

ÉVALUATION DES IMPACTS ENVIRONNEMENTAUX DE SYSTÈMES D'ASSAINISSEMENT NON COLLECTIF

Résumé de l'étude

Note : aux fins du présent résumé la présentation des résultats est limitée aux impacts environnementaux évalués selon l'indicateur « changement climatique ». Toutes les données concernant les autres indicateurs feront l'objet de prochaines publications.

Objectifs

Les dispositifs d'assainissement non collectif (ANC) sont des technologies de traitement des eaux usées qui permettent de réduire les impacts des activités humaines sur l'eau pour les habitations non raccordées à un réseau public de collecte des eaux usées, qui desservent 15 à 20% de la population française. Cependant, la mise en œuvre et l'utilisation de ces technologies consomment des ressources, mobilisent des transports et génèrent des boues qu'il faut traiter.

Pour mieux connaître les impacts environnementaux sur le cycle de vie complet de ses systèmes, la société Premier Tech Aqua (PTA) a commandité la réalisation d'une analyse environnementale de sa technologie brevetée ECOFLO® (filtre compact à base de fragments de coco), de son système SOLIDO® (microstation de type SBR) et deux technologies dites traditionnelles, soit les massifs filtrants à base de sable (vertical non drainé et en terre) et ceux à base de zéolithe. L'étude a été réalisée par Mme Hélène Cruypenninck, consultante experte en Analyse de cycle de vie et le rapport final a fait l'objet d'une revue par un panel de trois experts externes indépendants (CSTB, ELYS Conseil, reinConsult). Cette étude, une première en France, correspond à l'aboutissement d'une année de travail, dans une volonté de faire progresser la profession sur l'importance de prendre en compte les impacts environnementaux sur le cycle de vie des produits, pour une évaluation plus complète des technologies d'ANC en cohérence avec les préoccupations du 21^e siècle.

Méthodologie retenue

Pour évaluer les impacts environnementaux sur le cycle de vie complet des produits, et tenir compte de la fin de vie des milieux filtrants et composants des systèmes d'ANC, la méthode d'Analyse de Cycle de Vie (ACV) décrite par la norme ISO 14 044 a été retenue : elle permet d'évaluer l'ensemble des prélèvements et rejets depuis et vers l'environnement à toutes les étapes du cycle de vie d'un produit, depuis l'extraction des matières premières jusqu'à la fin de vie. Pour déployer cette méthode, l'Unité Fonctionnelle retenue est de « Traiter les eaux usées de 3 habitants pendant un an conformément aux prescriptions réglementaires ». Des unités de traitement desservant 5 pièces principales (5EH) ont été considérées aux fins de l'étude comparative. Etant donnés les enjeux relatifs à l'ANC, les impacts potentiels ont été évalués selon les indicateurs suivants : *Changement climatique (GES), Epuisement des ressources minérales et fossiles, Acidification de l'air, Eutrophisation des eaux douces / des eaux marines et Oxydation photochimique (production d'ozone).*

Technologies étudiées

L'étude porte principalement sur trois dispositifs agréés d'ANC commercialisés par Premier Tech Aqua et sur trois systèmes dits traditionnels, décrits dans la réglementation :

- Filtre compact à fragments de coco en cuve polyéthylène, couplé à une fosse toutes eaux en polyéthylène de 3m³
- Filtre compact à fragments de coco en cuve béton, couplé à une fosse toutes eaux en béton de 3 m³
- Microstation de type SBR en cuve polyéthylène
- Filtre compact traditionnel à zéolithe en cuve polyester fibre de verre couplé à une fosse toutes eaux de 5m³ en polyester fibre de verre – système traditionnel

- Filtre à sable vertical non drainé couplé à une fosse toutes eaux polyéthylène de 3 m³ – système traditionnel (version du FAS requérant le moins de matériaux)
- Filtre à sable en terre couplé à une fosse toutes eaux en polyéthylène de 3 m³ – système traditionnel (version du FAS nécessitant le plus de matériaux).

