

ACV PROCÉDÉS DE NETTOYAGE

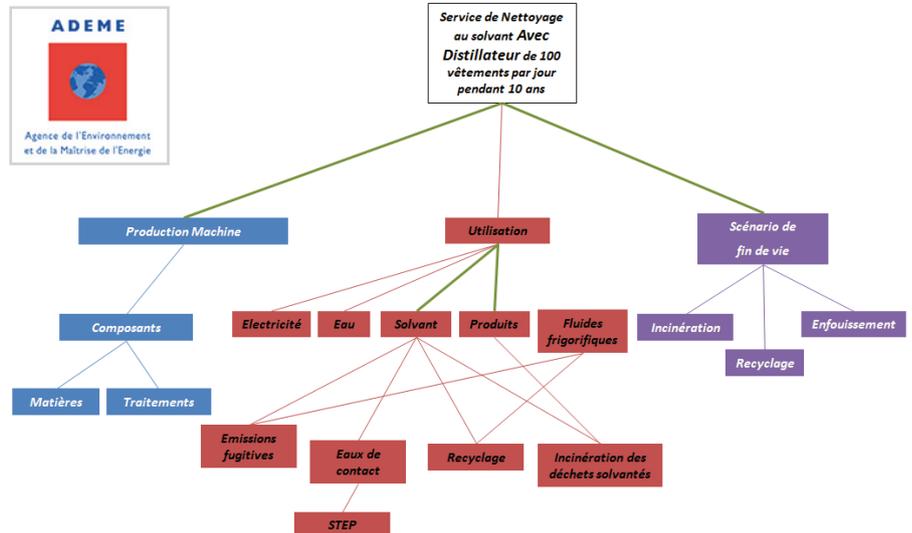
LE NETTOYAGE PROFESSIONNEL DES VÊTEMENTS ET ARTICLES TEXTILES.

Quelle empreinte écologique le nettoyage en pressing laisse-t-il sur notre planète ?

Qu'est-ce qu'un pressing écologique : vaste débat ! De façon pragmatique, comment quantifier les impacts environnementaux ? Depuis une trentaine d'année, des recherches ont été menées, et il existe aujourd'hui des normes (série ISO 14040) utilisées par tous les acteurs qui décrivent méthodes et calculs pour objectiver les conséquences sur l'environnement des biens et services. L'idée est de prendre tous les éléments entrant dans le cycle de vie « du berceau à la tombe ». Les lecteurs se souviendront sans doute que cette étude est la troisième de la série. Tout d'abord ETN n°250 présentait les premiers résultats obtenus et ce, pour les quatre technologies « historiques » en place, au début des années 2010. Puis en 2015, un article d'ETN n°268 portait sur des technologies plus récentes. Ce nouvel opus réalisé comme les précédents, avec le soutien de l'ADEME, intègre les analyses de cycles de vie des solvants apparus sur le marché suite à la parution du nouvel arrêté ministériel du 5 décembre 2012 (Rubrique ICPE n° 2345).

Pour le service de nettoyage des vêtements nous avons donc considéré différents facteurs, depuis la fabrication de la machine de nettoyage à sec, jusqu'à sa destruction.

Dans le cadre des technologies de nettoyages utilisables en pressing, l'analyse de cycle de vie se base en effet sur la notion de service, celui-ci mettant en œuvre plusieurs éléments : les machines, certains consommables spécifiques à l'activité de nettoyage (solvant, additifs, produits détergents), et d'autres comme l'eau et l'énergie. Ces différents éléments sont pris en compte dans la représentation croisée du Cycle de Vie ci-contre, la phase « utilisation » faisant intervenir les consommables.



Une méthode normée et reconnue par les experts.

