

POURQUOI N'Y A-T-IL PAS D'ACCUMULATION DE BOUES DANS LA TECHNOLOGIE AU COEUR DES SOLUTIONS SYSTEM O)) ?



On vous le répète depuis des années : les System O)) basés sur la technologie Advanced EnviroSeptic (AES) qui sont conçus, installés et utilisés conformément à nos guides, sont durables. La technologie existe depuis 1987. Nous constatons que ces installations de plus de 30 ans sont toujours fonctionnelles, en parfaite condition, et traitent les eaux usées avec la même efficacité qu'au départ. Deux phénomènes sont à l'origine de cette grande espérance de vie : la croissance contrôlée d'un tapis bactérien («biomat») due à l'aération combinée au traitement des eaux avant leur infiltration et une gestion naturelle des boues à l'intérieur des conduites. Pour ce second point, plusieurs mécanismes biologiques applicables à l'AES permettent d'expliquer un tel phénomène.

Figure 1. Intérieur d'une conduite ENVIRO-SEPTIC provenant d'un système en fonction depuis 15 ans.

ALTERNANCE DE CONDITIONS AÉROBIQUES – ANAÉROBIQUES

L'alternance entre des conditions aérobiques et anaérobiques dans le cadre du traitement des eaux usées est un mécanisme largement exploité dans les procédés visant la réduction de production de boues. Cette alternance permet de bouleverser le métabolisme des bactéries en obligeant, notamment, un changement dans le processus de respiration cellulaire. Un tel bouleversement oblige les bactéries à privilégier les voies cataboliques. Il s'agit de la dégradation de molécules pour assurer la maintenance et la survie, plutôt que les voies anaboliques associées à la biosynthèse qui est responsable de la production de boue. Ce phénomène est reconnu sous le nom de découplage métabolique. Il est l'un des principaux mécanismes impliqués dans la faible production de boues dans les fameux procédés « Oxic-Settling-Anaerobic » (OSA) (Prerot, 2020) (Khursheed,2015).

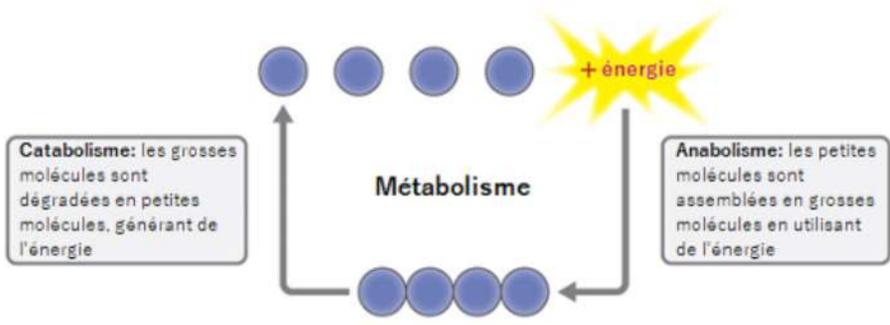


Figure 2. Comparaison entre les voies cataboliques et anaboliques (courses.lumenlearning.com)

Dans le cadre des systèmes avec des conduites AES, une alternance de milieu aérobique et anaérobique se produit plusieurs fois par jour, résultant en plusieurs découplages métaboliques. À chaque utilisation d'eau dans la maison, l'eau pré-traitée dans la fosse toutes eaux (anaérobique) s'écoule dans les conduites AES.

Selon le type d'alimentation, l'eau est plus ou moins agitée, permettant son aération partielle. Une portion de cette eau devient donc un milieu aérobique, où un premier découplage métabolique a lieu. À mesure que l'oxygène est consommé par les microorganismes, l'eau redevient d'ailleurs progressivement anaérobique. Ce n'est qu'à partir du moment où l'eau s'infiltre complètement dans le sable qu'une conduite AES passe en un milieu principalement aérobique grâce à la ventilation. Cela entraînant à nouveau un découplage métabolique chez les microorganismes toujours présents à l'intérieur et autour des conduites AES. Les polluants retenus sont désormais dégradés à l'aide des voies aérobiques. Et ce, jusqu'à ce qu'une autre arrivée d'eau partiellement anaérobique vienne changer l'environnement à l'intérieur de l'AES. Ainsi, un changement métabolique se produit chez les microorganismes, qui doivent encore une fois alterner vers leurs voies anaérobiques. Ce phénomène se produit donc à chaque entrée significative d'eau.

