

Pathogènes, eau et sol : la convergence

Dans la ceinture intertropicale, le sol offre les conditions favorables au développement de pathogènes pour l'homme. Devant le rejet massif des eaux usées et le changement d'usages des terres à l'œuvre, le jeu d'interaction entre ces organismes du sol et l'homme s'intègre dans les enjeux de santé publique.

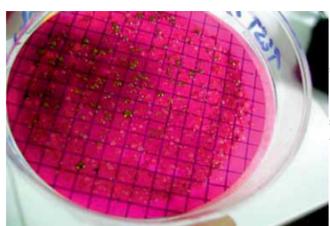


Jeux d'enfants dans un ruisseau fortement contaminé par des pathogènes bactériens, Laos. © IRD / O. Ribolzi

Un éden pour pathogènes

Le sol tropical est un petit paradis pour les bactéries d'origine gastro-intestinale ! En général, en dehors de notre intestin, la durée de vie de ces pathogènes n'excède pas cinq jours. À la latitude zéro, l'histoire diffère : le sol reçoit de grandes quantités de ces bactéries à travers le rejet des eaux usées non traitées et leur offre des conditions propices à leur survie ! « Les rives et les sédiments au fond des cours d'eau fournissent un espace de vie proche de celui de nos entrailles », souligne Olivier Ribolzi, hydrologue à l'IRD. Ces sols ont peu de lumière en raison d'une végétation dense, une faible teneur en oxygène, et une grande quantité de matière organique et sels nutritifs ». Dans cet environnement, les organismes tels qu'*Escherichia coli*¹ se maintiennent en vie, voire se multiplient².

Ce véritable eldorado pour pathogènes devient délétère pour l'homme en saison des pluies. « Les trombes d'eau sont hautement érosives, explique la microbiologiste Emma Rochelle-Newall. Elles embarquent avec elles de grandes quantités de sol jusqu'aux rivières et assurent la diffusion des bactéries sur de grandes distances ! ». Dans les cours d'eau, le débit augmente et remet en suspension le sédiment du fond, lui aussi chargé de bactéries. « Le phénomène se retrouve dans nombre de pays tropicaux où les sols ont connu une longue période de sécheresse et sont donc propices à l'érosion³ », poursuit Olivier Ribolzi. Au Vietnam par exemple, les pluies sont responsables de la contamination d'une grande partie des rivières avec plus de 10 000 bactéries d'*Escherichia coli* détectées dans 100 ml d'échantillon d'eau. Pour



Bactérie *Escherichia coli*.

comparaison, la réglementation française ne tolère aucun pathogène de ce type dans l'eau distribuée ! « D'autant que sa présence dans l'eau marque la présence de pléthore d'autres organismes de la même origine », relève Emma Rochelle-Newall. Devant le changement d'usage des terres à l'œuvre sous les tropiques, demain cette diffusion des bactéries pourrait s'amplifier. « Les monocultures remplacent de plus en plus les forêts », souligne Olivier Ribolzi. Cela facilite l'érosion des sols contaminés en saison des pluies ». En outre, le changement climatique laisse craindre une augmentation de l'intensité des précipitations dans cette région. Ces dernières devraient amplifier le phénomène d'érosion des sols contaminés et augmenter la quantité de bactéries fécales dans les cours d'eau, principaux moyens de diffusion des pathogènes. ●

1. La plus connue des bactéries intestinales rejetées.
2. J. Causse et al., *Journal of Hydro-environment Research*, 2015.
3. E. Rochelle-Newman et al., *Frontiers in Microbiology*, 2015.

Contacts

emma.rochelle-newall@ird.fr
UMR iEES (CNRS, UMPG, IRD, INRA, Université Paris Diderot, UPEC)
olivier.ribolzi@ird.fr
UMR GET (CNRS, IRD, UPS)

De sol et d'eau

Dans les pays du Sud, le sol est un réservoir à maladies car il est l'interface directe entre les populations humaines et leurs propres effluents », expose Marc Choisy, épidémiologiste à l'IRD. Sous l'action des pluies notamment, il contribue à l'apparition de vagues d'épidémies de diarrhées. De fait, 80 % d'entre elles résultent de l'ingestion d'une eau contaminée de bactéries présentes dans les eaux rejetées par l'homme dans le sol. « Ces pics de contamination tuent plus d'un million de personnes par an et sont la principale cause de mortalité infantile, relève le chercheur. Comprendre comment la dynamique de ces bactéries dans les sols est liée aux vagues d'épidémies de diarrhée est un enjeu de recherche majeur, cela permettra de mieux cibler les actions de prévention ». Le plus souvent, les épidémies de diarrhées se déclenchent en saison des pluies. « Lorsque ces précipitations surviennent, elles se déversent sur un sol très sec qui n'a pas vu une goutte d'eau en six mois mais s'est chargé en surface de matières fécales