L'ACV porte donc ici sur un service lié à un procédé, non pas sur un simple produit. La comparaison des impacts nécessite de définir une unité commune, qui a été validé par les utilisateurs lors de la première ACV. Dans un souci de cohérence et de continuité nous avons conservé cette UNITE FONCTIONNELLE :

« Nettoyer en moyenne 100 vêtements par jour pendant 10 ans »

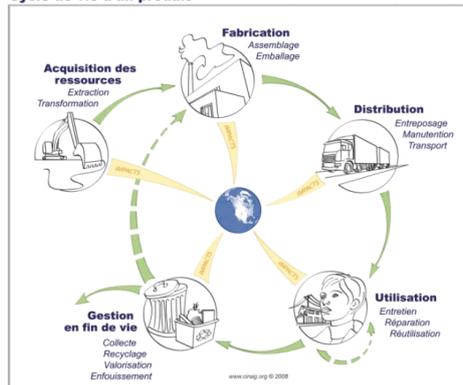
C'est elle qui définit notamment la phase « utilisation » et ses conséquences, propres à chaque technologie, en matière de flux de consommables. Elle correspond au nettoyage d'environ 240 000 vêtements. La finition est

exclue car il ne s'agit pas de l'ACV d'un pressing, mais de la phase de nettoyage des vêtements et articles textiles en machine, par une technologie spécifique.

Le périmètre de l'analyse doit aussi être délimité. Les éléments suivants en font partie :

- pressing situé en France
- machines fabriquées en Europe
- la production des matières premières utilisées (dont le solvant)
- la fabrication des machines et de leurs composants
- la production des consommables (solvants, additifs, produits détergents)
- le transport des machines et consommables du lieu de production vers le lieu de distribution
- le transport des machines et consommables du lieu de distribution vers le lieu d'utilisation
- les consommations d'énergie et d'eau
- les émissions et rejets sous toutes leurs formes et leurs modes de traitement
- les déchets produits, le cas échéant, et leurs modes de traitement
- la destruction des machines et le recyclage des matières en jeu
- l'énergie et l'eau nécessaire à la fabrication des machines et du solvant

Cycle de vie d'un produit



ACV PROCÉDÉS DE NETTOYAGE

LE NETTOYAGE PROFESSIONNEL DES VÊTEMENTS ET ARTICLES TEXTILES.

Les 11 technologies figurant dans le champ de l'analyse :

- combiné de nettoyage à l'eau (machine à laver et séchoir rotatif)
- machine à hydrocarbure avec distillateur
- machine au D5 (décaméthylcyclopentasiloxane) avec distillateur
- machine à hydrocarbure SANS distillateur avec condenseur à air
- machine au D5 (décaméthylcyclopentasiloxane) SANS distillateur avec condenseur à air
- machine à pulvérisation d'hydrocarbure
- machine au SOLVON K4
- machine au KTEX
- machine à l'HiGlo
- machine à l'Arcaclean
- machine au perchloréthylène, (en tant que référence historique)

La première analyse a été lancée en 2009. Elle portait sur 4 technologies de nettoyage, à une époque où de nouveaux solvants n'étaient pas encore apparus.

Si pour les technologies présentes sur le marché depuis de nombreuses années, nous disposons d'une base de données conséquente, il n'en était pas de même pour les technologies émergentes. Il a donc été nécessaire de procéder à des mesures spécifiques dans plusieurs pressings et ce, pour chaque technologie analysée. La difficulté de ce type de projet réside dans la nécessité d'obtenir ou de disposer de données fiables, alors que pour certaines technologies ou solvants, le nombre de machines installées comme la durée totale de leur utilisation était encore très courte.

Mais il a été entrepris une campagne de mesures dans des pressings utilisant ces nouveaux solvants. Trois pressings par technologies ont été investigués, sur des périodes suffisamment importantes pour légitimer les chiffres de consommations et de productions retenus. Notons ici que pour 2 technologies très récentes, la nécessité d'analyser un pressing supplémentaire pour conforter les premières séries de données obtenues,

s'est imposée. Donc, pour certaines technologies, plus du tiers des machines installées a été exploité ! Une attention particulière a été portée à la pertinence et à la légitimité des données retenues. Cette campagne de mesures et de relevés a révélé des taux de chargement variables en fonction du solvant utilisé. Toutefois une attention particulière a été portée au recoupement des informations permettant de fiabiliser le taux de chargement :

