

Matière Physiologie et Génétique Bactérienne (PGB)

Chapitre VI : Les communications cellulaires

1. La communication cellulaire :

La communication cellulaire est l'ensemble des mécanismes qui permettent à une cellule, un tissu et un organisme de recevoir, interpréter et répondre aux signaux émis par d'autres cellules ou par son environnement.

La plupart des bactéries utilisent un système de communication, le quorum sensing, fondé sur la sécrétion et la perception de petites molécules appelées autoinducteurs qui leur permettent d'adapter leur comportement en fonction de la taille de la population. Les bactéries mutualisent ainsi leurs efforts de survie en synchronisant entre elles la régulation de gènes impliqués notamment dans la virulence, la résistance aux antimicrobiens ou la formation du biofilm

2. Quorum sensing :

Le QS est un mode de communication intra et inter espèces bactériennes qui repose sur la production de petites molécules médiatrices appelées '**autoinducteurs**', produites au cours de la croissance bactérienne. Lorsque la concentration des autoinducteurs atteint un seuil critique dans le milieu, ceux-ci pénètrent dans la cellule et interagissent avec un régulateur transcriptionnel qui permet l'expression de gènes spécifiques en réponse à la forte concentration de cet autoinducteur.

Le quorum sensing est un mode de communication qui permet aux bactéries de modifier leur comportement en fonction de leur nombre.

Chaque bactérie produit des autoinducteurs, de petites molécules capables de diffuser à travers la membrane :

- ✚ Si le milieu contient de nombreuses bactéries: (Concentration importante d'autoinducteurs dans le milieu).
- ✚ Concentration importante dans la cellule. (Lorsqu'une concentration critique est atteinte : activation de l'expression de certains gènes)
- ✚ Production de facteurs de virulence (la bactérie devient pathogène), production de biofilm (rendant les bactéries insensibles aux antibiotiques).

Néanmoins, certaines sont pathogènes et sont la cause d'infections

Exemple : le bacille de Koch, responsable de la tuberculose. Les infections bactériennes peuvent être combattues par notre système immunitaire, une défense naturelle de l'organisme.

Lorsque celle-ci ne suffit plus, nous faisons souvent appel aux antibiotiques pour lutter contre ces infections.

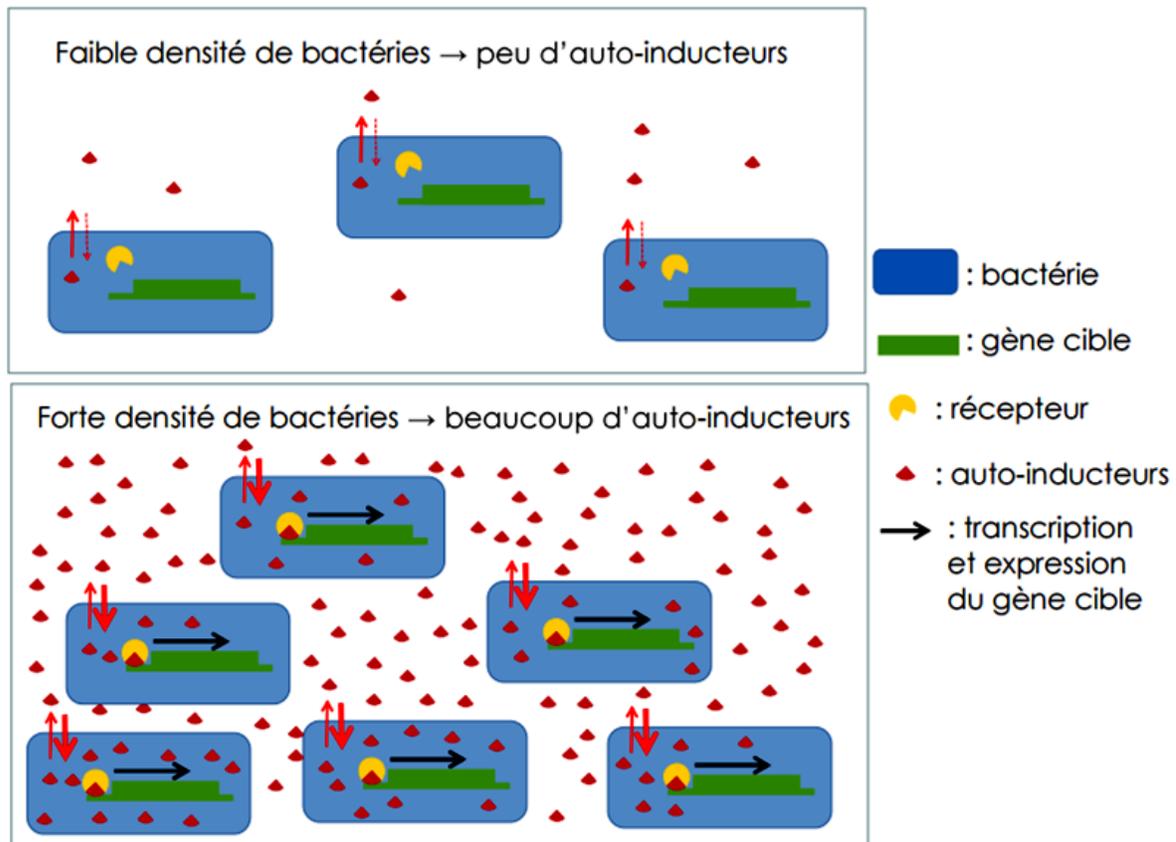


Figure 1 : Le quorum sensing (Concentration bactérienne et autoinducteur).

