

## Pour mieux comprendre le cours :

- Chapitre 3 : pages 62 à 73

## Exercices dans votre livre :

- Ex 6 p 60-61 : L'évolution des hormones hypophysaires (sujet de type 2)

- Ex 2 p 74 : Un cas d'endosymbiose secondaire

## Nématodes phytophage et paroi végétale

BELIN

Les nématodes sont des vers ronds souvent microscopiques. Beaucoup sont prédateurs, bactériophages ou phytophages et vivent dans le sol. Ils induisent la formation de galles (renflements pathologiques) racinaires et génèrent des pertes agricoles estimées à 5% de production mondiale. Des enzymes, habituellement absentes chez les animaux, leur permettent de digérer les parois végétales.

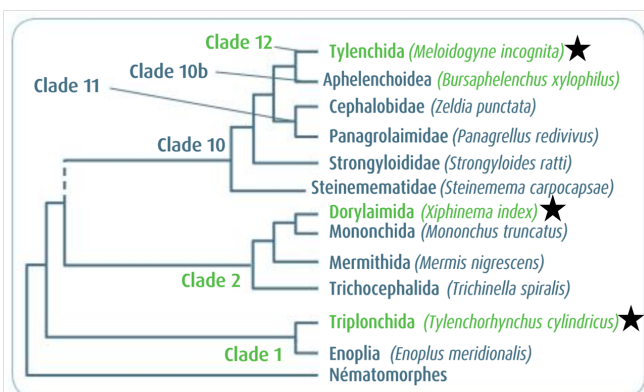
En exploitant les documents, expliquez comment certains nématodes ont pu devenir phytophages en devenant capable de digérer la paroi des cellules végétales.



▲ 1. Un nématode (*Meloidogyne incognita*) pénétrant dans une racine de tomate (x500).

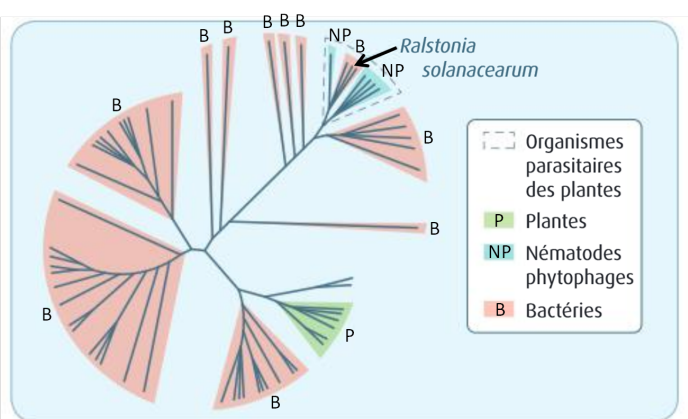
| Enzymes                      | Composés de la paroi végétale ciblés par les enzymes |
|------------------------------|------------------------------------------------------|
| Polygalacturonases           | Pectines                                             |
| Pectate lyases               | Pectines                                             |
| Arabinases                   | Pectines et hémicelluloses                           |
| Endo-1,4- $\beta$ -xylanases | Hémicelluloses                                       |
| Cellulases                   | Cellulose                                            |

▲ 2. Enzymes clés de la dégradation des composés de la paroi végétale.



▲ 3. Arbre phylogénétique des nématodes.

Les espèces marquées par une étoile sont phytophages. Les clades 3 à 9 (pointillés) n'ont pas été représentés (non phytophages)



▲ 4. Arbre phylogénétique des polygalacturonases.

*Ralstonia solanacearum* est une bactérie du sol pathogène pour beaucoup de plantes cultivées, elle pénètre leurs racines.

## Des organismes en poupée russe

Bordas

Comme beaucoup d'insectes se nourrissant de la sève élaborée des végétaux, pauvres en certains acides aminés et vitamines, la cochenille des agrumes, ou cochenille farineuse héberge différentes bactéries qui lui fournissent ces nutriments essentiels.

Utilisez les informations apportés par les documents et vos connaissances pour justifier les étapes du scénario proposé dans le document 4.

