Infocapi - juillet 2020

OCAPI

Le coronavirus s'est immiscé dans nos vies avec des conséquences extrêmement diverses et encore largement incertaines pour la suite. Nous espérons tout d'abord que cet Infocapi vous trouve en bonne santé, vous et vos proches, et que vous avez pu traverser les derniers mois avec sérénité.

Les enjeux de santé publique et de cohabitation avec les autres êtres vivants viennent d'être mis sur le devant de la scène. Leur acuité est très forte pour les systèmes alimentation/excrétion : toute la production et la transformation alimentaire reposent sur une collaboration avec d'autres organismes (les plantes cultivées, les animaux d'élevage, les bactéries du sol, les levures du pain, etc.). Notre processus digestif repose fondamentalement sur les milliers de milliards de micro-organismes que nous abritons dans nos intestins et que nous retrouvons dans nos matières fécales. Comment pouvons-nous construire des systèmes alimentation/excrétion qui soient salubres, c'est-à-dire qui permettent de préserver la santé humaine, et qui soient écologiquement soutenables ?

Les systèmes alimentation/excrétion actuels s'appuient sur de nombreuses pratiques de lutte contre le vivant, de purification par l'eau et de destruction par le feu, avec une visée souvent sanitaire : biocides, pesticides, antibiotiques, chasse d'eau, incinération, etc. Or nous constatons aujourd'hui que les conséquences environnementales négatives de ces pratiques peuvent aussi influer négativement sur notre santé. Prenons l'exemple de la toilette à chasse d'eau : évacuer les matières fécales des foyers par l'eau est usuellement considéré comme une pratique salubre. On enseigne dès leur plus jeune âge aux enfants que l'eau est un bien très précieux et, en même temps, que la propreté consiste à faire caca dans l'eau. Ne s'agit-il pas là d'un cas exemplaire de dissonance cognitive ?

Les matières fécales peuvent contenir des pathogènes : de nombreuses maladies se transmettent par la voie féco-orale telles le choléra, l'hépatite, la typhoïde ou plus communément la gastro-entérite (diarrhées). La communauté sanitaire française était ainsi formellement opposée au tout-à-l'égout au XIXe siècle au motif qu'il conviendrait de confiner des pathogènes et d'appliquer des gestes barrières plutôt que de les faire circuler activement et *in fine* de les transférer vers le milieu naturel. Les rivières françaises sont ainsi largement contaminées par les pathogènes fécaux humains depuis des décennies, grevant les multiples usages de l'eau (traitements pour produire de l'eau potable, transmission de gastro-entérite par les coquillages, baignades interdites, etc.). Santé Publique France relève plus de 20 millions de cas de gastro-entérites aiguës virales en France chaque année. Malgré tous les efforts investis dans le traitement de l'eau potable et des eaux usées, notre gestion des matières fécales reste peu salubre : c'est *a priori* via les mains, qu'en moyenne un Français sur trois chaque année est infecté par des pathogènes fécaux au point d'en être malade !

Les impératifs qui s'imposent aux systèmes alimentation/excrétion sont multiples et potentiellement contradictoires : recycler les nutriments humains, préserver les ressources en eau, assurer une gestion salubre des excréments, limiter les consommations d'énergie et les

émissions de gaz à effet de serre, proposer un cadre social juste, etc. Comme nous l'avait dit Ralph Otterpohl lors d'un voyage d'étude en Allemagne en 2017 : « *Je ne sais pas si l'assainissement conventionnel pourra devenir circulaire et à faible empreinte environnementale. Je ne sais pas non plus si l'assainissement par séparation à la source pourra résoudre tous les problèmes. Ce qui est sûr, c'est qu'il faut s'investir dans les deux domaines car en l'état actuel des potentiels de chaque système, il serait absurde de ne pas chercher à les faire progresser tous les deux* ».

Alors que la France est totalement dépendante d'importations de ressources fossiles situées à l'étranger pour sa production agricole et que le taux de recyclage des nutriments azotés humains est inférieur à 10%, elle doit progresser simultanément sur la circularité et la salubrité de ses systèmes alimentation/excrétion. Cet Infocapi et les nombreuses publications de ce semestre illustrent le travail mené dans le programme OCAPI et chez nos partenaires pour proposer des voies d'évolution des systèmes alimentation/excrétion adaptées à chaque territoire et visant la circularité, la salubrité, la convivialité, et la cohabitation consciente avec l'ensemble du monde vivant.

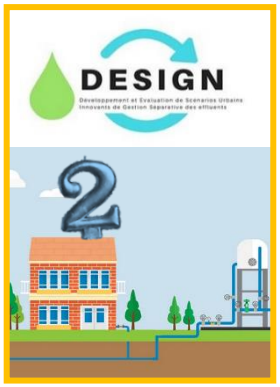
Équipe scientifique

Partenaires scientifiques, techniques et financiers

LES ACTUALITÉS DU PROGRAMME

Marine Legrand et coll.