Taux de chargement Moyen observé en %	
Per	72,5
HCS : hydrocarbures	72,5
D5	72,5
NAE	72,5
D5 Sans Distillateur	55,7
HCS hydrocarbures Sans Distillateur	72,5
Pulvérisation d'hydrocarbures	36,4
Solvon K4	63,6
Ktex	43,4
HiGlo	44,9
ArcaClean	54,5

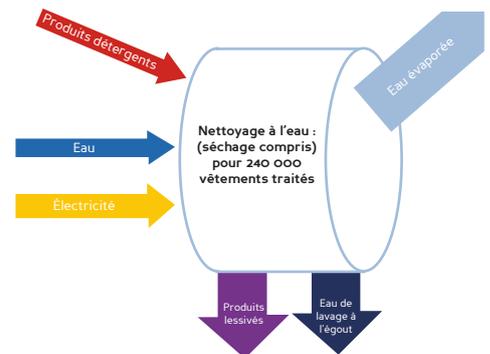
Lors des deux premières phases d'ACV, il est apparu que la fabrication du solvant était prépondérante quant à l'impact de nombreux paramètres. En conséquence, tous les fabricants de nouveaux solvants déclarés dans le cadre de REACH (le registre d'enregistrement des produits chimiques européens) ont été contactés de manière exhaustive, individuelle et... malheureusement en vain.

Parallèlement, les bases de données (sur les matériaux, les utilisations de structure, de transports, infrastructure) existantes ont été actualisées.

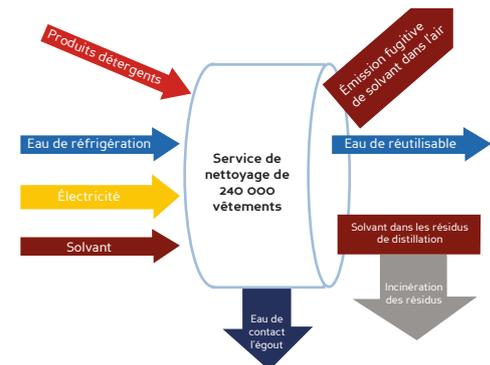
A l'issu des mesures effectuées en pressing, il a été possible d'établir un diagramme de flux : c'est-à-dire, les quantités de consommables entrants et les rejets sortants.

Diagramme de flux :

Cas du nettoyage à l'eau



Cas du nettoyage à sec (avec éventuellement eau de réfrigération)



Tous les entrants et sortants sont passés aux cribles : par exemple, les eaux de refroidissement ont été considérées comme propres, sans impact au niveau de leur rejet.

Les eaux de lavage ont été considérées comme similaires à des eaux domestiques traitées en Station d'Épuration (STEP).

Les critères d'impact sur l'environnement ont été sélectionnés en concertation avec des partenaires spécialistes de l'ACV et en lien avec l'ADEME :

- Acidification atmosphérique ;
- Eutrophisation marine ;
- Eutrophisation de l'eau douce ;
- Changement climatique ;
- Destruction de la couche d'ozone ;
- Ecotoxicité aquatique eau douce ;
- Pollution photochimique ;

ACV PROCÉDÉS DE NETTOYAGE

LE NETTOYAGE PROFESSIONNEL DES VÊTEMENTS ET ARTICLES TEXTILES.

- Energie primaire non renouvelable ;
- Consommation nette d'eau.

En fonction des critères énumérés précédemment et des **hypothèses de base**, les impacts des divers éléments intervenant dans le cycle de vie sont calculés par des méthodes adaptées et reconnues par les experts de l'ACV.

↘ Différentes formes de résultats, pour une analyse étendue :

Les résultats peuvent se présenter sous différentes formes pour chacun des 6 impacts évalués et pour les 2 critères de flux (consommations d'eau et d'énergie). Des centaines de graphiques ont été exploités dans le cadre de l'interprétation des résultats. En voici quelques exemples :

