

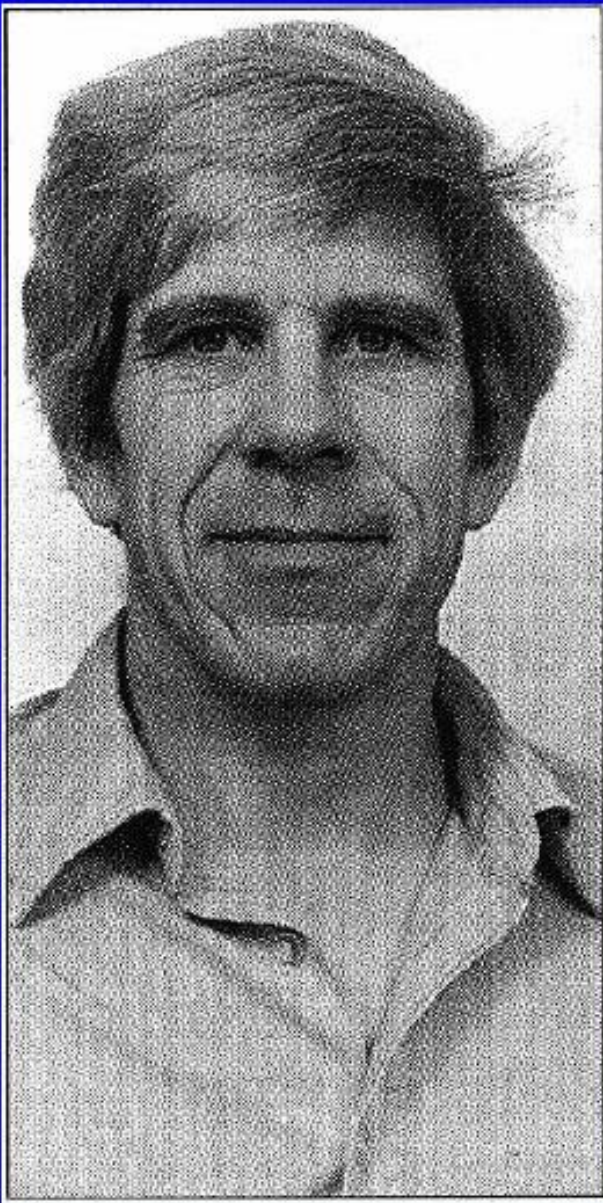
UNIVERSITE BADJI MOKHTAR ANNABA
FACULTE DES SCIENCES
DEPARTEMENT DE BIOLOGIE
MASTER ECOLOGIE FONDAMENTALE ET APPLIQUEE
MATIERE ECOLOGIE COMPORTEMENTALE (S2)

Chapitre 5

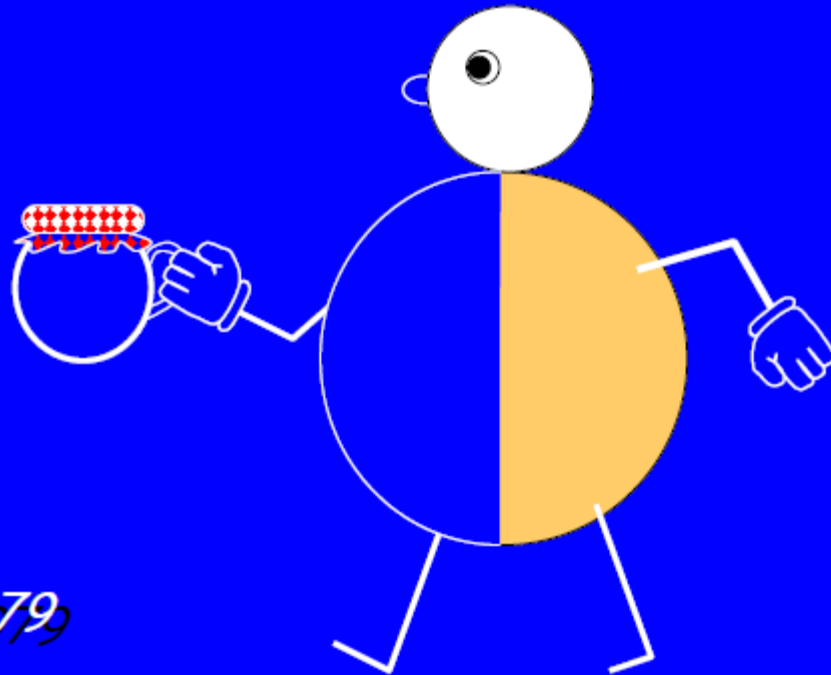
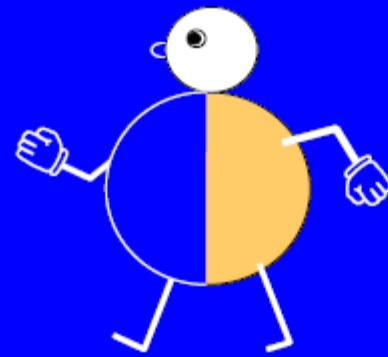
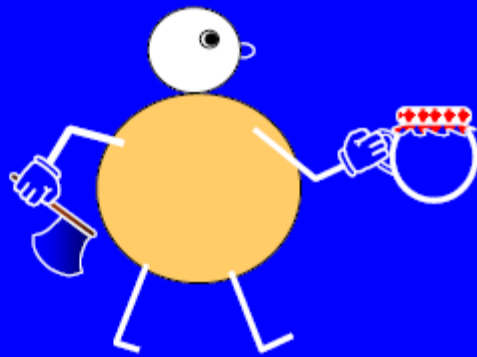
Valeur adaptative inclusive

