

L3

BIOLOGIE DU DEVELOPPEMENT  
*Laurent Théodore 2025*

## Résumé COURS 2-3

### Programme de développement

- Modèle: Segmentation chez la drosophile
- Gènes à effet maternel
- Gènes à effet zygotique
  - ⇒ Cascade de facteurs de transcription
  - ⇒ Segmentation moléculaire
  - ⇒ Les parasegments sont les unités répétées "primaires".
  - ⇒ Signalisation à la frontière Wg/en parasegmentaire = centre organisateur des segments

# Retenir la démarche en génétique du développement



Ordonner les fonctions (schéma)



Définir le sens +/- des interactions



Tenir compte du contexte spatial



=> interpréter les interactions génétiques

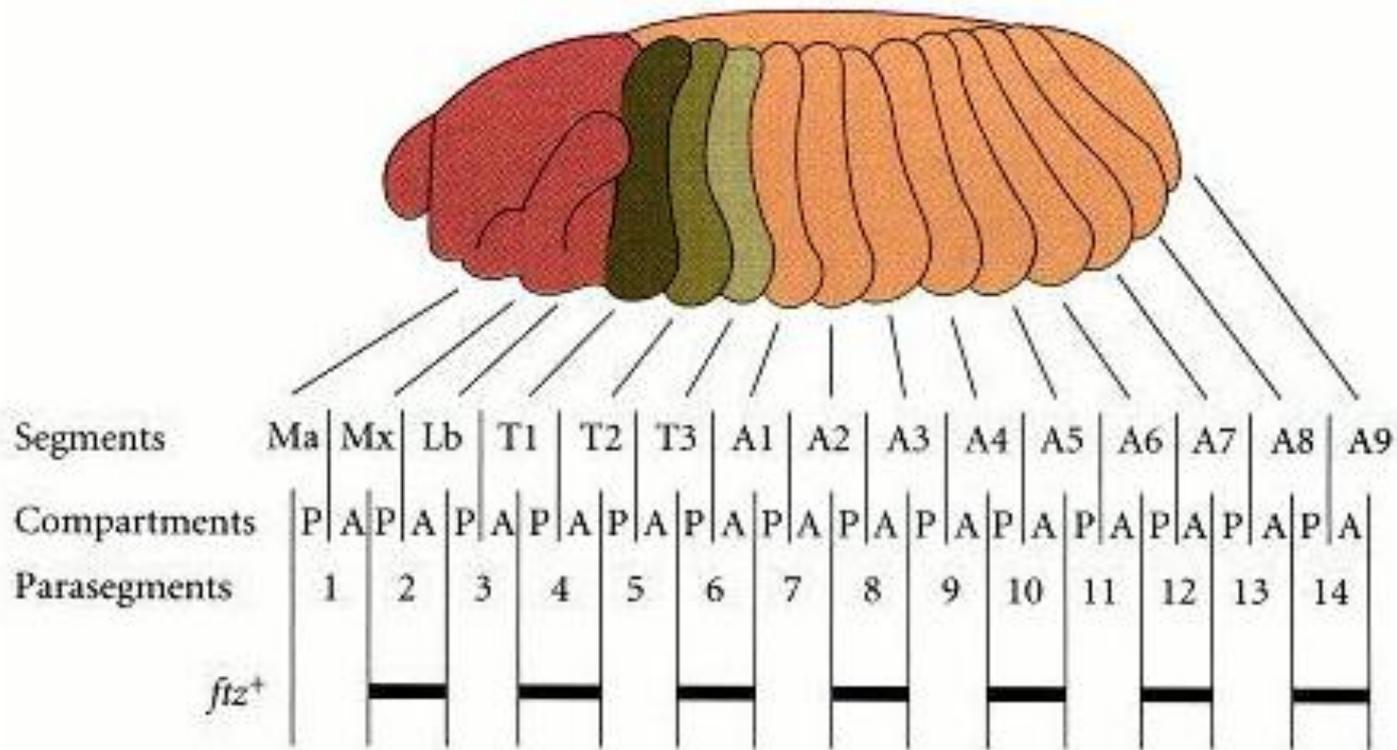


=> tester les fonctions à l'échelle moléculaire

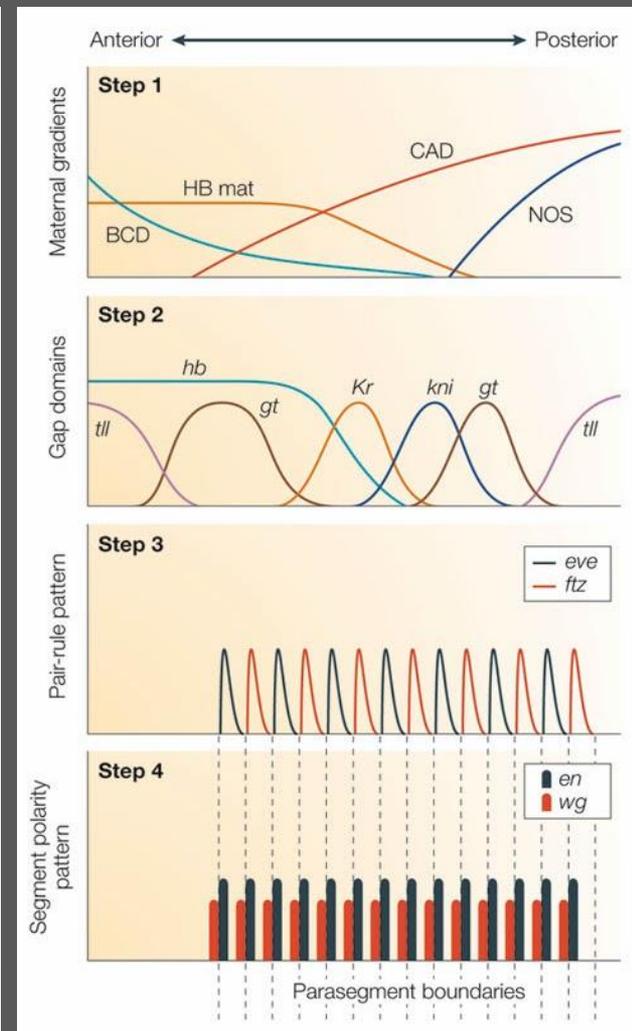
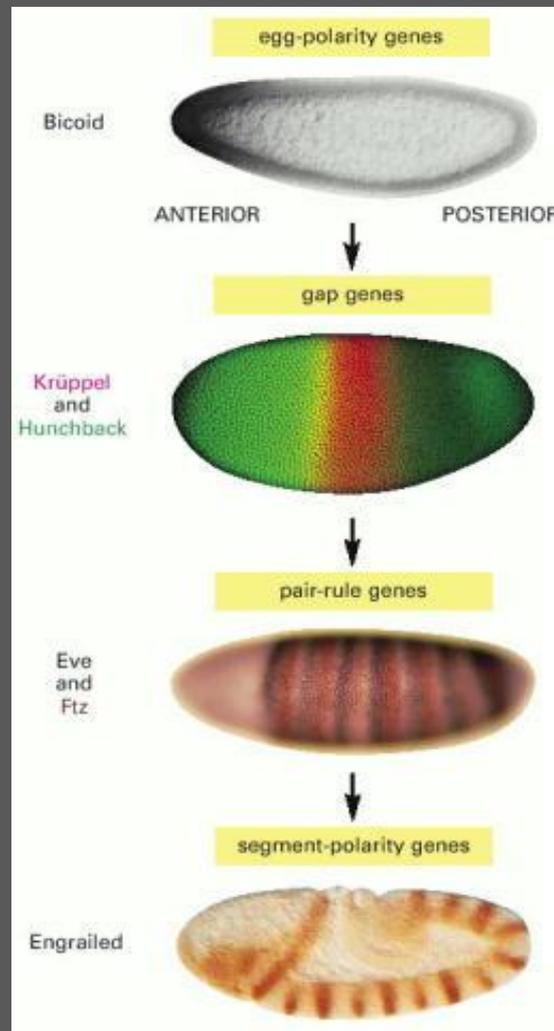


Proposer un mécanisme

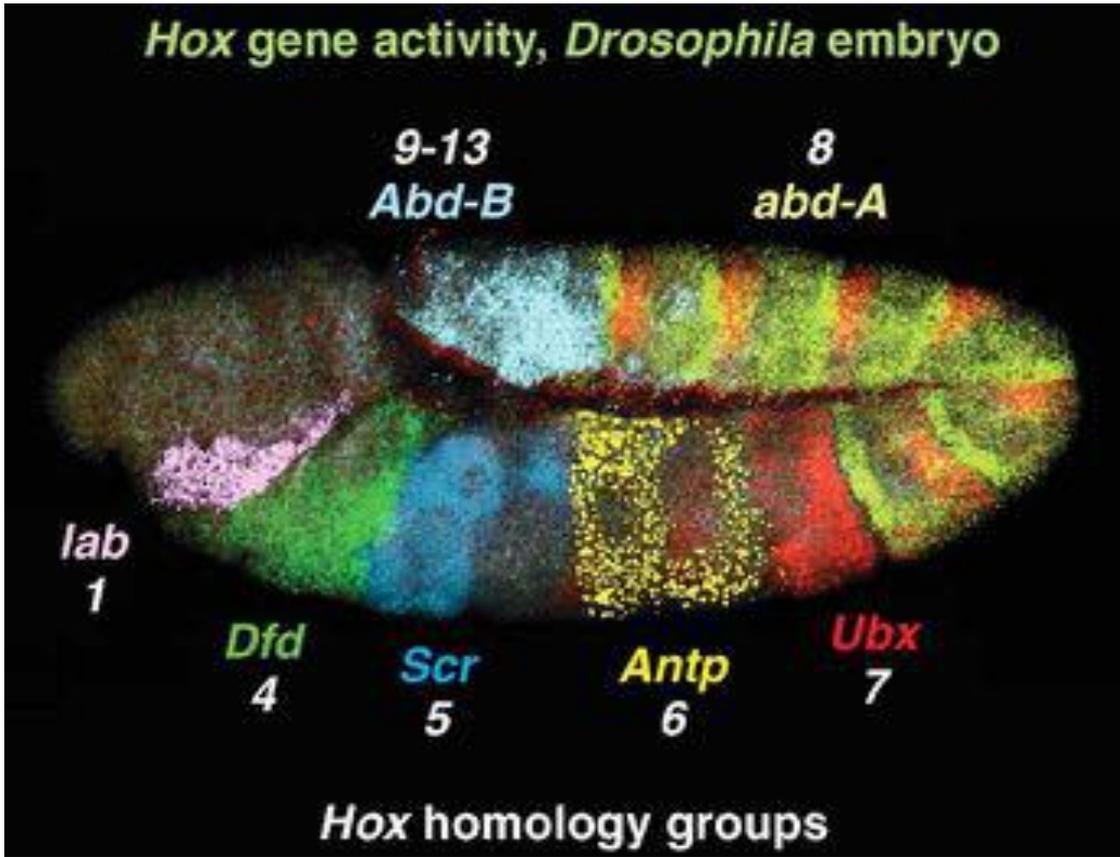
Aspect morphogénétique  
 Deux types d'unités  
 anatomiques mises en jeu lors  
 de la segmentation



