

# Éthologie

- Étude scientifique du comportement animal
- S'intéresse aux mécanismes proximaux et à la valeur adaptative du comportement animal
- Met l'emphase sur l'étude des animaux dans leur environnement naturel
- Découle directement des travaux de Tinbergen, Lorenz et Von Frish

24

# L'approche Darwinienne

- Le comportement fait partie de la **Biologie**
- La sélection naturelle et la sélection sexuelle affectent le comportement
- Le comportement évolue donc comme les autres traits
- Continuité humain-animal



19

# Héritiers de Darwin



Tinbergen

Lorenz

von Frisch

Travaux ≈ 1930, prix Nobel médecine 1973 pour fondation de l'Éthologie

20

# Écologie comportementale

- Née de l'éthologie
- Étude des bases écologiques et évolutives du comportement animal
- Les comportements sont vus comme des adaptations utilisées par les animaux pour résoudre des problèmes imposés par leur environnement

25

## Questions proximales

- Quel est le lien entre les gènes et le comportement?
- Le comportement est-il hérité des parents?
- Comment la machinerie pour ce comportement se développe-t-elle?
- Quel stimulus déclenche ce comportement?

33

## Questions ultimes

- Le comportement a-t-il évolué dans le temps?
- Quelle était la forme ancestrale du comportement?
- Pourquoi la forme a-t-elle changée?
- Quelle est la fonction adaptative du comportement?

34

## •La démarche scientifique: rappel bref

Elle se caractérise par le souci de la preuve et la réfutabilité de l'explication des phénomènes étudiés. Pour cela, elle se fonde sur l'observation et l'analyse des faits, et sur des raisonnements précis et valables pour tous.

Les différentes étapes, très brièvement décrites ici pour mémoire, en sont:

**1- Identification d'une question :** Sur la base de ce qu'on connaît déjà (par la littérature scientifique, p.ex.), on identifie une question (proximale ou ultime), le plus souvent relative à une théorie.

**2- Formulation de l'hypothèse :** A partir des données existantes, on formule une hypothèse théorique, qui est une réponse provisoire à la question. L'hypothèse est donc sous forme déclarative. Elle correspond à ce qu'on anticipe, sur la base de la théorie.

**3- Mise au point d'une méthode :** On conçoit et met au point une méthode et une procédure appropriées pour recueillir des données. Cette partie peut se fonder sur la méthode expérimentale stricte, mais pas nécessairement.

**4- Dérivation de la prédiction (ou hypothèse opérationnelle) :** On opérationnalise l'hypothèse théorique en une prédiction, qui concerne les faits que l'on attend dans la situation particulière que l'on a conçue pour recueillir les données. Cette hypothèse opérationnelle indique le type de relation attendue entre les variables liées à la situation.

**5- Recueil des données :** On effectue les opérations nécessaires à recueillir les données (c.-à-d. l'expérience, si la méthode est expérimentale; mais cela pourrait être des observations, etc.).

**6- Analyse des données :** Des techniques spécifiques (notamment statistiques) permettent d'organiser les données, et en particulier permettent d'effectuer les inférences en vue d'évaluer le degré de validité générale de l'hypothèse.

**7- Interprétation et conclusion :** Les faits ainsi recueillis sont comparés aux prédictions, et à ce qui a été obtenu dans d'autres recherches, pour évaluer la validité de l'hypothèse théorique posée. Si une théorie existe déjà, les résultats obtenus permettront éventuellement de la raffiner ou de la réviser, voire même de la rejeter. Ou bien, les résultats conduiront à la formulation de nouvelles hypothèses pour pousser plus loin les investigations.

# Le comportement territorial

## **Territorialité :**

Territoire : Une aire exclusive défendue par un individu ou un groupe, • Peut varier dans le temps et l'espace, économiquement défendable (Jerram Brown 1964).

La territorialité devrait être favorisée par la sélection quand les bénéfices excèdent les coûts

On voudra ensuite savoir quels sont les détails comportementaux en relation avec la territorialité,

Comment les territoires sont choisis et enfin pourquoi être territorial ?

Valeur adaptative de la territorialité? • Quand vaut-il la peine de défendre un territoire?

## Le comportement territorial



(a)



(b)

**Figure 50.20**

**Délimitation du territoire au moyen de marqueurs chimiques.** (a) Ce Guépard mâle (*Acinonyx jubatus*) vivant dans le parc national de Serengeti, en Tanzanie, urine sur des pierres. L'odeur indiquera aux autres mâles de ne pas s'aventurer dans son territoire. (b) Un Guépard mâle renifle une pierre sur laquelle un autre mâle a uriné. Grâce à leur odorat aiguë, les Guépards distinguent leur odeur de celle des autres.

## Figure 6.1

### Lutte pour la domination d'un harem chez les cerfs

A. Les mâles rugissent quelques minutes. B. Le mâle dominant du harem et son rival entament ensuite une marche parallèlement l'un à l'autre. C. Si le rival maintient son défi les deux mâles croisent leurs bois et se repoussent.