Enseignante: M^{me} DADCI – SAKRAOUI Rym

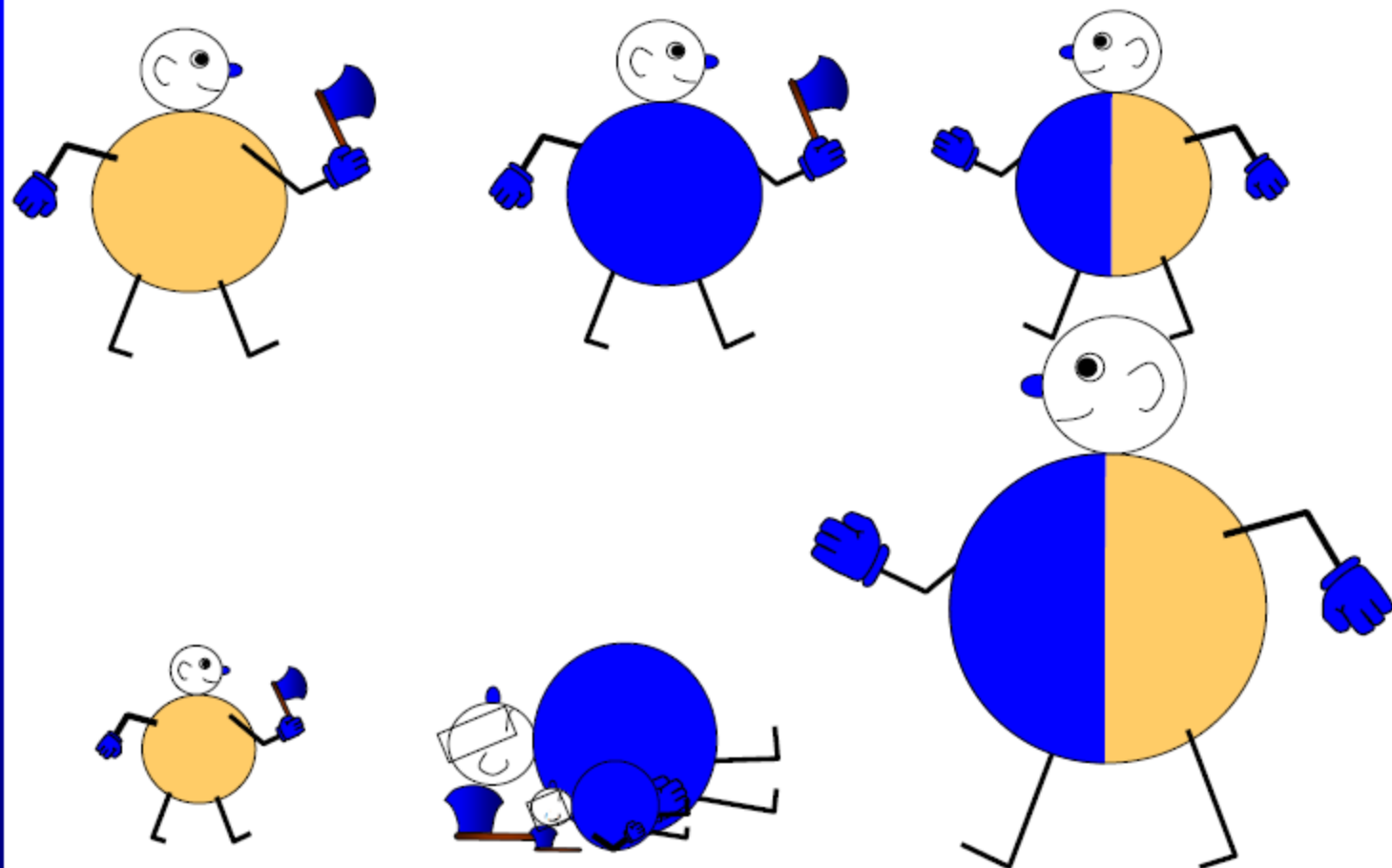
- 1.Introduction
 - La fitness individuelle et le comportement altruiste
 - Précurseurs et fondateurs
- 2.Les travaux de Hamilton
 - La valeur sélective inclusive : inclusive fitness
 - Modélisation du comportement « altruiste »
 - Notion d 'apparentement : définition et exemples
 - Illustration de la sélection de parentèle
- 3.Le modèle d 'Hamilton et la socialité



