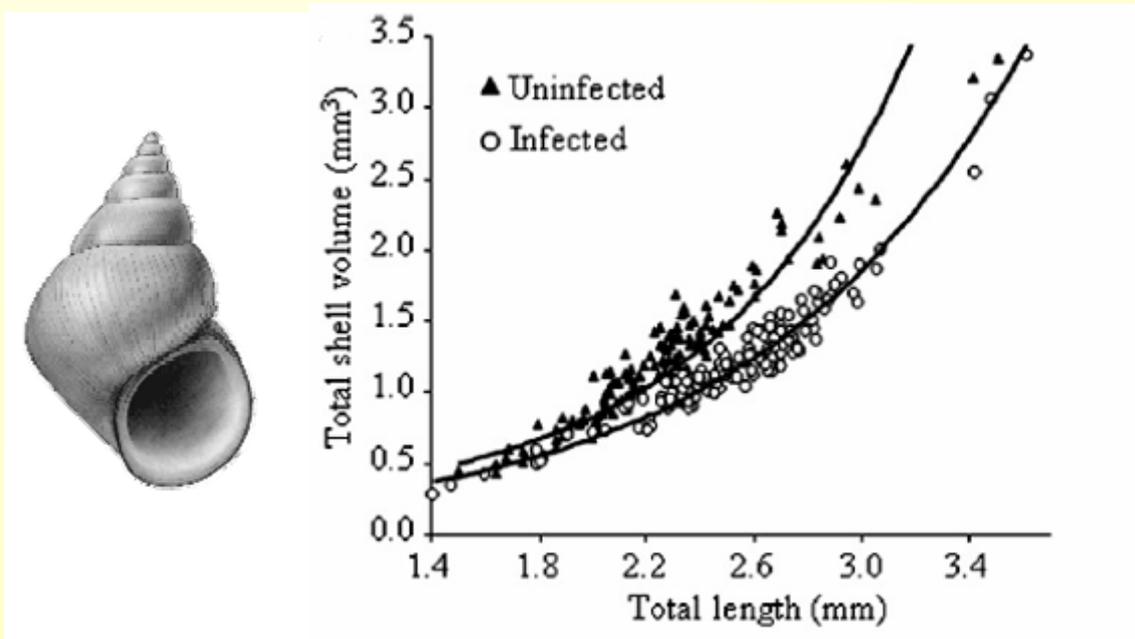
Expi: *Proteocephalus tetrastomus* – éperlan



(Bourque et al. 2006)

- sur la morphologie

Expi: *Coitocaecum parvum* – mollusque gastéropode



(Laguerre et al. 2007)



## 2 – Défense des hôtes

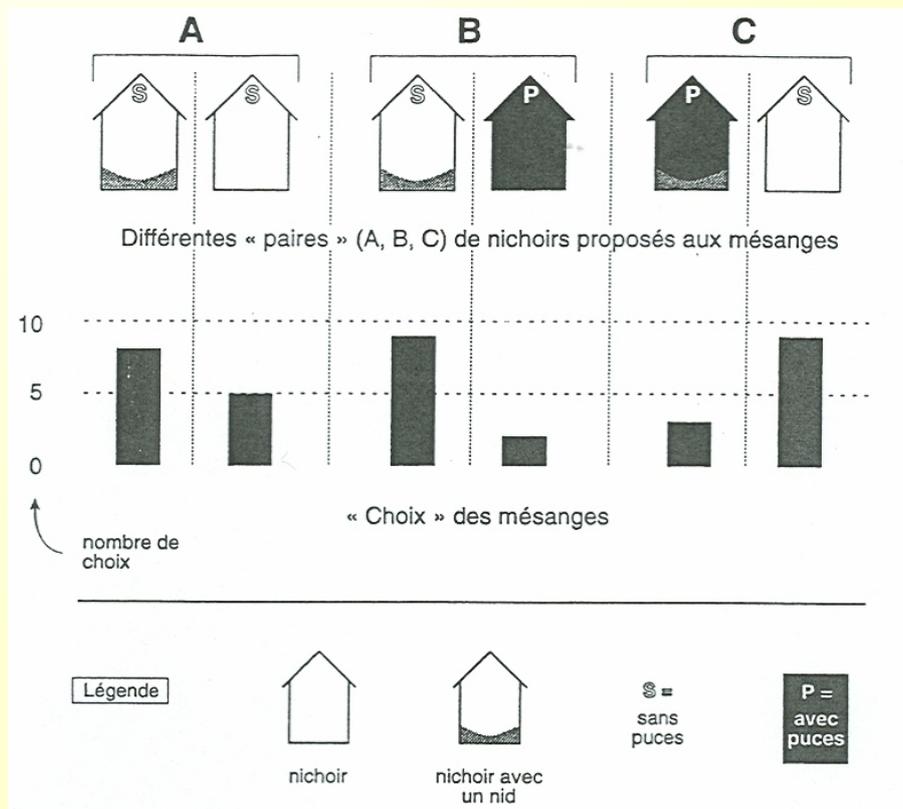
### a- Première ligne de défense des hôtes: éviter les parasites

→ « non-rencontre »

Expl 1: rayure du zèbre



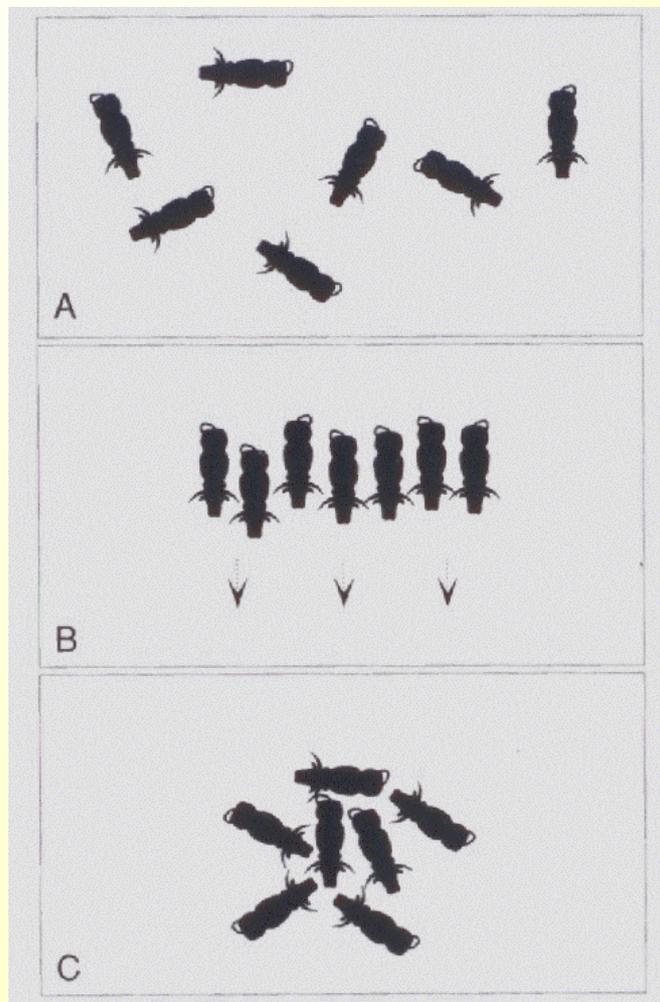
Expl 2: mésanges et puces



Expérience démontrant la capacité des mésanges à choisir un nichoir sain (S) de préférence à un nichoir parasité par les puces (P), même si le nichoir parasité contient un nid tout fait (donc évitant une certaine dépense d'énergie).

