

## Devoir n°3

### Exercice 1

On observe dans de nombreuses populations de cloportes *Armadillidium vulgare* bien plus de femelles que de mâles. Nous allons expliquer les résultats des croisements du document 3 puis l'existence des femelles 22 sans *Wolbachia* dans le document 4.

En premier, nous allons montrer que *Wolbachia* induit une féminisation de certains individus grâce aux résultats du document 3. Tout d'abord, grâce au document 1 on sait que dans une population de cloporte avec autant de mâle que de femelle tout les cloportes ont 54 chromosomes à 2n (diploïdie) donc 27 paires de chromosomes. Les chromosomes sexuels sont 22 chez un mâle et 2W chez une femelle. Ensuite dans le document 2, on nous explique l'endosymbiose avec *Wolbachia*. Pour rappel une endosymbiose est une forme de symbiose où l'un des partenaires est intra-cellulaire. *Wolbachia* est présente dans les cellules de tous les organes, dont les gonades ce qui fait que lors de la reproduction, *Wolbachia* se retrouve à 50% dans la cellule-oeuf grâce à l'hérédité cytoplasmique maternelle. Les chercheurs émettent l'hypothèse comme quoi tout embryon qui contient *Wolbachia* au sein de ses cellules au début de son développement embryonnaire deviendra femelle. De ce fait on réalise des croisements : un premier entre mâle 22 et femelle 2W non porteurs, un deuxième entre mâle 22 non porteur et femelle 2W porteuse, et un troisième entre mâle 22 non

TB |  
=

TB ||  
=



patern et femelle 22 paternes. Ici on peut remarquer une femelle 22 paterne alors que le document 1 nous disait que pour être femelle il fallait avoir un chromosome 2 et un chromosome W. On lit les résultats de ces croisements grâce au document 3. Dans le premier, on obtient des mâles 22 et des femelles 2W tous 2 non paternels et à part égale (50%). Dans le 2<sup>e</sup>, on obtient 45% de 2W et 45% de 22 tous 2 femelle et paternels ainsi que 5% de femelle 2W et 5% de mâle 22 tous 2 non paternels. Et dans le 3<sup>e</sup>, on obtient 90% de femelle 22 paternes et 10% de mâle 22 non paternels. Ce résultat nous montre bien l'hérédité cytoplasmique de Wolbachia maternelle transmise à 90% grâce au croisements 2 et 3 où on peut voir 10% d'individus (mâle ou femelle) non paternels. De plus on peut aussi remarquer que tous les individus paternels de Wolbachia sont des femelles et ils peuvent avoir un caryotype différent (22 ou 2W). Nous pouvons émettre l'hypothèse que Wolbachia synthétise une protéine particulière grâce à son propre ADN qui provoque la féminisation du développement paternel.

TP  
=

En second, nous allons expliquer l'existence de femelles 22 non paternes. En effet, normalement les femelles ont un caryotype 2W et les mâles 22. Cependant dans le document 4, on voit apparaître des femelles 22 non paternes. On peut voir aussi grâce au séquençage du génome que les femelles 22 sans Wolbachia produisent une protéine particulière: le facteur F contrairement aux mâles 22. De plus, Wolbachia peut aussi produire cette protéine. On peut donc penser que ces femelles 22

en possèdent le gène



elles ont leurs ancêtres ?

pour lesquelles les ancêtres étaient porteurs, il y a eu un transfert horizontal de gènes entre elle et la bactérie Wolbachia. Ce qui permet au cloporte de produire le facteur  $f$  (protéine) sous Wolbachia dans ses cellules. Ensuite on peut remarquer qu'à au document 5 que le facteur  $f$  a une influence dans le développement du phénotype sexuel. Ce document nous explique que le chromosome  $Z$  stimule la production de facteur masculinisant ce qui entraîne la transformation des glandes indifférenciées en glande androgène. Cette glande androgène produit les hormones mâles qui stimule les gonades embryonnaires qui se différencient en testicule. Donc, en clair si l'hormone mâles n'est pas produite, les gonades se différencient en ovaires. Cependant, on peut voir aussi que le facteur  $f$  empêche la production de facteur masculinisant au début de chaîne expliquée au dessus ce qui empêche la production d'hormone mâle. C'est ce facteur  $f$  qui est à l'origine des femelles  $ZZ$  en empêchant la production de facteurs masculinisants eux-mêmes produits par les chromosomes  $Z$ . Cela explique pourquoi des femelles sous Wolbachia ont un caryotype  $ZZ$ .

