

TP 05 Plasticité du génome microbien

Langage bactérien communautaire: **le Quorum Sensing**

Par Dr. Ouided BENSLAMA
(MCA à l'univ OEB)

Définition du Quorum Sensing (QS)

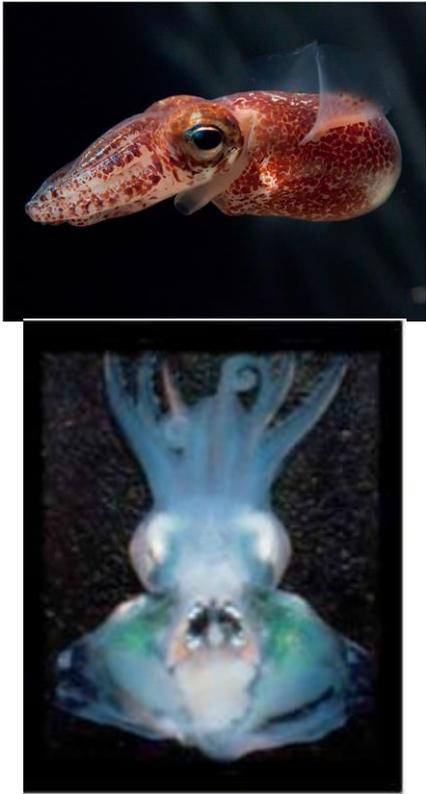
- C'est un **système de communication** (chimique) entre cellules d'une population de bactéries, par lequel celles-ci s'informent mutuellement de leur **densité locale**, et qui permet le déclenchement et la coordination **d'activités collectives** à partir d'une certaine densité. Les bactéries présentent alors un comportement coopératif ou 'social', et sont capables de synchroniser l'expression de fonctions spécifiques à l'échelle d'une population de cellules microbiennes.
- **Quorum** = Seuil , **Sensing**: détectable
- **Quorum Sensing** : un seuil de concentration de cellules bactériennes que toutes les bactéries de la population peuvent le détecter,

Mécanismes moléculaires

- Les bactéries produisent et libèrent des molécules de signalisation chimiques appelées **auto-inducteurs** dont la concentration augmente en **fonction de la densité cellulaire**. La détection d'une concentration **stimulatrice minimale seuil** d'un auto-inducteur conduit à un déclenchement de l'expression génique.
- Les bactéries Gram-positives et Gram-négatives utilisent le Quorum Sensing pour réguler un large éventail d'activités physiologiques:
 - a symbiose,
 - la virulence,
 - la compétence (transformation génétique),
 - la conjugaison,
 - la production d'antibiotiques,
 - la motilité,
 - la sporulation
 - la formation de biofilm