(Richner et al. 1993)

Expl 3: Génisses au pâturage en présence/absence de taons



(Ralley et al. 1993)

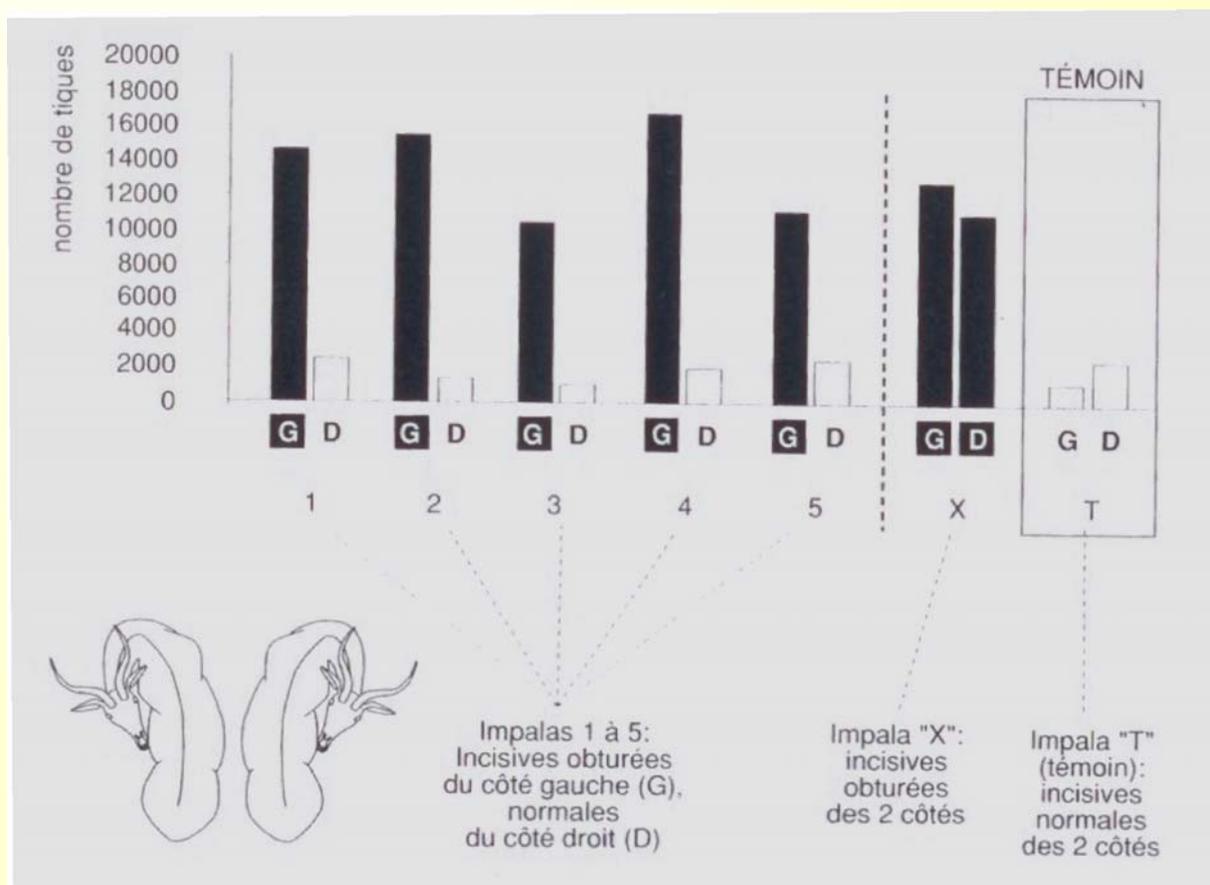
**A: Absence de taons *Hybomitra***

**B: Présence de taons : formation de « grazing lines » fronts de pâturages**

**C: Attaque massive de taons: formation de « bunches »**

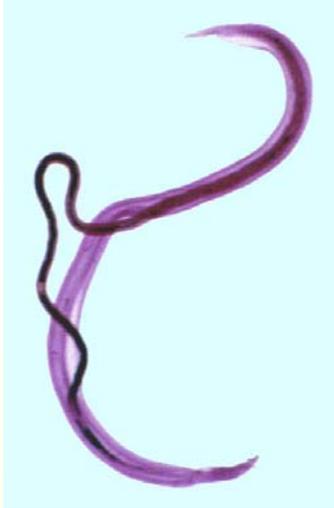
## b- Deuxième ligne de défense des hôtes: se débarrasser des parasites

- Réaction comportementale: grooming des antilopes



(McKenzie 1990)

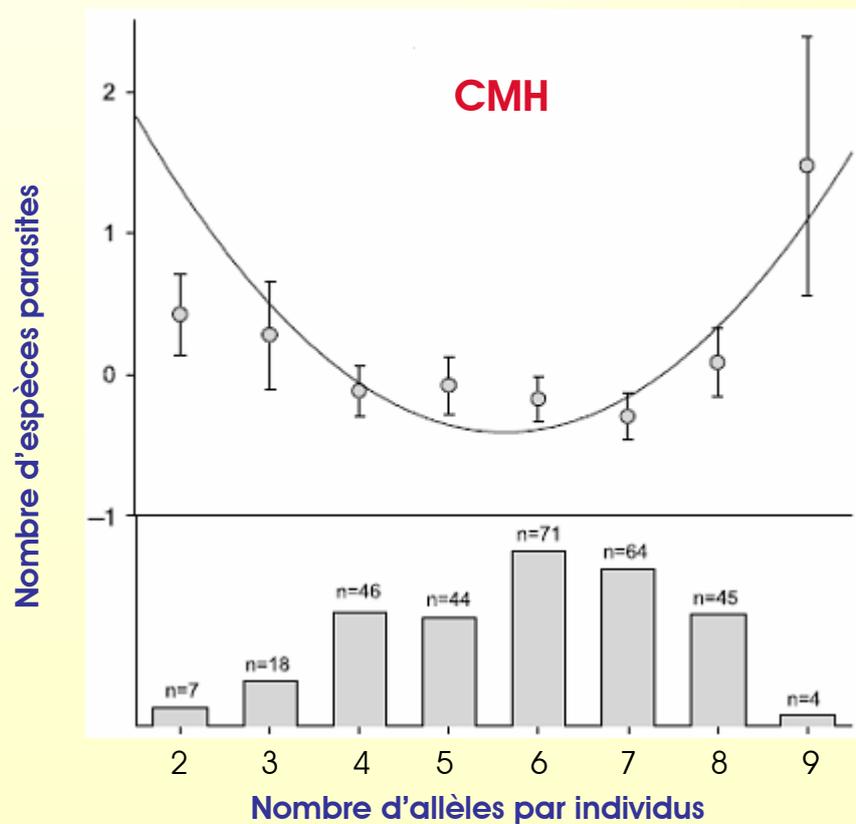
## - Réfraction génétique de l'hôte



Expl: Sensibilité au *Schistosoma mansoni*  
(locus q31q33 sur Chromosome 5)