Le projet DESIGN fête ses deux ans



Le projet de recherche **DESIGN** (Développer et Evaluer des Scénarios Innovants de Gestion séparative des effluents) fête ses deux ans. Financé par l'Agence Nationale de la Recherche, et coordonné par nos collègues du Toulouse Biotechnology Institute, ce projet de recherche explore la séparation sur plusieurs fronts à la fois : environnemental, technique, sociologique et économique. Notre équipe est plus particulièrement impliquée dans le troisième volet, qui a pour objectif de mesurer auprès d'usagers, de collectivités et professionnels de l'urbanisme, leur capacité d'appropriation de ces nouveaux dispositifs de gestion des excrétions humaines et des systèmes décentralisés. Retrouvez les enjeux en vidéo avec « **La ruée vers l'or jaune** », courte animation à revoir et diffuser largement !

Une thèse sur les voies de valorisation des matières fécales

Si le **volet agronomique d'OCAPI** s'intéresse aux urino-fertilisants depuis trois ans, les matières fécales n'y avaient pas encore été étudiées en détail. Pourtant, avec le papier toilette, les matières fécales représentent plus de la moitié du carbone aujourd'hui évacué dans les eaux usées domestiques. Elles contiennent aussi une grande quantité de micro-organismes qui se retrouvent aujourd'hui dans les eaux de surface et affectent de nombreux usages tels que la production d'eau potable, la baignade ou encore la conchyliculture. Le but de la thèse de Paul Minier sera de mener une évaluation comparative des impacts sanitaires et environnementaux du tout-à-l'égout et des différentes gestions des matières fécales par séparation à la source, déjà mises en œuvre ou envisageables. L'objectif à terme sera de proposer, en fonction des contextes, des filières salubres et circulaires de gestion des urines et des matières fécales humaines.

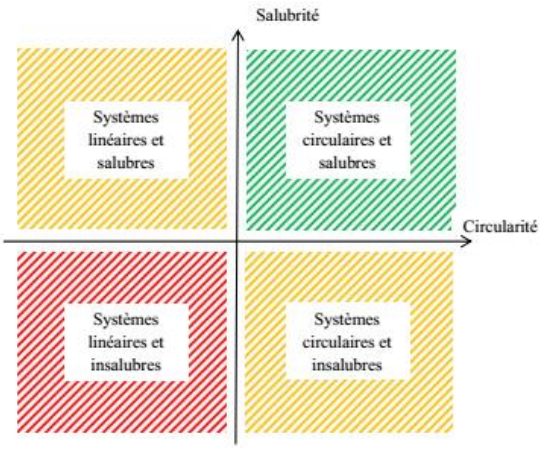
Offre de stage : déconnecter les toilettes de l'égout en Ile-de-France

La séparation à la source des eaux usées intervient déjà dans de nombreux contextes (assainissement non collectif, événementiel, etc.). Pour poursuivre son développement en Ile-de-France, nous sommes à la recherche d'un.e étudiant.e en bac+4 ou bac+5 à partir de septembre 2020. A partir d'une approche spatialisée, ce travail, mené avec l'appui de l'Agence de l'Eau Seine Normandie et en collaboration avec l'Institut Paris Région, permettra de situer et quantifier les flux pour lesquels le verrou sociotechnique du tout-à-l'égout n'existe pas ou pourrait aisément être levé, et constituera donc une étape vers la mise en œuvre de la séparation à la source des eaux usées au niveau régional. **Lien vers la fiche de poste.**

Salubrité des systèmes alimentation/excrétion

Dans la gestion des urines et matières fécales humaines, on peut en première approximation considérer que l'enjeu de circularité, c'est-à-dire le retour des nutriments aux sols agricoles, est principalement porté par les urines (trois quarts des nutriments excrétés environ) tandis que l'enjeu de salubrité est principalement porté par les matières fécales (véhicule majoritaire des pathogènes).

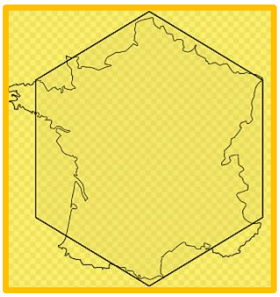
De nombreuses sociétés ont ainsi été circulaires et insalubres (intense recyclage mais transmissions de pathogènes) ou linéaires et salubres (prohibitions d'usage des excréments humains). Mais dans de nombreux cas, les restrictions d'usage des excréments humains ne signifiaient pas pour autant que leur gestion était salubre, ce qui conduisait à la double peine de systèmes linéaires et insalubres (ex. Paris début XIXe siècle). La séparation à la source de l'urine repose entre autres sur l'idée qu'on peut appliquer des modes de gestion différents à l'urine et aux matières fécales pour favoriser la circularité (salubre) des urines et la salubrité (circulaire) des matières fécales.



