



HAL
open science

La microbiologie urbaine : un champ d'investigation en émergence

B Cournoyer, L Moulin, R Bouchali, C Mandon, J Toussaint

► **To cite this version:**

B Cournoyer, L Moulin, R Bouchali, C Mandon, J Toussaint. La microbiologie urbaine : un champ d'investigation en émergence. 2020. hal-03073940

HAL Id: hal-03073940

<https://hal.archives-ouvertes.fr/hal-03073940>

Submitted on 16 Dec 2020

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

La microbiologie urbaine : un champ d'investigation en émergence (B. Cournoyer¹, L. Moulin², R. Bouchali¹, C. Mandon³, et J. Y. Toussaint³)

¹UMR Ecologie Microbienne – Lyon (LEM), 69622 Villeurbanne ; ²R&D, Eau de Paris, 94200 Ivry Sur Seine ; ³UMR Environnement, Ville, Société (EVS), 69362 Lyon

Sur plusieurs continents, les prédictions suggèrent une augmentation de 50 à 100% de la population urbaine donnant une estimation mondiale de 5 milliards d'humains localisés dans les agglomérations pour 2030. En ce qui concerne la microbiologie, les villes favorisent, en raison de leur densité et de la diversité d'humains et de non-humains qui y sont hébergés, des interactions et des mises en contact propices à la dissémination des micro-organismes, dont des formes pathogènes. Tout cela dans un contexte plus général du changement global. Le développement du domaine de la microbiologie urbaine apparaît donc, dans cette perspective, évident et ce texte vise à en expliquer brièvement les fondements.

Complexité des relations entre environnement urbain et microbiologie

Les activités urbaines (trafic automobile, activités industrielles, bâti, usages d'une multitude d'objets dans la vie quotidienne, pollutions et impacts liés aux animaux domestiques, commensaux, sauvages) exercent une pression importante sur le cycle de de l'eau, sur l'air ainsi que sur les sols urbains. Elles contribuent à l'émergence d'environnements originaux offrant de nouvelles opportunités au développement microbien. Par ailleurs, les êtres vivants qui participent à l'urbanisation constituent des vecteurs/hôtes importants pour de nombreux micro-organismes dont l'évolution est d'autant plus rapide que les échanges et forçages environnementaux augmentent (en nombre et en distance) et se mondialisent. Ces transformations induites par l'urbanisation ont ainsi des effets sur les microbiomes (i. e. totalité des composantes microbiennes d'un système structuré par les contraintes du milieu et les complémentarités métaboliques). Elles peuvent produire des opportunités de développement pour des espèces bactériennes exogènes aux systèmes initiaux e. g. bactéries pathogènes opportunistes de l'Homme, zoonoses ou microorganismes pouvant dégrader les hydrocarbures. La figure 1 illustre quelques relations entre des paramètres clés de l'Anthropocène et l'écologie des maladies infectieuses.



Fig. 1. Les facteurs clés de l'Anthropocène en relation avec les maladies infectieuses

Études scientifiques pionnières dans l'émergence du domaine de la microbiologie urbaine

Le domaine scientifique dédié à l'étude de la microbiologie urbaine est en forte expansion. Il a fait l'objet de plusieurs articles scientifiques significatifs dans les revues à fort facteur d'impact e. g. Bahcall