## - Réactions immunitaires de l'hôte

lutte « post-invasive » anticorps ou immunoglobuline produit par les lymphocytes

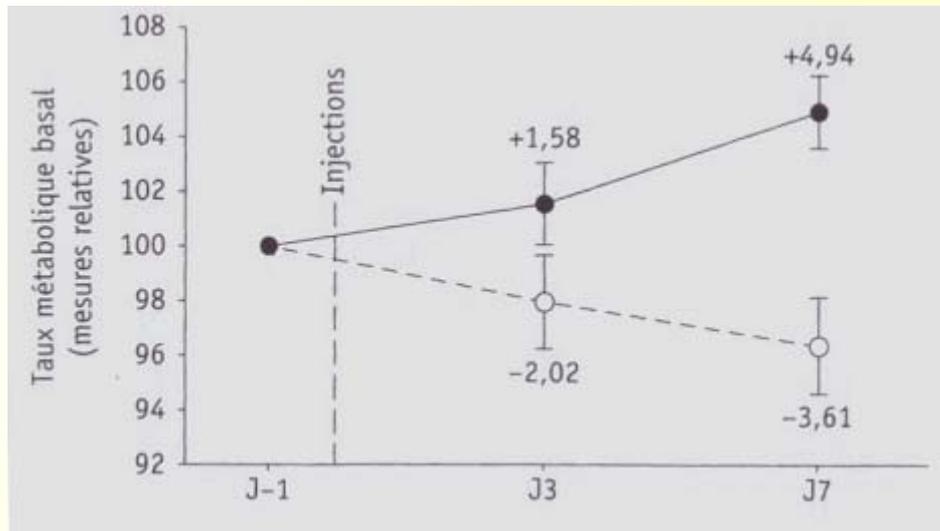


(Wegner et al. 2000)



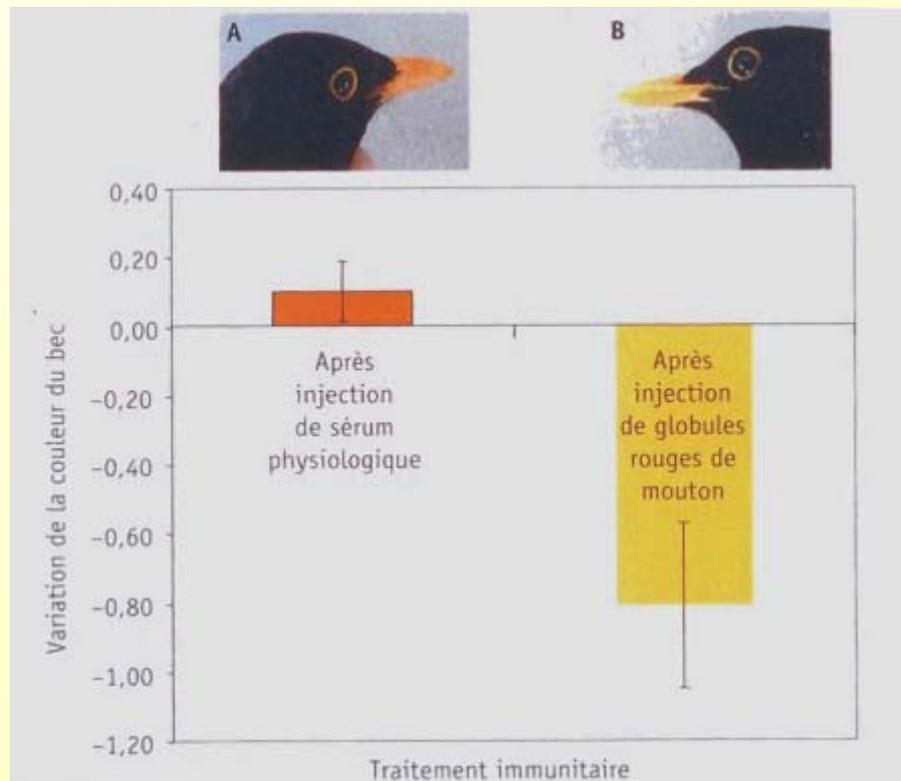
## 4 – Effet de l'activation du système immunitaire

### Expl 1: Taux de métabolisme de base chez la tourterelle turque



(Eraud et al. 2005)

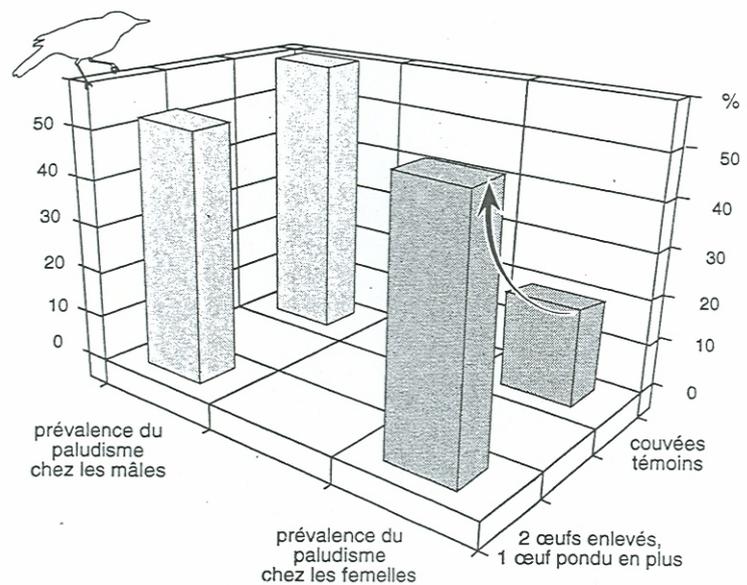
### Expl 2: Expression du caractère sexuel secondaire (couleur du bec) chez le merle noir



(Faire et al. 2003)

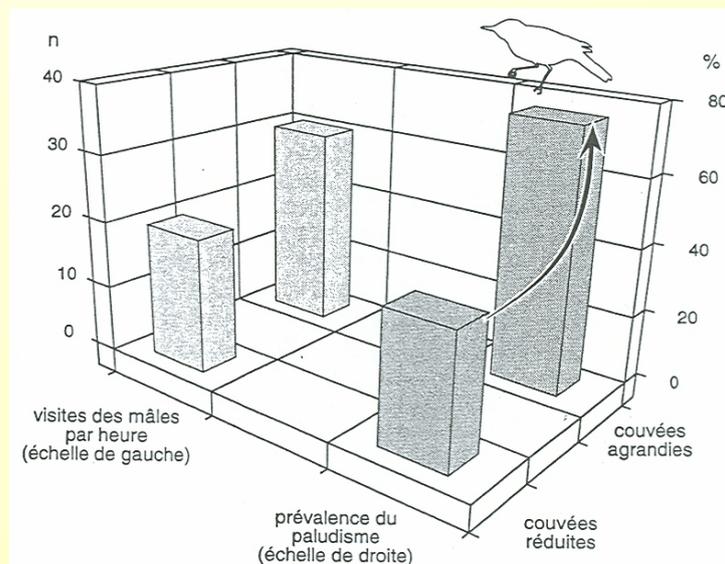
## 5 – L'immunité et ses compromis

### Expl: Mésange charbonnière et paludisme



(Oppliger et al. 1996)

La prévalence du paludisme augmente (flèche) chez les femelles de la mésange charbonnière lorsqu'elles accroissent leur effort de ponte.