# Contrôle de la segmentation par les gènes maternels et zygotiques

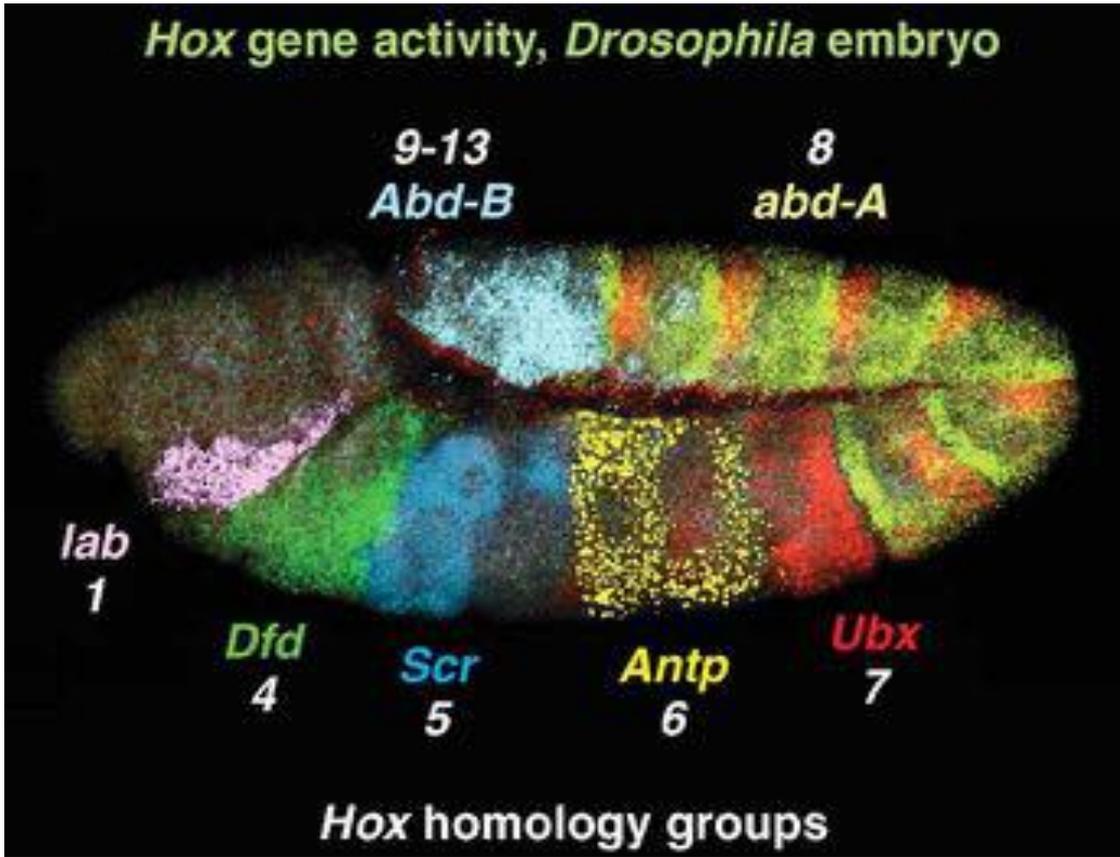


- Cascade de facteurs de transcription
- Mise en place de centres organisateurs aux frontières PS
- Signalisation cellulaire et morphogenèse



# COURS 4

- Gènes homéotiques, Gènes Hox, et introduction à l'Evo-Dévo



# COURS 4

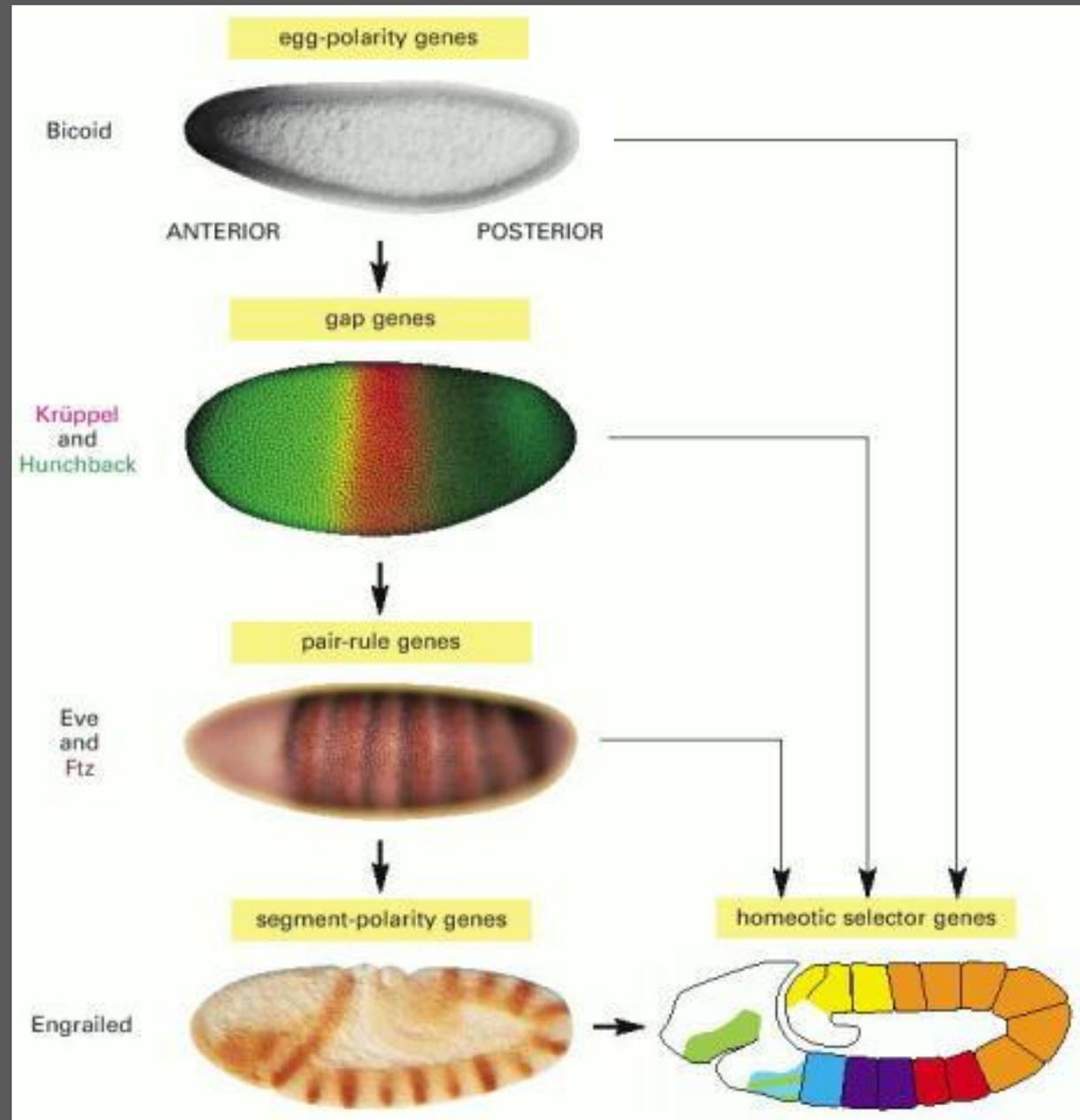
Gènes homéotiques et introduction à l'Evo-Dévo