William Hamilton
a montré que des gènes
déterminant un
comportement altruiste
peuvent être favorisés
par la sélection
naturelle. (Cliché tdr)



D'après P. Hopkins, 1979



D'après P. Hopkins, 1979

1.INTRODUCTION :Fitness individuelle (Fisher, 1935)

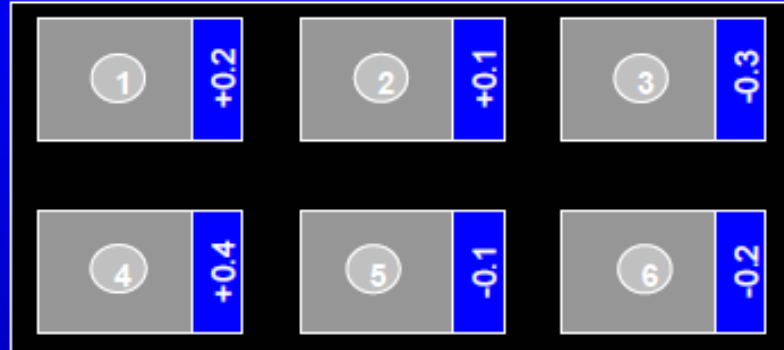


Schéma représentant 6 individus caractérisés par leur écart à la valeur sélective moyenne (= 1 descendant) indiquée dans le rectangle blanc. Ces 6 individus ont respectivement 1.2, 1.1, 0.7, 1.4 , 0.9, 0.8 descendants en moyenne.



Augmentation de la fitness moyenne de la population :
Théorème fondamental de la sélection naturelle

Exceptions :

- variations temporelles (facteurs environnementaux ou modifications génétiques)
- fréquence-dépendance des valeurs sélectives
- Interactions génétiques

Les comportements Altruistes

- Altruisme : conduite d'un individu qui favorise, fût-ce d'une manière indirecte, la survie et la reproduction d'autres individus au détriment de son propre succès reproducteur.
- Conséquence : la fitness d'un individu dépend non seulement de l'individu lui-même mais aussi d'autres individus (sociétés animales, cris d'alarme, soins parentaux,...).
- MAIS

Mais...

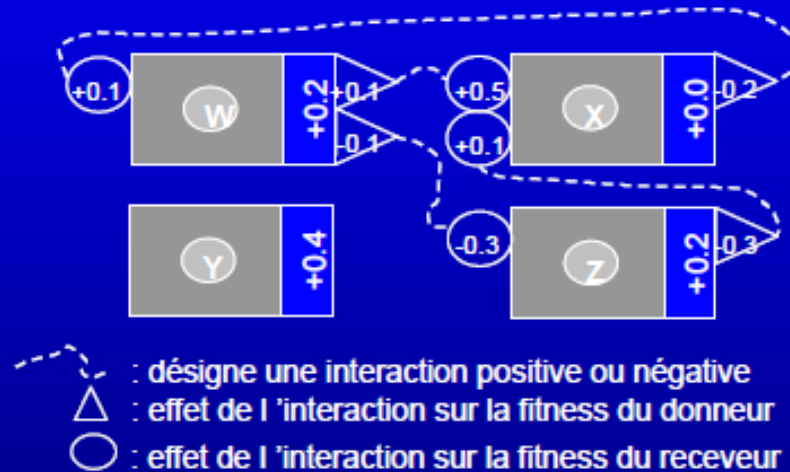
- Comment un comportement qui est désavantageux pour l'individu qui l'adopte, en réduisant ses chances de survie de ou même parfois, en éliminant complètement la possibilité de participer à la reproduction, peut-il se répandre dans une population ?

