

## CHAPITRE 4



# SELECTION SEXUELLE





Charles Darwin

## Rappels sur la notion de sélection naturelle

(1859) : "De l'Origine des Espèces par voie de Sélection Naturelle"



Alfred Russel Wallace

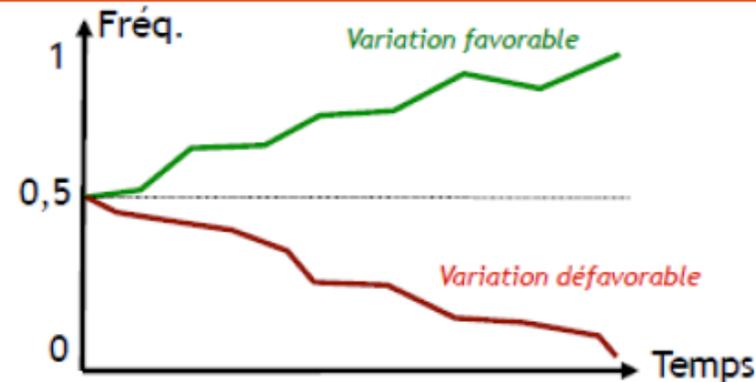
### **Milieu naturel :**

Ressources limitées → compétitions entre individus (intra & interspécifiques)

### **Population naturelle :**

- **Caractères** (génétiques, phénotypiques) ; [couleur, taille, nombre, aspect, ...] : **variables**
- **États des caractères** : **héritables** (= transmissibles à la descendance)

	<u>Chances de survie</u>	<u>Nombre de descendants</u>
<u>Variations favorables</u>	+	+
<u>Variations défavorables</u>	-	-



**Sélection Naturelle** : Processus par lequel des **variations favorables** vont tendre à **augmenter en fréquence** au sein d'une population, et **inversement pour des variations défavorables**...

## Qu'est-ce que l'Evolution?

Définition la plus "simple" et pragmatique :

*Variation de la fréquence d'un caractère (génétique, phénotypique) au cours du temps*

"Fréquence" → calcul à partir d'un effectif

"Evolution" et "Sélection naturelle" sont des concepts différents!

	<u>Evolution</u>	<u>Sélection naturelle</u>
<u>Espace</u>	Groupes (populations, ...)	Individus
<u>Temps</u>	Milliers à millions d'années	A tout instant

Les *individus* sont fixes dans le temps (ie. naissent et meurent à l'identique)  
→ *Ils n'évoluent pas!*

Les 4 forces évolutives (ie. "susceptibles de faire varier la fréquence d'un caractère au cours du temps"...) )

- Migration
  - Mutation
  - Dérive
  - Sélection naturelle
- } ← *Hasard*
- ← Valeur adaptative (→ *crible environnemental*)

## Sélection naturelle : petits problèmes apparents... (1)

### Exemple de la parade nuptiale chez la grouse

→ Espèce Nord-américaine, territoriale, formant des *leks* (= regroupement de mâles qui effectuent leur parade nuptiale)

→ Période : début du printemps, tôt le matin



- Températures fraîches  
= lutter contre le froid  
→ **!!! Dépenses énergétiques**



- Milieu découvert  
= visibles des femelles  
→ **!!! Visibles des prédateurs**



En connexion avec les poumons : poches qui se remplissent / vident d'air = détonations

→ Appel des femelles

→ **!!! Appel des prédateurs**

**Quel est le côté "favorable" de ces caractères?**

**→ Comment cela peut-t-il s'expliquer par la sélection naturelle?**

## Sélection naturelle : petits problèmes apparents... (2)

Autre exemple : le **dimorphisme sexuel**

= "Différences morphologiques entre individus de sexes différents, au sein de la même espèce"

Paon



Crabe violoniste

♀



♂



Frégate



Éléphant de mer

♂ : ≈ 1000 kgs

♀ : ≈ 300 kgs



**Comment cela a-t-il pu être gardé par la sélection naturelle?**

## Dimorphisme sexuel poussé à l'extrême...



Babiroussa (porc sauvage du Sulawesi) ; les mâles :

- Continue
- Courbe



**Comment expliquer le côté "favorable" d'un tel caractère?**

## Petit problème... qui n'en est pas un!

(C. Darwin) :