## Introduction:

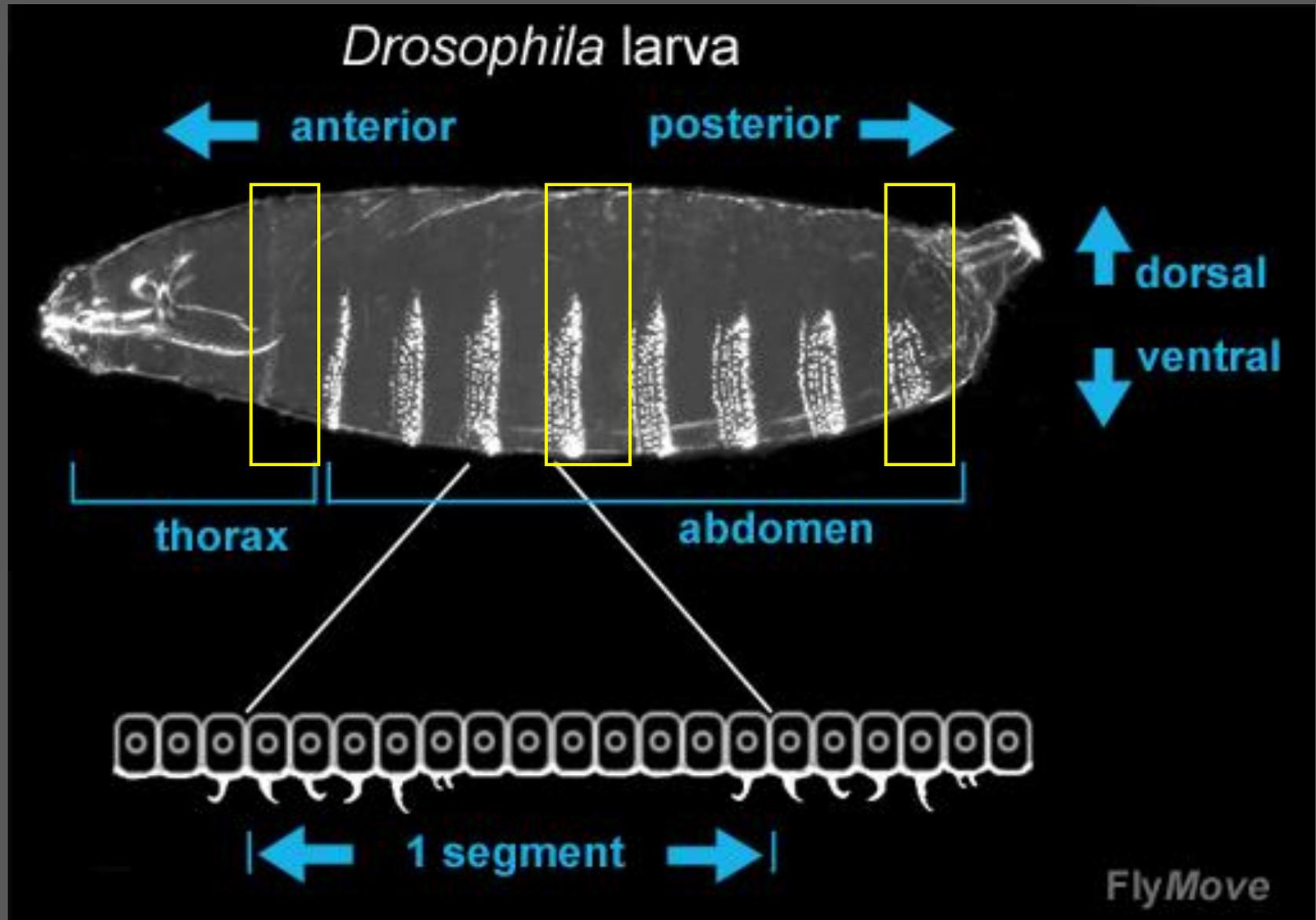
Identité de position sur l'axe antéro-postérieur

L3  
BIOLOGIE DU DEVELOPPEMENT

Segmentation  
≠  
Attribution  
d'une identité à  
chaque segment  
=> Identité de  
position

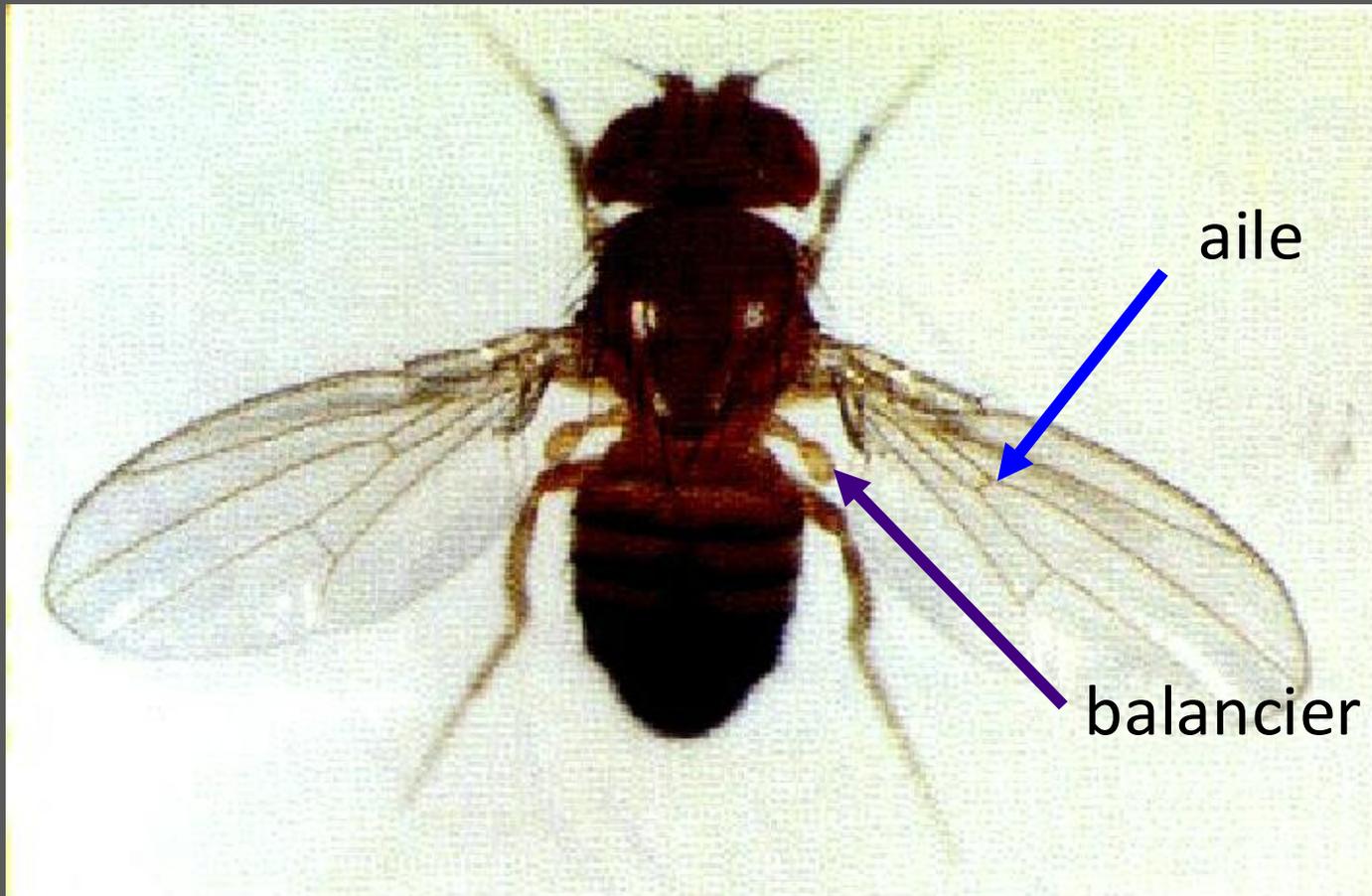


L'identité de position diffère d'un segment à l'autre chez la larve



# L'identité de position est observable chez l'imago

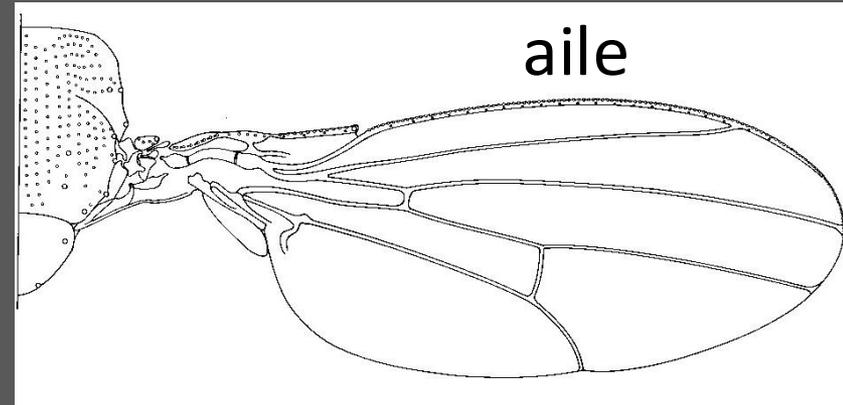
- *D. melanogaster*



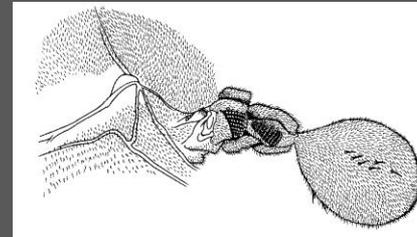
# L'identité de position est observable chez l'imago

