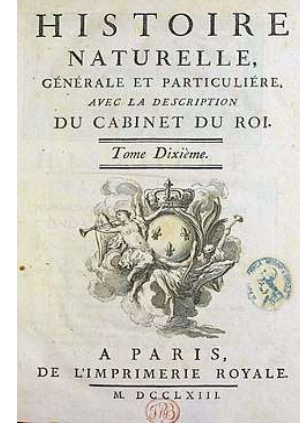




Plasticité phénotypique



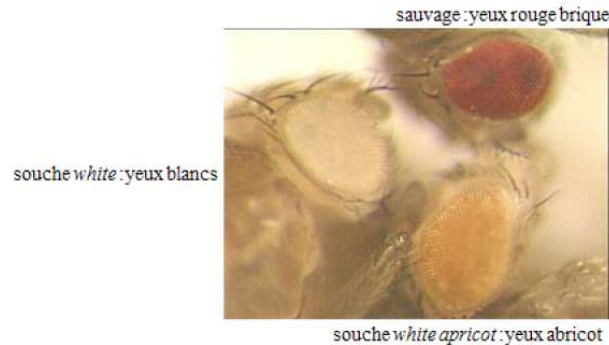
les variations induites par l'environnement ont été observées bien tôt

«circonstances» = « les conditions environnementales »

Il y a dans la nature un prototype général dans chaque espèce, sur lequel chaque individu est modelé, mais qui semble en se réalisant, s'altérer ou se perfectionner par les circonstances

(Georges-Louis Leclerc, comte de Buffon, 1811)

La mouche du vinaigre *Drosophila melanogaster*, insecte diptère d'environ 3 mm de longueur, est un organisme de choix pour les études génétiques (première étude en 1925 Morgan, Bridges et Sturtevant)



mâle et femelle yellow : corps jaune



sauvage : corps beige



sauvage : corps beige

Plasticité phénotypique

Le *génotype* d'un insecte est son code génétique (les allèles)

le *phénotype* est l'ensemble de ses traits observables (couleur, forme, taille, etc.), résultant de l'expression du génotype influencée par l'environnement (nourriture, température, ou les différentes castes (reine, ouvrière) qui peuvent avoir le même génotype mais des phénotypes distincts (plasticité phénotypique).

La *plasticité phénotypique* décrit la propriété d'un génotype donné à produire des phénotypes différents en réponse à des conditions environnementales distinctes

Exemples et mécanismes

Polyphénisme saisonnier : ailes très différentes au printemps et en été, dicté par la photopériode et la température, via l'ecdysone.

Densité : changement de couleur en fonction de la densité de population.

Température : La taille et la vitesse de développement varient avec la température chez de nombreux insectes.

Hormones : L'ecdysone régule des changements morphologiques (ocelles) ou pigmentaires, sa concentration variant selon le signal environnemental.

Caste chez les eusociaux : Abeilles et fourmis, ayant des génotypes similaires, développent des castes (reine, ouvrière) très différentes selon l'alimentation larvaire.

Métabolisme : Capacité d'accumulation de graisse variable.

Chez les coccinelles arlequins

Polymorphisme génétique :

le même gène (pannier) est présent chez tous les morphes
mais des variations dans les régions régulatrices entraînent des
motifs de couleurs différents,

▪



Le gène « panier »

- Découvert chez la Drosophile 1980
- Code pour un facteur de transcription qui contrôle l'expression de gènes assurant la production de pigment noir et donc la formation des points noirs chez les coccinelles rouges ou du fond noir chez les coccinelles noires

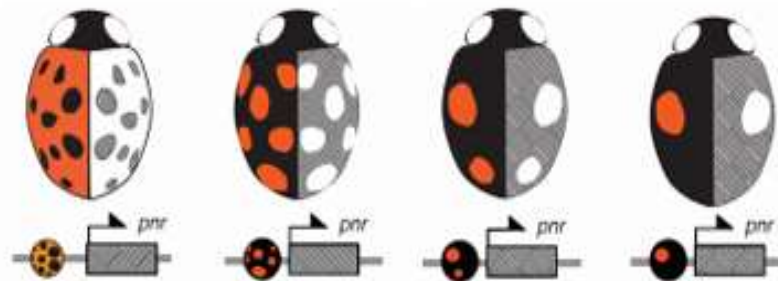
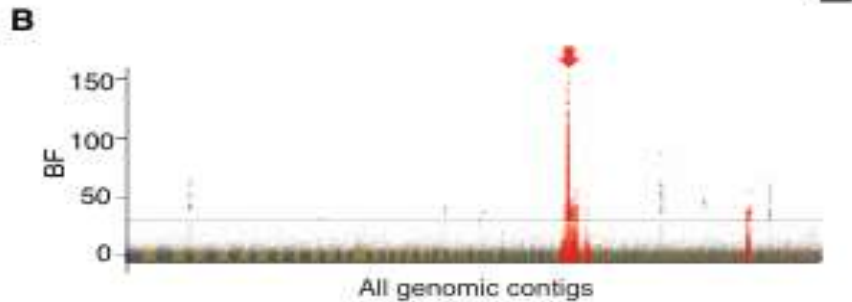