La transmission des pathogènes des matières fécales se fait par la voie dite féco-orale : des agents pathogènes présents dans les matières fécales finissent par être mis en contact avec la bouche d'un individu et peuvent le rendre malade. Le « diagramme-f », dû à Wagner & Lanoix (1958), résume les voies de transmission possibles : l'eau de boisson, les aliments, les mouches, les sols agricoles, le milieu naturel et les mains. Si les quatre premiers vecteurs sont plutôt relativement bien maîtrisés en France aujourd'hui, en revanche, les rivières de France sont très largement contaminées en micro-organismes fécaux et le vecteur « main » reste un vecteur important de transmission (gastro-entérites par exemple). On peut donc considérer que nos systèmes alimentation/excrétion actuels, en plus d'être largement linéaires et encore polluants, ne sont pas encore tout à fait salubres…

Pour aller plus loin, cf. la thèse de Fabien Esculier (en particulier les sections 2.2.2 « Salubrité des systèmes alimentation/excrétion », 3.1.2 sur les systèmes historiques et 3.2.3.3 sur le cas de la France aujourd'hui).

La recherche académique investit la séparation à la source des eaux usées



La séparation à la source émerge de plus en plus dans les institutions académiques françaises et ce, sur l'ensemble du territoire hexagonal. Si le programme OCAPI a comme premier terrain d'étude la métropole parisienne, l'Ile-de-France et le bassin de la Seine, des équipes de recherche situées dans différentes régions s'investissent aujourd'hui sur la thématique, notamment à **Toulouse** (**Toulouse Biotechnology Institute**, INSA – partenaire du projet DESIGN), **Montpellier** (**PReSTI, INRAE ; Institut Européen des membranes**), **Lyon** (**Reversaal, INRAE**), **Strasbourg** (**ENGEES**), etc. La valorisation agricole de l'engrais humain se situe d'ailleurs à l'interface entre l'IRSTEA et l'INRA qui ont fusionné cette année au sein de l'INRAe, partenaire du programme OCAPI via le projet Agrocapi. Le programme OCAPI a d'ailleurs progressivement étendu ses travaux aux différentes configurations d'habitat possibles et aux différents contextes territoriaux. Gageons que l'ensemble des régions de l'hexagone seront bientôt toutes représentées dans cet élan de la recherche publique pour la transition écologique dans la gestion de l'engrais humain !

APPEL A TEMOIGNAGES

Et vous, avez-vous déjà fait pipi dans votre arrosoir ?

En France, des personnes de plus en plus nombreuses tentent l'expérience d'utiliser leur propre urine comme engrais au jardin. Selon les témoignages déjà recueillis dans le cadre du projet « **Aux toilettes…et après ?** », **les motivations sont diverses :** retrouver des gestes simples et anciens, expérimenter, préparer l'avenir… Et vous, avez-vous déjà essayé ? Ou bien cela vous semble-t-il vraiment inapproprié ? N'hésitez pas à nous écrire pour partager vos expériences et débattre du sujet : **marine.legrand@enpc.fr**

Dans la bibliothèque d'OCAPI

De nouvelles lectures vous attendent sur les étagères de notre bibliothèque.

Esculier F., Barles S. 2019. **« Past and Future Trajectories of Human Excreta Management Systems: Paris in the Nineteenth to Twenty-First Centuries »**. In: *The Handbook of Environmental Chemistry*. Berlin : Springer, Heidelberg.

Brun., F. 2020. **« Vers un retour au sol des matières de toilettes sèches mobiles »**. *Environnement, Risques et Santé*, John Libbey Eurotext.

Les greniers d'abondance, 2020. **Vers la résilience alimentaire**. Guide à destination des collectivités locales. En particulier, la voie de résilience n°11 : « recycler massivement les nutriments », p.76 et suiv.

Pruvost-Bouvattier, M., Vialleix, M., Jovéniaux, A., Esculier, F., 2020 **« Valoriser l'azote et le phosphore de l'urine pour une meilleur sécurité écologique et alimentaire ».** Note rapide de l'institut Paris région n°858.

Billen, G. Esculier, F, Garnier, J, Le Noé, J. 2020. **Nourrir Paris en temps de crise … et après ?** The conversation.

Martin, T., Levavasseur, F. 2020. **De l'urine recyclée pour les futurs engrais**. The conversation.

…et toujours de nombreuses **reprises médiatiques**.