- Repères de position sur l'axe AP

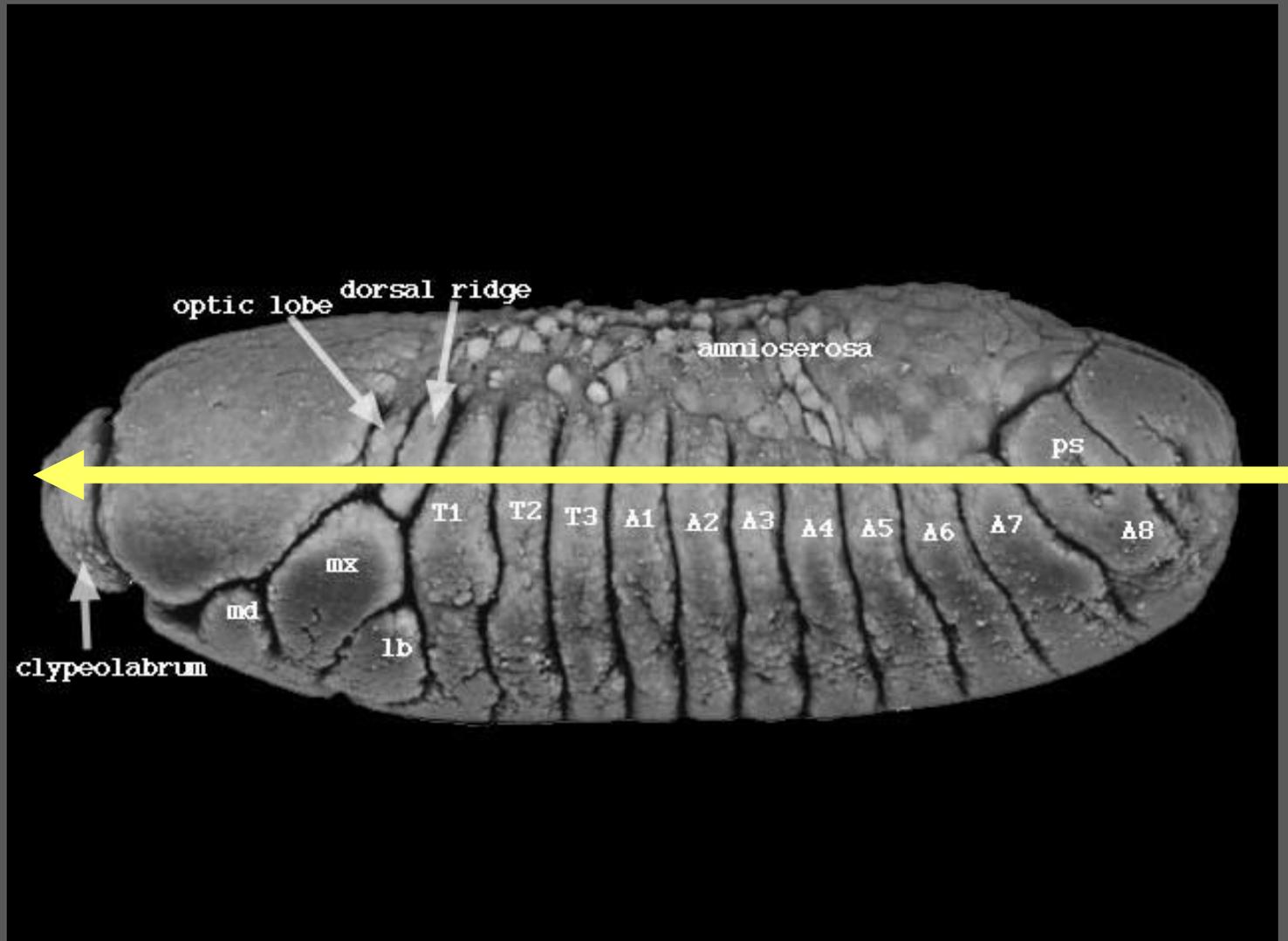
segment thoracique 2



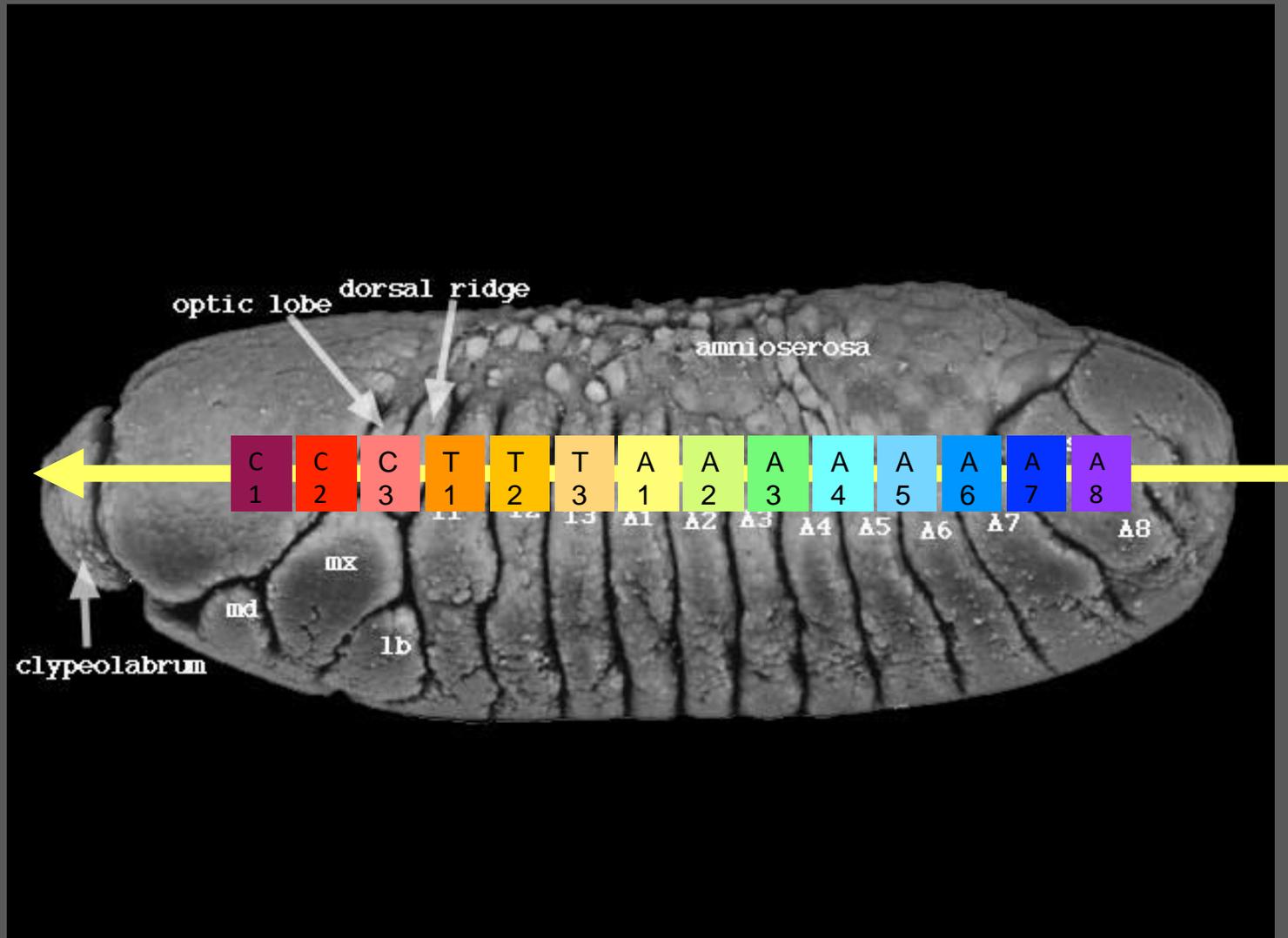
segment thoracique 3



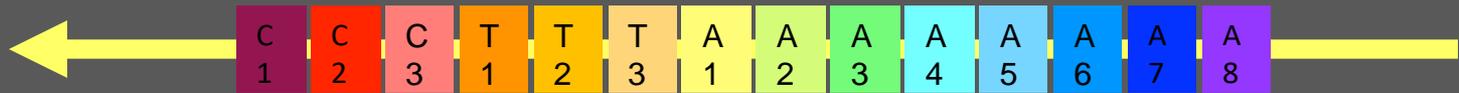
# Formalisation de la problématique chez l'embryon



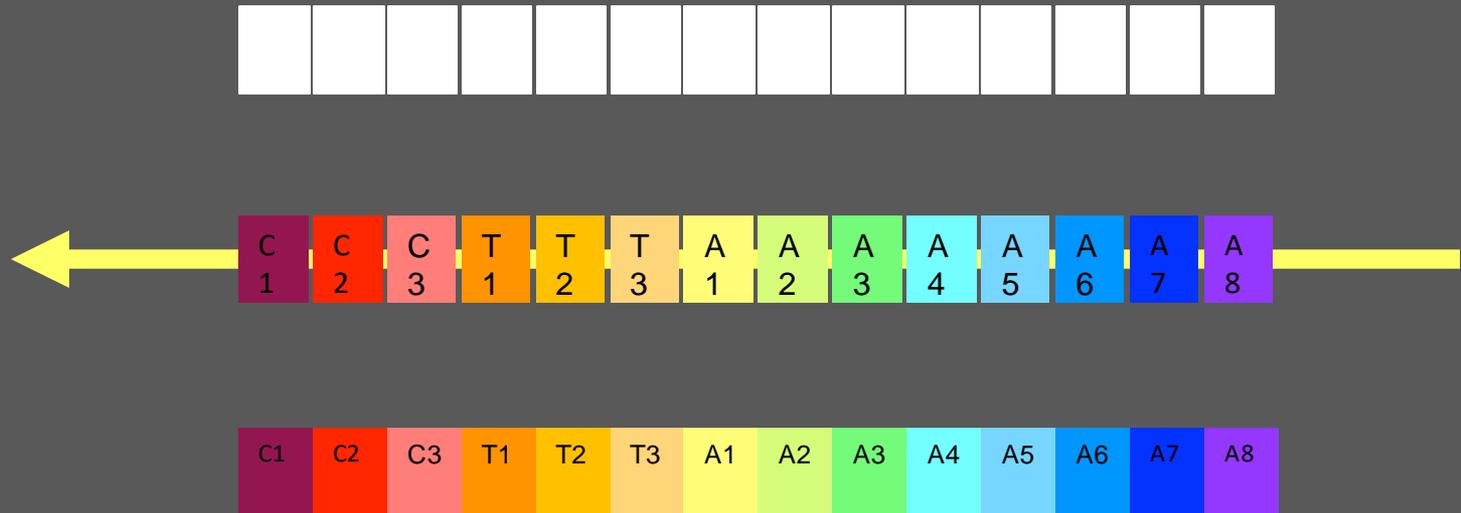
# Formalisation de la problématique chez l'embryon



# Formalisation de la problématique chez l'embryon



# Formalisation de la problématique chez l'embryon

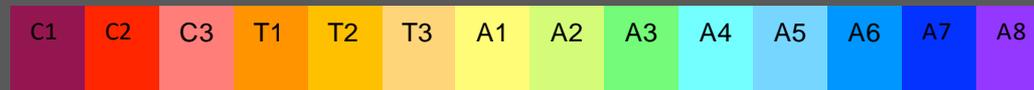


# Formalisation de la problématique chez l'embryon

1) Comment construire un axe constitué d'unités répétées?