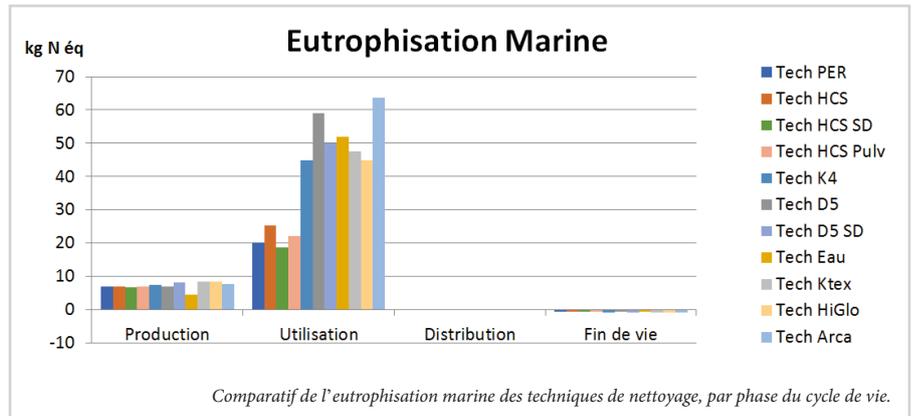
Eutrophisation marine :

La définition de l'étape du cycle de vie le plus impactant est traduit par un certain type de graphique, qui est présenté ci-contre, pour **l'eutrophisation marine**. Le **diagramme ci-contre traduit ce critère** pour chacune des technologies, en fonction des différentes phases des cycles de vie. L'unité de mesure est l'équivalent d'un kilogramme d'Azote. Un constat s'impose, **la phase d'utilisation**, c'est-à-dire le nettoyage des vêtements et articles textiles dans le pressing, **est la plus impactante**.

A noter que la phase utilisation déclenche en amont la production des consommables nécessaires, notamment la production du solvant employé.

Chacun des impacts a été décrit selon cette représentation. La phase de production du matériel est

quasiment identique pour chacune des technologies utilisant du solvant. Les variations observées sont directement corélées à la masse des machines de nettoyage considérées.

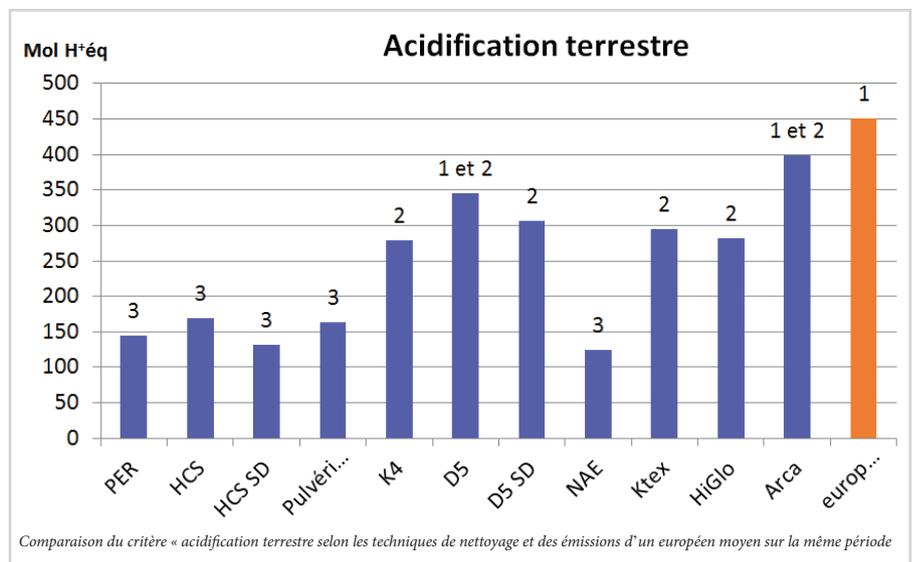


Pour regarder une autre forme de représentation qui classe les techniques, prenons l'exemple de l'acidification.

Acidification terrestre :

L'unité de mesure est le **Mole de H+ équivalent**. Le graphique ci-dessus prend en compte les incertitudes (de l'ordre de 30% pour ce paramètre). La classification

période. Il apparaît que les méthodes par pulvérisation de solvant, de nettoyage à l'eau, de nettoyage au perchloréthylène et de nettoyage aux hydrocarbures, avec et sans distillateur, ont des impacts comparables et significativement inférieurs à l'impact du nettoyage au D5 sans distillateur, aux Solvon K4, Ktex, Arclean et HiGlo.



est indiquée par les chiffres mentionnés au-dessus des barres du graphique, du plus impactant sur l'environnement (1) au moins impactant (3).