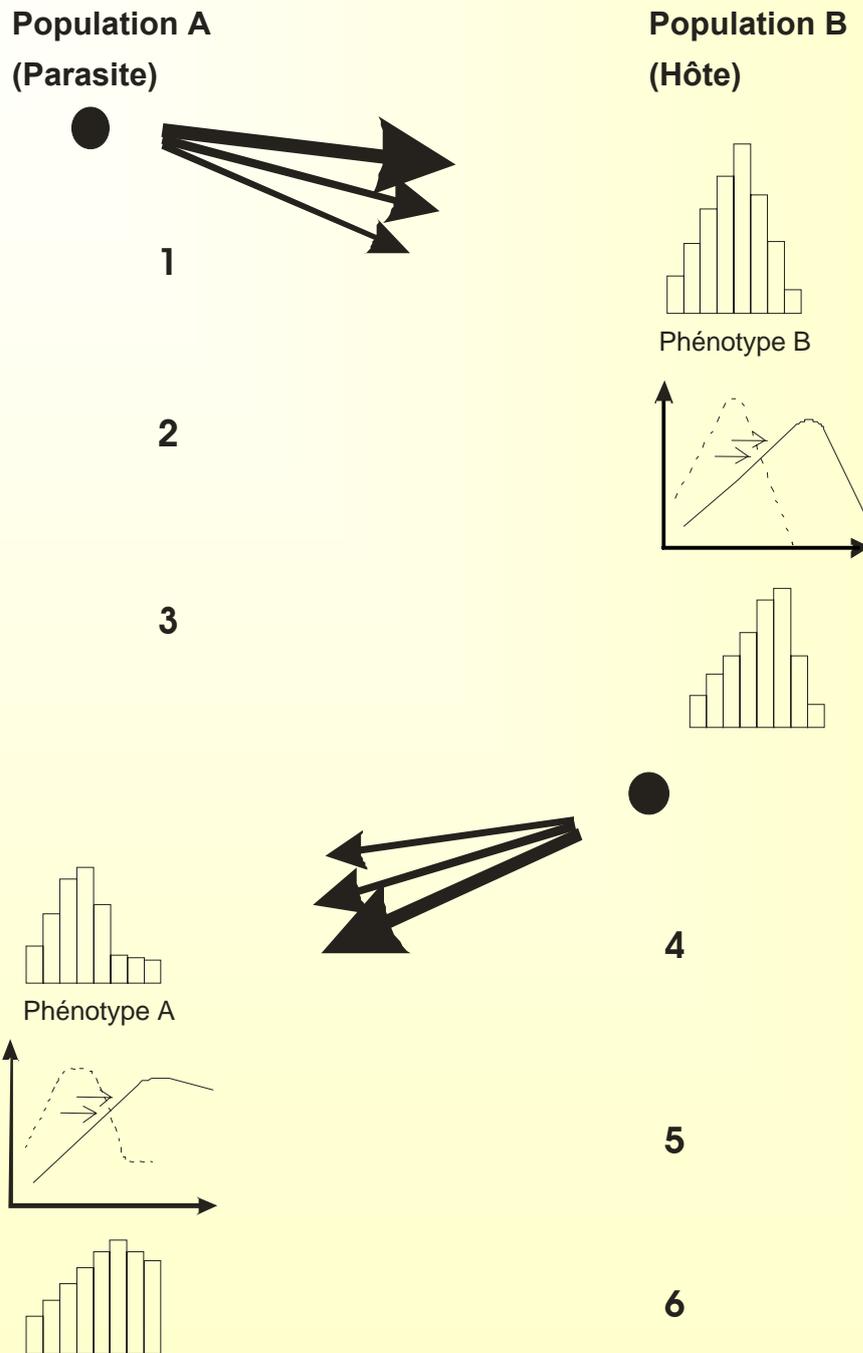
(Richner et al. 1995)

La prévalence du paludisme augmente (flèche) chez les mâles de la mésange charbonnière lorsqu'ils fournissent un effort parental accru.

## IX – Co-évolution dans le système hôte parasite

### 1- Dynamique coévolutive de deux espèces en interaction étroite

(Barbault 2000)

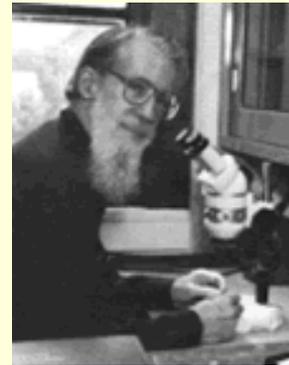
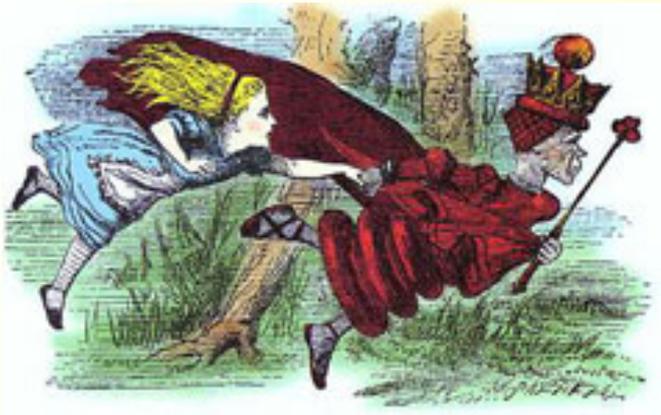


(Combes 1994)

“L'évolution, c'est les autres”

## 2- Leigh Van Valen et la théorie de la Reine Rouge

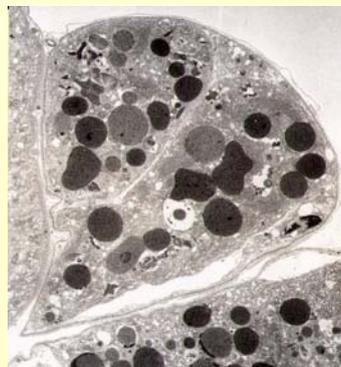
La complexification du vivant s'explique par une « course » entre les êtres vivants  
A New Evolutionary Law (Leigh Van Valen 1973)



« Ici, il faut courir de toute la vitesse de ses jambes pour simplement rester sur place »  
La Reine Rouge (Alice aux pays des Merveilles)