ALIMENTATION INTERMITTENTE

La fréquence d'alimentation de nutriments est également reconnue comme étant un facteur important dans la réduction de la production de boue. Un principe encourageant une alimentation intermittente avec jeûne force les microorganismes à emmagasiner de l'énergie, sous forme d'ATP. Alors qu'une méthode continue les incite à dépenser celle-ci pour la reproduction, selon le principe du découplage métabolique (Semblante et al., 2014). Durant les périodes de jeûne, comme les microorganismes sont limités aux substrats déjà assimilés (métabolisme endogène) dû à l'absence de nutriments externes, ils se concentrent sur les voies cataboliques pour maintenir leur processus de survie.

La technologie AES applique ce principe, particulièrement durant la nuit où les microorganismes subissent une longue période de jeûne. Cette période diminue la reproduction chez les microorganismes. Ainsi, les prochaines vagues d'alimentation seront majoritairement utilisées pour refaire les réserves énergétiques, diminuant encore une fois la production de biomasse. Ces jeûnes forcent à long terme la prédominance de microorganismes à croissance lente.

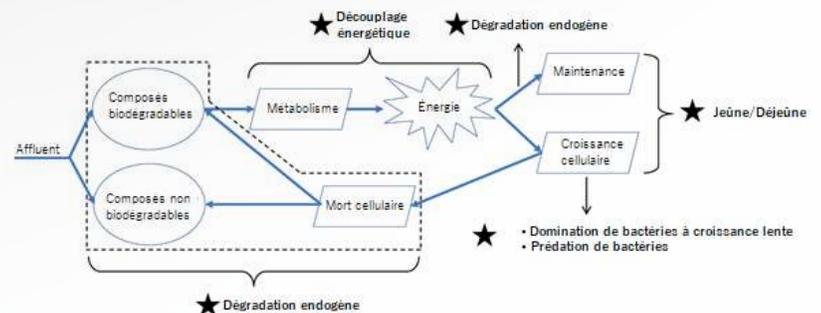


Figure 3. Impact des différents facteurs externes sur le métabolisme bactérien (Semblante et al., 2014)

PRÉDATION

La prédation est un principe courant pour réduire la production de boues dans les usines de traitement des eaux usées (Prorot, 2008) (Liang et al, 2006). Bien que les bactéries soient largement majoritaires dans les eaux usées de type domestiques, la présence d'autres microorganismes n'est pas négligeable. On retrouve ainsi en grande quantité de protozoaires, rotifères et nématodes, qui jouent tous un rôle significatif dans le traitement des eaux. Ces microorganismes se trouvent à un niveau supérieur aux bactéries sur le réseau trophique. En plus d'intégrer dans leur métabolisme les minéraux excrétés par les bactéries, ils se nourrissent également de bactéries autant viables que mortes.

Lorsqu'un transfert est effectué d'un niveau trophique à un autre, une réduction de biomasse vivante est observée. Sachant que les microorganismes se reproduisent de façon proportionnelle à la quantité de nutriments, un certain équilibre s'établit à l'intérieur du système, permettant une biomasse relativement stable. **De plus, la technologie AES est un écosystème complètement ouvert à la nature. Elle est accessible à une multitude d'organismes eucaryotes indigènes au système septique comme : des vers, des insectes ainsi que d'autres protozoaires (rotifères et nématodes).**

Ceux-ci participent donc de manière significative à la réduction de biomasse, soit par son transfert à des niveaux trophiques plus élevés dans la chaîne alimentaire, soit par l'intégration des minéraux excrétés dans leur cycles métaboliques.

ÉLIMINATION DES SOUS-PRODUITS MINÉRALISÉS

La minéralisation est un terme employé pour décrire la dégradation de la matière organique, laissant comme sous-produit de la matière inorganique appelée minéraux. Une accumulation de ces derniers peut être remarquée au fil du temps dans certaines conditions. Or, ce n'est pas le cas pour un système ouvert à l'environnement.