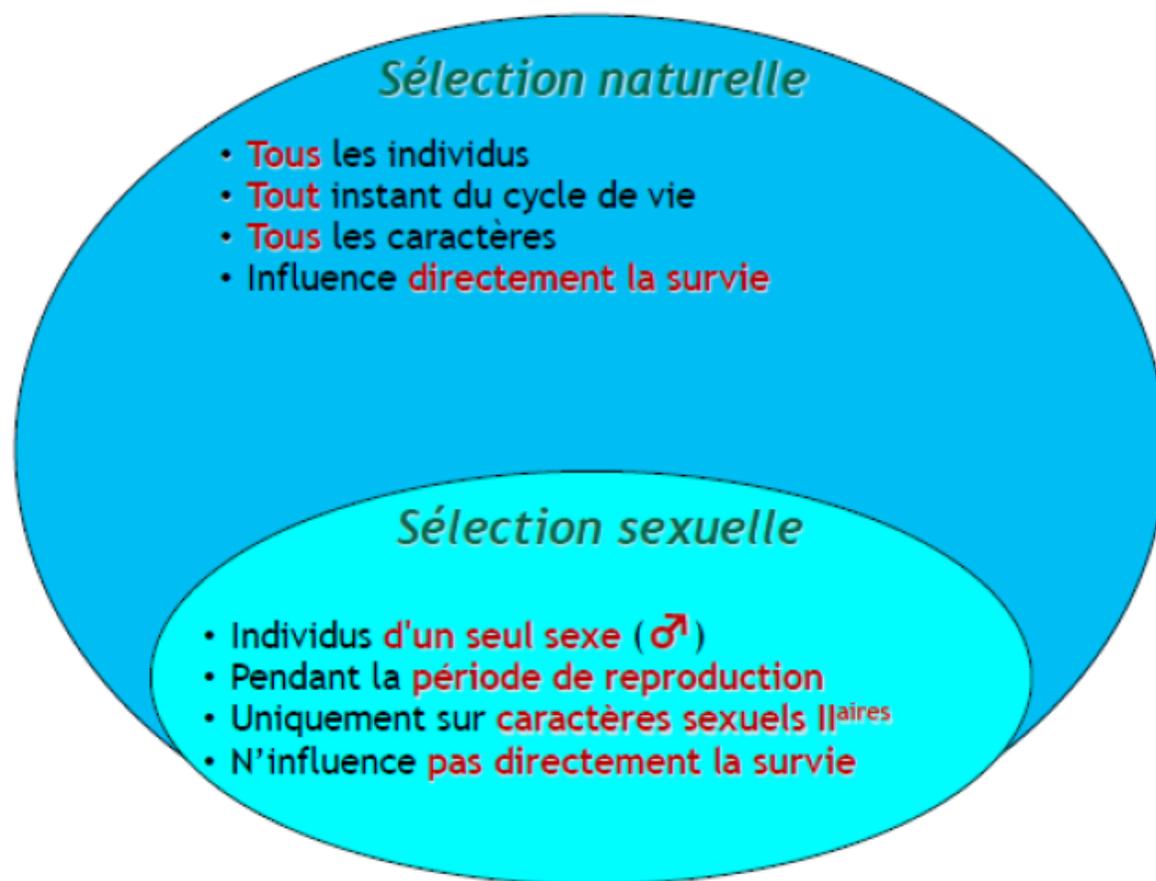
"The descent of man" (1871)  
"Selection in relation to sex" (1874)

Sélection sexuelle : "Avantage qu'ont certains individus sur d'autres de même sexe et même espèce, en rapport exclusivement avec la reproduction"

*Sélection sexuelle = Succès des mâles :*

- Les plus vigoureux et combatifs,
  - OU
  - Qui ont une particularité morphologique
- } → Accès aux femelles

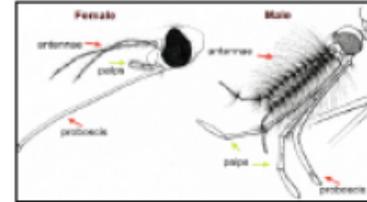
Placer la sélection sexuelle dans un contexte de sélection naturelle...



C'est une partie intégrante de la sélection naturelle, avec ses particularités...

