

BIOLOGIE

Durée : 3 heures

Rappels

L'usage d'une calculatrice est interdit pour cette épreuve.

L'épreuve a pour objectif non seulement de vérifier les connaissances des candidats en biologie, mais aussi d'apprécier leurs capacités à les exposer.

L'évaluation se fera sur les critères suivants :

- *l'exactitude scientifique des connaissances exposées au niveau requis.*
- *la capacité du candidat à dégager et ordonner les idées essentielles, à les présenter de manière structurée et argumentée, à illustrer son exposé de façon pertinente, à exploiter et à corréler des documents pour répondre à un problème biologique.*
- *la qualité de l'expression.*

1^{ère} partie

Développement et milieu de vie.

Montrer comment, chez les Angiospermes, la construction des organismes repose sur des mécanismes génétiques et des processus de différenciation. En s'appuyant sur l'exemple du vaisseau xylémien, préciser en quoi ces processus de différenciation permettent aussi des réponses fonctionnelles aux contraintes du milieu.

2^{ème} partie

Interactions au sein de la rhizosphère¹.

L'infection de la pomme de terre (*Solanum tuberosum*) par des bactéries du sol de l'espèce *Erwinia carotovora* peut entraîner une hydrolyse des molécules constituant les parois cellulaires et conduire rapidement à la macération² des tissus des tubercules.

La dégradation observée est rendue possible par la sécrétion d'enzymes hydrolytiques (cellulases, pectinases, polygalacturonases) responsables du pouvoir pathogène (= virulence) de la bactérie.

¹ *interface sol – racine – microorganismes*

² *macération = dégradation des tissus par hydrolyse de molécules en milieu liquide*

Références documentaires :

Dong et al. (2004) Applied Environmental Microbiology (70) 954-60.
Kang et al. (2016) Microbiological Research 18432- 41

Les barres verticales sur les graphes et histogrammes représentent l'erreur standard à la moyenne (ou écart standard). On admettra que les résultats sont significativement différents si les barres d'erreurs ne se chevauchent pas.

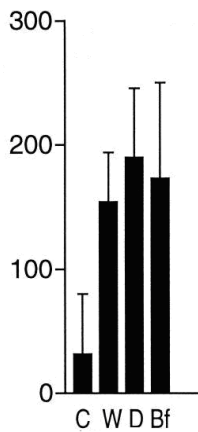
1. Interactions et voie de signalisation « quorum sensing ».

Les résultats de suivis de macération de rondelles de tubercules de pomme de terre inoculées par la bactérie *E. carotovora* et mises au contact de différentes suspensions contenant d'autres espèces bactériennes sont présentés sur le **document 1**.

Parallèlement des co-cultures et cultures isolées de différentes espèces bactériennes ont été menées (cf **document 2**).

Document 1 Expériences de macération en présence de *E. Carotovora*

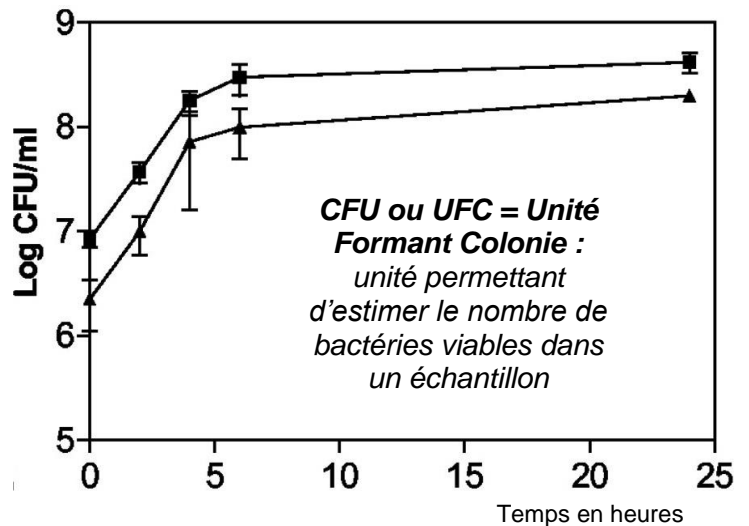
Surface en macération en mm²



C : suspension contenant la bactérie *Bacillus thuringiensis* naturellement présente dans les sols
W : eau distillée
D : suspension contenant *Escherichia coli*
Bf : suspension contenant la bactérie *Bacillus fusiformis* naturellement présente dans les sols

Document 2 Suivis de cultures bactériennes

Co - culture de deux espèces :
Carrés : *E. carotovora*
Triangles: *B.thuringiensis*



Remarque : Bien que non représentées, les courbes correspondant aux cultures isolées de populations d'*Erwinia Carotovora* et de *Bacillus thuringiensis* sont identiques à celles figurant ci-dessus.

