



On vous le répète depuis des années : les System O)) basés sur la technologie Advanced Enviro))Septic (AES) qui sont conçus, installés et utilisés conformément à nos guides, sont durables. La technologie existe depuis 1987. Nous voyons des systèmes installés il y a plus de 30 ans qui sont toujours fonctionnels, en parfaite condition, et qui 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 et au traitement des eaux avant leur infiltration, et une gestion naturelle des boues à l'intérieur des conduites. Sur ce dernier 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 de condition 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, soit 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 et est un des principaux mécanismes impliqués dans la faible production de boues dans les fameux procédés « Oxic-Settling-Anaerobic » (OSA) (Prerot, 2020) (Khursheed,2015).

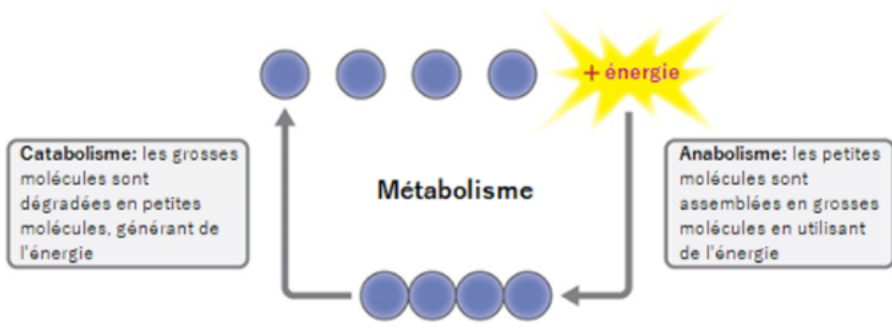


Figure 2. Comparaison entre les voies cataboliques et anaboliques (courses.lumenlearning.com)

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 quittant la fosse septique anaérobique est déversée dans les conduites AES.

Dépendamment du 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 devient un milieu principalement aérobique grâce à la ventilation, entraînant encore une fois 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 entrée d'eau partiellement anaérobique vienne changer à nouveau l'environnement à l'intérieur de l'AES. Par le fait même, un nouveau 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. En effet, une méthode encourageant une alimentation intermittente avec jeûne plutôt qu'une méthode continue pousse les microorganismes à emmagasiner de l'énergie, sous forme d'ATP, plutôt que de la dépenser pour la reproduction, toujours selon le principe du découplage métabolique (Semblante et al., 2014). Durant les périodes de jeûne, étant limités aux substrats déjà assimilés (métabolisme endogène) dû à l'absence de nutriments externes, les microorganismes se concentrent sur les voies cataboliques pour maintenir leur processus de survie.

Les systèmes basés sur la technologie AES appliquent également ce principe, particulièrement durant la nuit où les microorganismes subissent une longue période de jeûne. Non seulement cette période de jeûne diminue la reproduction chez les microorganismes, les prochaines vagues d'alimentation sont également majoritairement utilisées pour refaire les réserves énergétiques, diminuant encore une fois la production de biomasse. Les périodes de jeûne force également, à long terme, la prédominance des microorganismes mieux adaptés au type d'alimentation, c'est-à-dire à croissance lente.

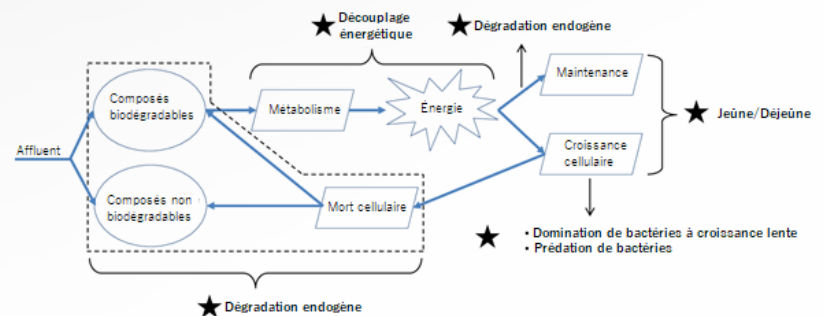


Figure 3. Impact des différents facteurs externes sur le métabolisme bactérien (Semblante et al., 2014)

PRÉDATION

La prédation est un principe de plus en plus appliqué dans le but de 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 prépondérantes dans les eaux usées de type domestiques, la présence d'autres microorganismes n'est pas négligeable. En effet, on retrouve également en grande quantité des protozoaires, rotifères et nématodes, qui jouent tous un rôle significatif dans un système de traitement des eaux. Ces microorganismes se trouvent à un niveau supérieur aux bactéries sur le réseau trophique; en plus d'intégrer dans leur métabolismes 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, on comprend donc qu'un certain équilibre s'établit à l'intérieur du système, permettant une biomasse relativement stable. **Un avantage à la technologie AES est qu'il s'agit d'un écosystème complètement ouvert à la nature. Une multitude d'organismes eucaryotes indigènes au système septique incluant des vers, des insectes ainsi que d'autres protozoaires, rotifères et nématodes accèdent aux conduites AES. 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. Certes, une accumulation de ces sous-produits pourrait être remarquée avec les années 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 et même très utiles pour les différents organismes entourant l'écosystème dans lequel les conduites Advanced Enviro))Septic sont installées, comme discuté dans la section « Prédation ». Effectivement, les 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 assimilables par les microorganismes, mais principalement par les multiples racines accédant aux conduites Advanced Enviro))Septic. Ces racines sont d'ailleurs responsables de l'assimilation d'une grande partie du phosphore et du potassium qui se seraient eux-aussi accumulés sous forme de minéraux. En effet, 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 d'ailleurs un excellent exemple de l'implantation de racine à travers le système, qui, avec les autres microorganismes naturellement présents dans les eaux et le sol, jouent un rôle extrêmement important de l'assimilation 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, et qui est aussi applicable de manière identique à la technologie Advanced Enviro))Septic.