2) Comment l'identité de chaque unité est elle déterminée?



1) Comment construire un axe constitué d'unités répétées?



⇒ Cascade de régulation transcriptionnelle

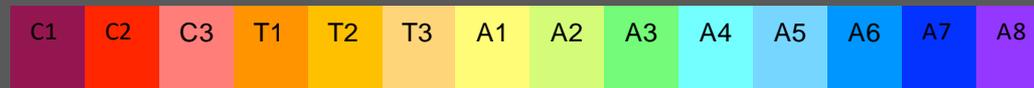
⇒ Gradient/régions/périodicité/frontières organisatrices

Cf cours 2 et 3

1) Comment construire un axe  
constitué d'unités répétées?



2) Comment l'identité de chaque unité  
est elle déterminée?



## Hox gene activity, *Drosophila* embryo

9-13  
*Abd-B*

8  
*abd-A*

*lab*  
1

*Dfd*  
4

*Scr*  
5

*Antp*  
6

*Ubx*  
7

Hox homology groups

## COURS 4

Gènes homéotiques  
et introduction à  
l'Evo-Dévo

### Partie 1

- 1) Transformations homéotiques
- 2) Mutations homéotiques
- 3) Complexes homéotiques
- 4) Homeobox

L3

BIOLOGIE DU DEVELOPPEMENT

*Laurent Théodore 2025*

Bateson 1894

Notion de “*Transformation homéotique*”

1.1



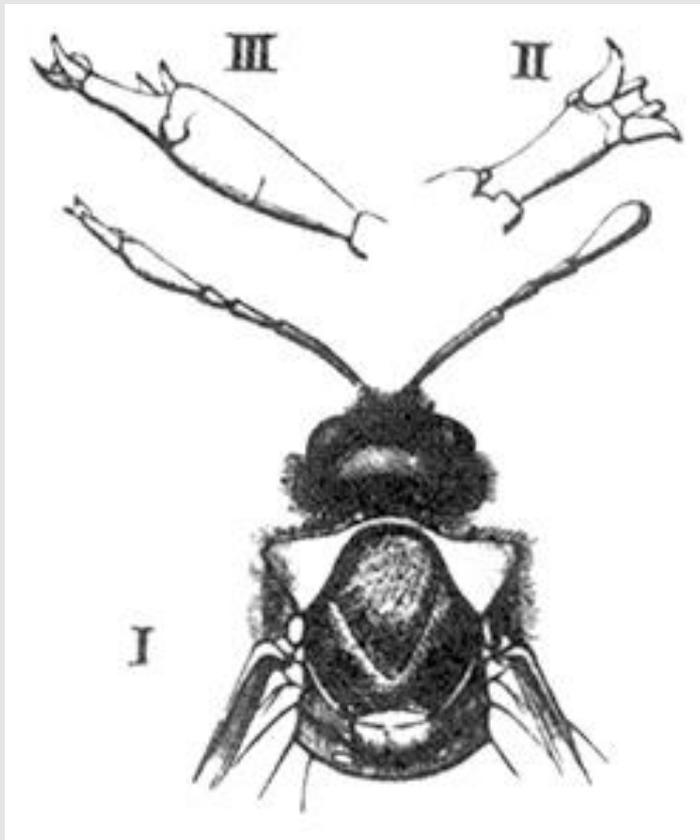
*Cimex*

*Exemple chez un insecte*

Bateson 1894

Notion de “*Transformation homéotique*”

1.1



*Cimberis axillaris* : l'antenne droite est normale, mais la partie distale de l'antenne gauche (détails : II, III) ressemble à un tarse.

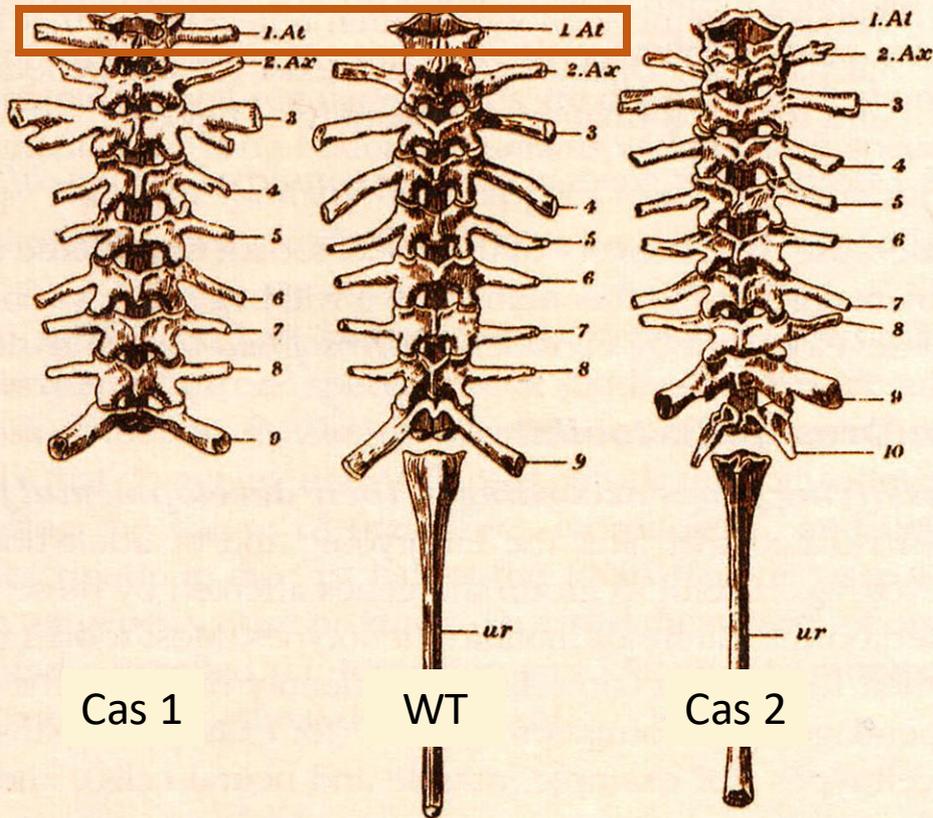
*Antenne* → *Patte*

<https://books.openedition.org/mnhn/2019>

Bateson 1894

Notion de “*Transformation homéotique*”

1.1



Transformations  
observables également  
chez des vertébrés

Exemple: Amphibien

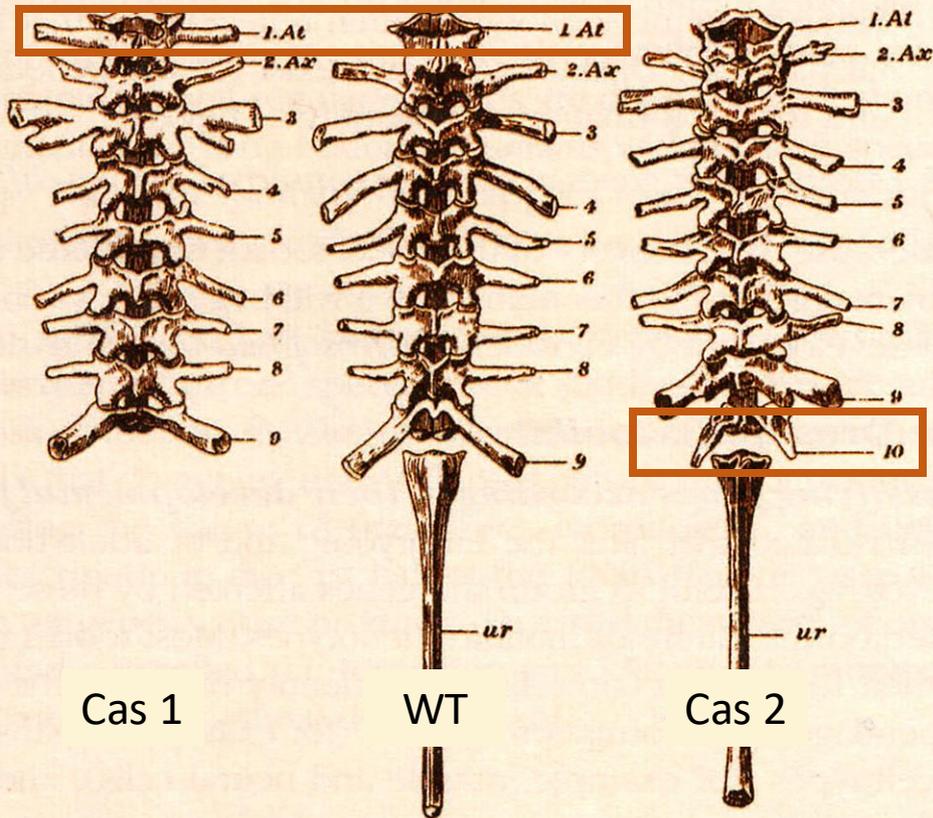
Cas 1

<https://books.openedition.org/mnhn/2019>

Bateson 1894

Notion de “*Transformation homéotique*”

1.1



Transformations observables également chez des vertébrés

Exemple: Amphibien

Cas 2

<https://books.openedition.org/mnhn/2019>

## Hox gene activity, *Drosophila* embryo

9-13 *Abd-B*      8 *abd-A*

*lab*  
1

*Dfd*  
4

*Scr*  
5

*Antp*  
6

*Ubx*  
7

Hox homology groups

## COURS 4

Gènes homéotiques  
et introduction à  
l'Evo-Dévo

Partie 1 Suite  
14/02/25

- 1) Transformations homéotiques
- 2) Mutations homéotiques
- 3) Complexes homéotiques
- 4) Homeobox

L3

BIOLOGIE DU DEVELOPPEMENT

*Laurent Théodore 2025*

Bateson 1894

Notion de “*Transformation homéotique*”

1.1

Transformations observées lors de processus de régénération, expérimentalement, ou pathologies (parasites).

