

Chapitre 2 : les Interactions entre micro-organismes (signaux et communication)

BOUCHIBA Zoulikha

Table des matières



Objectifs	3
Introduction	4
I - Historique	5
II - Qu'est-ce que le quorum sensing ?	6
III - Exercice	8
IV - Les molécules du quorum sensing	9
V - Exercice	11

Objectifs



au terme de ce chapitre, vous serez en mesure de :

connaître les différents type de molécules de signal utilisées par micro-organismes

comprendre le mécanisme de communication entre les micro-organismes et leur environnement

Distinguer entre les molécules de signal chez les bactérie à Gram positif et à Gram négatif

Introduction



Les interactions micro-organisme-micro-organisme ou micro-organisme-hôte sont la stratégie clé pour coloniser et s'établir dans une variété d'environnements différents. Ces interactions impliquent tous les aspects écologiques, y compris les changements physico-chimiques, l'échange de métabolites, la conversion de métabolites, la signalisation, la chimiotaxie et l'échange génétique entraînant la sélection du génotype.

Ces interactions se produisent par la reconnaissance environnementale suivie du transfert d'informations moléculaires et génétiques qui incluent de nombreux mécanismes et classes de molécules. Ces mécanismes permettent aux micro organismes de s'établir dans une communauté qui, en fonction de l'interaction multi-trophique, pourrait se traduire par une grande diversité. Le résultat de cette interaction multiple est fréquemment lié à un effet pathogène ou bénéfique pour un hôte

Historique

Les bactéries étaient considérées comme des entités individuelles et « asociales », jusqu'à la découverte d'un système de communication interbactérien, nommé *quorum sensing* (QS)

Dès 1965, Alexander Tomasz observe que l'induction de la compétence chez *Streptococcus pneumoniae* (anciennement *Pneumococcus*) peut s'effectuer sans contact direct entre bactéries, mais par l'intermédiaire d'une molécule diffusible qu'elles produisent. Le premier système QS décrit était dans les années 1980 chez la bactérie *Vibrio fischeri* (anciennement connue sous le nom de *Photobacterium fischeri*): la fabrication de photons est en effet induite uniquement à partir de la phase exponentielle de croissance des bactéries et non dans une culture fraîchement inoculée lorsque la densité cellulaire est faible. Alors Les auteurs ont émis l'hypothèse d'une *autoinduction* pour la régulation de ce processus et ils ont nommé *autoinducteur* (AI) la molécule régulatrice qui s'accumule dans le milieu

Le terme de *quorum* a par la suite, été introduit pour décrire l'idée d'un nombre minimal de bactéries nécessaire au déclenchement de comportements de groupe, comme la production de bioluminescence. Au début du XXI e siècle, le QS a été identifié chez de nombreuses bactéries à Gram positif et négatif. Il intervient dans la régulation de processus variés comme la sporulation, la virulence, la formation de biofilm ou encore la synthèse d'antibiotiques

Qu'est-ce que le quorum sensing ?



Le quorum sensing (QS) est un mode de communication et de perception utilisé par les bactéries. Il se fonde sur la production de petites molécules, *les autoinducteurs (AI)*, qui peuvent diffuser à travers la membrane ou être transportés à l'extérieur de la cellule. Les AI, dont la concentration est proportionnelle au nombre de bactéries, servent d'indicateur moléculaire de la densité bactérienne. À partir d'une *certaine concentration* de ces molécules, une réponse cellulaire est enclenchée par *l'activation et la répression de gènes* efficaces seulement lorsque *la densité cellulaire est importante*, pour mettre en place des phénotypes particuliers, comme la formation de biofilm, la virulence, la production d'exopolysaccharides, d'exoprotéases et de sidérophores.

Le QS ne servirait pas uniquement au recensement de la population bactérienne, mais également à la perception de la diffusion des facteurs sécrétés dans le milieu, pour optimiser l'efficacité de leur production

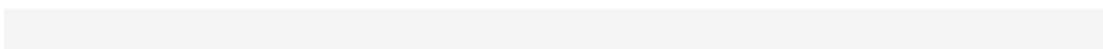
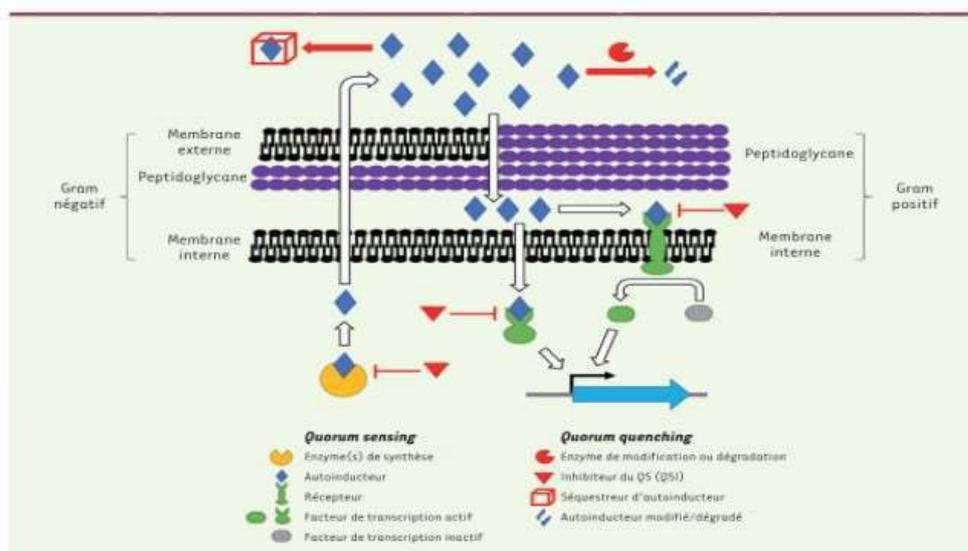


Figure 3 : Mécanismes du quorum sensing bactérien et des différentes stratégies de quorum quenching.