En conclusion, la présence de Wolbachia induit une féminisation de certains individus à cause d'une protéine produite par l'ADN de Wolbachia qui empêche la production d'hormones mâles et par conséquent la différenciation des gonades embryonnaires en testicules. Suite à cette endosymbiose avec Wolbachia, les cloportes ont pu eux-mêmes produire le facteur  $f$  grâce à un transfert horizontal de gène, ce qui explique l'apparition

de feuilles 22 sans Walradia.



## Exercice I: La féminisation des cloportes

Dans cet exercice, on cherche à montrer pourquoi les cloportes *Armadillidium vulgare* ont une fréquence d'individus femelles bien plus élevée que la fréquence d'individus mâles.

Je vois dans le document 1 que les cloportes mâles possèdent des chromosomes sexuels (Z/Z) et que les femelles possèdent des chromosomes sexuels (Z/W). Je vois également dans le document 2 que des bactéries *Wolbachia* ont été trouvées dans les cellules des cloportes. De plus, ces bactéries, quand elles se trouvent dans l'oeuf fécondé ne retournent à 90% des cas dans la cellule-oeuf alors que celles des spermatozoïdes ne sont pas transmises. J'observe également sur l'image du microscope électronique que ces bactéries possèdent une double membrane. Or je sais qu'il existe une forme de symbiose, appelée endosymbiose, dans laquelle l'un des partenaires est contenu dans l'autre. J'en déduis que les bactéries *Wolbachia* ont été ingérées par les cellules des cloportes et sont devenues des organites. Cela explique la double membrane (celle de la bactérie et celle de la cellule) ainsi que la transmission par l'oeuf (les *Wolbachia* possèdent

↳ pas encore, mais peut être un jour ...



↳ Héritage cytoplasmique

leur propre ADN est étant contenues dans le cytoplasme présent chez l'ovule mais pas le spermatozoïde).

Je vois ensuite que les chercheurs ont émis l'hypothèse que tout embryon, peu importe son génotype, possédait des bactéries *Wolbachia* deviendra femelle. On peut confirmer cette hypothèse grâce aux documents 4 et 5. En effet, je vois dans le document 4 que l'ADN contenu dans les bactéries code pour une protéine appelée facteur  $f$ . Le document 5 montre que ce facteur  $f$ , pour les diploïdes de génotype  $(Z/W)$ , inhibe la production de facteurs masculinisant ce qui a pour conséquence la non-différenciation de la glande produisant l'hormone mâle. L'absence de cette hormone provoque la différenciation de la glande embryon en ovaire. J'en déduis que l'hypothèse des chercheurs était juste, la présence de bactéries chez l'embryon le rendra femelle même s'il est de génotype mâle  $(Z/Z)$ . Sachant cela, nous pouvons maintenant expliquer les croisements du document 3: Si deux diploïdes sans *Wolbachia* se reproduisent on obtient alors 50% de mâles  $(Z/Z)$  et 50% de femelles  $(Z/W)$ , l'hormone mâle est bien produite chez les diploïdes  $(Z/Z)$ ; ils possèdent donc des testicules. Si un mâle  $(Z/Z)$  se reproduit avec une femelle  $(Z/W)$  (issue d'un embryon contenant la bactérie) alors tous les descendants sont de génotype  $(Z/Z)$  mais la femelle transmet *Wolbachia* à 90% des embryons qui deviendront alors des femelles; On obtient 90% de femelles  $(Z/Z)$  et 10% de mâles. Enfin, si un mâle se reproduit avec une femelle  $(Z/W)$  portuse de la bactérie, on obtient 90% d'embryons

TB  
=



porteurs et 10% non-porteurs. Parmi chacune des catégories le génotype est déterminé au hasard, on a donc 5% de mâles et 5% de femelles non-porteurs ainsi que 45% de femelles porteuses (Z/W) et 45% de femelles porteuses (Z/Z).

Durant l'étude, les chercheurs ont trouvé des couples de génotype (Z/Z) femelles alors qu'elles ne possédaient pas de bactéries Wolbachia. On cherche alors à déterminer la raison de la féminisation de ces individus.