Afin de relativiser l'importance de l'impact, il a été décidé de comparer les résultats avec l'impact environnemental d'un européen moyen, sur la même

Les technologies au D5 avec distillateur et utilisant l'Arclean ne sont pas significativement différentes de l'europpéen moyen, en termes d'impact. Enfin une dernière forme de représentation permet de creuser l'analyse et de comprendre quels sont les entrants qui présentent le plus d'impacts.

ACV PROCÉDÉS DE NETTOYAGE

LE NETTOYAGE PROFESSIONNEL DES VÊTEMENTS ET ARTICLES TEXTILES.

Destruction de la couche d’ozone :

Prenons l’exemple de la **destruction de la couche d’ozone** : la représentation graphique ci-dessus fait ressortir les **impacts** dont le « poids » est **supérieur à 5% de l’impact total**.

Analyses de sensibilité

Il s’agit de faire varier les hypothèses dans une plage de valeurs acceptables, et quantifier la variation de l’impact.

Dans la première phase d’ACV, 9 analyses de sensibilité avaient été réalisées. Pour l’étude étendue, 7 autres analyses de sensibilité ont été effectuées lors de la deuxième phase. Pour la présente phase d’étude, 5 analyses de sensibilités ont été faites : la production du mix électrique en France, le taux de chargement, la significativité sur la consommation d’Energie, l’utilisation de lessives sans phosphate, et la quantité de gaz réfrigérant émise à l’atmosphère : Prenons l’exemple d’une donnée que nous avons déjà évoqué : **Le taux de chargement**.

Voici les hypothèses de base et celle de l’analyse de sensibilité...

- **Hypothèse : scénario initial (étude réalisée)**

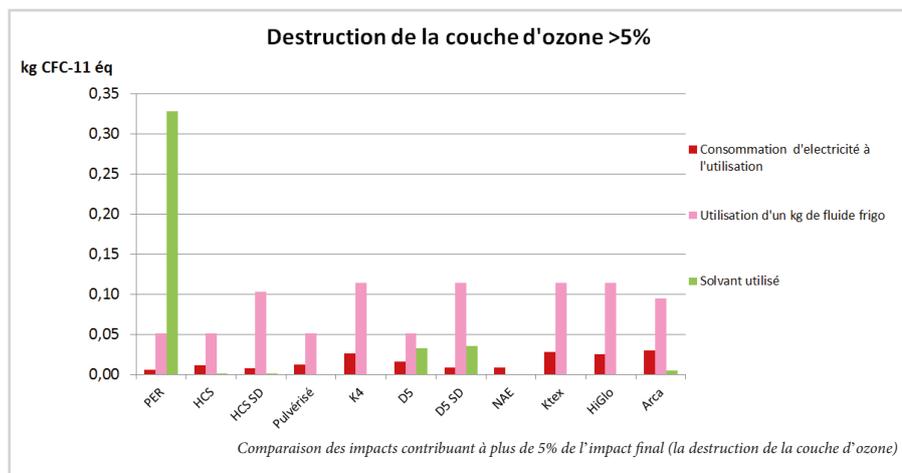
Toutes les consommations (Eau, Electricité, Solvant, Bidons...) sont issues de la moyenne des pressings visités (hors pressing non retenu).

- **Changement des données de consommation**

Toutes les consommations (Eau, Electricité, Solvant, Bidons...) sont issues du pressing ayant le taux de chargement le plus élevé.

Pour chacune des technologies, tous les calculs et toutes les analyses sont refaites.

Voici l’exemple du solvant Arclean :



L’unité de mesure de la destruction de la couche d’ozone est le **Kilogramme équivalent de CFC-11**.