Figure 5 - Les séquences régulatrices (ronds colorés) situées juste en amont de la séquence codante de *pannier* (rectangle hachuré) définissent des variants alléliques du gène associés aux différentes formes de coloration

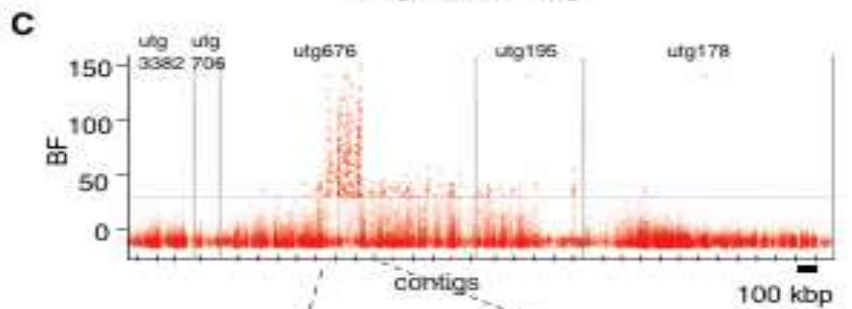
Les zones de l'élytre, où l'ensemble séquences régulatrices - région codante s'activent, assurant la production de pigment noir dans les cellules concernées, sont colorées en gris.