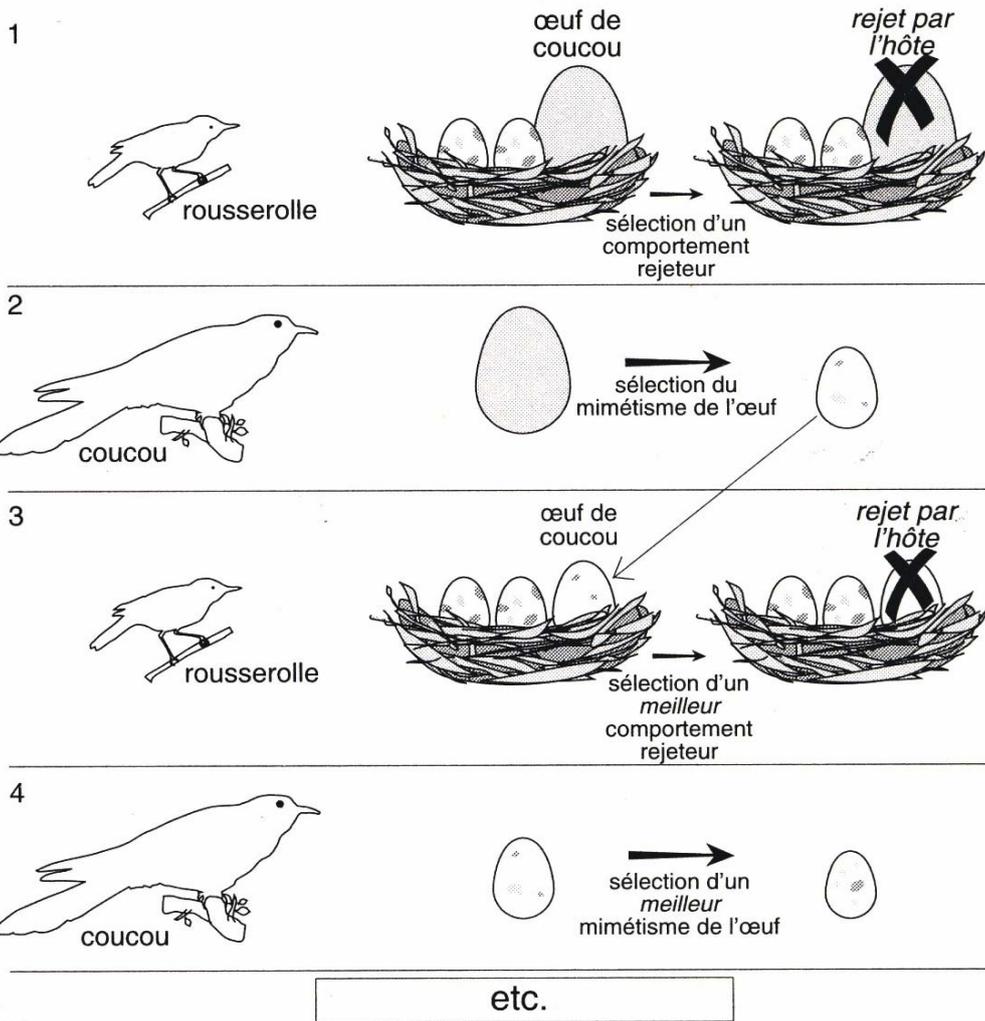
Probabilité d'être parasité + Coût d'être parasité > Coût de la résistance

Expl 1: Co-évolution tique-animal hôte

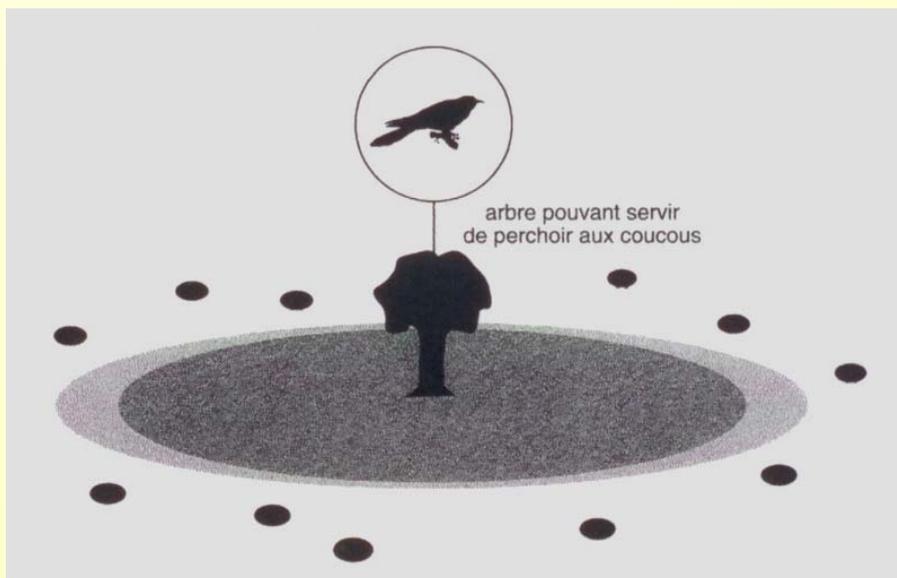


Glande salivaire de la tique

## Expl 2: Course aux armements coucou-oiseaux hôtes



(Combes 2001)