## Distinction entre caractères sexuels primaires et secondaires

<i>Caractères sexuels I<sup>aires</sup></i>	<i>Caractères sexuels II<sup>aires</sup></i>
<ul style="list-style-type: none"><li>• Définissent directement le sexe des individus</li><li>• Impliqués dans la sexualité</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Différencient les sexes</li><li>• Pas impliqués dans la sexualité</li></ul>
<p><u>Exemples :</u> Utérus (♀) ; Phallus (♂)</p>	<p><u>Exemples :</u> ➤ Appareil buccal piqueur (moustiques ♀) ; ➤ Crinière (lions ♂)</p>

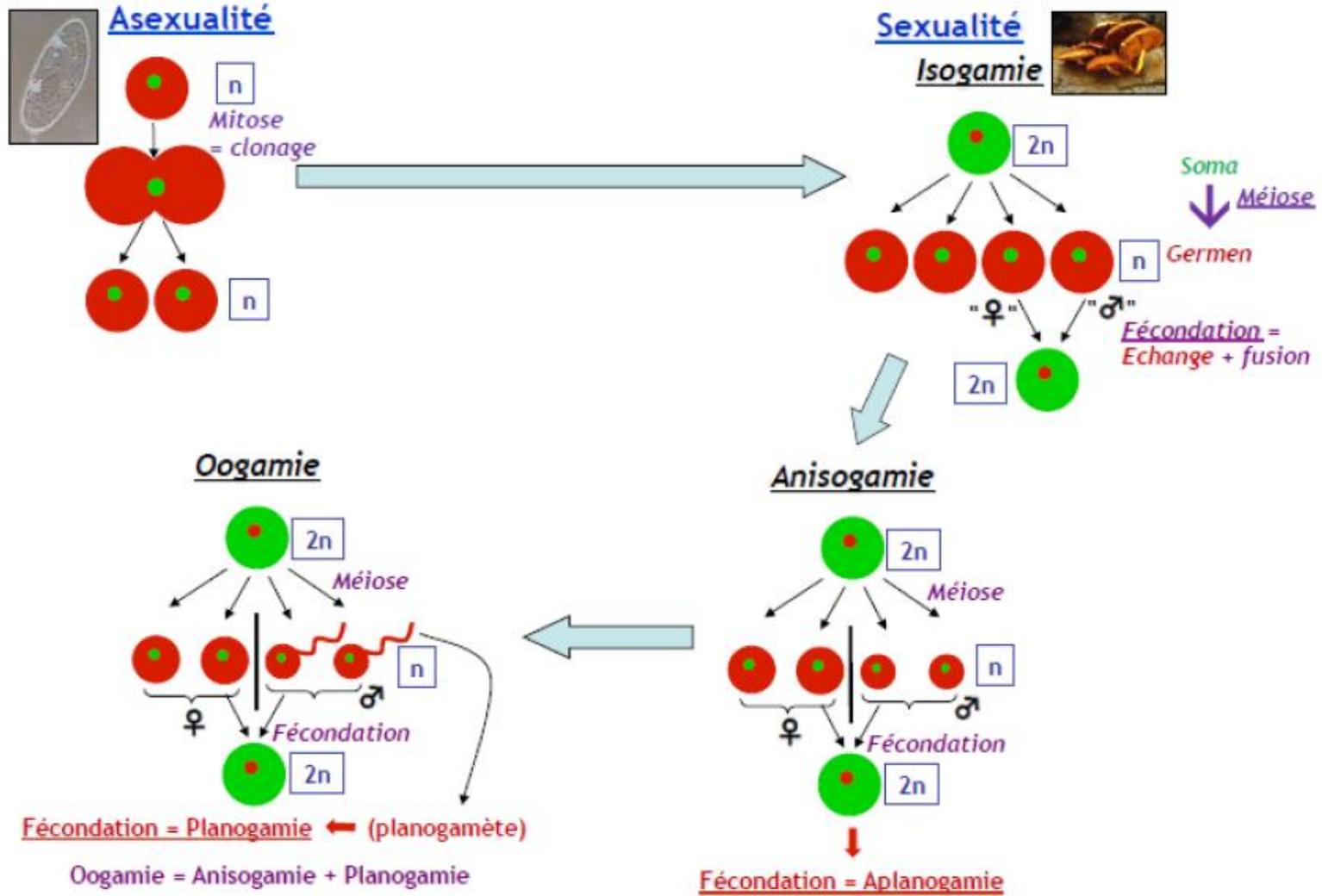


### Sélection sexuelle (définition la plus générale) :

Forme de sélection naturelle ; lorsqu'il existe des **différences entre individus** :