*Photos : T. Clutton-Brock; reproduit avec l'aimable autorisation de l'auteur*



A.



B.



FIGURE 3 – Combat ritualisé entre les cerfs. [1], p. 176.

## Figure 9.25

Distribution spatiale des mâles de grand tétras *Tetrao urogallus* sur la place de chant étudiée par Catusse (1988). Les sujets centraux, dominants et souvent plus âgés, assurent l'essentiel des accouplements. À la périphérie les mâles postulent à une montée dans la hiérarchie et à une place plus centrale sur le *lek*, afin de participer d'une manière plus active et efficace à la parade collective. Les barres indiquent les interactions agonistiques et elles sont orientées selon la position des deux antagonistes.

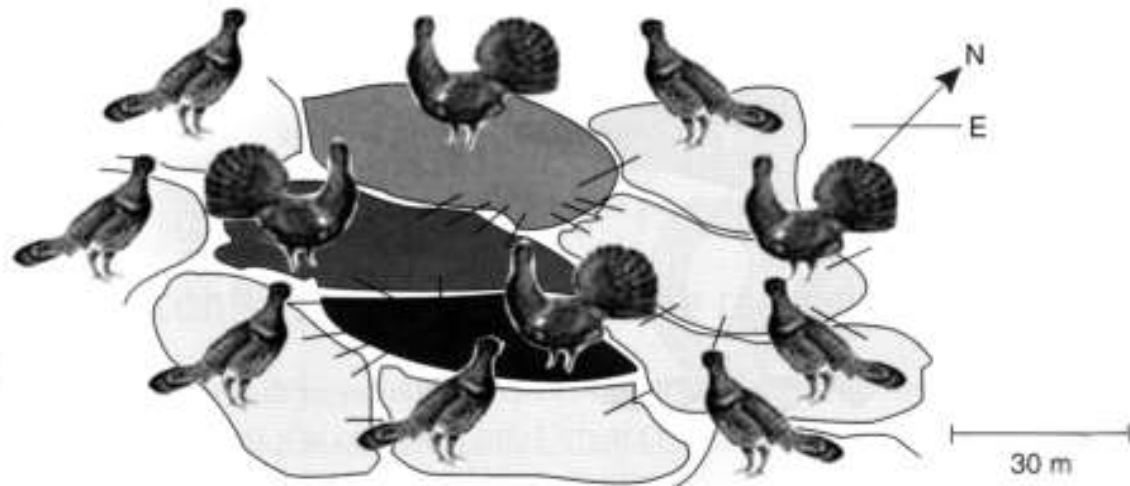


FIGURE 4 – Leks de reproduction du Tetras Lyre. [2], p. 572





FIGURE 6 – Colonie d’oiseaux en Atlantique nord. (Autres exemples dans [3], p. 1097, 1177).

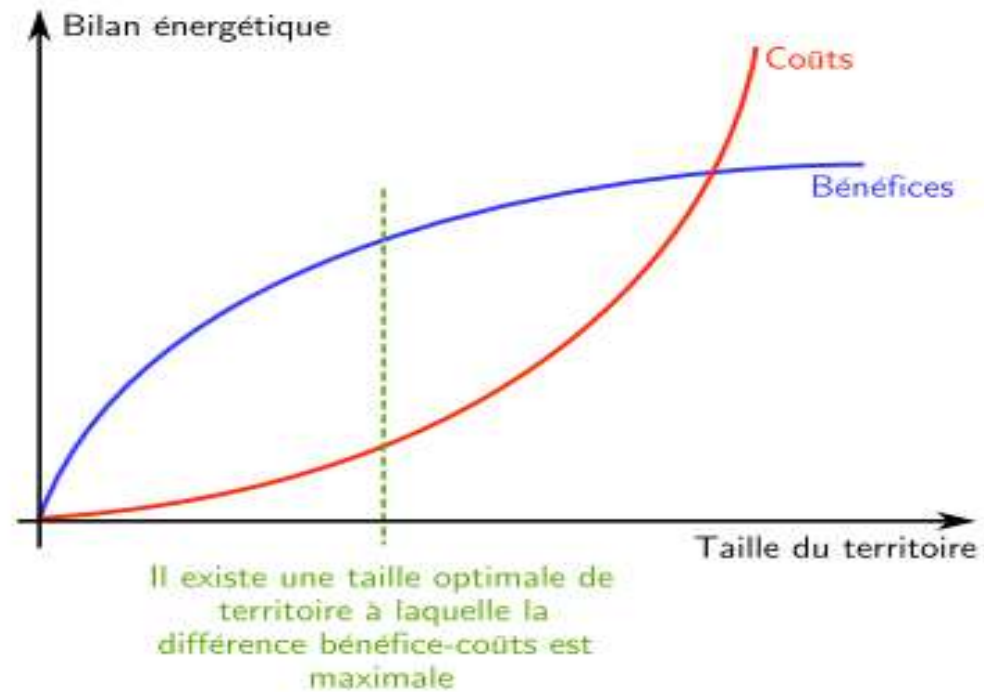


FIGURE 7 – Déterminisme de la taille du territoire

# Taille du territoire

## Variation des coûts

- Oiseaux *Calidris alba*
- La taille du territoire augmente quand la pression des intrus diminue, car les individus non-territoriaux partent



Myers et al 1979 Auk 96: 551-561

# Approche scientifique

1. Observations → Identifier des comportements potentiellement adaptatifs  
Filtres: Simplicité, Sémantique, Anthropocentrisme
2. Hypothèses → Propose des explications potentielles pouvant rendre compte des observations
3. Prédictions → Une hypothèse utile génère des prédictions vérifiables et falsifiables; différentes hypothèses devraient générer des prédictions différentes
4. Tests → Est-ce que les données supportent les prédictions?