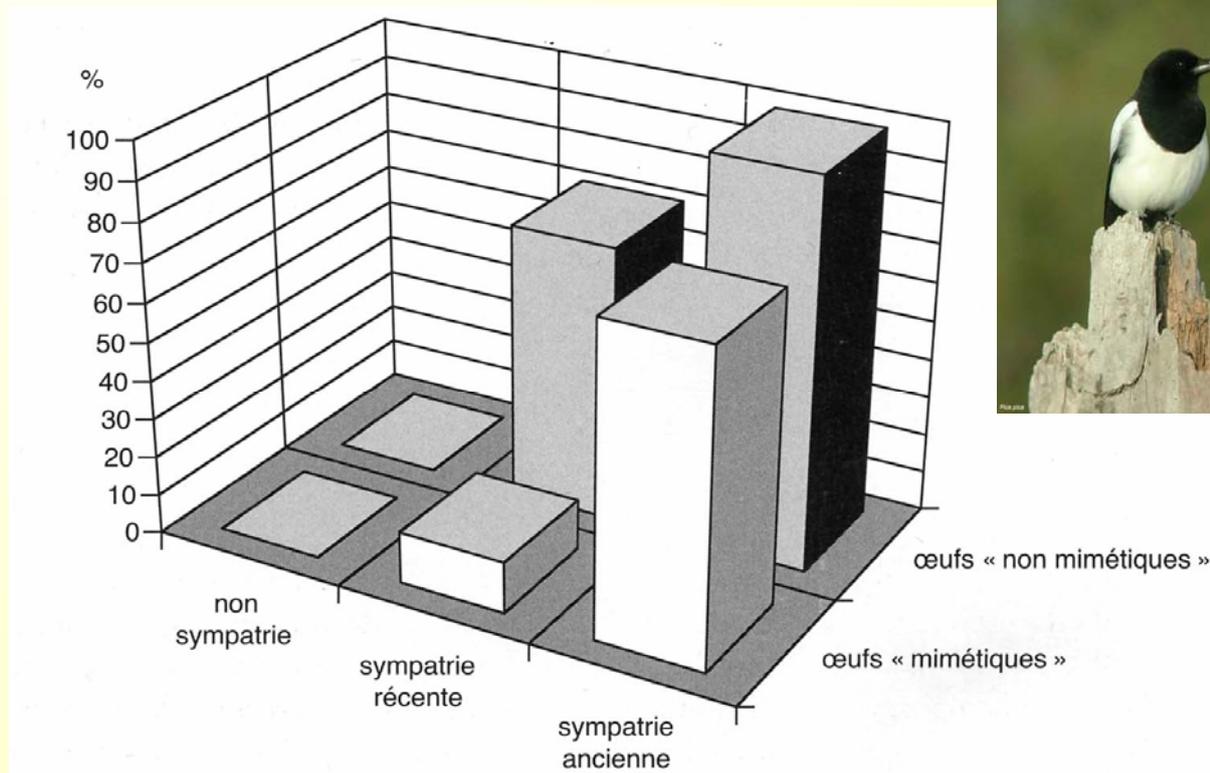


Disposition des nids de fauvelles (ronds noirs) près du sol

### Expl 3 : L'oxylophe geai, oiseau-parasite



(Soller et Moller 1990)



**Le rejet des œufs de l'oxylophe-geai (*Clamator glandarius*) par les pies (*Pica pica*) est fonction de la qualité d'imitation et de l'ancienneté de la sympatrie.**

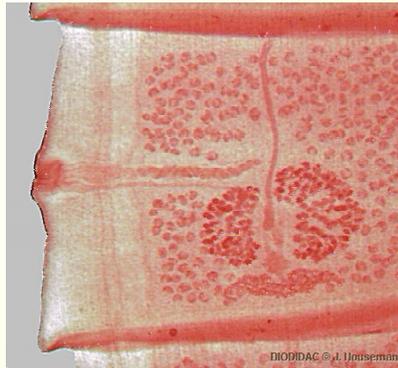
**Le caractère « rejeteur » de l'oiseau-hôte est sélectionnable**

## X – PARASITES ET SEXUALITE

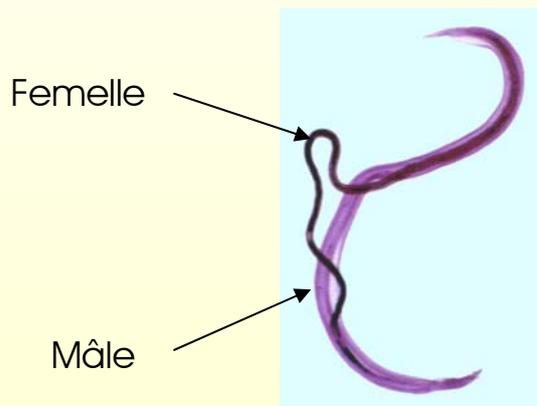
### 1 – Parasites et maintien de la sexualité

### 2 – Sexe des parasites

#### → Hermaphrodisme

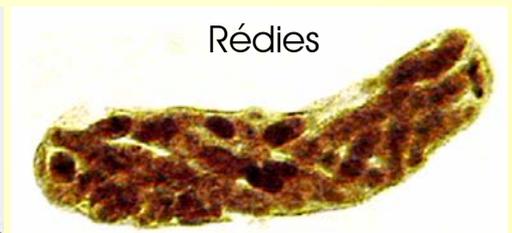
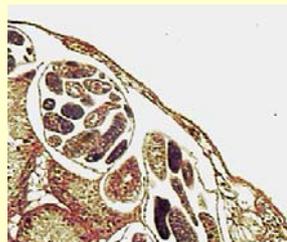


#### → Gonochorisme



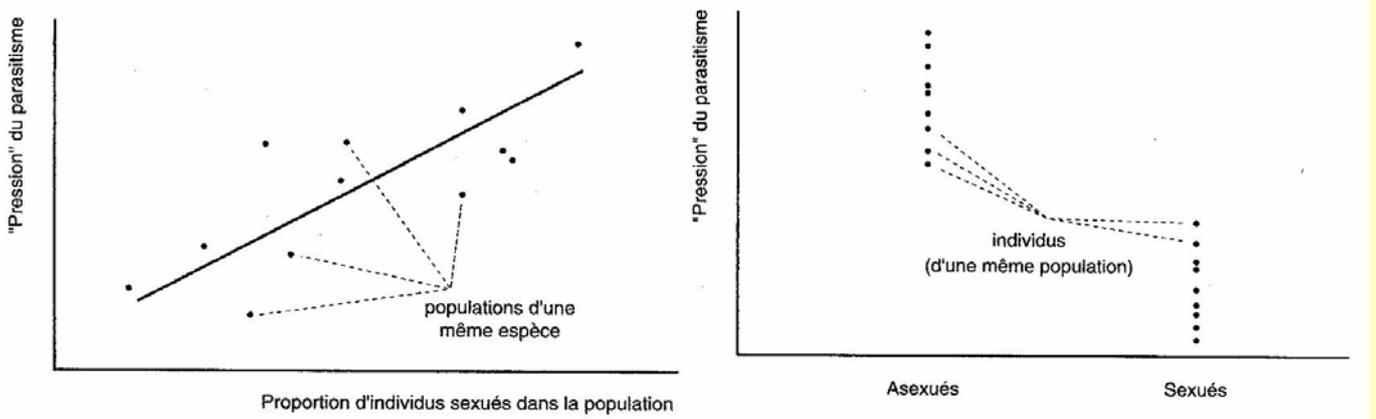
#### → Reproduction asexuée

- division
- schizogonie-mérogonie
- bourgeonnement
- polyembryonnie
- strobilation