Mécanismes moléculaires

1- Exemple du QS chez la bactérie *Vibrio fischeri*



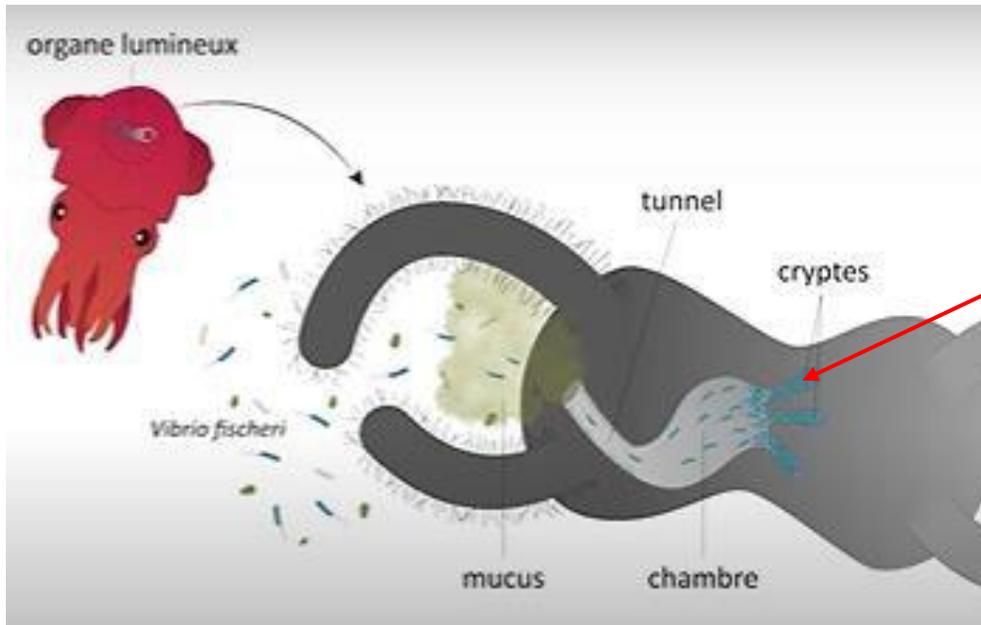
La seiche
(calamar) *Euprymna scolopes*

Le calamar *E. scolopes* est un animal marin capable de produire un signal lumineux (bioluminescence), il possède, à l'intérieur de son corps de multiples petits organes lumineux dits photophores, dont l'activité varie en fonction de l'éclairage local (nuit, jour). Lorsque cet animal chasse au clair de lune, la bioluminescence des photophores lui permet de compenser le déficit de lumière sur sa face ventrale et de masquer son ombre (il devient invisible). Ce qui lui permet de se protéger de ses ennemis, comme il peut attirer les proies vers lui.

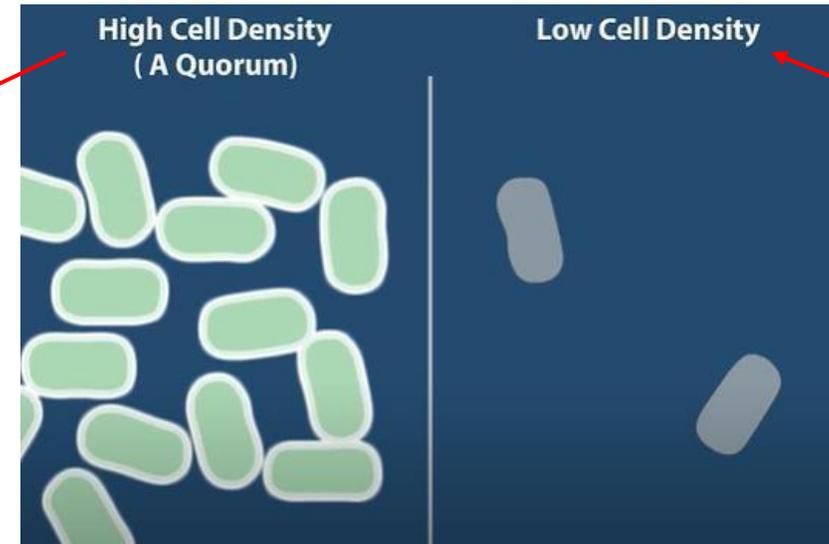
Les cellules productrices de la lumière, dans les photophores, n'appartiennent pas à la seiche : ce sont des bactéries symbiotiques de l'espèce *Vibrio fischeri*, capables de bioluminescence. Ces bactéries augmentent la probabilité de survie de la seiche qui les héberge et son succès de reproduction. Et de cette manière les bactéries augmentent leur propre probabilité de survie et celle de coloniser une autre seiche (relation symbiotique),

Mécanismes moléculaires

1- Exemple du QS chez la bactérie *Vibrio fischeri*



Cas 02:
bactéries
lumineuses
à l'intérieur
de l'animal



Cas 01:
bactéries
non
lumineuses
dans l'eau à
l'extérieur
de l'animal

Les bactéries *V. Fischeri* sont attirés vers les organes photophores du calamar grâce à une substance (mucus) secrétée par l'animal. Les bactéries entre ensuite à l'intérieur des organes photophores où elles se multiplient et émettent une lumière fluorescente

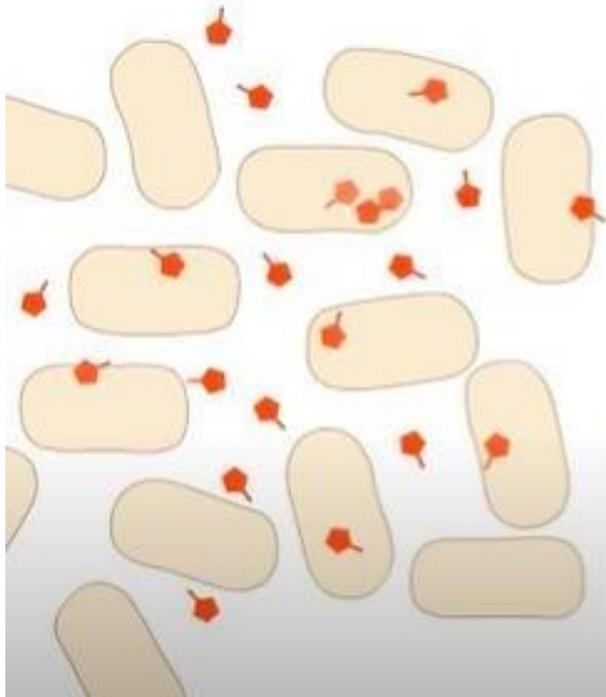
Les gènes nécessaires à la production de lumière sont désactivés lorsque les densités cellulaires bactériennes sont faibles (**Cas 01**), comme dans l'eau de mer, mais s'activent dans des conditions de surpeuplement, comme dans l'organe lumineux du calamar (**Cas 02**), lorsque suffisamment de cellules sont réunies.