En effet, des sous-produits sous forme de minéraux sont excrétés lors de la biodégradation de la matière organique. On parle notamment de CO₂, de composés d'azote, de potassium, de phosphore et de différents métaux. Bien que ceux-ci ne soient pas nécessairement assimilés lors de la première minéralisation, ces composés demeurent toutefois accessibles. Ils sont même très utiles pour les différents organismes entourant l'écosystème dans lequel les conduites Advanced Enviro))Septic sont installées, comme expliqué ci-dessus dans « Prédation ». Ces minéraux sont redistribués à travers les cycles métaboliques des organismes (Prorot, 2008). Par exemple, les processus de nitrification et de dénitrification permettent aux composés d'être facilement digérés par les microorganismes, et ce, principalement par les multiples racines accédant aux conduites Advanced Enviro))Septic. Ces racines assimilent une grande partie du phosphore et du potassium qui se seraient eux-aussi accumulés sous forme de minéraux. De fait, l'azote, le phosphore et le potassium sont des éléments extrêmement importants pour la croissance des végétaux. À titre d'exemple, le phosphore est responsable d'environ 0,2 % de la masse d'une plante (Schachtman et al., 2020), et l'herbe peut assimiler jusqu'à 5 % de sa masse en potassium (Arienzo et al., 2009). La figure 1 est un excellent exemple de l'implantation de racines à travers le système. Avec les autres microorganismes naturellement présents dans les eaux et le sol, elles jouent un rôle essentiel dans le cycle de digestion des matières organiques et minéraux. Le schéma ci-dessous vulgarise le processus de minéralisation et d'assimilation des matières organiques et inorganiques qui se déroule naturellement dans les sols. De manière identique, ce processus est s'applique à la technologie Advanced Enviro))Septic.

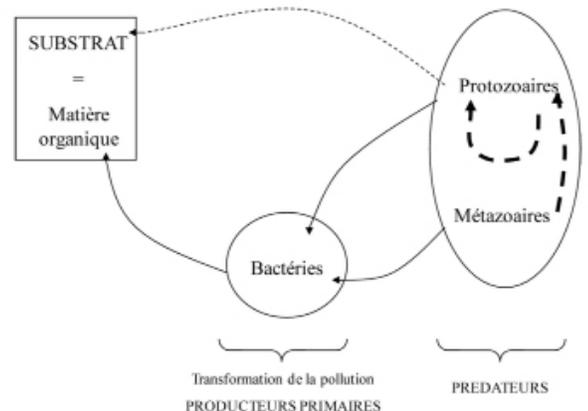


Figure 4. Schéma hiérarchisé des niveaux trophiques dans les eaux usées d'origine domestiques (Prorot, A., 2020.)