# Alimentation et optimalité

... décisions économiques



BIO3576 - Université d'Ottawa  
Prof. Gabriel Blouin-Demers



## Alimentation et prédation

- 2 thèmes
  - Comment trouver de la nourriture (alimentation)
  - Comment ne pas devenir nourriture (interactions prédateurs-proies)
- Survol évolutif
  - Les interactions prédateurs-proies sont un bras de fer
  - Les prédateurs augmentent leur succès évolutif (s'alimenter) au détriment de celui des proies
  - Cette interaction dynamique résulte en une grande diversité de tactiques d'alimentation

3

## Modèle coût-bénéfice

- Le plus souvent appliqué aux décisions d'alimentation
- Le même type d'analyse pourrait s'appliquer à tout autre comportement, mais la "monnaie commune" des coûts et bénéfices est plus difficile à établir
- Pour l'alimentation, nous pouvons utiliser l'énergie comme monnaie commune

2

## Alimentation: coûts

- Coûts:
  - Temps et énergie investis dans la recherche de nourriture
  - Temps et énergie investis dans la poursuite de cette nourriture
  - Taux de capture
  - Temps et énergie investis dans la manipulation et la digestion de la nourriture

## Alimentation: bénéfices

- Bénéfices:
  - Valeur calorique de la proie (énergie)
  - Nutriments
- Acquisition nette d'énergie
  - $E = \sum \text{bénéfices} - \sum \text{coûts}$
  - La sélection naturelle devrait adapter les animaux à maximiser E

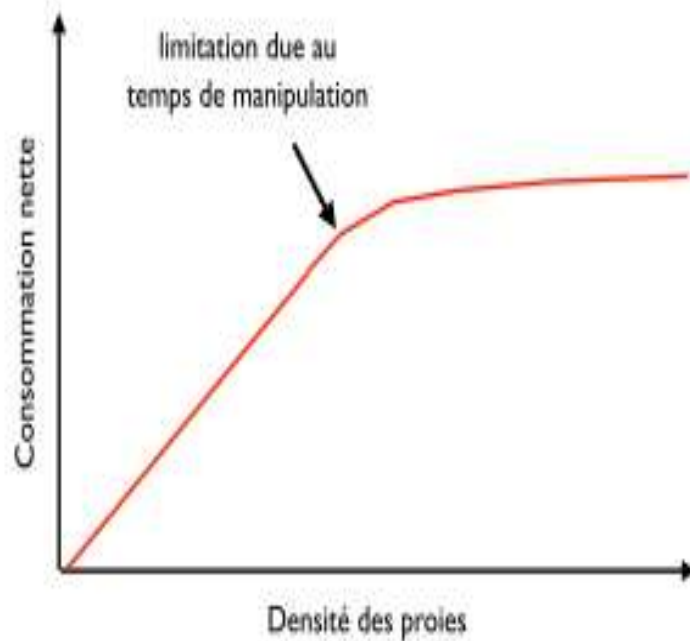
## 2 stratégies d'alimentation

- Minimisation du temps
  - Ex: suspensivores qui se nourrissent par filtration
  - Pas de temps de recherche ou de poursuite
  - Pas de sélectivité
  - Consommation nette est une fonction de la densité des proies

## 2 stratégies d'alimentation

- Maximisation de l'énergie
  - Cherchent les proies
  - La valeur de la proie (énergie) doit augmenter en proportion de l'augmentation des coûts (recherche, poursuite, manipulation)

# Minimisation du temps



11

# Décisions des animaux

- Recherche de proies:
  - Où chercher
  - Comment chercher
  - Quels items prendre
  - Combien de temps rester
  - Combien en transporter

12



# Décisions des animaux

- Théorie de l'alimentation optimale
  - Y a-t-il des règles déterminant les décisions
  - Les règles devraient être optimisées par la sélection naturelle pour maximiser le gain net d'énergie
  - Le défi est de définir l' 'efficacité' et les contraintes qui la limitent
  - Développer des modèles et des tests
  - Ce test n'est pas un test de l'optimalité des animaux

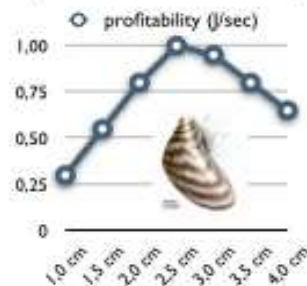
13

# Exemples de modèles d'alimentation optimale

14

## Choix des tailles de proies

- Quelle taille devrait être prise?
- Crabes (*Carcinus maenas*) qui se nourrissent de moules
- Profitabilité (taux d'acquisition d'énergie)
- Contenu en énergie / temps de manipulation =  $E / m$
- Les crabes préfèrent la taille qui maximise la profitabilité
  - Très grosses moules - m long
  - Très petites moules - E bas



15

## Perfection du choix de taille

- Prédiction: seulement les moules de la taille la plus profitable devraient être consommées
- Les crabes mangent en fait un intervalle de tailles centré sur la taille la plus profitable, pourquoi?