Tout d'abord, je vois que les couples de génotype (Z/Z) restés mâles ne possèdent pas la séquence ADN codant pour le facteur  $f$  au contraire des couples (Z/Z) non-porteurs de Wolbachia et surtout femelles. Or je sais que cette séquence est toujours présente chez Wolbachia. De plus, je vois dans le document 4 que les femelles (Z/Z) non-porteurs avaient des ancêtres porteurs. Or je sais que le génome de certains individus peut être modifié ou enrichi par un mécanisme appelé transfert horizontal. J'en déduis que la bactérie Wolbachia a transmis son

gène codant pour le facteur  $f$  aux ancêtres porteurs soit par transformation, la cellule ayant récupéré le gène après la mort d'une bactérie en son sein; soit par conjugaison (ce qui est moins probable car habituellement entre 2 bactéries): la bactérie aurait créé un pont de cytoplasme et aurait "donné" un plasmide répliqué contenant le gène du facteur  $f$ ; soit par transduction: un virus aurait emporté le gène du facteur  $f$  avec lui puis l'aurait transmis à la cellule (ce qui est peu probable également car il

ici c'est le transfert qui ne répond à aucune des modalités symbiotiques à l'hôte directement dans la cellule de l'hôte



ou

existe des virus spécifiques avec bactéries et d'autres  
avec cellules (avec un noyau comme celles du cloporte).  
eucaryotes

Pour conclure, l'espèce de cloporte a connu  
2 mécanismes d'enrichissement du génome : l'adsorption  
et le transfert horizontal de gène. Cet enrichissement  
du génome a pourtant causé la raréfaction du  
phénotype [mâle] et augmente la fréquence du  
phénotype [femelle] dans la population d'*Ammoliticum*  
vulgare.

TB



exercice 1.

Après de nombreuses expériences, les chercheurs ont observés bien plus de femelles que de mâles dans de nombreuses populations de cloportes. Afin d'expliquer pourquoi ce phénomène existe, j'étudierai les documents fournis en expliquant les résultats des croisements du document 3 et en expliquant l'existence de femelles spéciales mentionnée dans le document 4.

↳ en quoi ?

Le document 1 nous indique les formules chromosomiques de cloporte mâle et de cloporte femelle dans une population équilibrée. La formule chromosomique d'un cloporte mâle se compose de  $2n=54$ , il possède deux chromosomes sexuels appelés ZZ. En revanche, un cloporte femelle possède deux chromosomes sexuels appelés ZW, mais elle se compose aussi de  $2n=54$ .

Le document 2 est un texte dans lequel la bactérie *Molbachia* est présentée. *Molbachia* est une <sup>bactérie</sup> cellule endosymbiotique ce qui signifie qu'elle est en endosymbiose avec la cellule qu'elle habite. L'endosymbiose est un genre de symbiose entre deux organismes, le plus souvent, une cellule et une bactérie, cette endosymbiose est à bénéfices réciproques. La bactérie *Molbachia* se trouve au sein des cellules de cloportes, notamment dans les gonades. La reproduction des cloportes est spécifique puisque durant cette reproduction



les bactéries Wolbachia présentes dans les spermatozoïdes ne sont pas transmises alors que celles présentes dans l'ovule si, elles se retrouvent même dans 90% des cas dans la cellule œuf. Les embryons et cloportes contenant des bactéries Wolbachia deviendront femelles. Sachant que ~~90% des bactéries Wolbachia de la mère sont transmis à la cellule œuf~~, ceci peut expliquer le grand nombre de femelles dans la population.

mon ça ne signifie pas la même chose !

La photographie prise au microscope électronique de Wolbachia dans des ovules de cloportes nous permet d'affirmer que c'est une bactérie endosymbiotique. En effet, nous pouvons constater qu'elle se situe à l'intérieur de l'ovule et qu'elle possède une double membrane, caractéristique reconnue de cas d'endosymbiose.

Le document 3 est un croisement entre plusieurs cloportes. Nous constatons que lorsque aucun des deux parents ne possède la bactérie Wolbachia, la fécondation est normale et se produit aléatoirement, autant de possibilité d'avoir un mâle 22, qu'une femelle 2W (50%; 50%).  
Lorsqu'un croisement s'effectue avec une femelle 2W porteuse de la bactérie Wolbachia, la descendance se constitue à 90% de femelles : constitué à 45% de femelles 2W portant la bactérie et à 45% de femelles 22 portant la bactérie, des 10% restant se constitue à 5% de femelle 2W non porteuses et 5% de mâle 22 non porteurs.