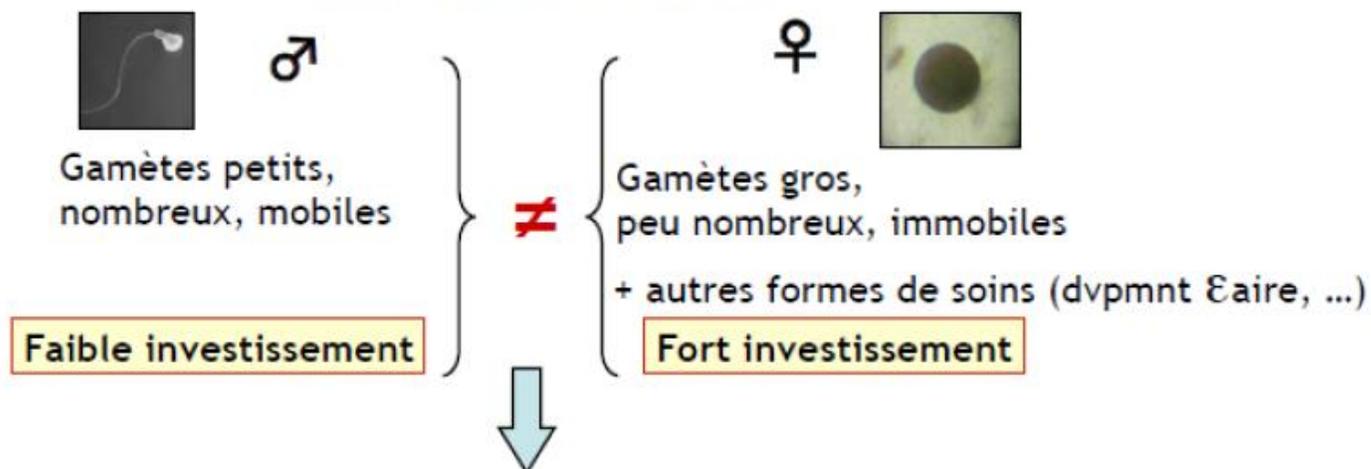
- **Capacités à rivaliser pour se reproduire**
  - Compétition sexuelle ; "**sélection intra-sexuelle**"
- **Attractivité pour les individus de sexes opposés**
  - Choix du partenaire ; "**sélection inter-sexuelle**"

Origines de la sélection sexuelle : ≠ morphologiques entre gamètes



## Origines de la sélection sexuelle?

### Asymétrie Mâles / Femelles



**Le gamète femelle est "parasité" par le gamète mâle!**

*Comment augmenter son succès reproducteur?*

#### Stratégie mâle :

- ↗ le nombre de partenaires (gamètes ne sont jamais limitants)

#### Stratégie femelle :

- ↗ la vitesse de fabrication des gamètes? (mais coût identique)...
- Être sélective pour le mâle (= "choosy")?

### Quelques exemples...

Espèce	Nbre de descendants		Système Socio-sexuel
	♂	♀	
Elephant de mer	100	8	Polygamie (polygynie)
Cerf	24	14	
Homme	888	69	
Mouette tridactyle	26	28	Monogamie

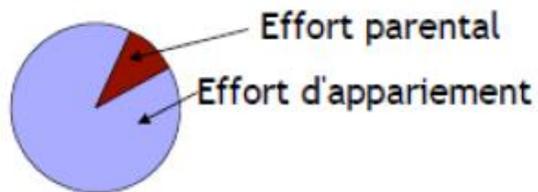
### Effort de reproduction & conséquences sur systèmes socio-sexuels

Système socio-sexuel

Polygame

Monogame

♂



♀



Intensité de la sélection sexuelle **Très forte**

**Moins forte**

## Stratégies de reproduction: Comment accéder aux femelle?

**STRATEGIE 1** : Les *mâles* doivent être *compétitifs*

L'accès à la femelle s'effectue après *confrontation entre les mâles*

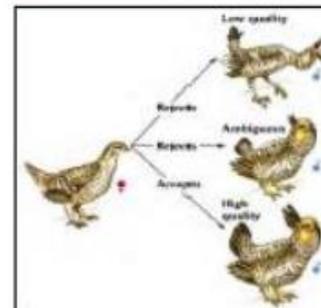
→ Sélection entre mâles (= sélection intra-sexuelle)



**STRATEGIE 2** : Les *femelles* doivent être *sélectives*

Très fort investissement dans la reproduction → *choix du "meilleur" mâle*

→ Sélection des mâles par la femelle (= sélection intersexuelle)



Sélection intrasexuelle : Manifestation par les combats entre mâles



*Combats ou ritualisations entre mâles, pour l'accès :*

- Aux femelles
- A un territoire riche en femelles
- Dimorphisme sexuel : les mâles sont plus grands que les femelles
- Développement d'organes d'attaque / défense (bois, défenses, cornes, ...)