humaines et animales, raconte Emma Rochelle-Newall. À l'image d'une chasse d'eau géante, elles lessivent ces sols et embarquent avec elles ces déchets organiques pour rejoindre les cours d'eau ». Elles contaminent alors les zones inondées, comme les deltas du Mékong ou du Bangladesh, et conduisent à des pics d'épidémies. « Les enfants ingèrent cette eau en la buvant directement ou simplement en jouant dans les cours d'eau, explique Marc Choisy. Les plus jeunes, de moins de cinq ans, sont les principales victimes car leur système immunitaire est encore assez naïf pour nombre de pathogènes diarrhéiques ». De façon paradoxale, plus à l'intérieur des terres, l'inverse se produit. Dans la région du Luang Prabang, au cœur du Laos, 70 % des épidémies interviennent en saison sèche. « Dans ces régions reculées, les conditions de vie sont différentes, explique Laurie Boithias. L'eau utilisée pour la consommation quotidienne est puisée en profondeur dans les nappes phréatiques. Elles ne sont pas contaminées de bactéries d'origine humaine et animale car celles-ci restent à la surface

du sol. Mais après quelques mois de sécheresse, les puits sont à sec et les riverains se mettent à prélever l'eau dans les zones contaminées » De telles observations ont aussi été rapportées en Afrique subsaharienne, dans le nord-est de la Thaïlande, aux îles Fidji ou au Népal.

En plus des bactéries, les eaux usées déversées sur ces sols tropicaux, sont aussi souvent chargées de résidus antibiotiques. « Les divers effluents chimiques industriels, agricoles et humains finissent fatalement dans le sol et les eaux qui peuvent les concentrer localement, explique Marc Choisy. Ils exercent ainsi une forte pression de sélection sur les gènes de résistance aux antibiotiques. Ceux-ci peuvent se transmettre entre bactéries en suivant la descendance mais aussi directement entre les bactéries d'une même communauté ». ●

Contacts

marc.choisy@ird.fr
UMR MIVEGEC (CNRS, Université Montpellier, IRD)
laurie.boithias@ird.fr
UMR GET (CNRS, IRD, UPS)

Mélioïdose dans les rizières

Si le sol des rizières abrite des milliers de microorganismes différents, il est surtout connu pour être le réceptacle d'une bactérie mortelle pour l'homme : la *Burkholderia pseudomallei*. « Ce pathogène cause la mélioïdose chez l'homme, une maladie émergente qui touche 165 000 personnes par an à travers le monde et provoque le décès de plus de la moitié d'entre elles¹ », rappelle David Dance, microbiologiste de l'université d'Oxford, en poste au Laos. La bactérie, originaire des sols tropicaux d'Asie du Sud-Est, semble

le plus souvent entrer en contact avec l'homme lors des activités rizicoles. « Le principal mode de transmission est l'inoculation du pathogène suite à des écorchures ou blessures lors du travail agricole car les paysans ne portent ni gants ni chaussures », souligne David Dance. Ainsi au Vietnam, au Laos ou encore en Thaïlande, la majorité des infections documentées sont associées au piquage du riz. Mais une question se pose : pourquoi ces sols sont-ils si particulièrement favorables au recueil de la bactérie ? Pour les scientifiques, une partie de

la réponse est qu'ils sont devenus des « anthrosols » tant ils sont modifiés de longue date par l'activité anthropique. « À force d'être beaucoup irriguées et travaillées par l'homme, ces terres induisent la solubilisation d'éléments essentiels pour *Burkholderia pseudomallei*, le fer en particulier », souligne Alain Pierret, biophysicien à l'IRD. Ajoutez à cela l'apport de matière organique liée aux engrais et vous obtenez les conditions idéales pour la bactérie ». Un autre facteur aggrave sa présence : les rizières se situent le plus souvent en aval des bassins versants.

Elles récupèrent ainsi le produit de l'érosion des sols situés en amont et la biodiversité microbienne qui l'accompagne !

La présence de bactérie, associée à la funeste mélioïdose, serait sous-évaluée dans les 45 pays où au moins un cas d'infection a été rapporté. Une récente étude soupçonne même son existence dans une trentaine d'autres pays ! « Devant la difficulté du diagnostic, des actions de sensibilisation sur les facteurs qui augmentent le risque d'exposition, liés au jeu d'interactions entre les caractéristiques du sol des rizières,

le régime hydrique et la présence de la bactérie, devraient être entreprises pour réduire l'incidence de la maladie », préconise David Dance. ●

1. D. Limmathurotsakul et al., *Nature microbiology*, 2016.
2. O. Ribolzi et al., *Environmental Science and Pollution Research*, 2016

Contacts

David Dance, david.d@tropmedres.ac
Lao-Oxford-Mahosot Hospital-Wellcome Trust Research Unit (LOMWRU)
alain.pierret@ird.fr
UMR iEES (CNRS, UMPG, IRD, INRA, Université Paris Diderot, UPEC)



Récolte de riz, Vietnam. © IRD / J.S. Fanchette