Lorsqu'un croisement s'effectue, qu'importe la formule chromosomique de la femelle, si elle est porteuse de Wolbachia sa descendance se constituera à 90% de femelles porteuses.

Ce phénomène s'explique car la bactérie Wolbachia se situant dans l'ovule fécondé de la mère se transmet à 90% aux cellules œufs et chaque cellule œuf contenant



des bactéries Wolbachia devient une femelle. C'est pourquoi la présence de Wolbachia induit une féminisation de certains individus. La bactérie rend son hôte à l'apparence femelle mais n'impacte pas sa formule chromosomique, c'est pourquoi il existe des femelles ZZ porteuses de la bactérie Wolbachia. Les mâles, eux, restent ZZ car ils ne sont pas impactés par les modifications que produit Wolbachia. **oui B**

Dans le document 4, il est mis en avant l'existence de femelles ZZ sans Wolbachia. En effet, des femelles ont été retrouvées à proximité de population dans lesquelles se trouve Wolbachia. Les ancêtres des femelles <sup>ZZ sans</sup> Wolbachia étaient porteuses de Wolbachia. Des séquençages de génomes ont été réalisés et il a été trouvé une similitude entre Wolbachia et les cloportes femelles ZZ sans Wolbachia qui il n'y a pas chez les cloportes mâles ZZ. Wolbachia et les femelles ZZ sans Wolbachia présente une séquence codant pour une protéine particulière appelée le facteur f.

Le rôle de ce facteur est expliqué dans le document 5, ce facteur f empêche la production du facteur masculinisant qui est ~~à l'origine~~ <sup>produit par le</sup> du chromosome Z, il empêche la différenciation d'un gonade en testicule. On peut donc dire que grâce au facteur f un individu peut posséder un chromosome Z sans posséder de testicule, en effet, c'est comme ça que'il existe les femelles ZZ, le facteur f, leur permet de garder leur nature de femelle\*. Pour conclure cette partie, <sup>de</sup> le facteur f présent dans Wolbachia est aussi présent dans des cloportes femelles ZZ sans Wolbachia. Cependant, les ancêtres de ces femelles étaient porteuses de la bactérie Wolbachia, ce qui veut dire que il y a eu un potentiel échange.

**B** //  
\* c'est pourquoi les mâles ne possèdent pas le facteur f



1/13

Puisque le facteur  $f$  provient au début de *Wolbachia*, qui se situe maintenant dans des femelles  $22$  qui ne possèdent pas *Wolbachia*, je pense bien que dans le passé, lorsque les ancêtres de ces femelles possédaient *Wolbachia*, il y a eu un possible transfert horizontal entre ces deux organismes. En effet, le facteur  $f$  de *Wolbachia* fut transmis aux femelles clonées, ~~peut être par conjugaison~~ mais ceci n'est pas sûr, par transfert horizontal purement, ce facteur étant en avantage, puisqu'il permet aux femelles  $22$  de rester à l'état de femelles et donc de pouvoir continuer à donner la vie afin d'assurer les descendes, ce facteur avantageux fut gardé dans le génome, ce qui explique l'existence de femelles  $22$  sans *Wolbachia* aujourd'hui.

Pour conclure, nous avons expliqué comment la présence de *Wolbachia* induit une féminisation de certains individus, ceci s'explique car dans 90% des cas, *Wolbachia* est transmis à la descendance et celui devient une femelle. Nous avons aussi expliqué l'existence de femelles  $22$  sans *Wolbachia* due à un ancien transfert horizontal.



10/01/2022

## Devoir de spécialité SVT n°3

### Exercice 1:

Les documents proposés à l'étude nous permettront dans un premier temps d'expliquer les résultats des croisements du document 3 en montrant comment la présence de Wolbachia induit une féminisation de certains individus et dans un second temps l'existence de femelle ZZ sans Wolbachia mentionnée dans le document 4. ✓

Je vois que, dans le document 1 nous sont présentés les formules chromosomiques d'un cloporte mâle et d'un cloporte femelle dans des populations où il y a autant de mâles que de femelles. On peut donc voir que les cloportes possèdent 27 paires de chromosomes dont une de chromosome sexuels, ZZ chez le mâle et ZW chez la femelle. Le document 2 est la présentation de la bactérie endosymbiotique Wolbachia.



non  
ça ne  
signifie  
pas la  
même chose !