Étant donné une taille exacte de proie qui donne le plus d'énergie par unité, quels facteurs déterminent quand les tailles alternatives sont aussi consommées?

16

## Effet de la perception du risque



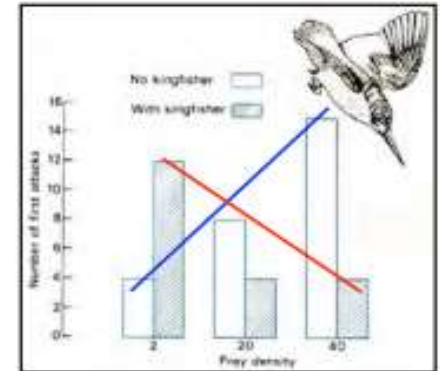
- Prédiction: un risque perçu plus élevé devrait réduire la prise de risque

49



## Test de l'effet de la perception du risque

- Épinoches et daphnées
- Même expérience
- Épinoches affamés
- Passage du prédateur (martin pêcheur) au-dessus de l'aquarium



Milinski & Heller 1978 Nature 275: 642-644

50

## Sommaire I

- Il y a des coûts et des bénéfices à toute stratégie d'alimentation
- Des modèles prédictifs de la stratégie la plus payante peuvent être formulés à partir des estimés des coûts et des bénéfices

53

## Sommaire II

- Les données des tests empiriques sont en accord qualitatif, mais pas toujours quantitatif
- Discordance quantitative utile pour découvrir les autres facteurs d'influence
- Accord qualitatif indique que les animaux emploient une stratégie approximativement optimale, mais il y a des raffinements à apporter au modèle ou à ses présuppositions

54

# Prédateurs et proies



uOttawa  
The University of Ottawa  
Canada's university

BIO3576 - Université d'Ottawa  
Prof. Gabriel Blouin-Demers



1

# Éviter les prédateurs

- Stades de la prédation:
  - (1) rencontre
  - (2) détection
  - (3) identification
  - (4) capture
  - (5) subjugation
  - (6) consommation
  - (7) digestion
- Adaptations des proies possibles à tout les stades
  - Coûts et bénéfices

2

# Bras de fer évolutif

- Comment commence-t-il?
- Comment fini-t-il?
- Pourquoi les proies et les prédateurs ne sont-ils pas poussés jusqu'à l'extinction?
  - Asymétrie des coûts...
  - Durée des générations
  - Facteur de rareté: diminution des pressions de sélection

3

# Bras de fer évolutif

- *A fox may reproduce after losing a race against a rabbit. No rabbit has ever reproduced after losing a race against a fox. Foxes who often fail to catch prey eventually starve to death, but they may get some reproduction in first...*

*Dawkins & Krebs (1979) Proc R Soc Lond B 205: 489-511*

4

## Bras de fer et adaptation



## Réduire les rencontres

- Sélection apostatique (prédation sur les phénotypes les plus communs)
- Rareté
  - Réduit le taux de rencontres de hasard
  - Réduit la spécialisation
  - Coûts
- Rareté apparente
  - Périodes d'activité distinctes
  - Se cacher
  - Polymorphisme
  - Coûts

## Polymorphisme et image de recherche

- Geais bleus et diaporamas de papillons



# Proies sont meilleures...

- Distance de détection des proies > prédateur
- Coûts
- Vigilance en groupe
  - Détection plus rapide des prédateurs
  - Réduction du temps de vigilance individuel
  - Coût du partage de la nourriture