(2015. *Nature Reviews Genetics* 16: 194–195) mais également dans la presse grand public. Plusieurs projets de recherche ont été lancés depuis quelques années pour référencer les micro-organismes présents dans les villes occidentales, et leur dangerosité (Ehrenberg, 2015. *Nature* 522:399-400). Nous pouvons citer les travaux sur les fèces de rongeurs (*Rattus norvegicus*) qui ont permis d'observer des émissions importantes d'*Escherichia coli* producteurs de shiga-toxines, *Clostridium difficile*, et *Salmonella enterica*, mais également de *Bartonella* spp. et *Leptospira interrogans*, en ville (Firth et al. 2014. *mBio* 5, e01933-14). En 2015, une étude étatsunienne s'est attelée à faire l'inventaire des ADN bactériens présents dans le métro de New York (Afshinnekoo et al. 2015. *Cell Systems* 1:72-87). Ce travail a eu un impact médiatique important dans la mesure où la présence d'ADN bactériens appartenant à des groupes hautement pathogènes comme *Yersinia pestis* (agent de la peste bubonique) ou *Bacillus anthracis* (maladie du charbon) a été mise en évidence, et ce même si des réserves importantes concernant la méthodologie utilisée ont pu être exprimées. L'équipe de B. Cournoyer de l'UMR LEM a montré quant à elle une relation significative entre la présence de contaminants chimiques comme les HAP (hydrocarbures aromatiques polycycliques) et la diversité des microbiomes de dépôts urbains (Marti et al. 2017. *Sc. Reports*. 7: 13219). Des espèces pathogènes (opportunistes) comme *Pseudomonas aeruginosa* et *Aeromonas caviae* ont été retrouvées dans ces dépôts (Bernardin-Souibgui et al., 2018. *Env. Sc. Poll. Res.* 25: 24860–24881). L'équipe de L. Moulin (Eau de Paris) a observé que la quantité de virus humains présents au sein des cours d'eau d'Ile de France était relié à l'état sanitaire de la population (Prévost et al 2015, 2016). D'autres travaux de la même équipe se sont également attachés à décrire le « microbiote » global d'un réseau d'eau potable, et plus spécifiquement de la diversité microbienne intra-amibienne (Delafont et al 2014. *Env. Sc. Technol.* 48 : 11872-11882). Ces organismes unicellulaires eukaryotes se nourrissent de bactéries mais abritent également des formes bactériennes résistantes à la phagocytose. Les amibes participent ainsi dans notre environnement à la propagation de micro-organismes qui peuvent impacter la santé (légiionnelles, mycobacteries etc..). Les dispositifs de gestion des eaux en ville (systèmes d'infiltration, réseau d'eau potable et d'eaux usées) constituent donc des exemples de biomes fabriqués par l'Homme, et offrant des opportunités de développement pour les micro-organismes.

Perspectives

Il n'y a pas, à ce jour, de publications significatives confrontant les regards entre les domaines de la sociologie urbaine, de l'écologie microbienne, et de l'évolution des génomes bactériens. L'Ecole Urbaine de Lyon (EUL), le labex Intelligences des Mondes Urbains (IMU), l'ANSES via son programme « Environnement – Santé – Travail, l'ANR (Agence Nationale de la Recherche Française) et le CNRS via la « Mission pour les Initiatives Transverses et Interdisciplinaires » soutiennent les initiatives de recherche permettant de rapprocher ces différents domaines pour mieux répondre aux questionnements concernant l'incidence de la ville sur l'écologie et l'évolution des micro-organismes dont les problématiques d'épidémiologie et d'expologie.

Cette approche multidisciplinaire pourrait permettre d'expliquer les relations entre structure des microbiotes, et typologies urbaines des zones industrielles, commerciales ou résidentielles. Cette mise en relation pourrait permettre par ailleurs d'informer et de documenter sur les dangers d'expositions aux formes pathogènes ou de leur dérive génétique (émergence de nouvelles lignées suite à des gains de fonction comme la résistance aux antibiotiques ou biocides). Ces nouvelles connaissances pourraient en outre permettre de repenser certaines modalités de fonctionnement liées à la gestion de l'eau, des déchets, de la propreté urbaine, des activités de loisirs (baignade urbaines...) ou des espaces verts. Enfin, ce type de documentation pourrait participer à renouveler la conception et la fabrication des objets mobilisés dans la vie quotidienne urbaine.

Cette discipline est appelée à devenir un axe important de l'écologie urbaine.