## Manifestation de la sélection intrasexuelle entre mâles

### La garde des femelles ("mate guarding")



Ex.: Les mâles de libellules *agrion tacheté* gardent la femelle en l'agrippant jusqu'à la fin de la ponte

### La compétition spermatique ("sperm competition")

Dans les voies génitales de la femelle (≈ choix cryptique?)

Le sperme peut être accompagné d'une substance destinée à obstruer les voies génitales de la femelle lors d'accouplements ultérieurs



*Mouche du fumier*  
(*Scatophaga stercoraria*)

## Manifestation de la sélection intersexuelle : le choix des femelles

→ *D'après quel(s) critère(s) choisir un "bon" mâle?*



(1) Ressources offertes avant / pendant l'accouplement



(2) Investissement parental (soins paternels)

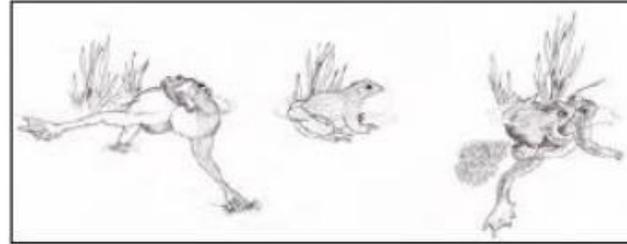


(3) Théorie des bon gènes  
→ Bénéfice génétique apporté à la descendance



## Ressources offertes avant / pendant l'accouplement (1)

Choix du mâle selon des caractères qui auront un effet direct sur la future descendance



Ex. : Grenouille taureau : Choix du mâle ayant le meilleur **territoire** pour ses œufs

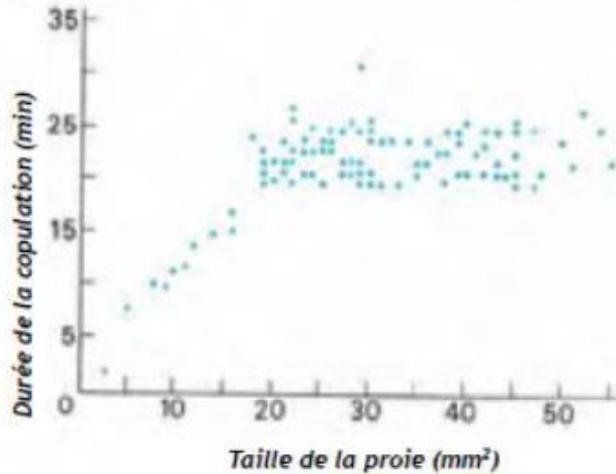
- Température ; densité de végétation
- agglomération d'œufs (isolation thermique)
- dissimulation auprès des prédateurs

Offrande alimentaire: divers insectes mâles (sauterelles, papillons, ...) pendant l'accouplement offrent un **spermatophylax** (= sécrétions protéiques qui sont utilisées pour la prochaine production des œufs)

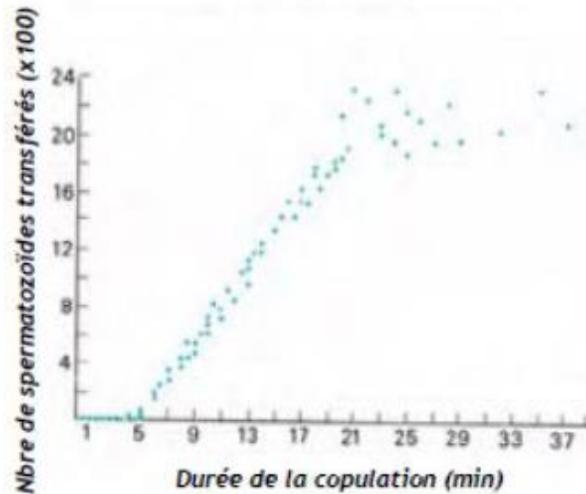


## Ressources offertes avant / pendant l'accouplement (2)

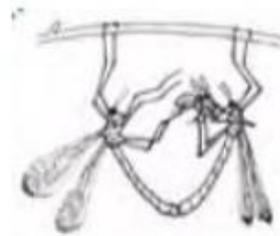
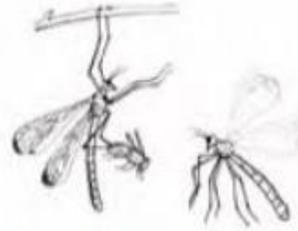
Exemple de la mouche scorpion:



→ Les femelles s'accouplent plus longtemps si le mâle offre une proie de plus grande taille

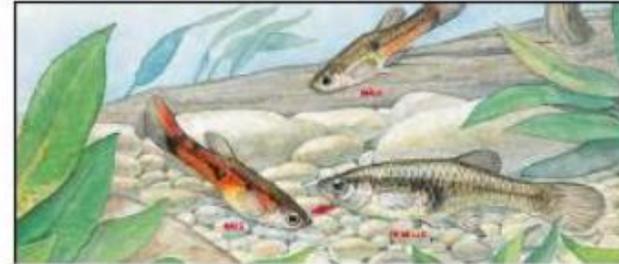


→ Le bénéfice du mâle est la possibilité de féconder plus de gamètes femelles



## Choix des mâles par les femelles : Exemple des guppys de La Trinité

Femelles préfèrent généralement les mâles qui ont une couleur plus vive ou plus orangée



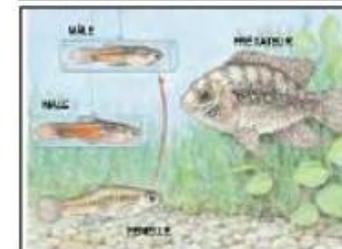
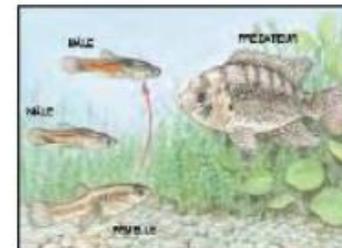
Mais elles sont sensibles "à la pression sociale" :  
Quand une femelle plus âgée montre une préférence pour un mâle plus terne, une femelle plus jeune imite parfois son aînée

Les mâles inspectent les prédateurs, et les femelles observent...  
Lorsqu'un prédateur approche, une paire de mâles évaluent le danger  
Ce comportement courageux semble attirer les femelles

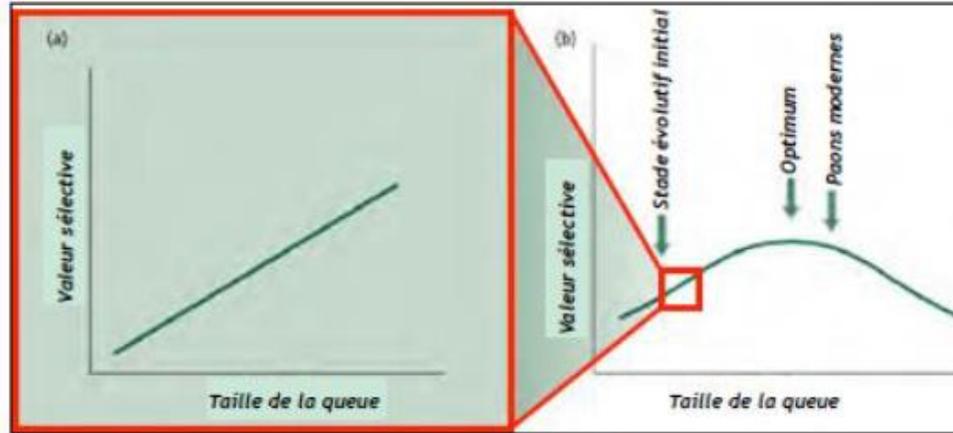
Elles choisissent comme partenaire le mâle qui s'approche le plus du prédateur (qu'il soit le plus coloré ou non!)