Chez les Arthropodes : transformation d'un segment en un autre segment

Chez les Vertébrés: transformation d'une vertèbre en une autre vertèbre

*Approche pré-génétique  
avant < 1915*

*Transformations  
non héréditaires*

<https://books.openedition.org/mnhn/2019>

# Approche pré-génétique avant 1915

1.1

## Hypothèse de travail:

Les organismes segmentés (métamérisés) sont constitués d'unités répétées.

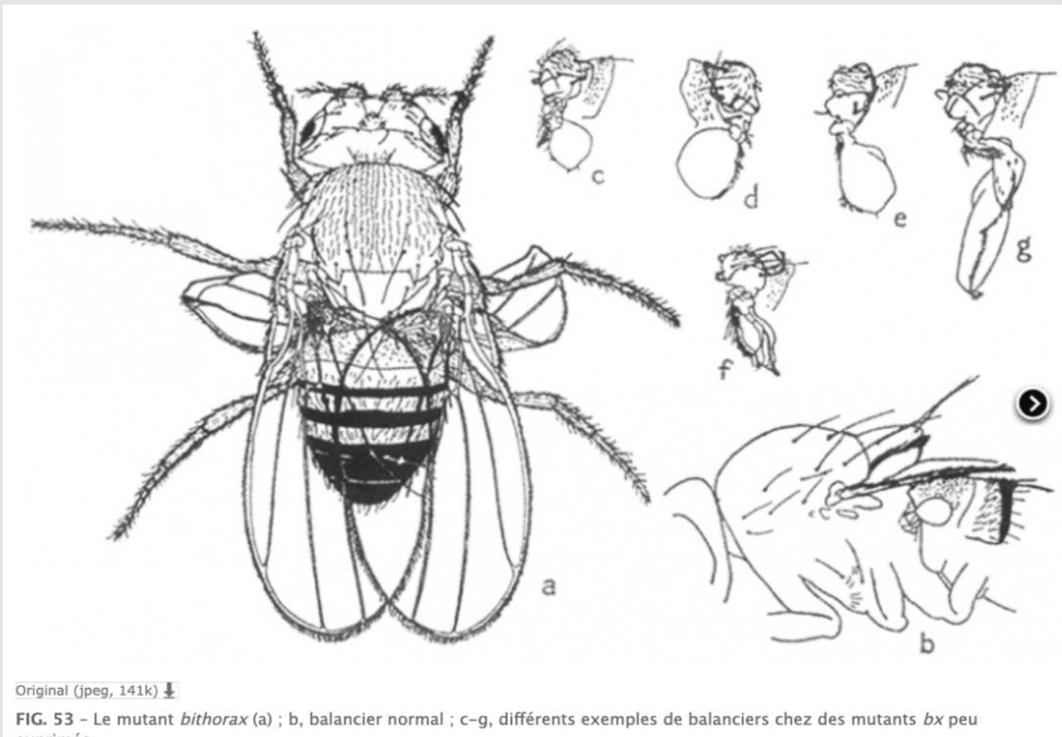
Chaque unité possède toutes les potentialités de morphogenèse/fonction, mais exprime seulement une partie d'entre elles. Ce choix s'effectue au cours du développement, en fonction de la position de l'unité considérée.

Dans les situations expérimentales (perturbations du développement embryonnaire, ou ablation/régénération) ce choix serait altéré et pourrait faire dévier du programme « normal » pour remplacer le segment manquant (en maintenant l'intégrité de l'organisme).

Bridges 1915

*bithorax*: mutation héréditaire qui transforme une structure en une autre

1.2



Original (jpeg, 141k) ↓

FIG. 53 - Le mutant *bithorax* (a) ; b, balancier normal ; c-g, différents exemples de balanciers chez des mutants *bx* peu exprimés.

## Approche génétique

« Le mutant *bithorax* est très intéressant dans la mesure où **il établit une homologie** entre, d'une part, les structures des balanciers et du métathorax normaux, d'autre part les structures des ailes et du mésothorax. »

Bridges (Calvin B.), Morgan (Thomas H.), *"The Third chromosome group..."*, *op. cit.*, pp. 146

Bridges 1915

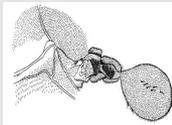
*bithorax*: mutation héréditaire qui transforme une structure en une autre

Voir TD

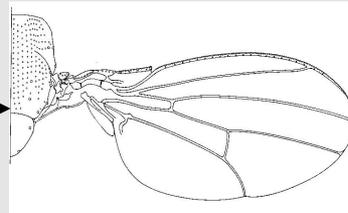
1.2

## Mutations homéotiques

T3



T2



+/+



*bx/bx*  
ou  
*bxd/bxd*

(1915) *bithorax* (*bx*):

balancier --> « aile aplatie »

(1919) *bithoraxoid* (*bxd*):

balancier --> « petite aile gonflée »

(1935) *Ultrabithorax* (*Ubx*)

*Toutes ces mutations sont localisées dans la même région chromosomique et présentent des interactions génétiques inhabituelles*

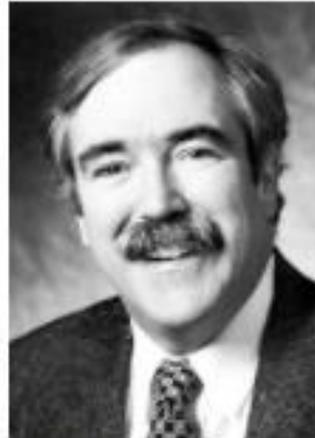
Ed. Lewis 1978



**Edward B. Lewis**  
Prize share: 1/3



**Christiane  
Nüsslein-  
Volhard**  
Prize share: 1/3



**Eric F.  
Wieschaus**  
Prize share: 1/3

The Nobel Prize in Physiology or Medicine 1995 was awarded jointly to Edward B. Lewis, Christiane Nüsslein-Volhard and Eric F. Wieschaus *"for their discoveries concerning the genetic control of early embryonic development"*.