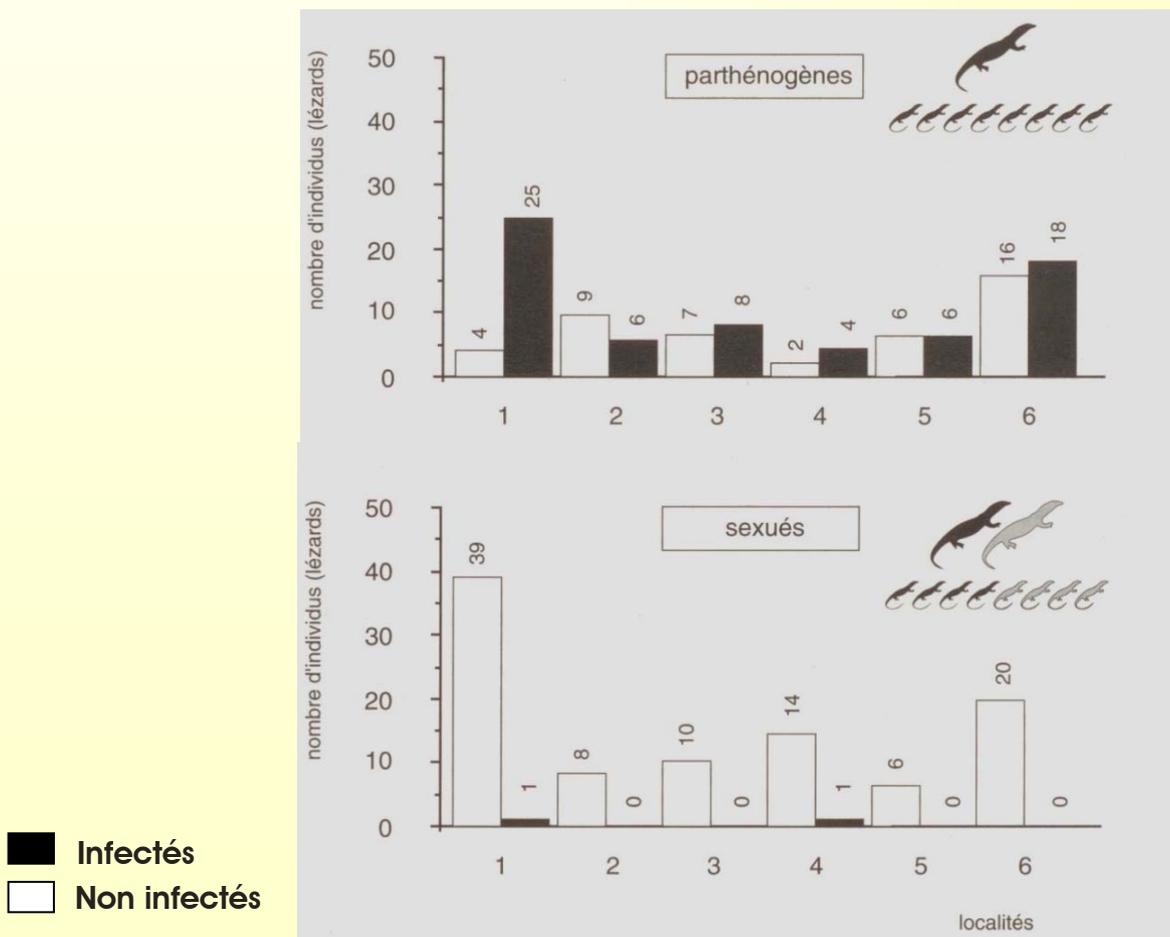


Sporocyste contenant rédies

### 3 – Sexe des hôtes



### Expl: Geckos australiens et acariens ectoparasites



(Moritz et al. 1991)

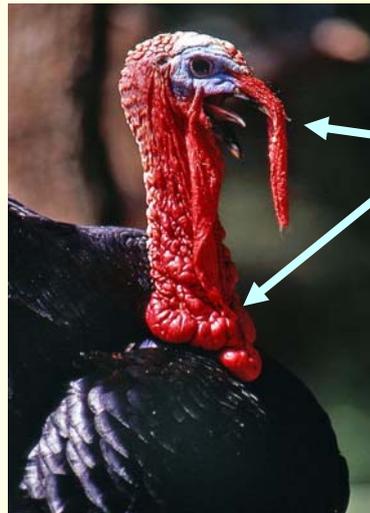
## 4 – Parasites et sélection sexuelle

### a – Compétition entre mâles

Expl 1: Dindon sauvage et les parasites coccidies



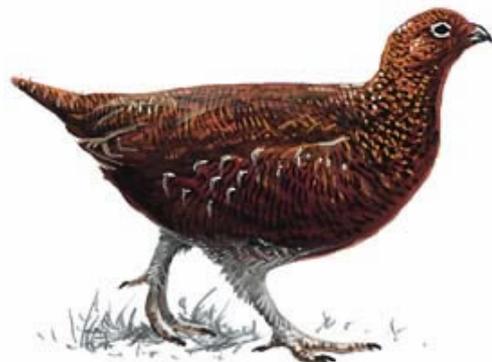
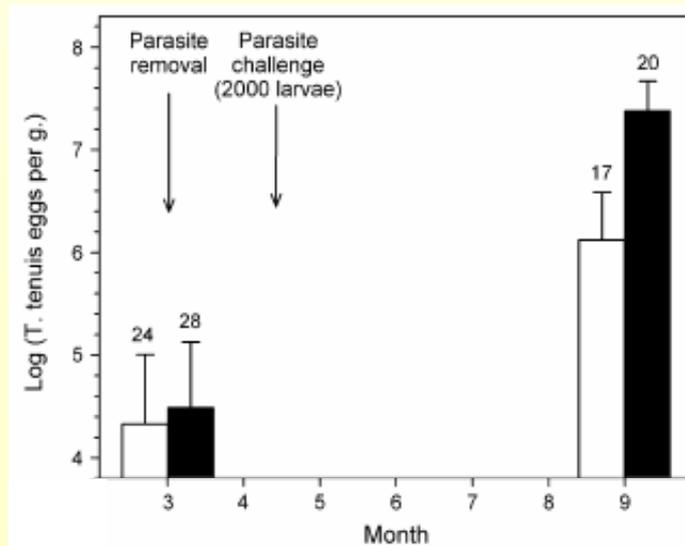
Oocyste *Eimeria maxima*



Caroncule

Dindon sauvage

Expl 2: Lagopède d'écosse et nématode *Trichostrongylus tenuis*



□ Témoins

■ Testostérone

(Mougeot et al. 2006)

## b- Choix de partenaires

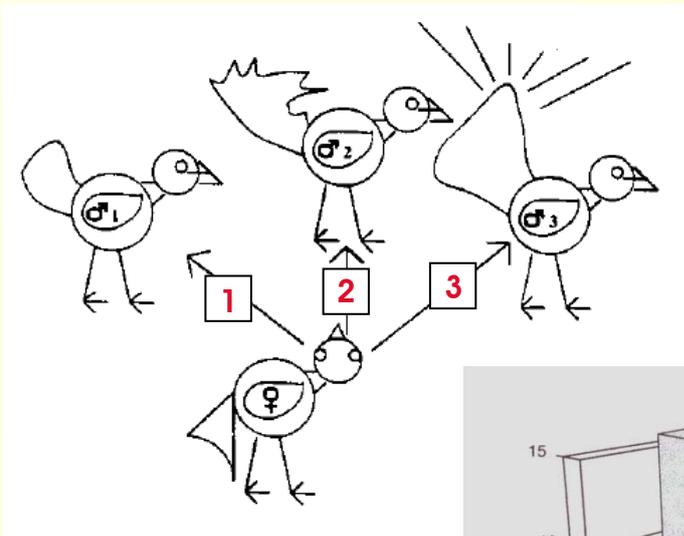
### → Hypothèse de l'évitement du parasitisme