Cette bactérie se trouve dans toutes les cellules des cloportes, dont les gonades (ovaires, testicules). Lors de la reproduction des cloportes, les bactéries Wolbachia transmises viennent à 90% de la cellule-œuf, celles présentes dans les spermatozoïdes ne sont pas transmises. Le document nous propose aussi l'hypothèse des chercheurs que tout embryon de cloporte qui contient des bactéries Wolbachia au sein de ses cellules au début de son développement embryonnaire deviendra femelle. Le document 3 présente les résultats de croisements impliquant des cloportes porteurs ou non de Wolbachia. Il est précisé que le taux de transmission de Wolbachia est de 90%. Les résultats montrent que le croisement entre un mâle ZZ et une femelle ZW porteuse de Wolbachia donne 45% de femelles ZW porteuses et 5% de femelles ZW non-porteuses ainsi que 5% de mâles ZZ non porteurs et 45% de femelles ZZ porteuses de Wolbachia.

TB

Je sais que la répartition génétique (ici ZZ et W) se fait à équiprobabilité, ceci est confirmé par le 1<sup>er</sup> croisement car il y a 50% de ZZ et 50% ZW.

TB

J'en déduis que, les deux autres croisements sont régis par les mêmes lois de probabilités. C'est-à-dire 50% de ZZ et 50% de ZW, parmi eux 90% auront la bactérie Wolbachia. Aussi, l'apparition de femelle ZZ porteuse de Wolbachia s'explique par l'implication de cette bactérie dans la féminisation des cloportes, soit "tout embryon de cloporte qui contient des bactéries Wolbachia au sein de ses cellules au début de son développement embryonnaire deviendra femelle".

↳ car elle fabrique le facteur f



Je vois que, le document 4 nous présente l'existence de femelles ZZ sans la bactérie Wolbachia ainsi que les résultats des séquençages des génomes de: clonées femelles sans Wolbachia (ZZ), clonées mâles ZZ et de la bactérie Wolbachia.

\* Les résultats montrent que seuls les mâles ZZ présentent une absence de la séquence codant pour le facteur f. Le document 5 nous montre le rôle du facteur f. On peut voir que le facteur f empêche le chromosome Z de produire le facteur masculin et par conséquent de transformer la glande indifférenciée en glande androgène et donc de produire l'hormone mâle qui transforme la gonade en testicule.

oui  
mais  
pas  
ici!

Je sais que, chez les bactéries, il existe le mécanisme de la conjugaison. Ce mécanisme permet aux bactéries d'échanger des informations génétiques de nature chromosomiques ou plasmidiques via un pont cytoplasmique qui se ferme entre les deux bactéries concernées.

J'en déduis que, les bactéries Wolbachia présentes chez les ancêtres des femelles ZZ sans Wolbachia, ont transmis ~~par conjugaison~~ la séquence permettant de produire le facteur f, à une autre bactérie présente chez ces femelles avant de disparaître. ~~à la cellule hôte du cloné~~

~~ce qui explique pourquoi on retrouve~~

\* Il est précisé dans le document que les ancêtres des femelles ZZ sans Wolbachia, possédaient ces bactéries.

cette séquence dans le génome des clonées.

Conclusion générale ?



Contrôle d'SVT

Ce devoir porte sur la féminisation des cloportes. Dans un premier temps, nous allons expliquer les résultats des croisements du document 3 en montrant comment la présence de Wolbachia induit une féminisation de certains individus. Puis, dans un second temps, nous allons exister de femelles ZZ sans Wolbachia.

Nous allons voir, ici, que la présence de Wolbachia induit une féminisation des cloportes. Tout d'abord, le document 1, nous apprend que la formule chromosomique d'un cloporte mâle dans des populations où il y a autant de mâles que de femelles est  $2n = 54$  dont 2 chromosomes sexuels ZZ et celle d'un cloporte femelle est  $2n = 54$  dont 2 chromosomes sexuels ZW. Ensuite, le document 2, nous indique que Wolbachia est une bactérie endosymbiotique qui se trouve dans les cellules de tous les organes, ce qui nous intéresse ici est le fait qu'elle se situe aussi dans les ovaires et les testicules. On apprend aussi que lors de la reproduction des cloportes, les Wolbachia qui se trouve