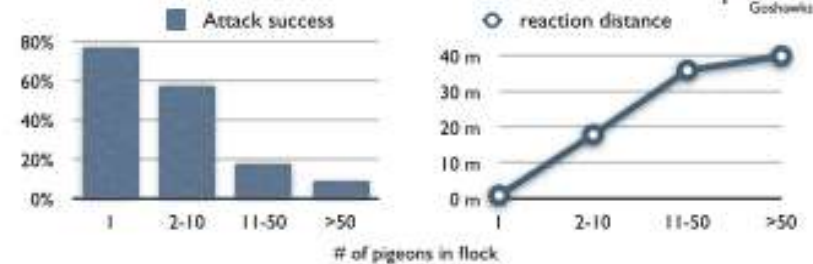
# Vigilance en groupe



Wood pigeons



Godhawks



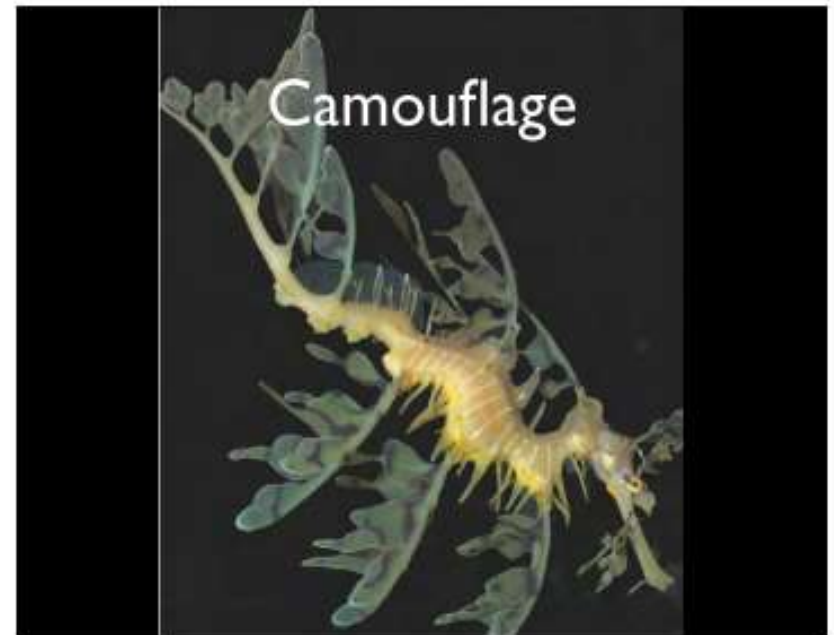
Kenward 1978 J An Ecol 47: 449-460

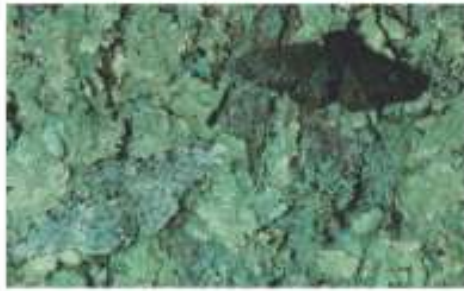
# Réduire la détection

- Immobilité
- Coûts
- Être cryptique
- Coloration ressemblant à un échantillon au hasard du champ visuel du prédateur



# Camouflage





Dark moth

Light moth

*Biston betularia*

10

## Importance de la sélection d'habitat



15

## Réduire la détection

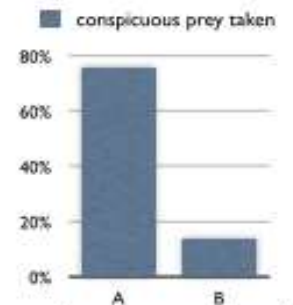
- Distance
- Signaux différents
  - Couleurs de démonstration (ex: ultraviolet)
  - Vocalisations (ex: ultrasonique, sous-sonique)
  - Signaux olfactifs (phéromones)
  - Ex: grenouille tungara et chauves-souris
  - Ex: charbonnières (*Parus*) et petites buses
- Coûts

24

## Avantage du camouflage



- Charbonnières (*Parus major*), brindilles (ficelle dans paille opaque), gros vers dans paille opaque et petits vers de farine dans paille transparente
- Les brindilles ne sont pas comestibles
- Les gros vers sont cryptiques
- Les petits vers sont évidents



brindilles = 4 x gros vers      contraire

Erichsen et al (1980) | Anim Ecol 49: 271-276

10

## Réduire l'identification

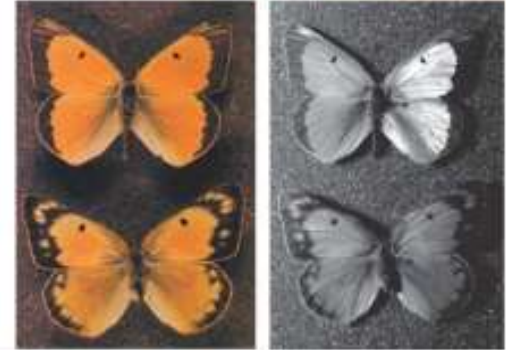
- Mascarade
  - Coûts
- Confusion
  - Sélection apostatique
    - Sélection du phénotype le plus commun comme proie
  - Coûts
  - Évolution
- Aposématisme
  - Combine un signal évident et le désagrément
    - Coloration
    - Sons, odeurs, autres



26



Signaux  
UV



25

## Réduire le taux de capture

- Mode de fuite
- Vitesse
  - Vol des papillons
  - Coûts
- Se réfugier
- Mouvements imprévisibles (surprise, bluff)
- Entrer dans un différent milieu