Expl: Souris domestique

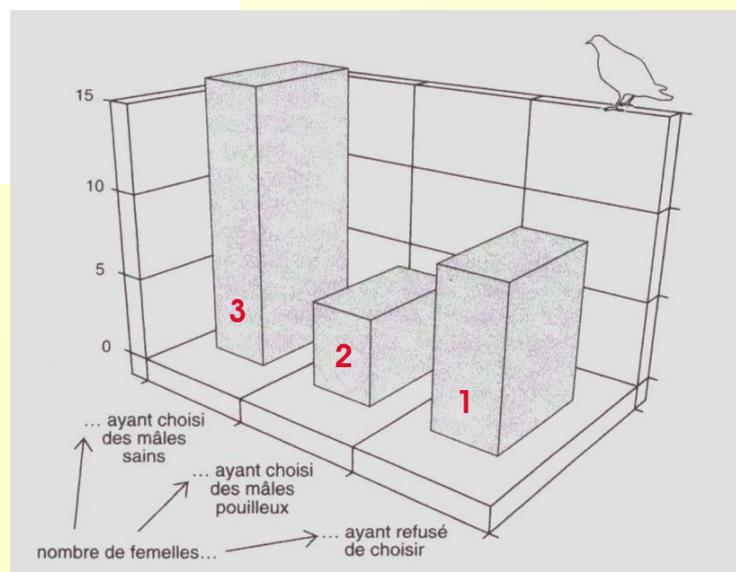


### → Hypothèse de l'indicateur de contagion

Expl: Pigeon biset (*Columbia livia*) et poux

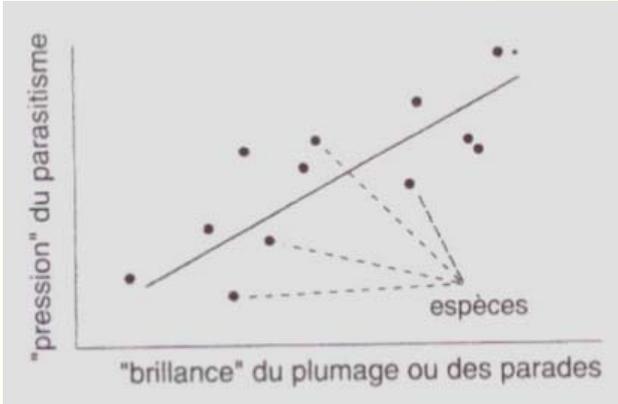


(Clayton 1990)

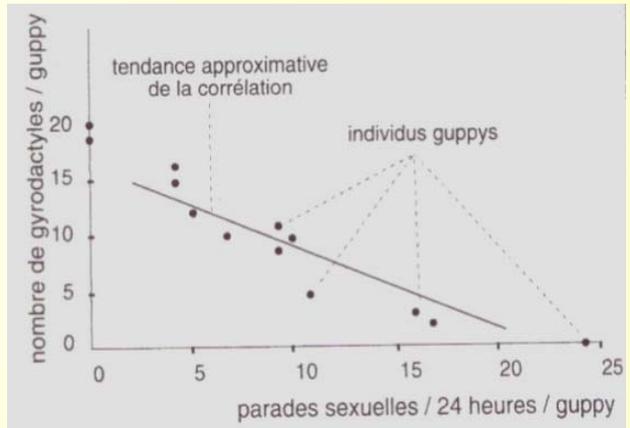
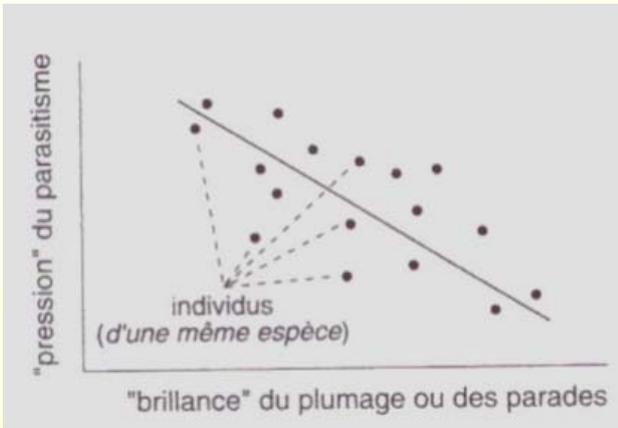
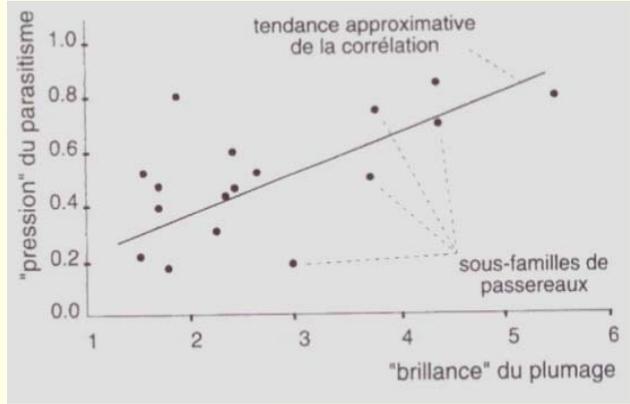


## → Hypothèse de Hamilton et Zuk

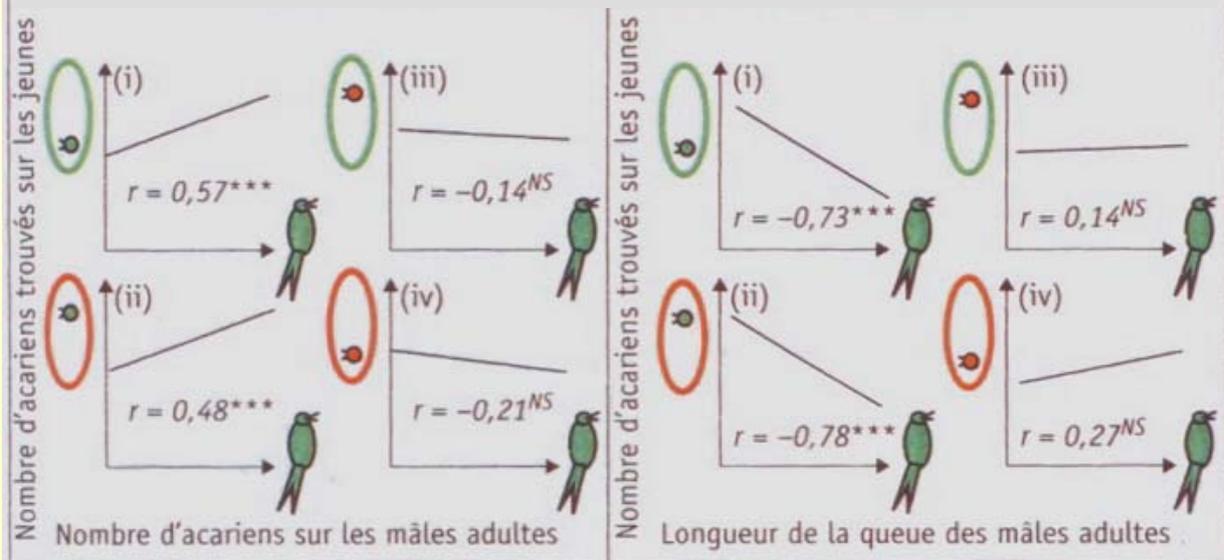
### Prédiction de la théorie



### Résultats d'enquête



### Expérience de « cross-fostering » : Hirondelle de cheminée



(Møller 1991)