### 1 La cochenille farineuse, un ravageur des cultures

La cochenille farineuse (*Planococcus citri*) est une espèce d'insecte originaire d'Asie. Elle doit son nom au fait que son corps est recouvert de filaments blancs et cireux, la rendant très difficile à éliminer. Introduite en Europe, en Afrique, en Océanie et aux Amériques, c'est un ravageur qui s'attaque à plus de 200 espèces végétales cultivées (orangers, bananiers, tomates, vigne, figes, orchidées) mais aussi à la flore sauvage.

Les cochenilles sucent la sève des végétaux qu'elles colonisent grâce à leurs pièces buccales piqueuses-suceuses et sécrètent un miellat qui enrobe feuilles et fruits, favorisant la croissance de champignons. Les feuilles jaunissent prématurément et la croissance des plantes est ralentie par ces attaques.



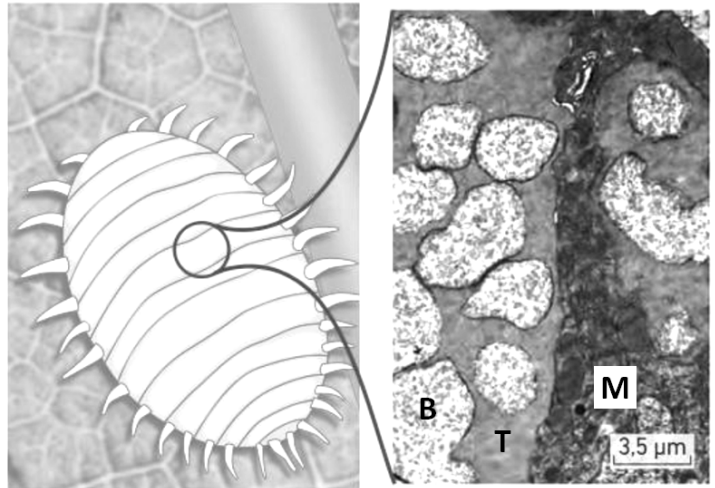
■ Cochenilles farineuses infestant une feuille d'agrumes enduite de miellat collant.

### 2 Trois organismes en un

La cochenille des agrumes héberge deux bactéries, l'une appelée *Tremblaya princeps*, déjà connue comme endosymbiote, mais aussi une autre espèce de bactérie, plus récemment découverte, et nommée *Moranella endobia*.

*Tremblaya princeps*, de grande taille pour une bactérie (10 à 20 µm), possède le plus petit de tous les génomes connus, avec 139 000 nucléotides organisés en 121 gènes seulement. L'autre bactérie, *Moranella endobia*, beaucoup plus petite, possède 406 gènes répartis sur un ADN de 580 000 nucléotides.

Dans son abdomen, la cochenille possède un organe ovale, appelé bactériome, contenant de nombreuses cellules appelées bactériocytes, dans lesquelles se trouvent les bactéries.



■ Un bactériocyte de la cochenille *Planococcus citri* (Observation au MET et colorisation).

M – marron : cytoplasme du bactériocyte (avec mitochondries en pourpre)

T – turquoise : cellules de *Tremblaya princeps*

B – bleu : cellules de *Moranella endobia*



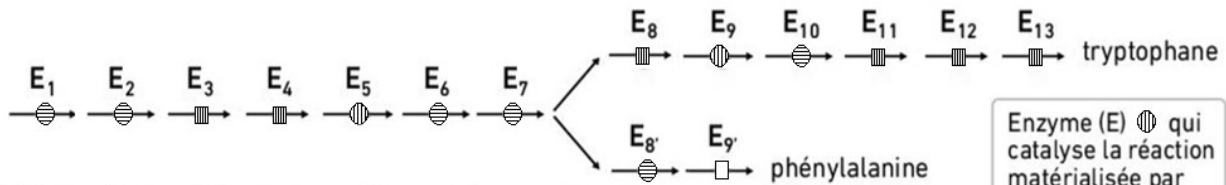
### 3 Un travail collaboratif

Pour subvenir à ses besoins, la cochenille doit compléter son alimentation par la fabrication, dans ses propres cellules, d'acides aminés essentiels et de vitamines absents de la sève des végétaux.