41



Aposématisme

27



# Aposématisme





# Vie en groupe



uOttawa  
UNIVERSITY OF OTTAWA

BiO3576 - Université d'Ottawa  
Prof. Gabriel Blouin-Demers



1

# Coûts et bénéfices de la vie en groupe

- Groupe: Ensemble d'individus de la même espèce qui demeurent ensemble pour un temps et qui interagissent entre eux distinctement plus qu'avec les autres membres de l'espèce
- La taille et la complexité varient énormément
  - La taille moyenne peut varier quotidiennement, de façon saisonnière, annuellement ou sur de plus longues périodes
- Deux facteurs environnementaux principaux qui influencent la taille optimale du groupe
  - Prédateurs et nourriture

2

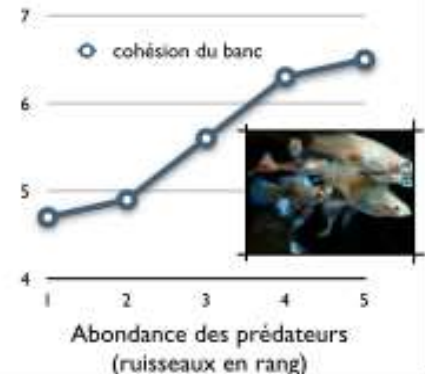
# Autres coûts et bénéfices de la vie en groupe

- Endothermes peuvent économiser de l'énergie
- Compétiteurs inférieurs peuvent vaincre l'avantage compétitif d'une autre espèce par l'alimentation en groupe
- Les poissons en bancs et les volées d'oiseaux peuvent épargner de l'énergie pour la locomotion
- Augmentation des risques de maladies et de parasites
- Risque d'être rendu cocu par les voisins
- Risque de prédation sur les jeunes par des voisins cannibales

3

# Réduction de la prédation par la vie en groupe

- Les guppies vivant dans les ruisseaux à Trinidad se tiennent en plus grand groupe et les groupes sont plus cohésifs quand la pression de prédation est haute



Seghers 1974 Evolution 28: 486-489

4

# Diminution de la prédation par la vigilance

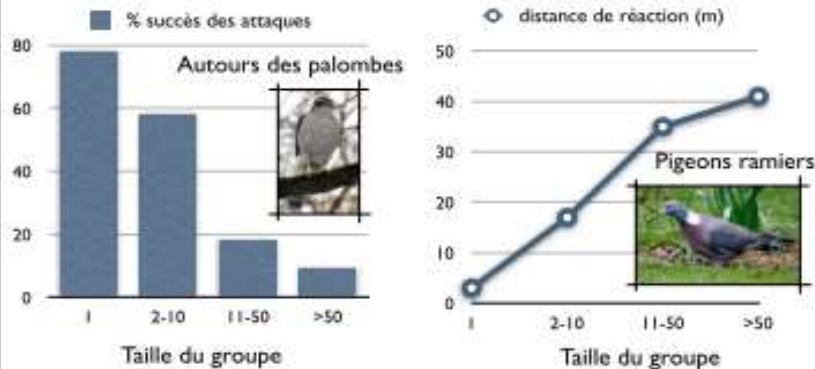
- Moins de temps de vigilance par individu
- Plus de temps au total
- Ex: autruches



Bertram 1980 *An Behav* 28: 278-286

5

# Diminution de la prédation par la vigilance



Kenward 1978 *J An Ecol* 47: 449-460

7

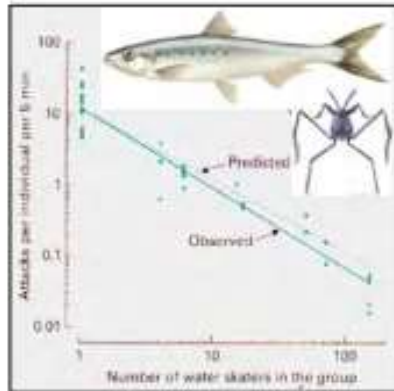
# Diminution de la prédation par la dilution



8

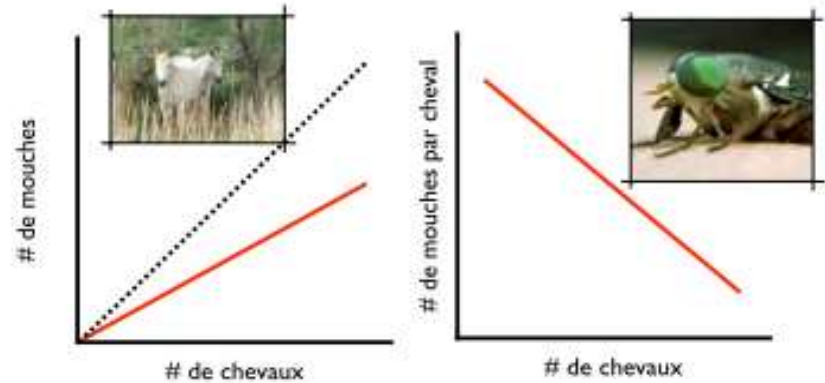
## Diminution de la prédation par la dilution

- La probabilité qu'un individu en particulier soit mangé est plus faible en groupe
- Avantage diminué par la visibilité accrue du groupe
- Ex: poissons qui se nourrissent de patineurs et où le taux d'attaque (par dessous) est le même pour des groupes de différentes tailles