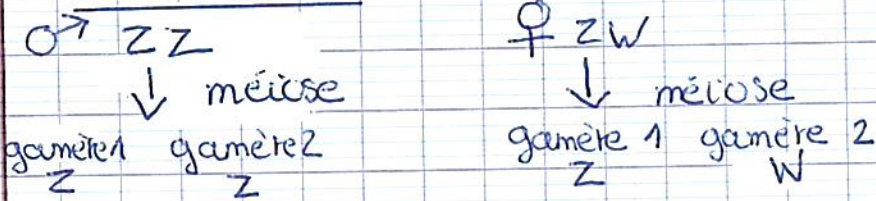


dans l'ovule fécondé se retrouvent dans 90% des cas dans la cellule-œuf, elles ne sont donc que d'origine maternelle. Ainsi l'hypothèse selon laquelle tout embryon de cloporte qui contient des bactéries Wolbachia au sein de ses cellules deviendra femelle est émise par les chercheurs. On peut ainsi expliquer les résultats des croisements du document 3 :

Durant les 3 croisements :

- ♂ mâle non porteur de Wolbachia
- ♀ femelle non porteuse de Wb
- ♂ mâle porteur de Wb
- ♀ femelle porteuse de Wb

Croisement 1

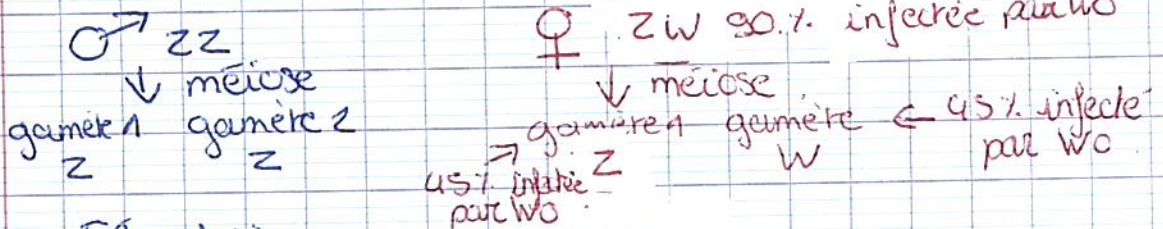


Fécondation :

♂ \ ♀	Z	W
Z	ZZ 50%	ZW 50%

On a donc bien : 50% ♂ ZZ et 50% ♀ ZW.

Croisement 2



Fécondation :

♂ \ ♀	Z	W
Z	ZZ 45%	ZW 45%

→ donc 5% ZW

donc 5% ZZ

On a donc bien

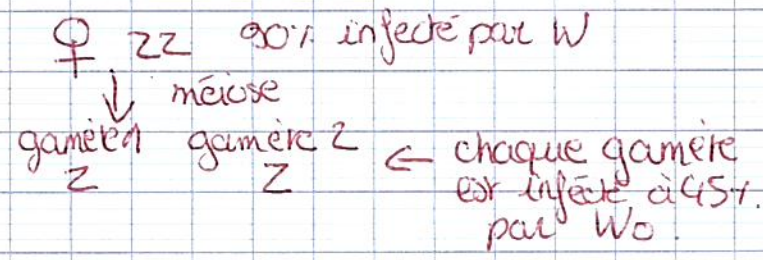
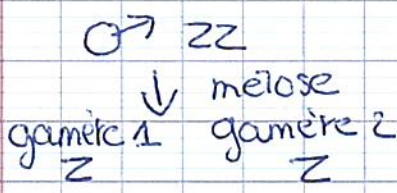
45% ♀ ZW (femelle car contient Wolbachia et donc l'embryon devient femelle)      5% ♂ ZZ

ou j'aurais fallu rajouter 2 colonnes pour gamètes non porteurs.



### Croisement 3

les explications pourraient être améliorées.

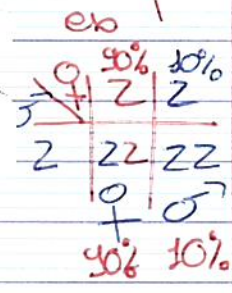


Fécondation:

♂ \ ♀	Z	Z
Z	ZZ 45%	ZZ 45%

On a bien: 90% ♀ ZZ  
 et 10% ♂ ZZ

↓  
 donc 10% de ♂ ZZ



Grâce à ces croisements on voit bien que même lorsque le cloporte possède 2 chromosomes sexuels ZZ c'est un cloporte femelle et non mâle lorsque il est issu d'une fécondation qui implique une femelle porteuse de Wolbachia. Ainsi la bactérie Wolbachia qui s'est retrouvée dans la cellule de l'ovule par endosymbiose induit une féminisation de certains cloportes. Pour rappeler ~~elle~~ une endosymbiose est une collaboration à bénéfice réciproque <sup>et durable</sup> entre deux espèces différentes dont l'une est intracellulaire à l'autre, ici la bactérie Wolbachia est intracellulaire à la cellule œuf.