Question: Comment les cellules savent-elles qu'elles ont atteint un nombre suffisant d'individus dans leur population?????

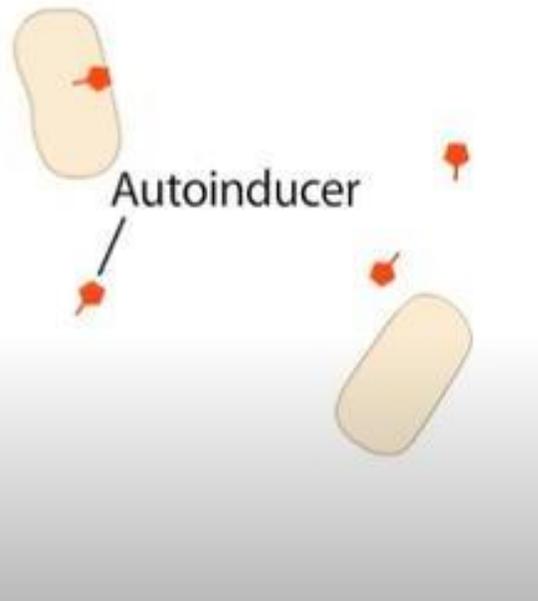
Mécanismes moléculaires

1- Exemple du QS chez la bactérie *Vibrio fischeri*

Concentration cellulaire
élevée

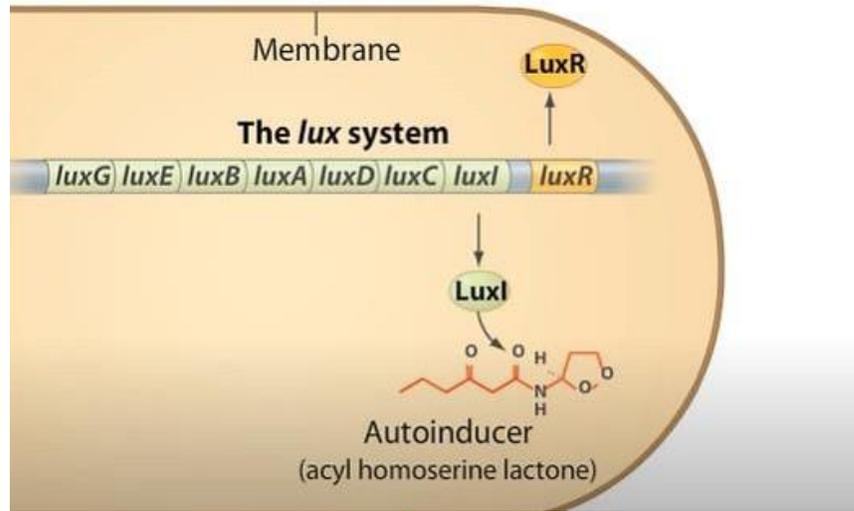


Concentration cellulaire
faible



Réponse : Ce phénomène est appelé Quorum Sensing
Les bactéries synthétisent et secrètent une molécule chimique appelée **autoinducteur**. Lorsque la population est de faible nombre cet autoinducteur est de faible quantité est donc il est sans effet, mais plus les bactéries se multiplient plus l'autoinducteur s'accumule et plus il est probable qu'il rentre dans les cellules et déclenche la réponse de luminescence

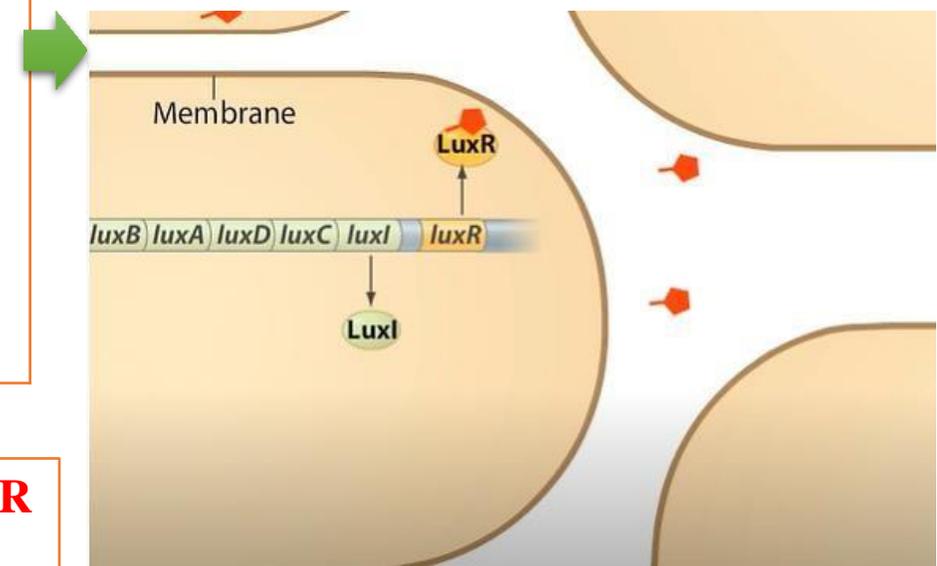
Dans le cas d'une faible concentration bactérienne