Les 4 formes de coloration les plus fréquentes chez *Harmonia axyridis*



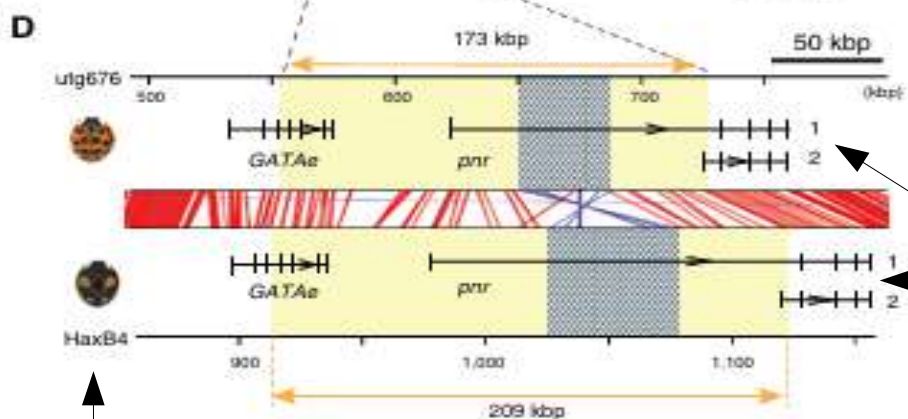
Flèche rouge = locus de coloration



Détails du locus de coloration

Contenu génique du locus de coloration

ATAe 50 = gène



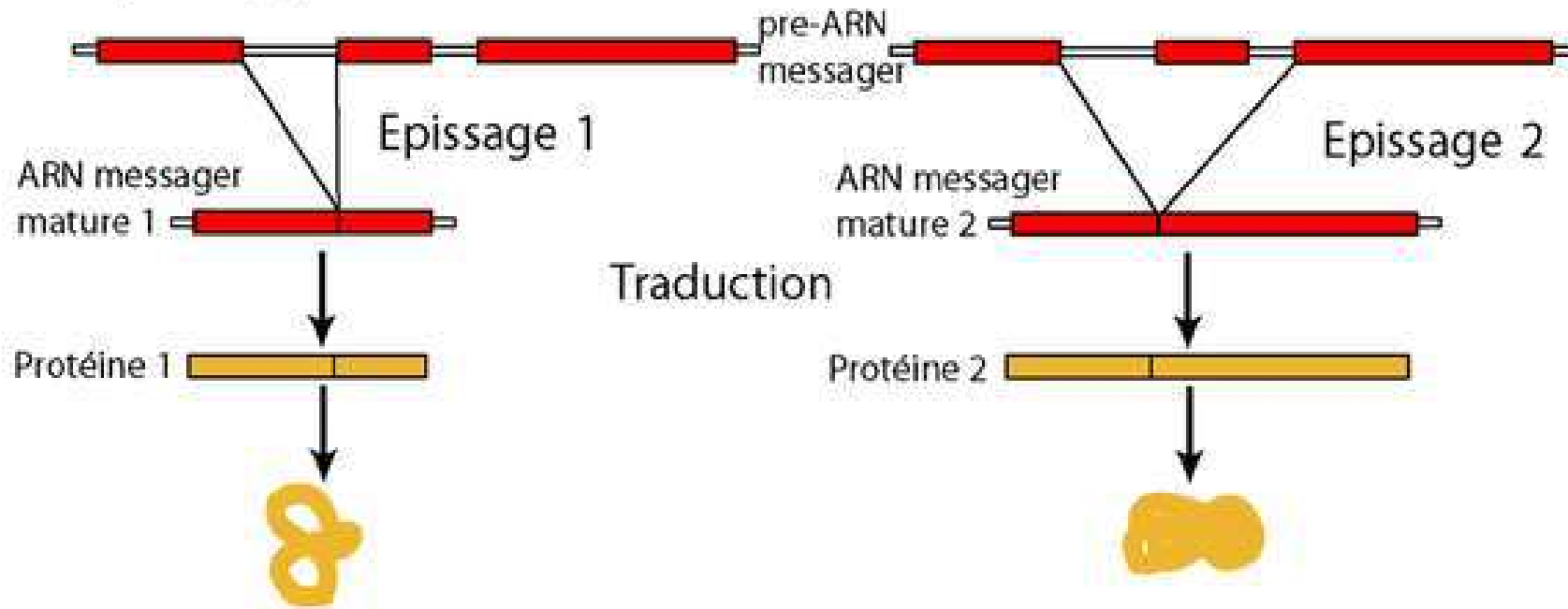
en jaune = région candidate du locus de coloration des élythres

1 et 2 = variants d'épissages alternatifs (1 gene et plusieurs protéines)

Séquences régulatrices

Epissage alternatif

L'épissage alternatif



Pucerons

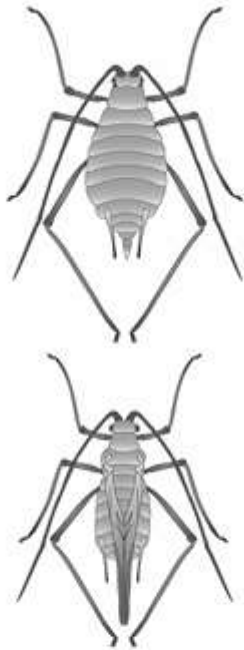


Figure 1. Formes aptère (haut) et ailée (bas) du puceron du pois, *Acyrthosiphon pisum*, (d'après [Simpson et al., 2011](#)). C'est la densité de la population qui induit le passage de la forme aptère à la forme ailée.

- Forme apthère : fécondité élevée, production d'individus aptères
- La colonie atteint un seuil de densité ► production d'individus ailés pour assurer la dispersion et fondation de nouvelles colonies

Pucerons

- Forme aptère ► ◄ Forme ailée
ailée :

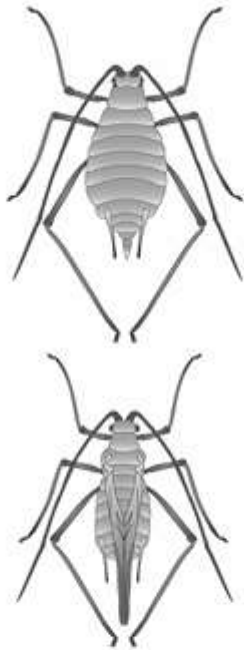


Figure 1. Formes aptère (haut) et ailée (bas) du puceron du pois, *Acyrthosiphon pisum*, (d'après [Simpson et al., 2011](#)). C'est la densité de la population qui induit le passage de la forme aptère à la forme ailée.

- Ailes et muscle du vol
- Sclérotisation + importante de la tête et du thorax
- Yeux composés plus développés
- Présence d'ocelles et antennes

Criquet migrateur



Figure 2. Phases solitaire (haut) et grégaire (bas) du criquet migrateur, *Locusta migratoria*, (d'après [Simpson et al., 2011](#)). C'est la densité des populations qui induit le changement de la phase solitaire à la phase grégaire.

- Phase solitaire : verte cryptique
- Phase grégaire : mélanisée essaims
- La densité de la population $\uparrow$ le contact physique et la perception visuelle des congénères
- Action d'1 hormone : Corazonine

Carte géographique



- Coloration alaire printemps ► ◄ été
- Origine : photopériode ou longueur de la journée
action d'1 hormone : Ecdysone



les larves des jours les plus longs émergent sous la forme du phénotype d'été

Figure 3. Polyphénisme chez la carte géographique, *Araschnia levana*. Les formes d'été (haut) et de printemps (bas) sont induites par les différences de photopériode.