Exercice



comment les gènes sont activés lors de la communication cellulaire?

Les molécules du quorum sensing

IV

Il existe une grande diversité de molécules de communication entre bactéries .

Les bactéries à Gram positif (*Staphylococcus spp.*, *Clostridium spp.*, *Enterococcus spp.*) utilisent souvent des peptides cycliques d'environ 7 à 11 acides aminés. Ces peptides sont transportés hors de la cellule bactérienne puis sont perçus par le senseur membranaire des autres bactéries (senseur à histidine kinase). La fixation du peptide au senseur entraîne l'activation d'un régulateur de réponse (par exemple sa phosphorylation) activant l'expression des gènes du QS.

Chez les bactéries à Gram négatif, différentes molécules sont utilisées, les plus communes étant les acyl homosérine lactones (AHL), dont les tailles (de 4 à 18 atomes de carbone) et les modifications de la chaîne acyl varient selon les bactéries. Par exemple, *P. aeruginosa* produit et perçoit, entre autres AI, deux AHL : la N-(3-oxododécanoyl)-L-homosérine lactone (3-oxo-C12-HSL) et la N-butyryl-L-homosérine lactone (C4-HSL). Les AHL diffusent librement à travers la membrane bactérienne et la réponse au QS est déclenchée par leur fixation dans la cellule à un régulateur de transcription de type LuxR qui, ainsi activé, induit l'expression des gènes du QS. Parmi les gènes induits, se trouvent le gène de la synthase correspondant à l'AI et le gène codant le récepteur qui lui est associé, permettant ainsi l'autoinduction du QS.

D'autres molécules sont impliquées dans le QS des bactéries à Gram négatif. Celles-ci sont spécifiques de chaque espèce bactérienne : des acides gras insaturés, des cétones, l'épinéphrine et ses dérivés ...ect

il existe également plusieurs rapports de communication intraspécifique. Certaines bactéries présentent plus d'un système, par exemple *Rhizobium leguminosarum* avec cinq protéines R, utilisées pour différentes fonctions: efficacité de la nodulation, inhibition de la croissance, fixation de l'azote et transfert de plasmide.

Concernant la virulence, les pathogènes sont capables de contrôler l'expression des facteurs de virulence par la molécule QS. Les agents pathogènes vasculaires, tels que *Xanthomonas* et *Xylella* utilisent la signalisation DSF pour exprimer le facteur de virulence ainsi que la formation de biofilm

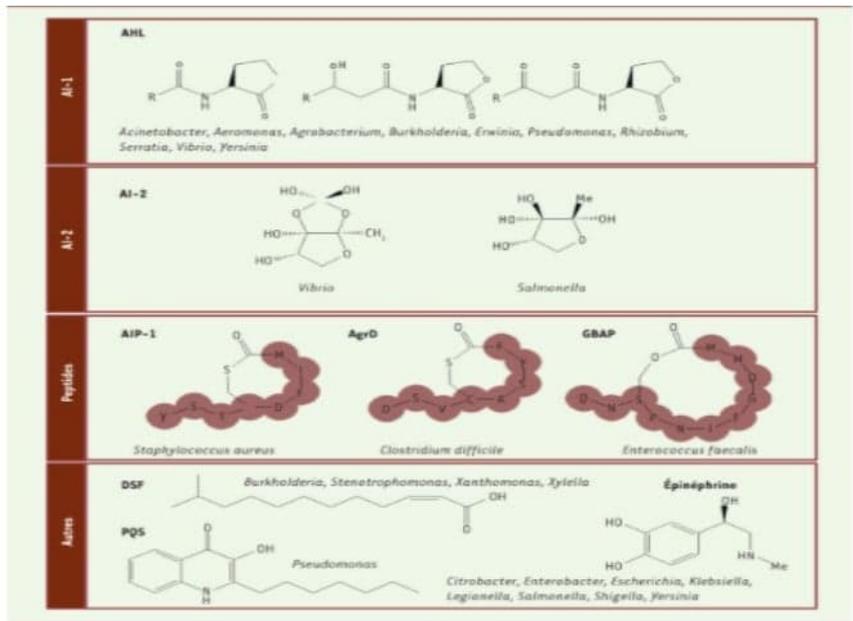
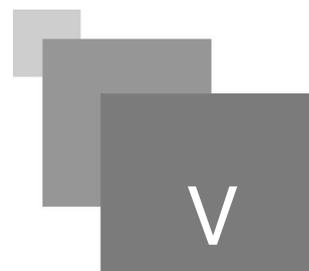


Figure 4 : les Principales molécules du quorum sensing bactérien

Exercice



Les bactéries Gram négatif et Gram positif possèdent les mêmes molécules d'auto-induction

- Vrai
- Faux