Caractères des mâles : hiérarchisation dans le choix des femelles :

- (1) Courage
- (2) Couleur vive



## Hypothèse du "Sexy son" (Fisher, 1930) Théorie du "Runaway Process" (Processus d'auto-emballement)



### 1) Situation initiale :

- a) Les ♂ : possèdent une queue de taille indifférenciée par rapport aux ♀
  - b) Les ♀ : pas de préférence particulière pour le caractère "longue queue"
- Or, **corrélation entre caractère "queue + longue" & valeur sélective**

### 2) Les ♀ qui choisissent des ♂ avec une queue plus longue ont des descendants :

- ♂ : héritent de la queue + longue de leur père
  - ♀ : héritent de leur préférence pour des ♂ à queue + longue
- } → Meilleure valeur sélective / autres descendants

### 3) Relation complète entre degré d'exagération du caractère ("longueur de queue") et survie, avec un optimum intermédiaire

Les espèces modernes, tel le paon, apparaissent vers la droite de la courbe

→ Les fils posséderont les caractères "sexy" de leur père, et auront à leur tour plus de succès... Jusqu'à un équilibre atteint entre coûts et bénéfices...

Hypothèse du "Sexy monster" (Zahavi, 1975)  
Théorie du handicap

Handicap = "Signal de bonne qualité génétique globale"

Caractères sexuels II<sup>aires</sup>

→ Appendice caudal, cornes, bois, défenses, ...



***Evoluent car sont des handicaps!!!***

*"Un oiseau avec une queue longue et encombrante parade devant les femelles pour dire qu'il est si fort qu'il peut survivre malgré elle"*

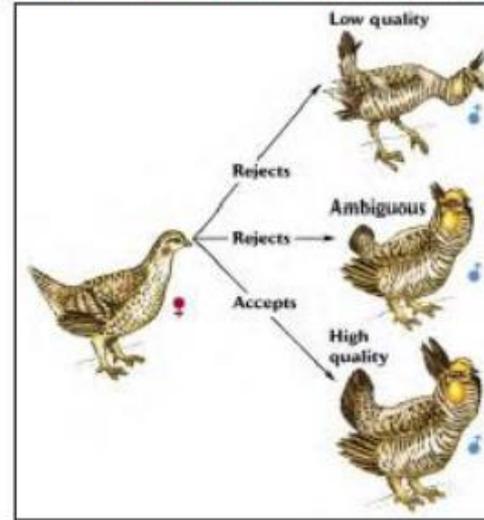


*Théories de Fisher et Zahavi expliquent de manières différentes le coût des caractères sexuels secondaires des mâles:*

- Fisher: coût qui n'apparaît qu'au stade final d'un emballement évolutif
- Zahavi: coût qui implique un désavantage dès le début et tout au long de la sélection

Hypothèse des bons gènes (Hamilton & Zuk, 1982)  
Théorie du parasitisme et de l'immunocompétence

"Les parasites influenceraient les décisions liées aux choix d'un partenaire"...



Les descendants héritent des avantages génétiques de leur père  
(→ ex. : Un plumage brillant traduirait de bonnes défenses immunitaires)

- Valeur sélective des mâles devrait  $\searrow$  avec  $\nearrow$  de l'infection parasitaire
- Les qualités d'ornementations devraient  $\searrow$  avec le fardeau parasitaire (= maintenir une belle ornementation doit être coûteux)
- Il doit y avoir une variation héritable pour la résistance aux parasites
- Les femelles doivent choisir les plus ornementés (→ les moins parasités)
- Le signal doit être "honnête"! (= pas de "tricheur")

## Variabilité des caractères sexuels II<sup>aires</sup> en populations naturelles (1)

En théorie, les caractères sexuels II<sup>aires</sup> devraient tous tendre vers leur état optimal

→ absence de variabilité

Or, ces caractères montrent une variabilité ; POURQUOI???

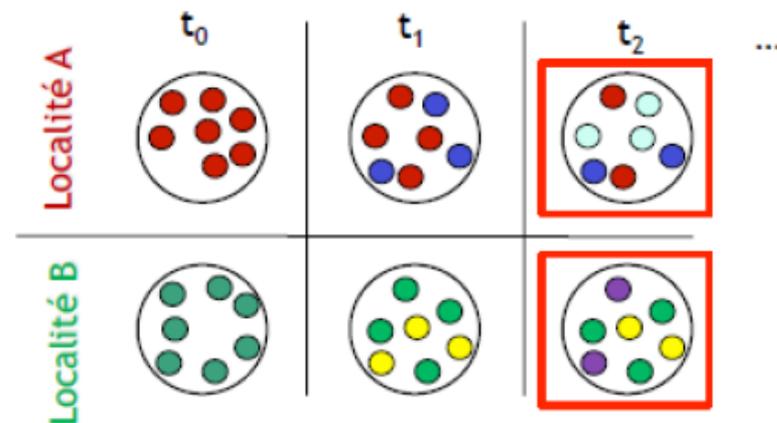
### 1) Variabilités spatiale et temporelle