PRECURSEURS ET FONDATEURS...

- - Darwin C. (1859) : premières observations : les castes stériles chez les Fourmis.
- - Haldane J.B.S. (1924) : concept de sélection familiale (compétition entre membres d'une même progéniture)
- - Fisher R.A. (1930)
- - Wright (1945) : la notion de sélection de groupe
- - Snell G.D. (1932) : le rôle de l'apparentement
- Williams (1960) : mise en cause de la sélection de groupe
- - HAMILTON W.D. (1964) : la valeur sélective inclusive

La valeur sélective inclusive

Idée de Hamilton : généraliser la notion de valeur sélective individuelle de telle sorte que le théorème fondamental de la sélection naturelle puisse s'appliquer aux cas des comportements altruistes, voire aux comportements sociaux.



Valeur sélective globale = 1 - coûts + bénéfices

Dans le cas présent, les individus ont respectivement 1.3, 1.4, 1.4 et 0.1 descendants

Remarque : cette valeur intègre bien les cas de compétition entre individus

ALTRUISTE, D'ACCORD MAIS ENVERS QUI ?

Une nouvelle définition de la fitness

- La fitness, définie par Fisher est indépendante de la génétique
 - Espérance mathématique du nombre de descendants viables et reproducteurs
- Introduisons la génétique par la définition suivante
 - Espérance mathématique du nombre de copies d'un gène quelconque porté par l'individu, dans sa descendance

Conséquences de cette nouvelle définition

- Comment calculer cette fitness ?
- Soit Wg_i la fitness individuelle de l'individu i
- b_j le gain de fitness obtenu de j par l'individu i
- c_j la perte de fitness individuelle due à l'individu j
- F_{ij} le coefficient de parenté entre i et j

$$WI_i = Wg_i (1 - c_j) + \sum_{j \neq i}^n b_j Wg_j$$

Modélisation du comportement altruiste

	Caractère		Bénéfice pour le receveur	Bénéfice (gènes du donneur)	Coût pour le donneur
Allèle G	Altruiste	W_G	+ b	+ b.F	c
Allèle g	Egoïste	W_g	0	0	0

- Fitness inclusive de l'égoïste = Fitness propre = W_g
- Fitness inclusive de l'altruiste = $W_G - c + b.F$

Modélisation du comportement altruiste

- F : coefficient de parenté entre le donneur et le receveur
- Fitness inclusive de l'égoïste = Fitness propre = W_g
- Fitness inclusive de l'altruiste = $W_g - c + b.F$
- Ainsi, la population altruiste envahira la population si :
 - $W_g - c + b.F > W_g$
- En supposant $W_g = 1$, alors la population devient altruiste si
 - $F > c / b$
 - (= critère de Hamilton)

Importance de la condition de hamilton :

$$F > \frac{c}{b}$$

Coefficient d'apparement supérieur
au rapport coût sur bénéfice

$$b > \frac{c}{F}$$

Bénéfice supérieur au rapport
coût sur apparement

$$c < bF$$

Coût inférieur au produit bénéfice
par apparement

généralisation

$$\rho > \frac{c}{b}$$

- Rho est le coefficient de corrélation génétique entre donneur et receveur
- Des conditions de « sélection dure » peuvent favoriser l'altruisme en corrélant les individus
- La consanguinité dans les petites populations doit favoriser l'altruisme