Foster & Treherne 1981 Nature 293: 466-467

## Diminution de la prédation par la dilution

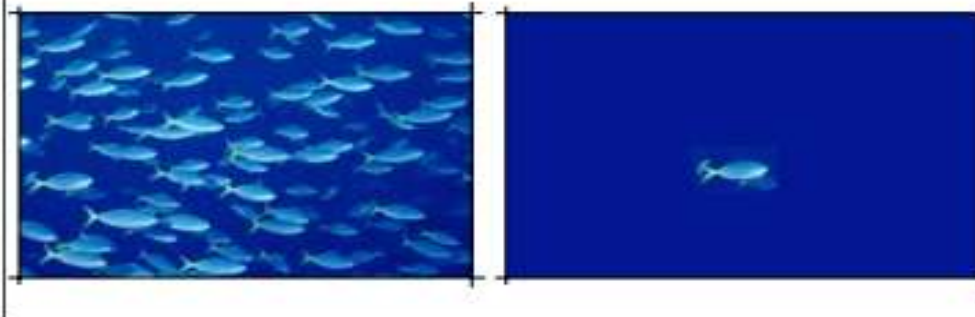


Duncan & Vigne 1979 An Behav 27:623-625

10

## Diminution de la prédation par la confusion

- Plus difficile d'attraper un individu dans un grand groupe qu'un individu seul



12

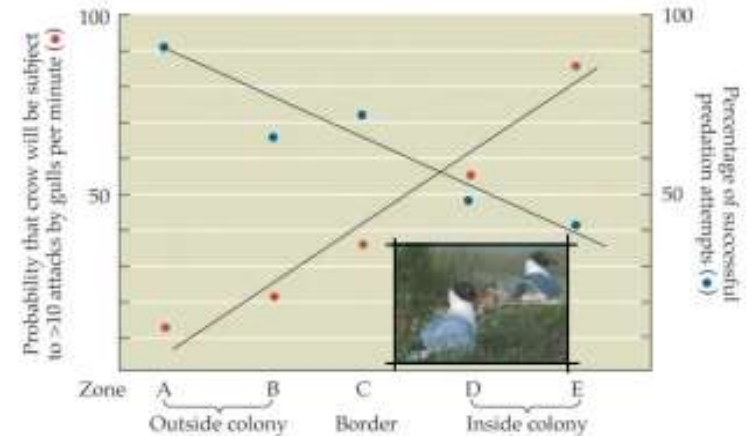
# Diminution de la prédation par la défense en groupe

- Le groupe peut permettre de se défendre lorsqu'un individu seul ne le peut pas
- Ex: harcèlement par les oiseaux
- Ex: groupes de carnivores qui défendent leurs carcasses contre les charognards



13

# Défense en groupe



Kruuk, 1964 Behav Sup 11: 1-129

14



15

# Coûts de la vie en groupe

- Visibilité accrue
- Compétition pour la nourriture
  - La nourriture disponible n'augmente pas de façon continue avec la taille du groupe
- Transmission de parasites

16

## Donner l'alarme pour le groupe

- Altruisme réciproque
- Sélection de parentèle
- Signal aux prédateurs
  - Signal honnête de non-profitabilité
- Celui qui sonne l'alarme diminue son propre risque de prédation
- Savoir, manipulation



205

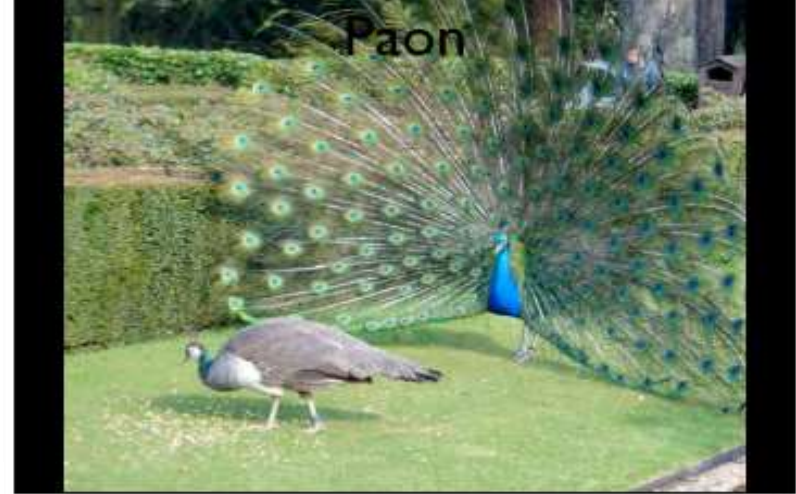
## Taille optimale du groupe

- Peut être estimée à partir des coûts et des bénéfices de la vie en groupe
- Limitations:
  - Les individus peuvent avoir différents coûts et bénéfices et donc des optimums différents
  - Les dominants veulent évincer les subordonnés

206



## Sélection sexuelle I: Conflit entre les sexes



2



3

## Définition de la sélection sexuelle

- Sélection sur les aspects du phénotype destinés uniquement à augmenter l'accès aux partenaires sexuels

4

## Reproduction sexuelle

- La reproduction sexuelle est presque universelle, mais sa fonction putative demeure controversée
- Production de gamètes par méiose
- Fusion des gamètes pour former le zygote
- Recombinaison (enjambement chromosomique)
- Évolution rapide?
- Moins d'accumulation de mutations désavantageuses?