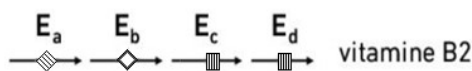
Les figures ci-dessous représentent les chaînes de biosynthèse de deux acides aminés (le tryptophane et la phénylalanine) et de la vitamine B2 chez *Planococcus citri* et l'origine des gènes impliqués dans ces chaînes de synthèse.

Chaque réaction de transformation d'une molécule en une autre est représentée par une flèche à laquelle est associée l'enzyme (ainsi que le gène contrôlant sa synthèse), représentée par un rond coloré, catalysant la réaction.

Les enzymes (et donc l'expression des gènes) sont disposées dans l'ordre où s'effectuent les réactions de synthèse. La couleur des ronds traduit la source du gène.



**A** Chaîne de biosynthèse de deux acides aminés essentiels, le tryptophane et la phénylalanine.



**B** Chaîne de biosynthèse de la vitamine B2.

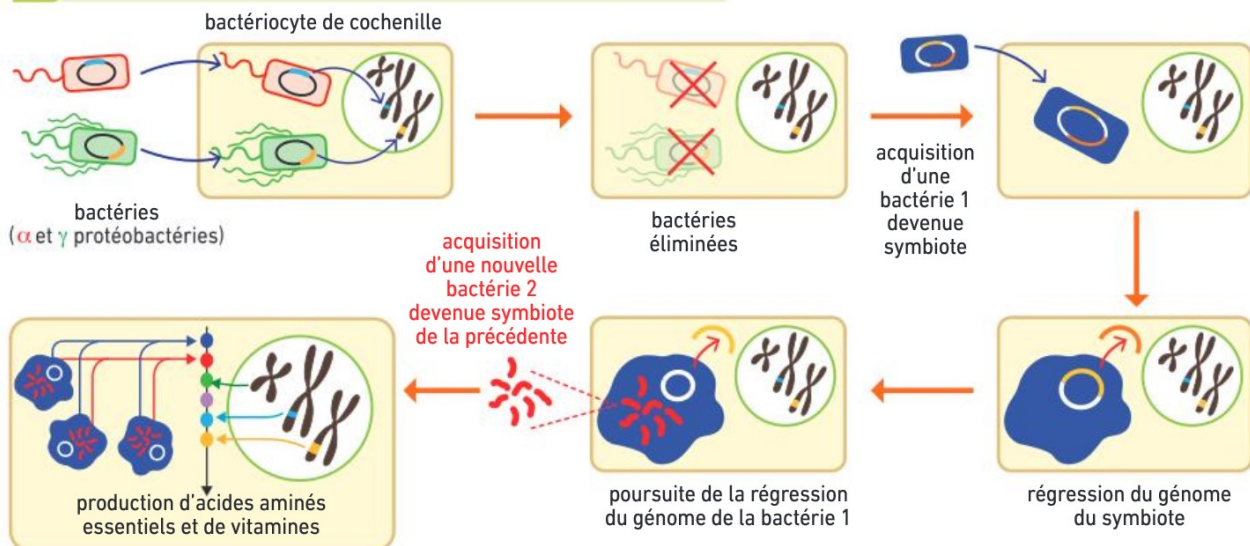


**C** Origine des gènes impliqués dans les deux voies métaboliques.

| Nombre | Origine               |
|--------|-----------------------|
| 12     | Alpha-protéobactéries |
| 9      | Gamma-protéobactéries |
| 2      | Bacteroidetes         |

**D** Origine de certains gènes exprimés, présents dans le génome nucléaire des cellules de *Planococcus citri*.

### 4 Reconstitution de l'histoire évolutive de la symbiose



**■** Scénario évolutif probable ayant abouti à l'association de la cochenille farineuse et de ses bactéries.