Étapes du cycle de vie modélisées

Tel qu'illustré à la figure 1, l'Analyse de Cycle de Vie porte sur toutes les étapes du cycle de vie des systèmes d'ANC à l'exclusion des tuyaux de raccordement :

- Production des cuves : extraction des ressources naturelles, minérales et fossiles, production et transport des cuves et composants chez l'utilisateur.
- Production du milieu filtrant : extraction des ressources naturelles, minérales et fossiles, production et transport du milieu filtrant chez l'utilisateur.
- Installation et maintenance : excavation pour l'installation du système d'ANC, étapes de maintenance et de remplacement du milieu filtrant.
- Utilisation : consommation d'électricité le cas échéant, émissions atmosphériques liées à la dégradation de la matière organique contenue dans les effluents
- Gestion des boues : vidange, transport et gestion des boues produites.
- Fin de vie : transport, recyclage, valorisation ou enfouissement des cuves d'ANC et du milieu filtrant en fin de vie.
- Rejets dans le milieu naturel en sortie d'ANC : quantité de matière organique résiduelle dans l'eau en sortie de système d'ANC.

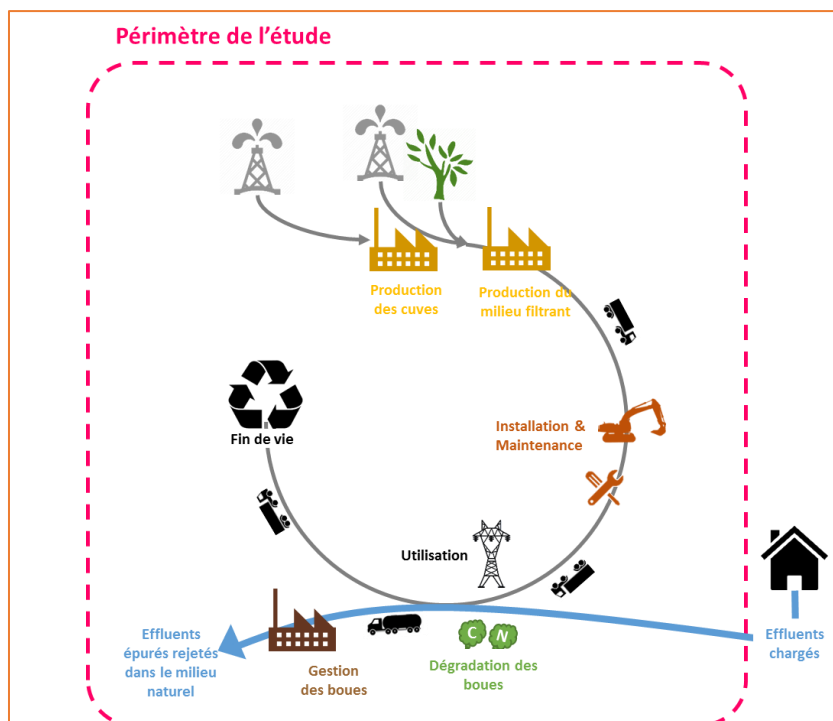


FIGURE 1 – PERIMETRE DE L'ÉTUDE

Autres éléments de méthodologie

Collecte des données et qualité

Les données concernant les technologies développées et fabriquées par PTA ont été collectées auprès des experts internes chez PTA. Pour les autres technologies étudiées, de nombreuses

informations ont été extraites des Documents Techniques Unifiés (DTU). Les données manquantes ont été identifiées dans la littérature. Dans quelques rares cas, des hypothèses ont dû être posées pour compléter les données.