2.1. Notion d'autoinducteurs :

Les autoinducteurs sont de petites molécules de signal chimique, diffusibles et produites par les bactéries qui possèdent un système de régulation de type QS. Leur concentration externe augmente en fonction de la densité cellulaire. La concentration seuil des autoinducteurs est détectée comme un signal par les bactéries, qui en réponse expriment certains gènes et donc certains phénotypes ou comportements bactériens. Ce système signal-réponse va permettre aux bactéries de synchroniser leur comportement et d'agir comme des organismes multicellulaires. La notion d'autoinducteur a été introduite la

première fois par (Kaplan et Greenberg, 1985), dans le modèle de régulation de la luminescence chez la bactérie *Vibrio fischeri*. Les autoinducteurs sont généralement produits par une protéine homologue de **LuxI** de *V. fischeri*. Les autoinducteurs du QS sont spécifiques au type de Gram des bactéries et à chaque espèce.

2.2. Quorum sensing chez les bactéries Gram négatif :

2. 2. 1. Cas de *Vibrio fischeri* :

Le premier système QS a été découvert et décrit par Nealson et collaborateurs en 1970, chez la bactérie marine *Vibrio fischeri* (Figure 2).

- ✚ *V. fischeri* est une bactérie marine qui vit en symbiose avec le calmar hawaïen *Euprymna scolopes* (Figures 7A et 7B). Le calmar ne possède pas de bactérie à la naissance. *V. fischeri* colonise l'organe de luminescence du calmar grâce à des pores qui s'y trouvent. Dans cet organe, *V. fischeri* croît à une forte densité (10^{10} - 10^{11} cellules/ml), produit un signal diffusible qui s'accumule et induit l'expression des gènes nécessaires à l'émission de la bioluminescence (Figure 3).
- ✚ Le calmar utilise la lumière émise par la bactérie comme contre-éclairage pour masquer son ombre, afin d'éviter les prédateurs. En retour, la bactérie bénéficie d'un environnement plus riche en nutriments au sein de l'organe du calmar, afin de pouvoir proliférer.
- ✚ Des relations symbiotiques similaires existent entre *V. fischeri* et le poisson pomme de pin *Monocentris japonica* (Figure 2).

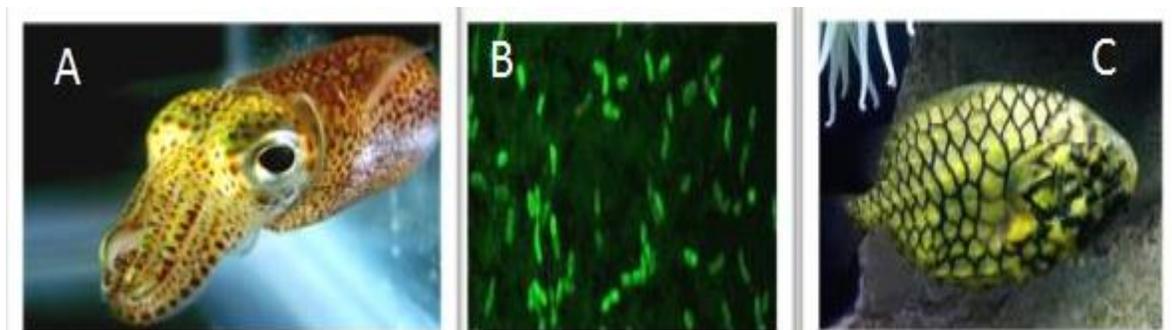


Figure 2 : Figure 2 Exemple de bioluminescence symbiotique. Entre: (A) le calmar de l'océan pacifique *Euprymna scolopes* (B) *V. fischeri* et (C) le poisson pomme de pin *Monocentris japonica*.