<https://youtu.be/GmQ9eI1vdGM>

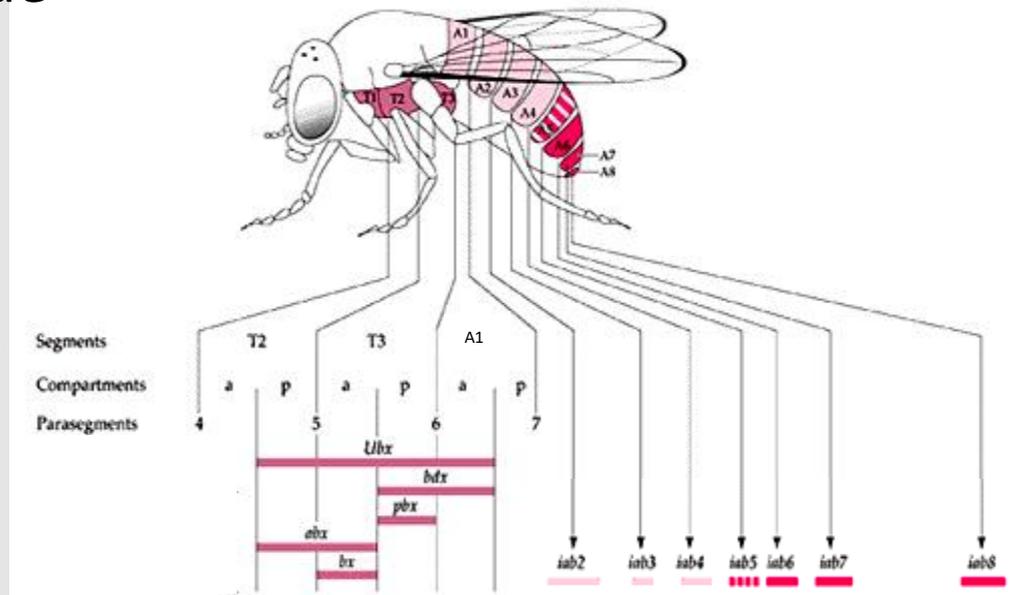
Ed. Lewis 1978

## Bithorax: Un locus génétique complexe

1.2

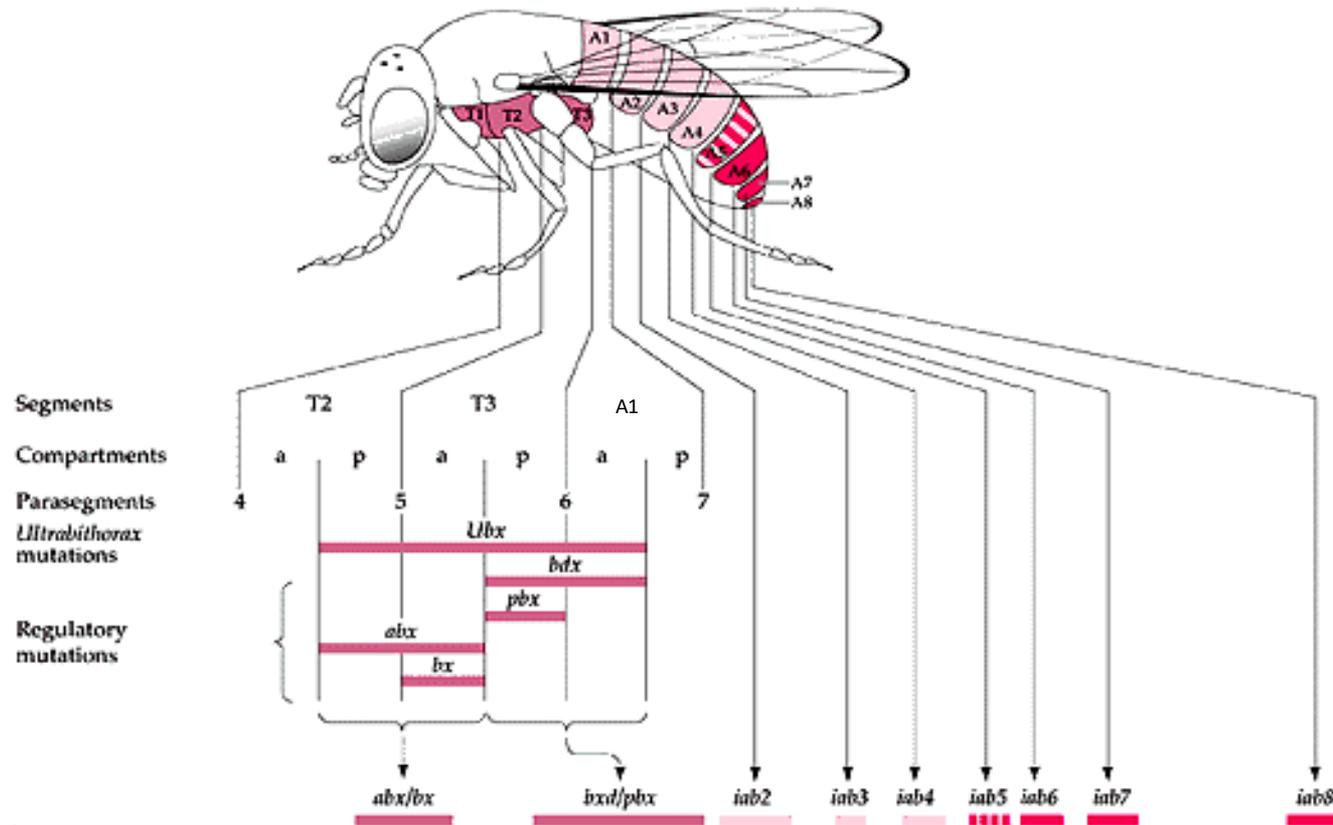
### Notion de complexe génétique

- Regroupement: Les mutations homéotiques affectant la région postérieure du thorax et toute la région abdominale sont localisées dans une même région du génome.
- A chaque segment correspond une unité génétique.
- Ces unités sont placées sur le chromosome dans le même ordre que celui de leur fonction sur l'axe antéropostérieur: « Colinéarité »



Ed. Lewis 1978

## Bithorax: Un locus génétique complexe

Carte  
génétique

Toutes ces mutations sont viables à l'état homozygote

Ed. Lewis 1978

## Bithorax: Un locus génétique complexe

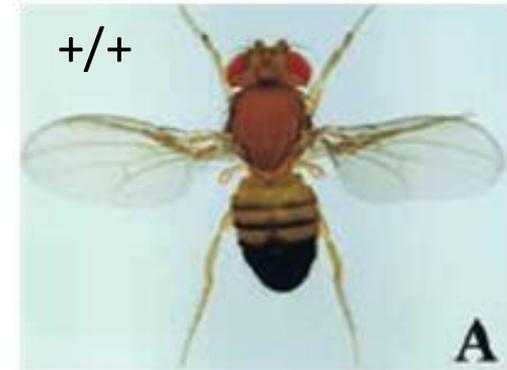
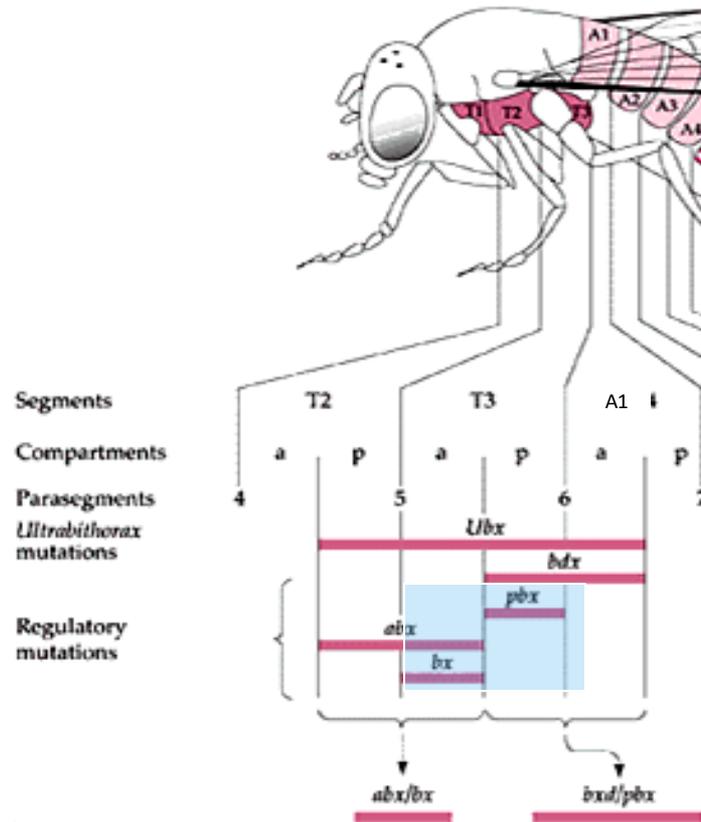
*Ces mutations affectent soit des demi-segments, soit des régions chevauchant les segments*