Un changement de perspective

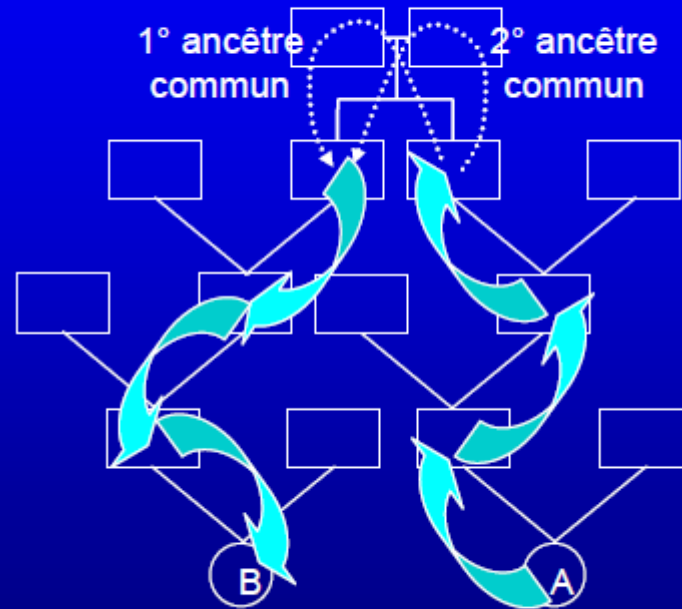
- La fitness ainsi définie ne peut être celle de l'individu
 - Puisqu'elle inclut les descendants d'autres individus
 - C'est la fitness de ses gènes à travers leur succès en terme de nombre de copies transmises
- On a changé d'unité de sélection
- L'altruisme social est une conséquence de l'« égoïsme » des gènes
 - D'où les idées popularisées par R. Dawkins

Le gène égoïste

- R. Dawkins : « Le gène égoïste »
- « Les individus sont les artifices inventés par les gènes pour se reproduire »
- Le courant sociobiologique a voulu pousser cette réelle découverte biologique jusqu'à une explication de la société humaine
- (E.O. Wilson, « Sociobiology, a new synthesis »)

Coefficient d'apparentement

- Indirectement, l'apparentement désigne la probabilité, ou les chances, que deux individus, par exemple deux sœurs, partagent un gène donné.
- EXEMPLE :
coefficient d'apparentement entre A et B ?



Degré d'apparentement (exemples)

- Espèces diploïdes

Lien parental	Degré d'apparentement
Jumeau	1
Pleins frères	0.5
Parent / enfant	0.5
Grand parent / petit enfant	0.25
Demi frères	0.25
Oncle / Neveu	0.25
Cousins germains	0.25

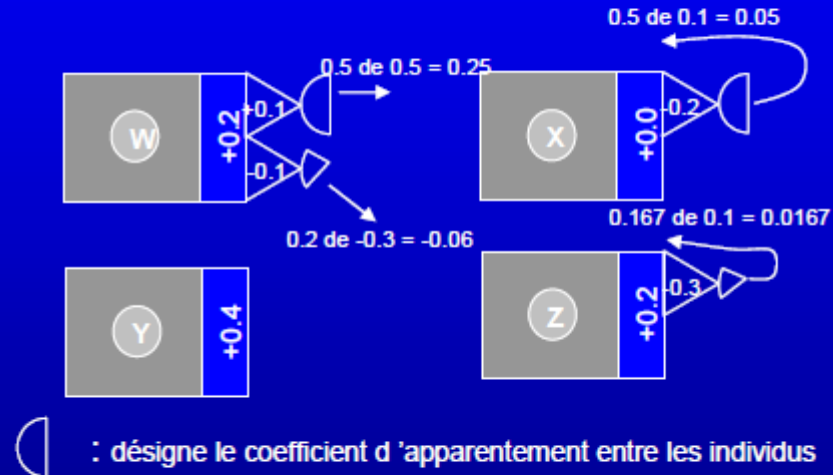
Espèces Haplodiploïdes

Lien parental	Degré d'apparentement
Mère / fils	1
Fils / mère	0.5
Mère / fille	0.5
Fille / mère	0.5
Père / fille	0.5
Fille / père	1
"Père" / fils	0
Fils / "père"	0
Sœur / Sœur	0.75
Frère / frère	0.5
Sœur / frère	0.5
Frère / sœur	0.25

Illustration de la sélection de parentèle

- La propagation des gènes d'un individu :
 - reproduction individuelle
 - production d'individus apparentés passant par un comportement altruiste qui va à l'encontre de sa propre reproduction

Fitness inclusive et coefficient d'apparentement



Dans le cas présent, les individus W, X, Y et Z ont respectivement 1.39 ($1+0.2+0.1-0.1+0.25-0.06$), 0.85, 1.4 et 0.4167 descendants.

3. Le modèle d'Hamilton et la socialité

La notion de fitness inclusive permet de comprendre les interactions entre des individus apparentés et par conséquent, le maintien de la socialité observée chez espèces (ex : insectes hyménoptères).

MAIS

- l'origine de la socialité n'est pas directement liée à la notion de fitness inclusive
- par ailleurs, le modèle d'Hamilton ne suppose rien sur le type d'apparement (cas des pucerons)
- enfin, le modèle d'Hamilton exclue les tricheurs de la populations.