Fin de vie des cuves et matériaux filtrants

Les systèmes d'ANC sont des produits ayant une longue durée de vie et lors de leur installation, il est difficile de connaître selon quelles(s) modalité(s) les composants seront gérés en fin de vie. Plusieurs options/combinaisons existent et c'est pourquoi le scénario de référence considère, de manière conservatrice, que l'ensemble des composants des filières d'ANC étudiées (cuves, pièces, pompes, milieu filtrant, etc.) est envoyé en centre d'enfouissement, à l'exception du sable et du gravier des filtres à sable verticaux enfouis qui sont laissés sur place en fin de vie. Toutefois, en analyse de sensibilité, les différentes options/combinaisons de gestion en fin de vie ont aussi été étudiées (ex : compostage des fragments de coco, de la zéolithe ou recyclage du sable en cimenterie) mais les résultats indiquent que ces différentes stratégies impactent peu le positionnement des technologies selon les différents indicateurs.

Durée de vie des matériaux filtrants

Les durées de vie des différents matériaux filtrants considérées dans le scénario de référence sont les suivantes : 12 ans pour les fragments de coco, 25 ans pour la zéolithe et 50 ans pour le sable filtrant avec remplacement de 50% du sable à deux reprises durant cette période.

Modélisation des processus biologiques

Lors du traitement des eaux, des réactions de dégradation et production de matière organique donnent lieu à des émissions azotées, carbonées et sulfurées durant leur utilisation, mais également lors du traitement des boues de fosses septiques. Un bilan carbone et azote a été établi sur la base d'essais sur les technologies commercialisées par PTA. Les émissions sulfurées n'ont pas été prises en compte dans le cadre de cette modélisation.

Les impacts du traitement des boues ont été modélisés sur la base d'un rapport publié par l'ONEMA, rapport ayant servi au développement de l'outil GESTAboues qui évalue les émissions de GES des filières de traitement et de valorisation des boues issues du traitement des eaux usées. Les processus de compostage ont quant à eux été modélisés sur la base d'une analyse bibliographique conduite par l'ADEME sur les émissions de GES des sites de compostage.

Principaux résultats sur l'indicateur *changement climatique*

La figure 2 présente une analyse comparative détaillée des impacts des différentes technologies sur l'indicateur *changement climatique*. Le graphique montre que les profils d'impact sur cet indicateur varient selon les technologies, soit de 52 kg eq CO₂ pour les filtres à base de fragments de coco en cuve polyéthylène jusqu'à 96 kg eq CO₂ pour le filtre à sable en terre sur une année de fonctionnement. Également, la contribution des différentes étapes du cycle de vie pour chaque technologie y est présentée. L'analyse de ces résultats permet de formuler les principaux constats suivants :

- La production des cuves a une contribution deux fois plus grandes sur cet indicateur pour les filtres à base de fragments de coco et à base de zéolithe comparativement aux filtres à sable et à la microstation, qui ne requièrent qu'une seule cuve ;
- La production des milieux filtrants incluant leur transport, de même que leur gestion en fin de vie constituent l'impact le plus important pour les filtres à sable ;
- Pour la microstation, les principaux contributeurs sur cet indicateur sont reliés à son utilisation (consommation électrique) et à la gestion des boues produites.