*Exemple:*

*pbx*: T3 post --> T2 post

*bx*: T3 ant --> T2 ant

=> Importance des parasegments en tant qu'unités de morphogénèse

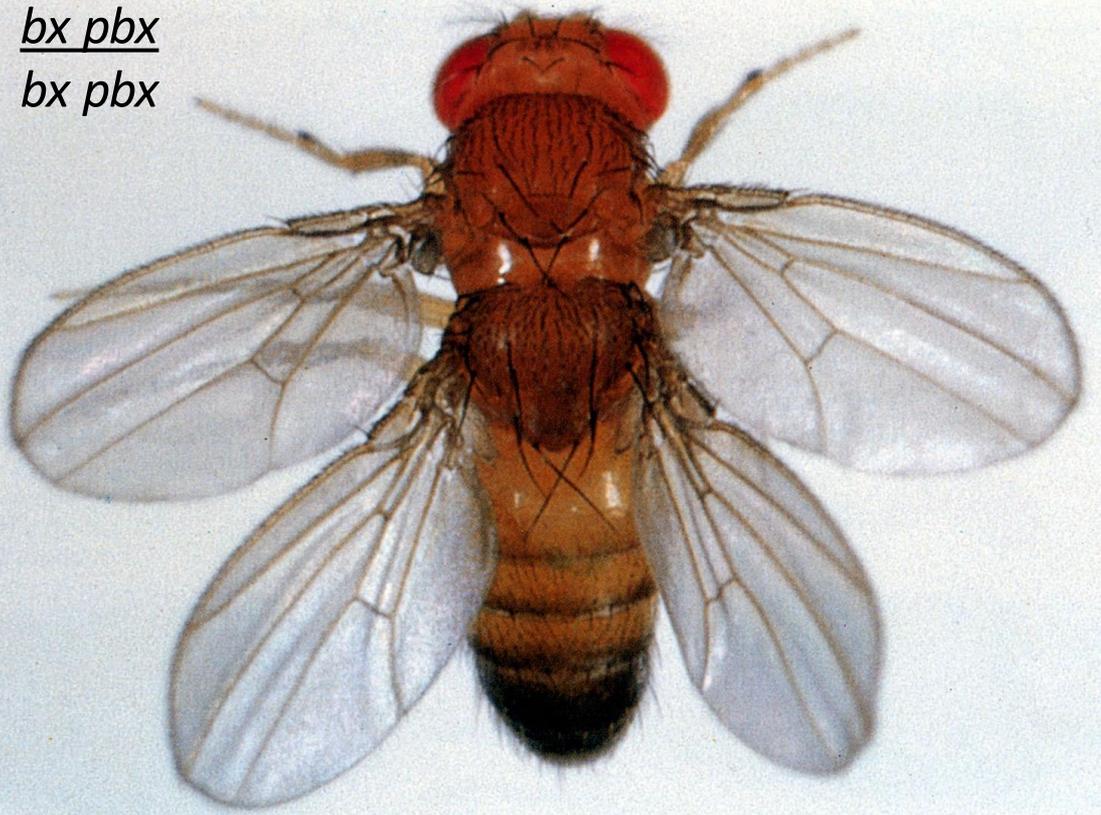


Ed. Lewis 1978

Bithorax: Un locus génétique complexe

1.3

*bx pbx*  
*bx pbx*



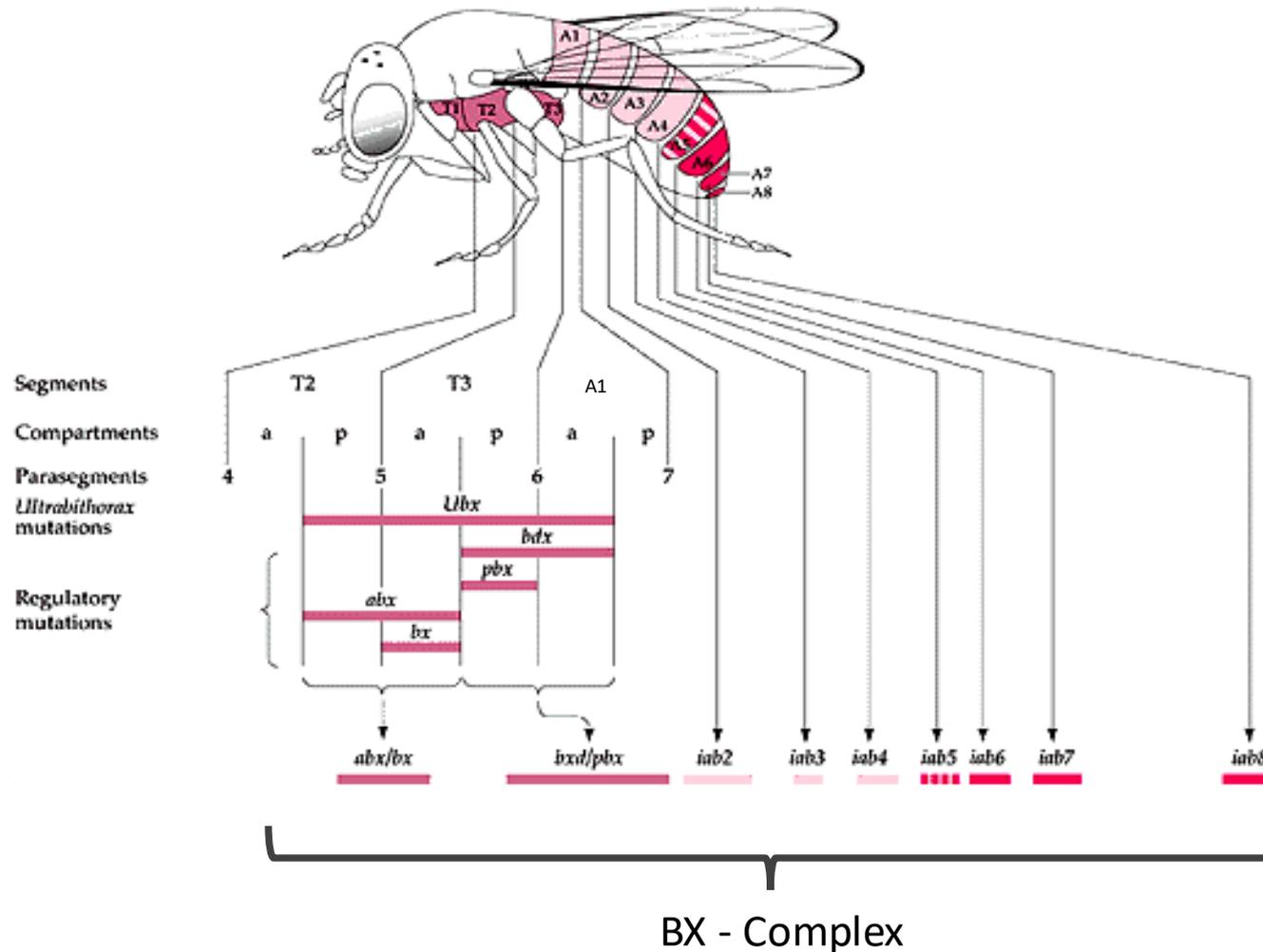
T3 → T2

Ed. Lewis 1978

Bithorax: Un locus génétique complexe

Délétion du  
complexe BX

=> Phénotype?



Ed. Lewis 1978

Bithorax: Un locus génétique complexe

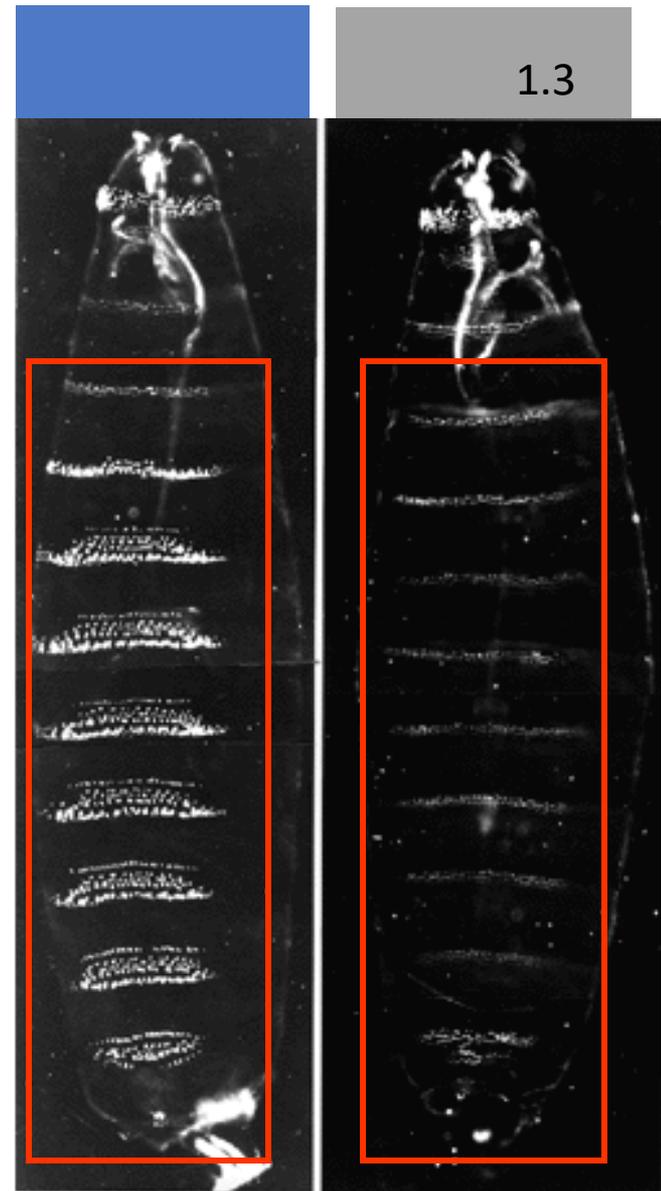
Perte de fonction de tous les gènes du complexe BX: Df(BXC)

- Létalité embryonnaire

⇒ La fonction des gènes homéotiques est essentielle pour la viabilité

- Défauts cuticulaires

⇒ Interprétation du phénotype ?



+/+

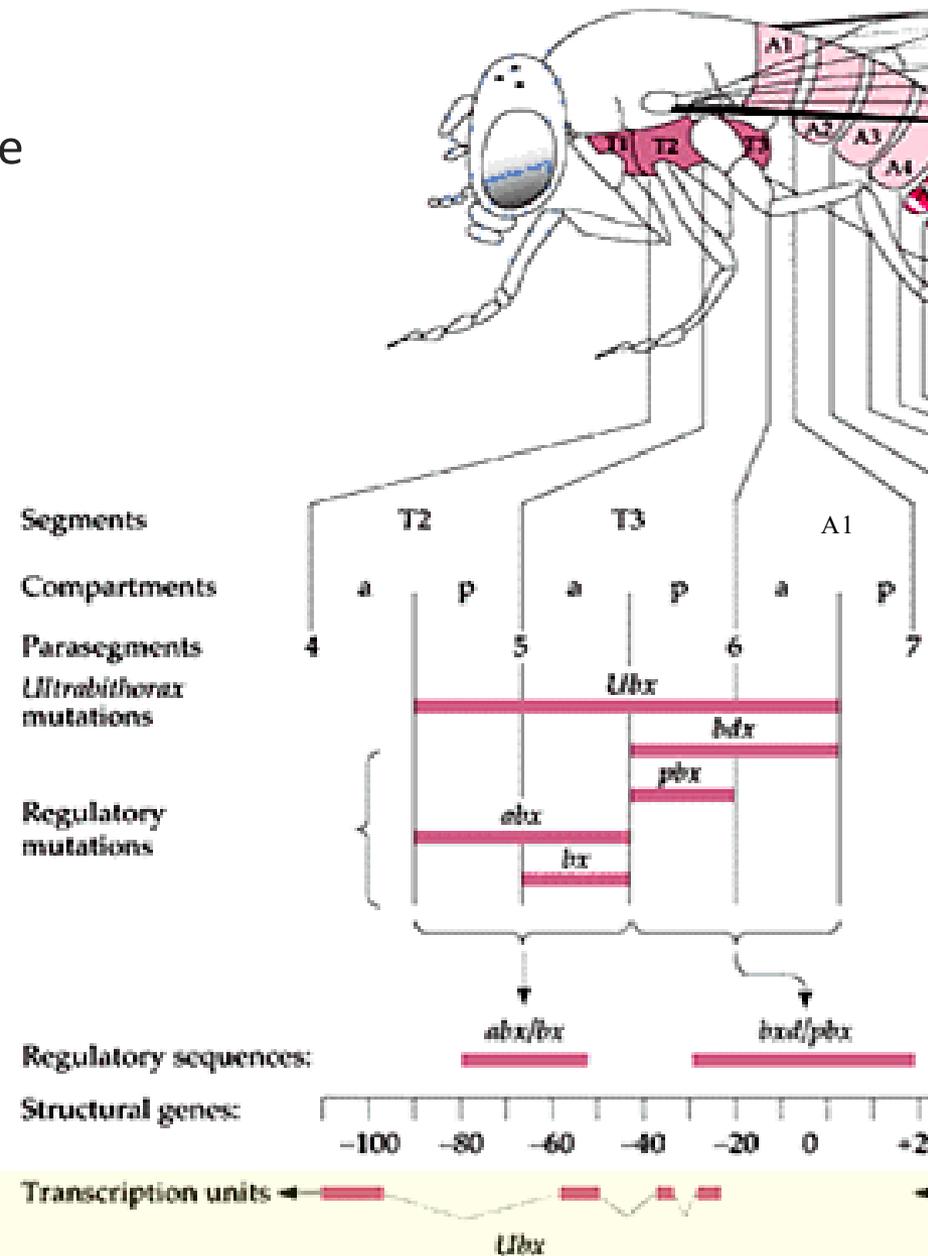
Df(BXC)  
Df(BXC)

Ed. Lewis 1978

Bithorax: Un locus génétique complexe

Clonage du complexe Bithorax,  
Caractérisation des transcrits

=> La région de *bx* à *pbx*  
contient un seul transcrite de  
plusieurs dizaines de kb  
contenant une seule ORF



Ed. Lewis 1978

Bithorax: Un locus génétique complexe

Clonage du complexe Bithorax

⇒ Notion de « gène » ?

Unités génétiques

Unité de transcription