5

## Généralités sur la sexualité

- Les mâles sont peu sélectifs de leur partenaire (ou les femelles sont plus sélectives)
- Les mâles sont moins exclusifs avec leur partenaire (ou les femelles sont plus fidèles)
- Les mâles choisissent plus leur partenaires en fonction d'attributs physiques (ou les femelles portent une plus grande attention à la capacité du partenaire à lui procurer des ressources)

6

## Perspective éthologique sur la sexualité

- Les comportements de parade nuptiale servent à identifier l'espèce du partenaire, à réduire l'agression du mâle et à coordonner les comportements des deux sexes
- Le mâle et la femelle sont des partenaires qui ont un intérêt commun: la production de rejetons

7

## Anisogamie

Les gamètes mâles et femelles  
n'ont pas la même taille



## Anisogamie



- Pour un investissement donné en reproduction, il est possible de produire beaucoup plus de gamètes mâles (petites) que de gamètes femelles (grosses)
- Première grande asymétrie entre les mâles et les femelles...

## Anisogamie



- La petitesse favorise la mobilité et, donc, une plus grande chance de rencontre d'un autre gamète, mais aux dépens des stocks d'énergie nécessaires pour les premiers stades embryonnaires
- La grosseur favorise le stockage d'énergie à l'encontre de la mobilité
- Ces compromis mènent à un système qui favorise l'accouplement entre les gamètes les plus mobiles et ceux qui contiennent le plus de réserves: l'anisogamie

## Définitions de femelles & mâles

- Femelle
  - Macrogamètes = ovules
- Mâle
  - Microgamètes = spermatozoïde



## Coût de production des gamètes

- Ovules sont coûteux à produire, donc les femelles produisent moins de gamètes que les mâles
- Ex: Saumon Coho: 3500 ovules ou 400 milliards de spermatozoïdes



17

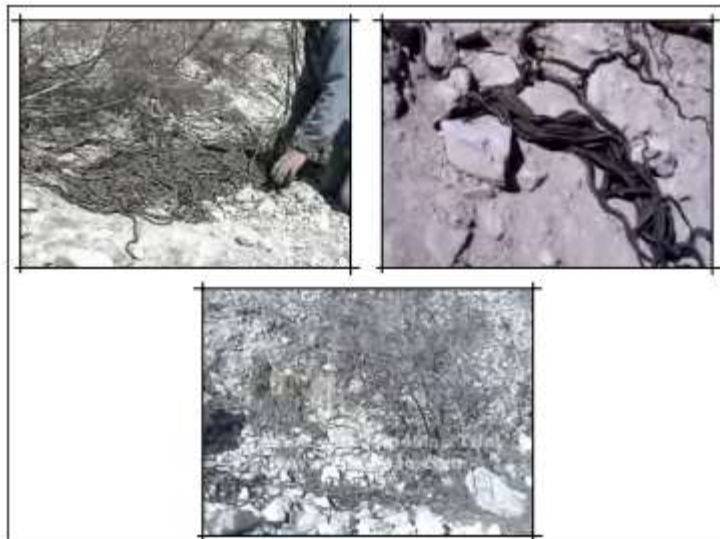
## L'énigme de la sex-ratio

- Malgré le coût de production différent, la sex-ratio en nature est habituellement  $\approx 1:1$ , pourquoi?
- Le succès reproducteur de la population serait plus grand s'il y avait plus de femelles
- Sélection sur le groupe & Sélection sur l'individu

18

## Sélection sexuelle II: Compétition intra- sexuelle

### Sélection sexuelle intense



## Sélection sexuelle

- Force de sélection responsable de la plupart des différences entre les sexes
- Elle est distincte de la sélection naturelle
- Elle peut prendre trois formes
  - Intra-sexuelle (compétition mâle-mâle)
  - Inter-sexuelle (choix par les femelles)
  - Compétition spermatique (inter ou intra)

5

## Sélection intra-sexuelle

- Les mâles ont souvent à compétitionner entre-eux pour l'opportunité de fertiliser les femelles
- Forte pression de sélection pour la compétitivité chez les mâles (armes, tactiques de combat)

7

## Formes de la compétition intra-sexuelle

- Compétition pré-copulatoire
  - Super habileté à trouver des partenaires
  - Endurance
  - Combats
- Compétition post-copulatoire
  - Compétition spermatique
  - Garde à vue du partenaire

8

## Combat



12

## Gardiennage du partenaire

- Le mâle accompagne la femelle, et en défend l'accès, pendant tout le rut



13

## Combat



Vidéo

11