→ **Etat optimal** d'un caractère n'est pas inscrit génétiquement pour une espèce donnée, mais **varie en fonction du crible environnemental!**

Or,

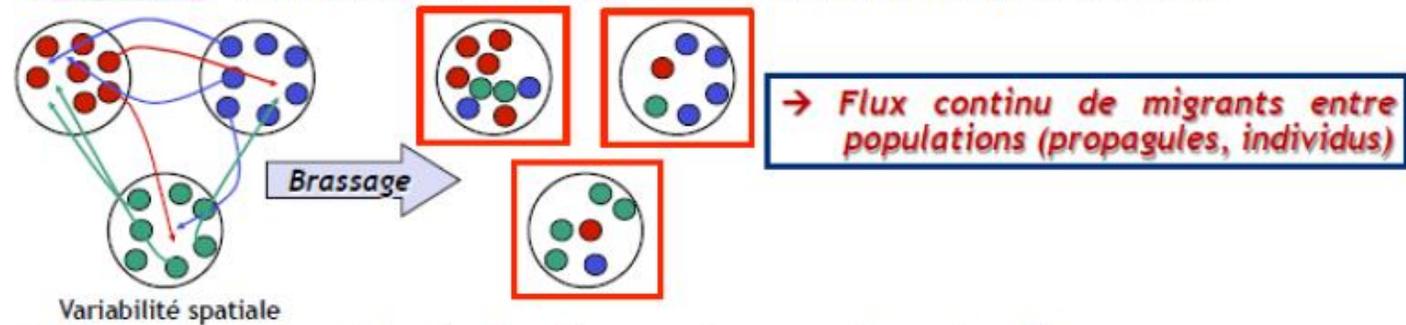
**Les conditions environnementales** (biotiques & abiotiques) **changent d'un habitat à l'autre :**

→ (charges en pathogènes, proies, prédateurs, ressources, espace vital, conditions climatiques, fréquences des perturbations, ...)

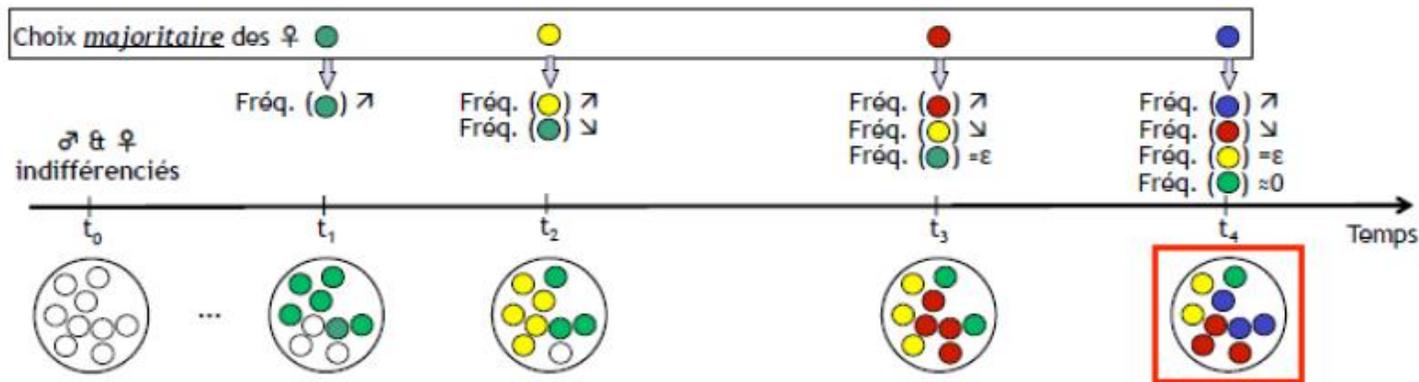


## Variabilité des caractères sexuels II<sup>aires</sup> en populations naturelles (2)

2) Migration → Une population est très rarement isolée et génétiquement close...



3) Changements des choix des femelles pour les caractères des mâles



4) La sélection sexuelle est une forme de sélection "douce"

Mêmes les mâles avec les moins de succès reproducteurs se reproduiront cependant

- Plusieurs tentatives au cours de leur vie
- Entretient la variabilité des caractères II<sup>aires</sup> dans la population!