Maintenant nous allons expliquer, grâce aux documents 4 et 5, l'existence de femelles ZZ sans Wolbachia. Le document 4 nous dit que l'on a découvert des cloportes femelles ZZ sans Wolbachia or ces cloportes devraient être des mâles. On apprend que ces femelles <sup>dans ce cas là</sup> ont été trouvées à



proximité de population dans lesquelles on retrouve des Wolbachia. De plus, les ancêtres de ces femelles étaient porteurs de la bactérie Wolbachia.

Le tableau nous montre que les cloportes femelles  $ZZ$  sans Wolbachia ainsi que Wolbachia possèdent dans leur génome une séquence codant pour une protéine particulière : le facteur  $f$ . Le document 5, nous informe que le rôle du facteur  $f$  est d'empêcher la production de facteur masculinisant aux chromosomes  $Z$ . Ainsi comme l'hormone mâle ne peut pas être produite car le facteur  $f$  bloque le développement embryonnaire à partir de la production de facteur masculinisant, les gonades se différencient en ovaires ainsi le cloporte qui a deux chromosomes  $Z$  n'est pas un mâle mais une femelle. La présence du facteur  $f$  aussi bien dans le génome des cloportes femelles  $ZZ$  sans Wolbachia que dans celui des Wolbachia montre qu'il y a eu un transfert horizontal entre les bactéries Wolbachia et les cellules des ovaires des ancêtres de ces femelles qui étaient porteurs de la bactérie Wolbachia.

*tout le génome*

En conclusion, la féminisation des cloportes est possible grâce à la bactérie Wolbachia qui <sup>est</sup> présente dans les cellules de l'embryon de cloporte au début de son développement rendant l'embryon femelle ou encore grâce à un transfert horizontal qui donnera aux cloportes femelles  $ZZ$  sans Wolbachia le facteur  $f$  présent chez les Wolbachia qui permet d'empêcher la production d'hormones mâles et ainsi les gonades se différencient en ovaires.



Exercice 1 : la féminisation des cloportes

À l'aide des données des documents et de nos connaissances, nous allons expliquer les résultats des croisements du document 3 en montrant comment la présence de *Wolbachia* induit une féminisation de certains individus, ainsi que l'existence de jumeaux 22 sans *Wolbachia* mentionnée dans le document 4.

Le premier document est un tableau composé des formules chromosomiques d'un cloporte mâle et d'un cloporte femelle dans des populations où il y a autant de mâles que de femelles. Nous comprenons grâce au tableau que la formule chromosomique d'un cloporte mâle est  $2n = 54$  dont deux chromosomes sexuels ZZ, et que celle d'un cloporte femelle est  $2n = 54$  dont 2 chromosomes sexuels ZW.

Le second document est un texte expliquant ce qui est la *Wolbachia*. En effet, la *Wolbachia* est une bactérie endosymbiotique, se trouvant au sein des cellules de cloportes. Ces bactéries se trouvent dans les cellules de tous les organes, dont les gonades. On sait que lors de la reproduction des cloportes, les bactéries *Wolbachia* qui se trouvent dans l'ovule fécondé se retrouvent dans 90% des cas dans la cellule œuf. On sait aussi que les *Wolbachia* présents dans les spermatozoïdes ne sont



pas transmises, les chercheurs émettent donc l'hypothèse que tout embryon de cloporte qui contient des bactéries Wolbachia au sein de ses cellules au début de son développement embryonnaire deviendra femelle. Cette hypothèse aide à répondre à la première partie.

Le troisième document est un tableau de croisements impliquant des cloportes porteurs ou non porteurs de Wolbachia.