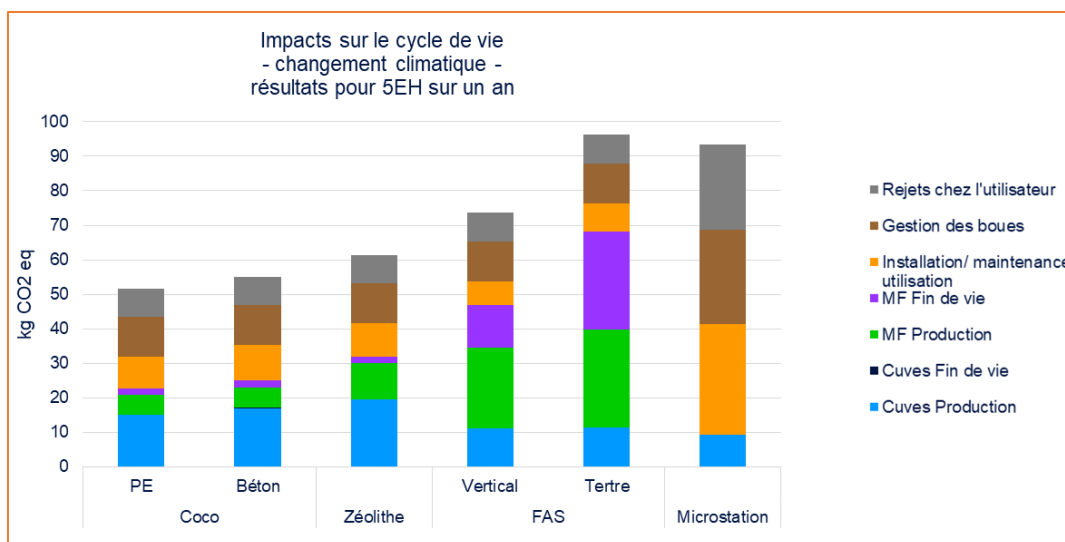


FIGURE 2 – ORIGINE DES IMPACTS ENVIRONNEMENTAUX DU SYSTEME A BASE DE FRAGMENTS DE COCO (CUVE EN PE)

L'impact plus important associé à la production du milieu filtrant à base de sable s'explique par la quantité importante de matériaux transportés pour assurer l'épuration des eaux usées (le poids du sable et du gravier étant 110 fois plus élevés que celui des fragments de coco). La figure 3 démontre bien la contribution du transport sur l'indicateur *changement climatique*. Bien que les matériaux de carrières ne parcourent que 33km en moyenne, leur impact sur l'indicateur *changement climatique* est plus de 4 fois supérieur à celui associé au transport des fragments de coco depuis le Sri Lanka, malgré la distance de 12 130 km entre les ports de Colombo et du Havre en France. Le transport maritime depuis le Sri Lanka jusqu'en France a peu d'impact sur le bilan de la production des matériaux filtrants, en raison du faible poids annuel de matériau filtrant et de la faible intensité des émissions CO₂/t.km de ce mode de transport, en comparaison au transport routier.