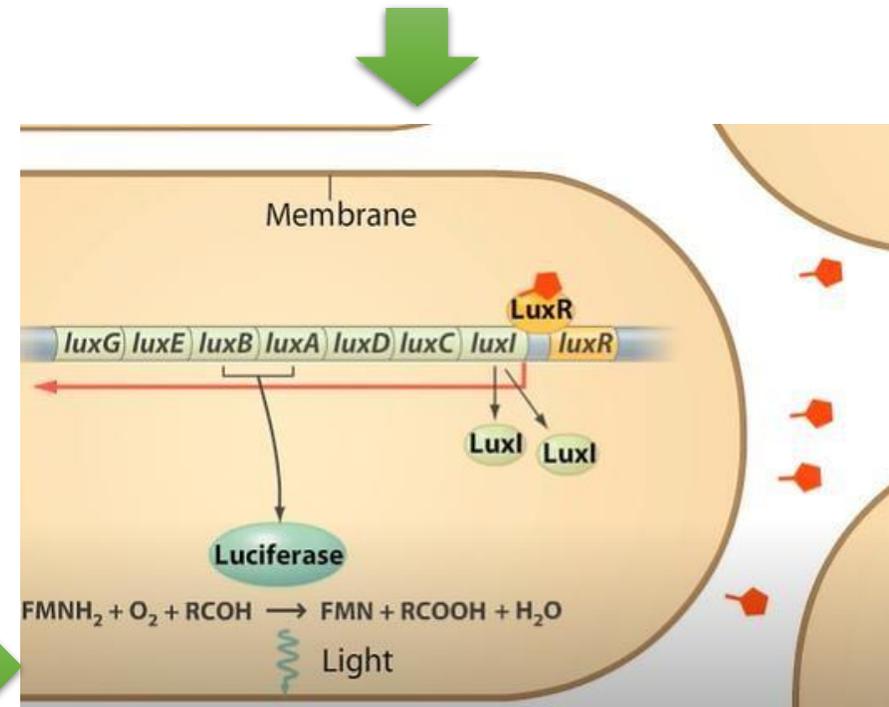
Les gènes Lux sont initialement exprimés à un faible niveau basal conduisant à la production d'un petit nombre de protéines Lux, dont **LuxI** (une enzyme) et **LuxR** (un régulateur transcriptionnel), LuxI synthétise l'autoinducteur qui, dans le cas de *Vibrio*, est appelé acyl homoserine lactone AHL, l'autoinducteur se diffuse rapidement hors de la cellule, généralement sans possibilité d'interagir avec l'opéron (car il est de faible quantité)

Lorsque l'auto-inducteur est à une **concentration élevée** à l'extérieur de la cellule, un certain nombre de ces molécules sont capables de réintégrer les cellules et de se lier à la molécule **régulatrice LuxR**.

Dans le cas d'une concentration bactérienne élevée



Le **complexe autoinducteur-LuxR** se lie à l'opéron et **active** la transcription des gènes cibles, ainsi plus de *luxI* et plus d'auto-inducteurs sont produits, ce qui augmente encore l'expression de cet opéron. Parmi les gènes exprimés, *Lux A* et *Lux B* codent pour une enzyme appelée **luciférase**, cette enzyme catalyse une réaction d'oxydoréduction qui produit des produits chimiques oxydés et de la **lumière bleu-vert**.



2- Exemple du QS chez la bactérie à Gram négatif *Pseudomonas aeruginosa*: **Biofilm et facteurs de virulence**

Le système de QS de *P. aeruginosa* est composé de deux paires de gènes en tant que principaux gènes constitutifs. Une paire est constituée des gènes LasI et LasR, codant respectivement pour l'autoinducteur synthase C12-HSL et la protéine R. Une autre paire appelée Rhl est composée des gènes RhlI et RhlR, codant respectivement pour la synthase et la protéine R. L'enzyme synthase de cette paire produit l'autoinducteur C4-HSL