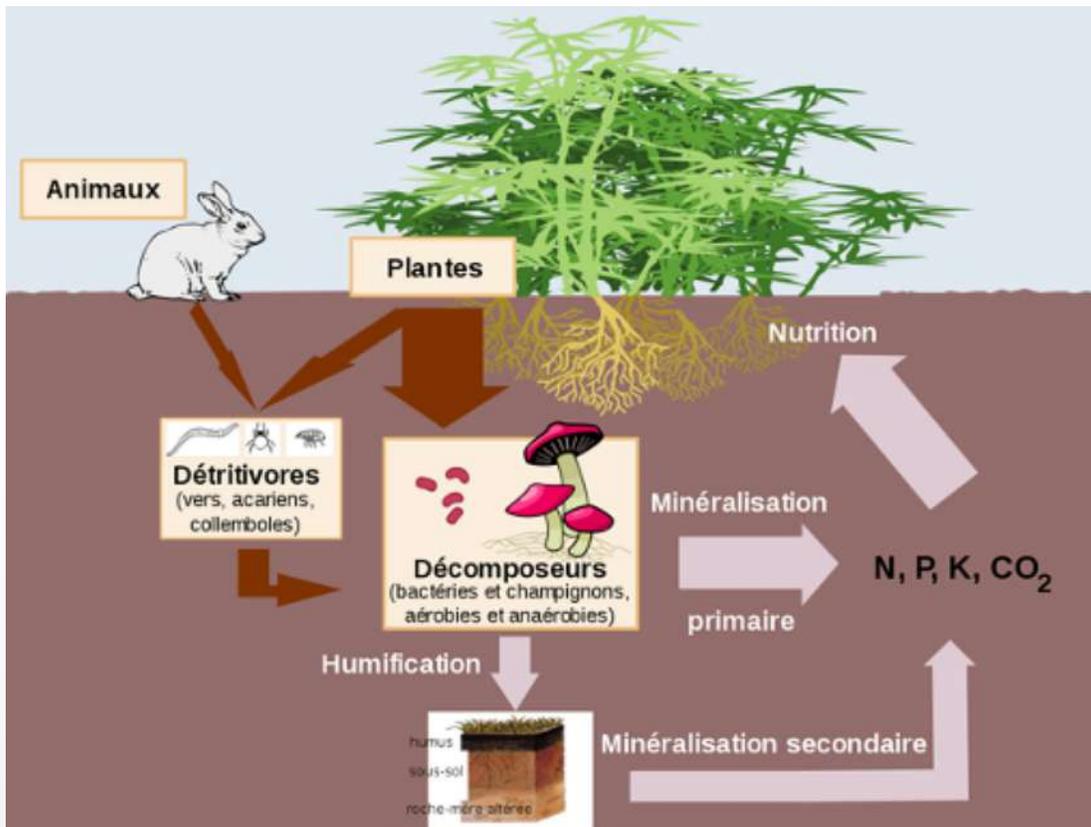


Figure 5. Processus de décomposition et de minéralisation (https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Cycle_azote_fr.svg)

EN CONCLUSION

Rien ne se perd, rien ne se crée, tout se transforme (Antoine Laurent Lavoisier). Cette fameuse citation résume à merveille ce qui se produit naturellement dans l'écosystème créé par les conduites AES. **Même si tous les systèmes de traitement des eaux créés des sous-produits, rare sont ceux qui sauront les réintroduire harmonieusement dans les cycles de la nature.**

Miguel Almassy Génie biotechnologique

Brydon Rodd, Biologiste environnementale

Cheikh Mor Mbacké, Génie chimique

Prorot, A., 2020. Approche comparative des effets microbiologiques et chimiques de traitements d'hydrolyse de boues urbaines dans le cadre de la réduction de leur production. Disponible à : <http://www.theses.fr/2008LIMO4063>.

Khursheed, A., Sharma, M., Tyagi, V., Khan, A. and Kazmi, A., 2015. Specific oxygen uptake rate gradient - Another possible cause of excess sludge reduction in oxic-settling-anaerobic (OSA) process. Chemical Engineering Journal, 281, pp.613-622.

Traduction de la figure tirée de : <https://courses.lumenlearning.com/microbiology/chapter/energy-matter-and-enzymes/>

Traduction de la figure tirée de : Semblante, G., Hai, F., Ngo, H., Guo, W., You, S., Price, W. and Nghiem, L., 2014. Sludge cycling between aerobic, anoxic and anaerobic regimes to reduce sludge production during wastewater treatment:

Performance, mechanisms, and implications. Bioresource Technology, 155, pp.395-409.

Liang, P., Huang, X. et Qian, Y. (2006) Excess sludge reduction in activated sludge process through predation of Aeolosoma hemprichi. Biochemical Engineering Journal 28: 117-122.

Schachtman, D., Reid, R. and Ayling, S., 2020. Phosphorus Uptake By Plants: From Soil To Cell. Disponible à : <http://www.plantphysiol.org/content/116/2/447#ref-36>

Arienzo, M., Christen, E., Quayle, W. and Kumar, A., 2009. A review of the fate of potassium in the soil-plant system after land application of wastewaters. Journal of Hazardous Materials, 164(2-3), pp.415-422.t

Processus de décomposition et de minéralisation. Disponible à : https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Cycle_azote_fr.svg