

Modélisation, microbiote et Salmonellose

Présentation de la modélisation

Ce modèle, comporte 4 types d'agents :

- des nutriments, représentés par des points noirs
- des bactéries non pathogènes représentées par des cercles verts
- des bactéries pathogènes (Salmonelle par exemple) représentées par des cercles rouges
- quelques phagocytes (globules blancs détruisant les bactéries pathogènes, représentés par des carrés violets

Son fonctionnement s'appuie sur 3 règles :

- afin de modéliser le fait qu'une bactérie ait besoin de croître avant de pouvoir se diviser, on définit la règle algorithmique suivante :
"bactérie + nutriment => bactérie + bactérie"
- afin de modéliser la phagocytose, on définit la règle algorithmique suivante :
"phagocyte + bactérie pathogène => phagocyte"
- afin de modéliser le fait que les nutriments soient renouvelés en permanence, on définit la règle algorithmique suivante : "à chaque tour il y a une probabilité qu'un nutriment apparaisse sur une case"

Toutes les bactéries ont besoin de nutriments pour croître. Ainsi les bactéries non pathogènes sont en compétition avec les bactéries pathogènes pour l'accès aux nutriments.

Hypothèse : par cette compétition, plus les bactéries non pathogènes du microbiote sont nombreuses, moins les bactéries pathogènes peuvent se développer et déclencher une maladie.

Tester cette hypothèse grâce à la modélisation en jouant sur les paramètres : nombre de bactéries non pathogènes de départ, quantité de nutriments, etc.

The image shows two panels from a simulation software interface. The left panel, titled "Agents (entités) :", lists four agent types: "Nutriment", "Bactérie non pathogène", "Bactérie pathogène", and "Phagocyte". Below the list are several actions: "Ajouter un agent", "Supprimer cet agent", "Modifier cet agent", "Placer cet agent", "Introduire cet agent", and "Dépeupler cet agent". At the bottom, there are two checked checkboxes: "Légende : [checked]" and "Effectif : [checked]". The right panel, titled "Modification d'un agent", shows configuration for a "Bactérie non pathogène". It includes fields for "Nom de l'agent", "Apparence" (set to "Cercle"), "Couleur" (a green color swatch), "L'agent est mobile" (checked), "Probabilité de déplacement par tour (en %)" (set to 5), "Demi-vie (en nombre de tours, 0 = infini)" (set to 200), "Mode de placement" (set to "Automatique (aléatoire)"), and "Nombre d'agents de ce type au démarrage" (set to 30, which is highlighted with a red box). At the bottom of the right panel are two buttons: "Appliquer" and "Annuler la modification". Blue arrows point from the "Modifier cet agent" and "Dépeupler cet agent" options in the left panel to the configuration panel on the right.

Documents d'application de la modélisation

Document 1 : Une famille de bactéries responsable des salmonelloses (source institut pasteur)

Les salmonelloses sont des maladies provoquées par des entérobactéries du genre *Salmonella*. La plupart des *Salmonella* sont hébergées dans l'intestin des animaux vertébrés et sont le plus souvent transmises à l'homme par le biais d'aliments contaminés. En pathologie humaine, les salmonelloses comprennent deux principaux types d'affections : gastro-entérites et fièvres typhoïde et paratyphoïdes. Les personnes les plus fragiles peuvent succomber à ces infections.

De nombreuses études ont été menées pour comprendre les mécanismes de contamination et de résistance à ces entérobactéries.

Document 2 : Le microbiote intestinal : Une piste sérieuse pour comprendre l'origine de nombreuses maladies (source Inserm)

Notre tube digestif abrite pas moins de 10^{12} à 10^{14} micro-organismes, soit 2 à 10 fois plus que le nombre de cellules qui constituent notre corps. Cet ensemble de bactéries, virus, parasites et champignons non pathogènes constitue notre microbiote intestinal (ou flore intestinale).

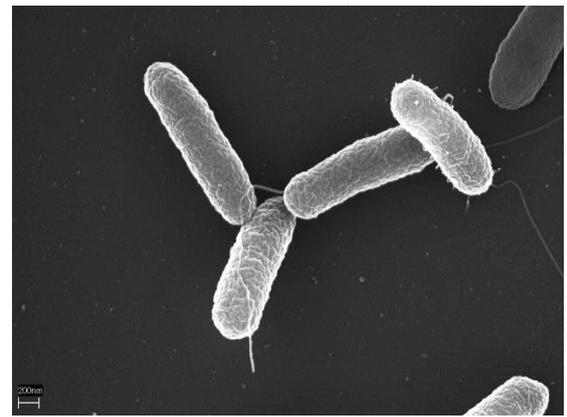


Figure 1 Des salmonelles *Salmonella typhimurium*, observées au microscope électronique. La barre d'échelle indique 200 nms : chaque bactérie mesure donc environ 2 μ m.

Son rôle est de mieux en mieux connu et les chercheurs tentent aujourd'hui de comprendre les liens entre les déséquilibres du microbiote et certaines pathologies, en particulier les maladies auto-immunes et inflammatoires.

Document 3 : Infection par *Salmonella* sp avant et après un traitement antibiotique

Nombre de salmonelles inoculées par voie orale	Lot 1 : souris témoins	Lot 2 : souris traitées à la streptomycine (antibiotique)
10^7	100 %	100 %
10^6	50 %	100 %
10^5	33 %	100 %
10^4	27 %	100 %
1000	15 %	100 %
100	1,5 %	83%
10	0 %	56%

Tableau donnant le pourcentage de souris infectées par *Salmonella typhimurium* en fonction du nombre de bactéries ingérées.

Les résultats sont donnés pour deux lots différents de souris. Le 1^{er} lot n'a pas reçu de traitement antibiotique (témoin), le 2^{ème} lot a reçu au préalable, par voie orale un traitement antibiotique qui a détruit une grande partie de son microbiote.

D'après Miller CP et al., *Trans Am Clin Climatol Assoc.* 1957

Activité : expliquer la résistance aux salmonelles à partir des documents et de l'hypothèse testée avec la modélisation, utiliser le modèle numérique pour mettre en évidence les relations existantes entre ces microorganismes.

A partir de l'explication précédente, expliquer le lien entre antibiotique et infection à la salmonellose observée dans le document 3.

Lien vers le modèle <https://www.pedagogie.ac-nice.fr/svt/productions/edumodeles/algo/index.htm?modele=microbiote2bact>