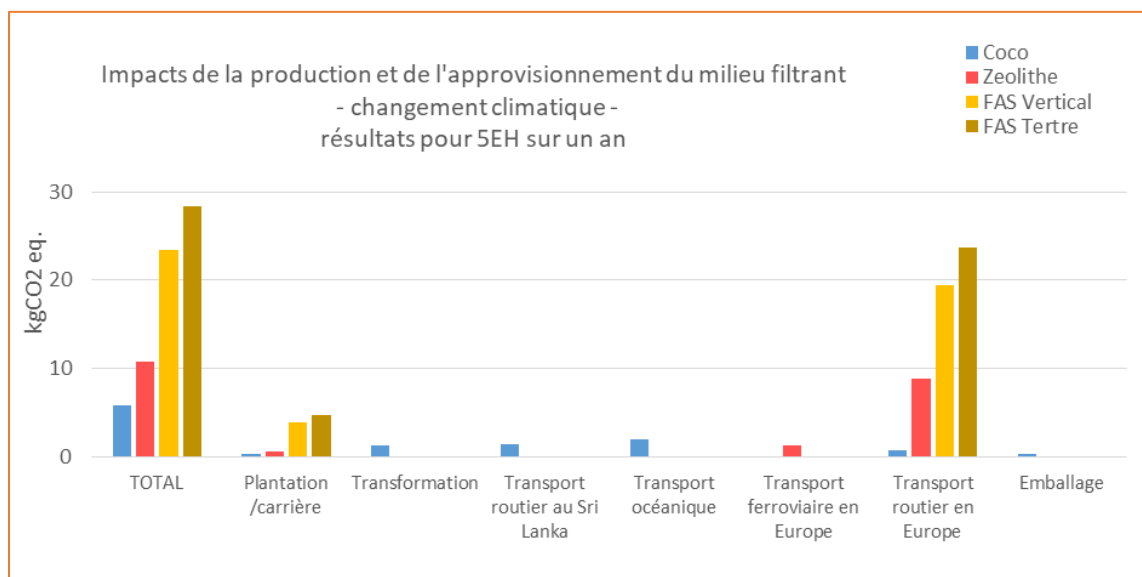


FIGURE 3 – IMPACTS ANNUELS DE LA PRODUCTION DES MATERIAUX DU MILIEU FILTRANT - INDICATEUR CHANGEMENT CLIMATIQUE

Notons finalement que pour la microstation de type SBR, l'impact se situe à 93 kg eq. CO₂ en raison principalement de la consommation d'énergie électrique, et ce, malgré l'opération intermittente du système d'aération (55% du temps total). Pour évaluer l'impact d'une aération en continue de 24h/jour sur l'indicateur *changement climatique*, une analyse a été réalisée en considérant la consommation moyenne d'énergie des microstations agréées nécessitant ce niveau d'aération. Les résultats indiquent une augmentation de l'impact sur l'indicateur *changement climatique* à 160 kg eq. CO₂ par année, soit 3 fois plus élevé que l'impact du filtre à base de fragments de coco.

Influence de la durée de vie des milieux filtrants

Au fil du temps, les milieux filtrants se chargent en matière organique, conduisant à une diminution de leur capacité de rétention. De plus, dans le cas des milieux filtrants organiques (fragments de coco) ceux-ci se dégradent. Pour le sable et la zéolithe, il existe peu de retour terrain publié sur la durée leur durée de vie.

Dans le scénario de base, les fréquences de remplacement ont été obtenues à partir de diverses publications et des échanges avec les experts de la revue critique. Etant donnée la contribution importante aux impacts de la production des matériaux de filtration et de leur transport vers et depuis le lieu d'installation du système d'ANC, une analyse de sensibilité a été conduite sur la durée de vie (ou fréquence de remplacement) de ces matériaux. Tel que mentionné précédemment, les analyses de sensibilité sur la durée de vie des milieux filtrants ont été basés sur les valeurs suivantes :

- Fragments de coco : 10-15 ans (12 ans dans le scénario de base)
- Zéolithe : 20-30 ans (25 ans dans le scénario de base)
- Sable filtrant : 1 à 3 remplacements de 50% du sable sur une période de 50 ans (2 remplacements de 50% dans le scénario de base soit à tous les 17 ans).

La figure 4 présente les résultats de l'étude de sensibilité de l'indicateur changement climatique à la fréquence de remplacement du milieu filtrant pour les technologies filtres à sable et à base de zéolithe en comparaison avec les filtres à base de fragments de coco. Les durées de vie ont été testées au-delà des plages de valeurs qui paraissent réalistes (partie des courbes en pointillés). La ligne bleue représente les impacts de la technologie à base de fragments de coco en cuve polyéthylène pour la durée de vie la plus faible (10 ans) tandis que pour la ligne verte les impacts de cette technologie tiennent aussi compte de l'incertitude de 15% associée à l'indicateur *changement climatique*.

L'analyse de ces résultats permet d'observer que les impacts des filtres à sable et à base de zéolithe sont sensibles à la fréquence de remplacement du milieu filtrant. Pour que ces systèmes soient au moins équivalents à la technologie fragments de coco en cuve polyéthylène, ce graphique montre qu'il faut des fréquences de remplacement des matériaux filtrants de :

- Filtre à sable vertical non drainé : 30 ans ou plus (remplacement de 50% du sable)
- Filtre à zéolithe : 32 ans ou plus
- Filtre à sable en terre : même avec une durée de vie du sable de 50 ans, ces technologies ont un impact toujours supérieur.