3 cas sont représentés : croisement  $ZZ \sigma \times ZW \text{♀}$

donne 50%  $\sigma ZZ$  et 50%  $\text{♀}$ , croisement

$\sigma ZZ \times \text{♀} ZW$  porteurs donne 45%  $\text{♀} ZW$  porteurs,

45%  $\text{♀} ZZ$  porteurs, 5%  $\text{♀} ZW$  et 5%  $\sigma ZZ$ ,

croisement  $\sigma ZZ \times \text{♀} ZZ$  donne 90%  $\text{♀} ZZ$  porteurs et

10%  $\sigma ZZ$ . Ce document démontre 2 idées :

Wolbachia a un rôle dans la féminisation des cloportes, et il y a beaucoup plus de cloportes femelles que de mâles, dont des femelles  $ZZ$  (235% sur 300%).

Le quatrième document est composé d'un texte et d'un tableau montrant l'existence de femelles  $ZZ$  sans Wolbachia.

En effet, sur ces femelles  $ZZ$  sans Wolbachia est présente une séquence codant pour une protéine particulière : le facteur  $J$ .

Cette séquence est présente chez la femelle  $ZZ$  sans Wolbachia, mais pas chez les mâles  $ZZ$ . Cependant, cette séquence

est également présente chez la Wolbachia, ce qui nous amène à la conclusion que les ancêtres des ces femelles étaient

porteurs de la bactérie et ont hérité de cette séquence codant pour le facteur  $J$ .

Le cinquième et dernier document est un schéma montrant le

rôle du facteur  $J$  dans le développement du phénotype sexuel chez

les cloportes. Nous pouvons constater que le facteur  $J$  empêche

le facteur masculinisant de stimuler la production de glandes indifférenciées se transformant en glandes androgènes.



produisant une hormone mâle responsable de la différenciation des gonades en testicules. Si l'hormone mâle n'est pas produite, les gonades se différencient en ovaires. Cela explique le fait qu'il y a plus de femelles que de mâles, ainsi que l'existence des femelles ZZ.

préciser!

ZZ

Dans le document 3, nous pouvons voir que des femelles portuses de Wolbachia ont des descendances composées à 90% de femelles portuses 2W et ZZ. Ce pourcentage s'explique par le fait que le taux de transmission de Wolbachia est de 90%. La présence de Wolbachia introduit une feminité chez les cloportes du fait de la présence d'une séquence codant pour une protéine particulière : le facteur J. Comme expliqué précédemment, le facteur J est responsable de la feminité car il empêche plus ou moins directement la production d'hormone mâle, ce qui a pour cause la différenciation des gonades en ovaires. Cela explique également pourquoi certaines femelles sont ZZ : les hormones mâles n'ayant pas été produites, l'individu ZZ est devenu une femelle. oui

En ce qui concerne notre dernière partie : il existe des femelles ZZ sans Wolbachia, comme vu précédemment sur le document 4. Il est admis que ces femelles ZZ ont eu des ancêtres portuses de la bactérie. Alors, comment cette nouvelle génération peut-elle être femelle ZZ sans Wolbachia ? C'est grâce à la présence de la séquence codant pour le facteur J dont les effets ont été vu et expliqués ci-dessus. Mais alors, comment se fait-il que ces femelles ZZ possèdent cette séquence alors qu'un mâle par exemple ne la possède pas ? Nous avons vu que la Wolbachia possède

2nd occurrence

de la 3ème ?

expliquez les proportions

TB

ça explique mieux

raisonnement



la séquence en question : donc l'hypothèse la plus plausible est que cette séquence ait été transmise par **transfert** horizontal - En effet, les cloportes et les Wolbachia vivent en symbiose, les Wolbachias dans les cellules du cloporte. Alors, peut être par ~~transduction~~, une séquence <sup>du facteur J</sup> d'une Wolbachia a pu être transmise par <sup>à l'origine</sup> **transfert** horizontal et s'est intégrée à l'ADN du cloporte. (2)

TB ||

TB ||

De ce fait, le cloporte a acquis la possibilité de lui-même produire le facteur J, sans le Wolbachia.

Pour conclure, le cloporte et le Wolbachia vivent en symbiose, cette bactérie possède une séquence codant une protéine (facteur J) étant la cause de la féminisation des populations de cloportes. Du fait de **transfert** horizontal, certaines femelles ZZ ne possèdent pas de Wolbachia et ont acquis la séquence permettant le codage du facteur J. De ce fait, il y a beaucoup plus de femelles cloportes que de mâles, et certaines femelles sont ZZ, comme les mâles, mais ayant leurs gonades différenciées en ovaires à cause du facteur J.

TB