Abeille



- Reines et ouvrières : même code génétique
- La reine va développer des ovaires fonctionnels et sont seules à pondre
- Origine : l'alimentation → gelée royale (contiendrait des substances capables d'inhiber la méthylation de l'ADN?)

Plus de 72 minutes : à propos d'une durée record de ponte immergée chez *Coenagrion mercuriale* (Odonata : Coenagrionidae)



Fig. 3 : Même individu de femelle andromorphe de *C. mercuriale*, et remontée à la surface à la fin de la ponte, à 14h58 (t + 72 min). On notera que des gouttelettes restent fixées seulement à l'extrémité des ailes.
Crédit photo : Bastien Louboutin.



Fig. 2 : Individu femelle andromorphe de *C. mercuriale* en ponte dans *Iris pseudacorus*, environ 5 cm sous la surface de l'eau, peu après le début de l'observation, à 13 h 46' (t + 0 min), entourée d'une fine pellicule d'air brillante. Crédit photo : Bastien Louboutin.

Il est intéressant de constater que c'est une femelle andromorphe, i.e. un morphe a priori moins sujet au harcèlement par les mâles, qui fasse un record d'immersion. C'est probablement un autre facteur (e.g. un support de ponte idéal et étendu) qui a motivé une telle plongée

<https://martinia.insectes.org/plus-de-72-minutes-a-propos-dune-duree-record-de-ponte-immeree-chez-coenagrion-mercuriale-odonata-coenagrionidae/>

La Fajolle à la limite entre les départements de l'Aude et de l'Ariège



Figure 4. *Leucorrhinia dubia*, ♀ andromorphe. Tourbière du Rébenty, 17 juillet 2012 (© X. Houard).
Leucorrhinia dubia, andromorphic ♀, Rebenty peat bog.

-
- https://martinia.insectes.org/wp-content/uploads/2024/12/2718-Martinia29_1_LOUBOUTINetal.pdf

À propos de l'observation d'une femelle andromorphe de *Leucorrhinia dubia*.

Parmi les variations de coloration connues au sein d'une même espèce, on distingue l'andromorphie qui correspond à des femelles présentant les colorations caractéristiques des mâles. Ce phénomène peut être variable selon les espèces, les habitats et la densité des populations (FINCKE et al., 2005).

Il est beaucoup plus répandu chez les Zygoptères (notamment chez les Coenagrionidés) que chez les Anisoptères (CORBET, 1999).

Pour ces derniers le phénomène s'observe plus particulièrement chez les Aeshnidae et les Libellulidae, qui comportent des espèces sexuellement dichromatiques (FINCKE et al., 2005).

COENAGRION PUELLA



Ness Botanic Gardens University of Liverpool

C. puella andromorphe

2001 fréquence de 40% en juin
fréquence de 19% en juillet

2002 fréquence de 26% en juin

La fréquence des andromorphes varie parfois au sein d'une même population et entre différentes populations.

Nous avons observé une variation marginalement significative de la fréquence des andromorphes. (ne serait pas du au hasard mais manque de preuve, la valeur p est proche du seuil de significativité)

Plasticité phénotypique et réponses adaptatives aux changements environnementaux chez les insectes

Patricia Gibert

Le réchauffement climatique

- Les populations naturelles peuvent ainsi changer leur aire de répartition en colonisant ou abandonnant des habitats qui sont devenus favorables ou défavorables
- une modification de la composition génétique de la population, les génotypes les plus performants, spécialisés dans un milieu donné, seront retenus par la sélection naturelle
- une adaptation au milieu par plasticité phénotypique, que ce soit à l'échelle des individus (par exemple des modifications comportementales) ou au niveau de la descendance (plasticité développementale)

Plasticité phénotypique et réponses adaptatives aux changements environnementaux chez les insectes

Patricia Gibert

Le réchauffement climatique

- La plasticité phénotypique, permet aux espèces de réagir dans une échelle de temps très courte (intra-génération), peut jouer un rôle important pour la survie des populations exposées à des changements rapides de l'environnement.
- Il a été suggéré que la plasticité phénotypique adaptative confère une plus grande tolérance aux changements de conditions ,
 - soit en permettant aux espèces de tolérer un nouvel environnement et de persister suffisamment longtemps pour permettre l'adaptation,



Causes of phenotypic variation



genotype

+



environment

=



phenotype