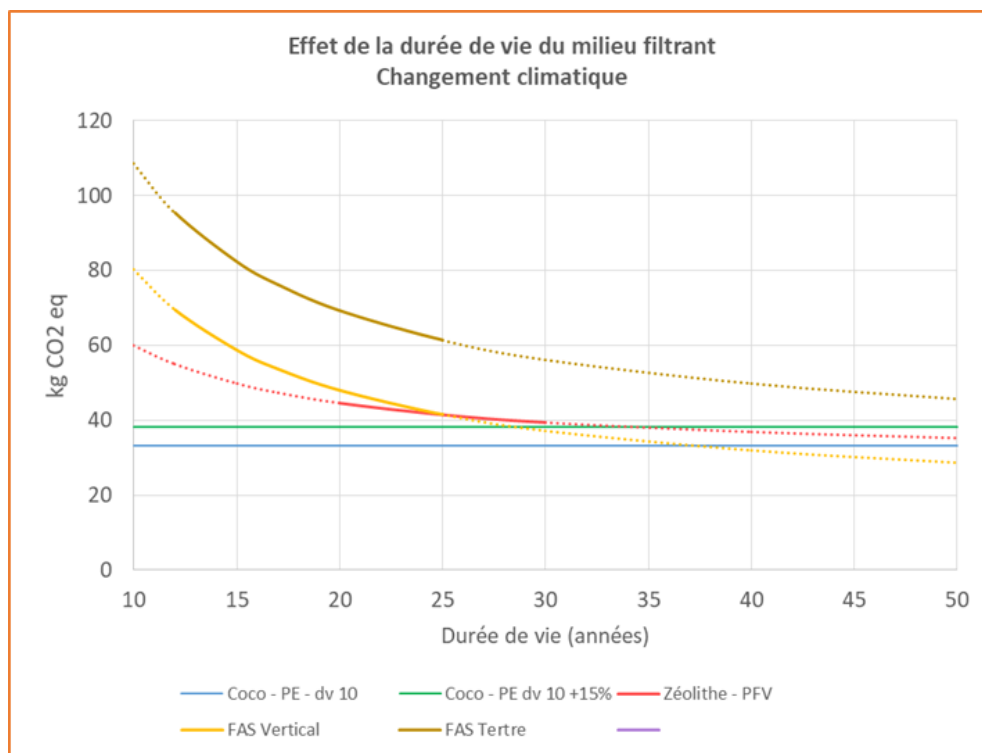


FIGURE 4 – ANALYSE DE SENSIBILITE : INFLUENCE DE LA DUREE DE VIE SUR L'INDICATEUR CHANGEMENT CLIMATIQUE

Conclusion

Cette étude, première du genre en France, a permis d'évaluer les impacts environnementaux de 6 technologies d'ANC de capacité 5EH selon la méthodologie de l'Analyse de Cycle de Vie. Sur l'indicateur *changement climatique*, le présent résumé a permis de mettre en évidence un impact environnemental moindre des technologies à base de fragments de coco. A l'exception de la microstation qui implique des remplacements des composantes électromécaniques, les technologies étudiées requièrent un remplacement (total ou partiel) périodique des matériaux de filtration. Cette fréquence de remplacement est aujourd'hui mal connue pour les filtres à sable. Une analyse de l'influence de cette fréquence de remplacement sur la comparaison entre les technologies montre que la fréquence de remplacement du sable doit être supérieure à 30 ans pour que l'impact du FAS non drainé sur l'indicateur *changement climatique* corresponde à celui de la technologie à base de fragments de coco sur ce même indicateur. Pour les FAS en terre, même avec une durée de vie du sable de 50 ans, l'impact de ce système sur ce même indicateur demeure supérieur à celui de la technologie à base de fragments de coco. Compte tenu de l'importance grandissante que la société actuelle accorde aux impacts environnementaux et de la variation importante de ces impacts observées entre les différentes technologies, ces informations devraient aussi être considérées dans l'évaluation des impacts globaux des technologies d'ANC.