1.1 Analyser et mettre en relation les **documents 1 et 2** pour émettre une hypothèse expliquant les résultats des expériences de macération du **document 1**.

Après pénétration dans les tissus de la plante hôte, les bactéries de l'espèce *Erwinia carotovora* se multiplient jusqu'à atteindre une valeur d'effectif critique appelé quorum. Lorsque ce quorum bactérien est atteint, les bactéries sécrètent toutes de manière synchrone les enzymes impliquées dans la dégradation des composants des parois végétales.

Lors des étapes précoces de l'infection d'un tubercule (avant macération), chaque cellule d'*E. carotovora* sécrète des N-acylhomosérine lactones (AHL), molécules signal capables de diffuser à travers les membranes des cellules. Sous l'effet des divisions cellulaires, l'effectif bactérien atteint le quorum et la concentration en AHL dans le milieu devient alors assez élevée pour être détectée par les bactéries comme un signal d'activation de la virulence. Ce système bactérien « d'auto évaluation » des effectifs est appelé Quorum Sensing (système QS).

Les **documents 3 et 4** montrent les effets de *B. thuringiensis* sur le système QS de *E. carotovora*.

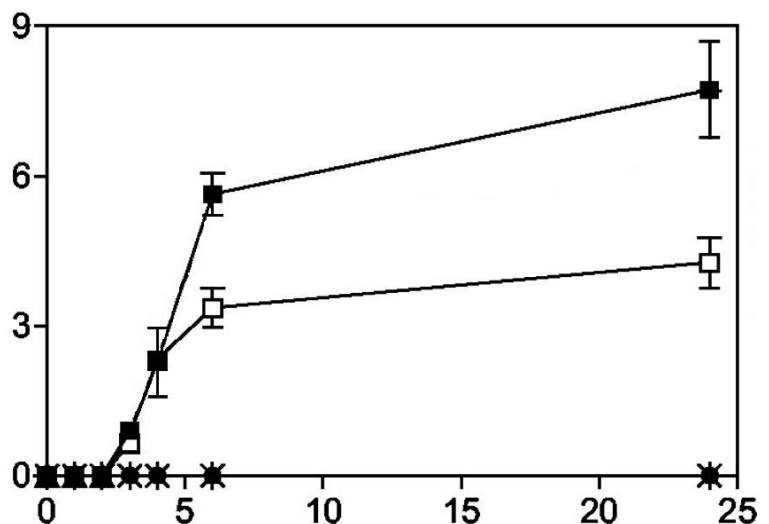
Document 3 Dosage des AHL d'*E. carotovora* (Cultivée sur rondelles de tubercules)

Concentration du milieu en $\mu\text{moles d'AHL} / \text{L}$

Carrés noirs : *E. carotovora* seule

Carrés blancs : *E. carotovora* mise en culture avec *Bacillus fusiformis*

Disques noirs étoilés : *E. carotovora* mise en culture avec *Bacillus thuringiensis*



Temps en heures

Document 4

Macération de rondelles de tubercules inoculés par *E. carotovora* et par deux souches de *B. thuringiensis*

rondelle inoculée par <i>E. carotovora</i> en présence de :	Surface en macération en mm^2		
	Jour 1	Jour 2	Jour 3
Eau distillée	131,1	184	195,0
<i>B. thuringiensis</i>	0	0	0
<i>B. thuringiensis</i> souche B 23	20,7	25,3	28,3

La souche B 23 est une souche mutante pour le gène codant l'enzyme AHL-lactonase (enzyme catalysant l'hydrolyse des AHL).

1.2 À l'aide des **documents 3 et 4**, montrer en quoi *B. thuringiensis* perturbe le fonctionnement du système QS d'*E. carotovora*.

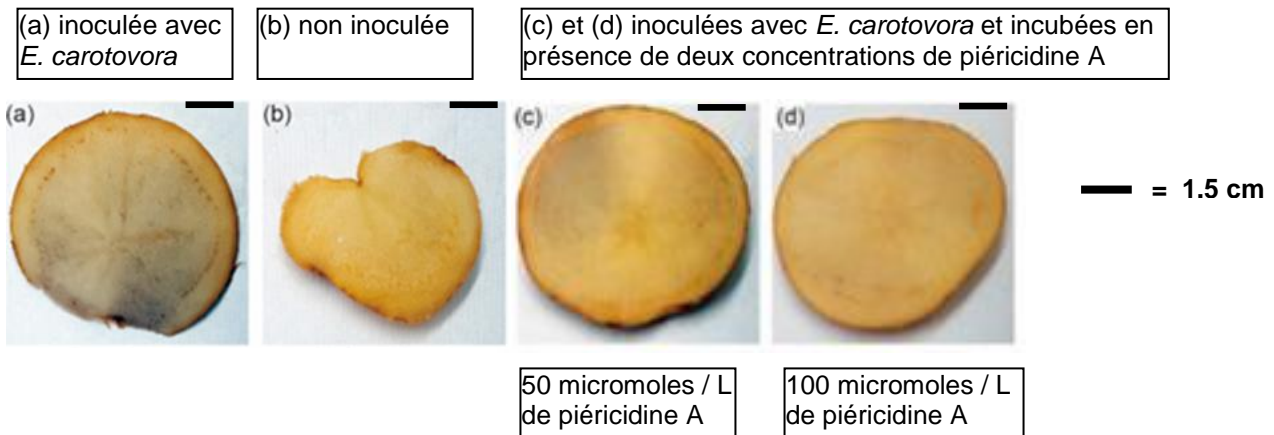
2. Interactions et interférence compétitive.