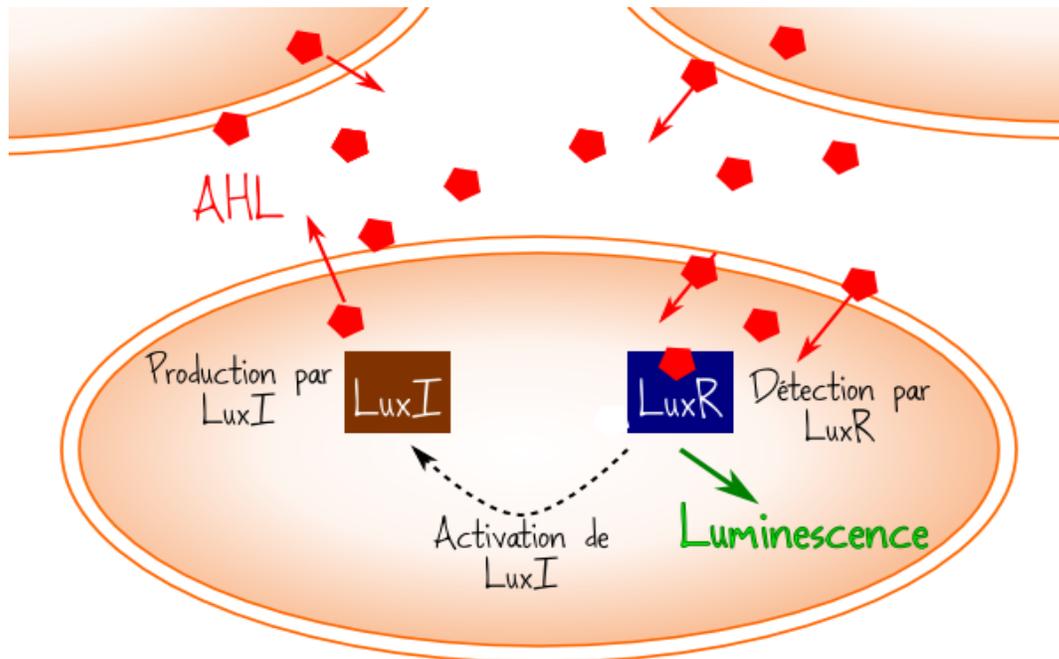


Figure 3 : Schéma de la fabrication de la luminescence par *Vibrio fischeri* (Gram-négatifs).

Le QS chez des micro-organismes Gram-négatifs comporte deux éléments de régulation : la protéine activatrice de la transcription (protéine du récepteur) et une molécule, l'auto-inducteur (AI) produite par l'AI-synthase. L'accumulation d'AI qui se produit est dépendant de la densité cellulaire jusqu'à ce qu'un niveau seuil soit atteint. A ce moment, l'AI se lie et active la protéine du récepteur, ce qui induit l'expression du gène.

2.3. Quorum sensing chez les bactéries Gram positif :

Les bactéries Gram positif utilisent des dérivés peptidiques comme signaux de communication. Le signal peptidique est produit par une protéine précurseur et est excrété en dehors de la cellule par transport actif. Lorsque sa concentration extracellulaire atteint un niveau de stimulation minimale, le signal peptidique est détecté par deux composants membranaires histidine kinases qui jouent le rôle de récepteurs. L'interaction du récepteur avec le ligand peptidique initie une cascade de phosphorylation qui aboutit à

celle de la protéine régulatrice. La série de phosphorylation active donc un récepteur qui vient se fixer à l'ADN et régule ainsi la transcription des gènes cibles. Tout comme chez les bactéries Gram négatif, ce type de système QS est aussi régulé de façon dépendante de la densité cellulaire.

2.4. Exemples :

2.4.1. Communication bactérienne et biofilms :

✚ Les biofilms (Figure 4)

Trois constituants principaux

- Une ou plusieurs espèces de bactéries (15%)
- Un substrat solide
- Une matrice de polysaccharides (85%) produite par les bactéries
- Autres constituants

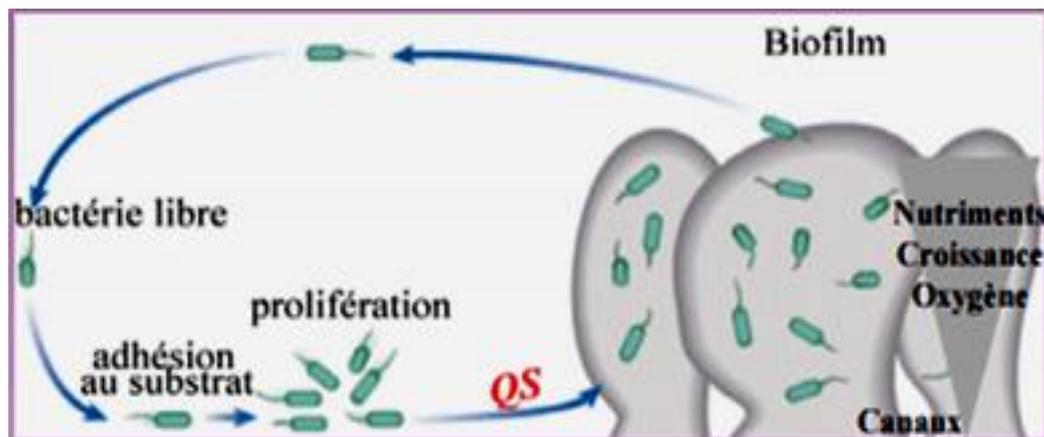


Figure 4 : Formation des biofilms.

2.4.2. Communication bactérienne et facteurs de virulence :

Le quorum-sensing joue un rôle important dans la virulence des bactéries. Il permet aux bactéries de lancer des attaques coordonnées sur l'organisme quand leur population a atteint un certain seuil. Cela permet de déborder soudainement les défenses immunitaires de celui-ci.