



2. LES BACTÉRIES DU SOL de l'espèce *Myxococcus xanthus* vivent en petits groupes d'individus tant que les ressources alimentaires sont suffisantes. Lorsque celles-ci s'amenuisent et que les cellules commencent à souffrir d'inanition, elles signalent leur détresse en sécrétant une substance chimique nommée facteur A. Une faible concentration en facteur A (a) n'a que peu d'effets sur une population bactérienne, mais lorsque cette concentration dépasse une valeur seuil (b), cette

concentration indique à la population qu'elle est en danger et incite les cellules bactériennes à se regrouper (c) pour former un corps fructifère (séquence de microphotographies sur la page suivante). De tels corps fructifères contiennent jusqu'à 100 000 spores, qui résistent à un manque de nourriture. Ces spores sont alors transportées en bloc par le vent ou par un animal vers des zones plus favorables, où elles peuvent germer et établir une nouvelle colonie.

les cellules et les spores bactériennes sont de taille microscopique, les corps fructifères sont suffisamment gros pour être vus à l'œil nu ; ils se présentent sous l'aspect de points brillants, jaunes, rouges ou verts, qui couvrent la végétation en décomposition ou l'écorce des arbres.

Certaines de ces structures sont si complexes que les myxobactéries furent un temps considérées comme des champignons, organismes de rang supérieur dans l'échelle de l'évolution. Les corps fructifères permettent à des milliers de spores – des cellules à paroi épaisse, résistant à la chaleur, à la dessiccation et au jeûne prolongé – d'être entraînées par le vent, par l'eau ou par des animaux de passage vers des lieux plus cléments, où elles établiront de nouvelles colonies.

Aussi étrange que cela paraisse, la plupart des cellules qui participent à l'élaboration des corps fructifères semblent se sacrifier pour assurer la formation de spores qui survivront et se reproduiront.

Depuis dix ans, les biologistes étudient certains signaux chimiques qui commandent la formation des corps fructifères chez une bactérie fascinante : *Myxococcus xanthus*. Après quatre heures de jeûne, les cellules en forme de bâtonnet de *Myxococcus xanthus* migrent de différents endroits de la communauté bactérienne et se rassemblent en des foyers. Quelque 100 000 cellules bactériennes s'accumulent ainsi en chacun de ces points de rassemblement et forment un monticule doré (*xanthus* signifie « doré ») qui peut atteindre un dixième de millimètre de hauteur, soit l'épaisseur d'un cheveu. Une vingtaine d'heures après le début du jeûne, certaines cellules de ce monticule commencent

à se différencier en spores, et l'assemblage de la structure est complet au bout de 24 heures.

Des facteurs commandent l'agrégation

Le facteur A et le facteur C sont deux des messagers chimiques les mieux connus de ceux qui commandent la formation des corps fructifères chez *Myxococcus xanthus*. Le facteur A permet aux cellules bactériennes de s'agréger en foyers, et le facteur C les aide à terminer leur agrégation et à former des spores.

Comme l'auto-inducteur et les autres lactones de l'homosérine, le facteur A est un signal de concentration de cellules. Il est libéré dans l'environnement immédiat des cellules et ne commande l'agrégation que lorsqu'un seuil de concentration est atteint. Il constitue une sorte de signal d'alarme, émis par les cellules qui souffrent d'inanition. Quand peu de bactéries s'assemblent, sa concentration moyenne reste faible, et la population bactérienne en déduit que l'environnement contient assez de ressources alimentaires pour assurer la croissance des cellules sous leur forme individuelle. En revanche, quand un nombre suffisant de cellules émettent ce signal, sa concentration avertit l'ensemble de la communauté bactérienne qu'elle est en danger et que le rassemblement en corps fructifères s'impose. La régulation est précise : le nombre de cellules qui doivent sécréter le facteur A pour déclencher l'agrégation en un corps fructifère correspond au nombre minimal de cellules nécessaires à la formation d'un corps fructifère mature, qui produira des spores.

Le facteur C, qui est une petite protéine, intervient après que le manque

de substances nutritives a été évalué et reconnu, et que le phénomène d'agrégation a commencé. Contrairement au facteur A, il reste lié à la cellule qui l'a synthétisé et dépasse de la surface. Un tel message n'est transmissible qu'entre des cellules mobiles. Pourquoi cette particularité ? Parce que cet organisme doit être transporté vers les milieux où il dispose de nourriture. La probabilité qu'un corps fructifère soit emporté et qu'il établisse une nouvelle colonie florissante est d'autant plus élevée que les spores sont nombreuses et que leur densité dans un corps fructifère est grande. Pour que des cellules puissent s'entasser de manière aussi compacte que possible, elles doivent se toucher par leurs côtés et par leurs pointes ; ces contacts ne peuvent s'établir sans mouvements.

Une fois les cellules alignées, le facteur C qui dépasse de la surface des cellules en contact informe les autres cellules de la réussite de l'opération. Lorsque le message dû au facteur C est intense, la communauté bactérienne sait qu'elle a atteint une densité maximale. Les cellules s'immobilisent alors et activent les gènes de formation des spores.

Une autre transmission importante de signaux a été mise en évidence chez d'autres bactéries du sol, les streptomycètes. Ces dernières sont la source de nombreux antibiotiques et de divers médicaments, tels que l'ivermectine (qui tue les parasites) et le FK506 (qui évite les rejets de greffe). Ce sont aussi ces micro-organismes qui donnent aux forêts leur bonne odeur de terre.

Les colonies de streptomycètes poussent en formant un réseau composé de longues cellules en forme de fibre, ou hyphes, qui ressemblent beaucoup à certains champignons fila-