Des co-cultures d'*E. carotovora* avec une autre bactérie du sol, *Streptomyces xanthocidicus*, ont mis en évidence que cette dernière sécrète un composé diffusible – la piéricidine A.

Document 5

Expériences de macération en présence de piéricidine A

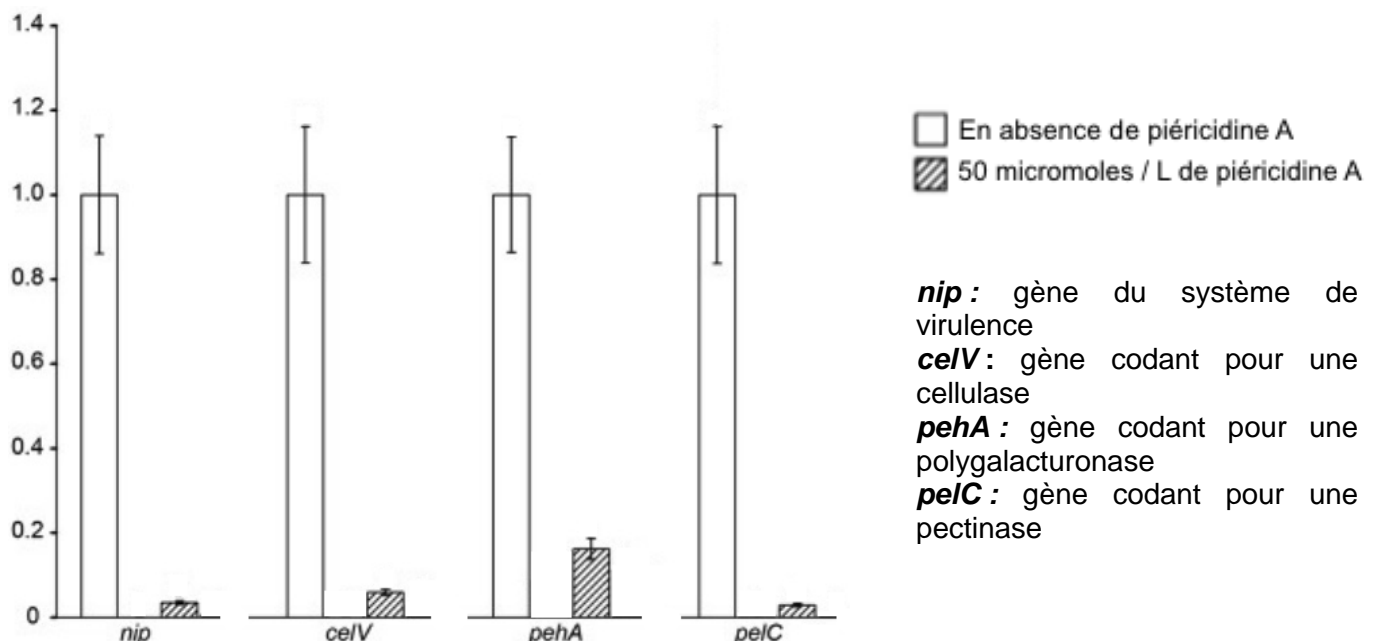
Test sur rondelle :



Document 6

Quantification des ARNm de gènes codant pour des enzymes de virulence (contrôlés par le système QS) chez *E. carotovora*.

Quantité d'ARNm (en unités arbitraires)



2. Analyser les documents 5 et 6 afin de mettre en évidence l'effet et le mode d'action de la piéricidine A.

3. Interactions et bio contrôle *via* des molécules diffusibles.

3.1 À partir de l'ensemble des réponses précédentes, construire un schéma fonctionnel modélisant les actions de *B. thuringiensis* et *S. xanthocidicus* sur la virulence de la bactérie *E. carotovora*.

3.2 Envisager une application possible de la connaissance de ces mécanismes dans le cadre de la lutte contre *E. carotovora*, bio-agresseur de la pomme de terre. Discuter des limites de sa mise en oeuvre pratique.