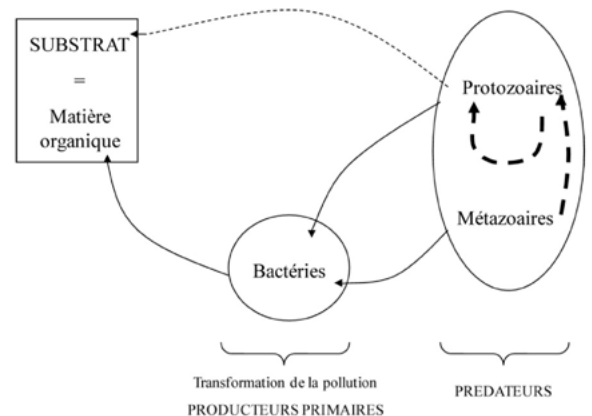


Figure 4. Schéma hiérarchisé des niveaux trophiques dans les eaux usées d'origine domestiques (Prorot, A., 2020.)

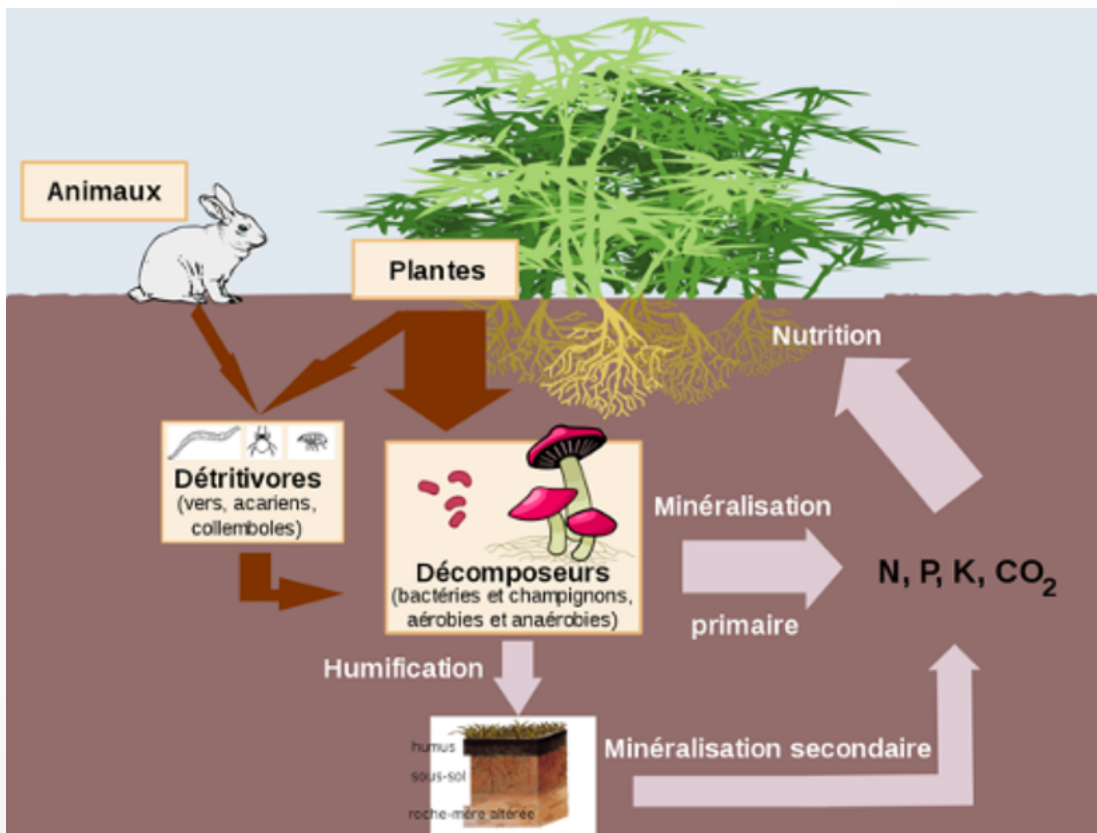


Figure 5. Processus de décomposition et de minéralisation (https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Cycle_azote_fr.svg)

EN CONCLUSION

Rien ne se perd, rien ne se crée, tout se transforme (Antoine Laurent Lavoisier). Cette fameuse citation résume parfaitement ce qui se produit naturellement dans l'écosystème créé par les conduites AES. **Certes, n'importe quel système de traitement des eaux produira des sous-produits; ce n'est cependant pas n'importe quel système qui saura les réintroduire harmonieusement dans les cycles de la nature.**

Miguel Almasy Génie biotechnologique

Brydon Rodd, Biologiste environnementale

Cheikh Mor Mbacké, Génie chimique

Prorat, 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