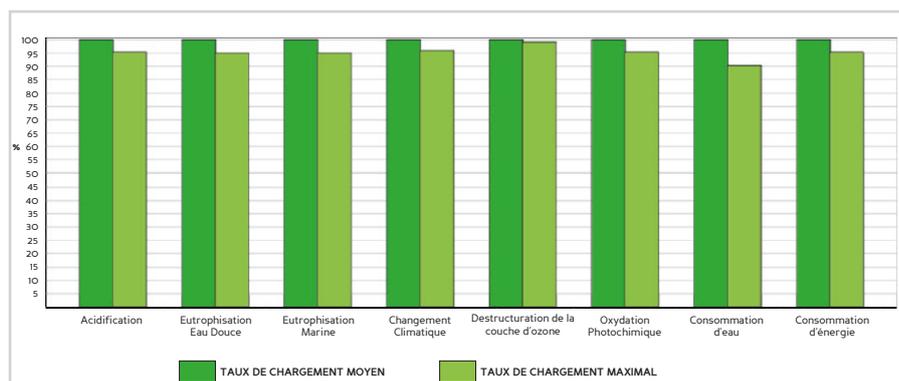
Pour le perchloréthylène, 81 % de l’impact sur la destruction de la couche d’ozone lors de la phase d’utilisation provient de la fabrication du solvant. Toutefois, l’influence des émissions directes de perchloréthylène lors des cycles de nettoyage (émissions fugitives) est quasiment nulle. La fabrication du D5 fait intervenir du chlorure de méthyl qui, lors de sa fabrication, a également un impact sur la couche d’ozone.

Hormis le solvant utilisé, le fluide frigorigène perdu durant la durée de vie de la machine est responsable de l’impact de la destruction de la couche d’ozone pour toutes les technologies utilisant du solvant.

C’est donc les quantités et le type de gaz frigorigène utilisés dans la machine qui différencient l’impact du service de nettoyage (excepté pour le perchloréthylène, et aussi pour le D5 dans une moindre mesure).

Ce type d’analyse consiste à modifier des hypothèses, estimées comme étant les moins robustes, de manière à réévaluer les différents impacts et à s’assurer que les tendances générales ne sont pas pour autant bouleversées.

Les analyses de sensibilité ont donc porté sur des paramètres qui peuvent varier sensiblement sur le terrain, comme le facteur d’émissions, la teneur en solvant des résidus de distillation, la teneur en solvant des eaux de contacts (en sortie de séparateur), les consommations d’eau, d’énergie et de solvant.



ACV PROCÉDÉS DE NETTOYAGE

LE NETTOYAGE PROFESSIONNEL DES VÊTEMENTS ET ARTICLES TEXTILES.

Le résultat des calculs d'impact ne montre pas d'écart significatifs entre les impacts d'un taux de chargement moyen (hypothèse initiale) et les impacts d'un taux de chargement maximal (scénario étudié pour la sensibilité). En effet, ces écarts sont inférieurs aux critères de significativité antérieurement établis.

A l'exception de la consommation d'eau, tous les écarts sont inférieurs à 5%.

➤ Mais quelles sont les conclusions ?

Au vu des résultats par phase du cycle de vie, nous pouvons identifier les enjeux relatifs au service de nettoyage des vêtements et articles textiles.

De manière générale, sur tous les impacts, la phase **d'utilisation** des machines de nettoyage (fabrication des fluides consommés, effluents, émissions et déchets solvantés) est la plus impactante dans le cycle de vie des services de nettoyage.

Durant cette phase d'utilisation, pour tous les indicateurs, la consommation d'électricité, l'utilisation du solvant et l'utilisation du fluide frigorigène sont responsables de la majeure partie des impacts. Il est à noter que pour tous les indicateurs d'impact (sauf l'oxydation photochimique pour les technologies utilisant le perchloréthylène ou les hydrocarbures, K4, Ktex, HiGlo), c'est la production et le transport du solvant qui sont responsables de l'impact du solvant. Les émissions de solvants directes dans les résidus, dans l'eau, ou

dans l'air, influencent beaucoup moins ces indicateurs d'impact.

L'analyse comparative des impacts des onze services de nettoyage montre que :

- la technologie de nettoyage utilisant des machines fonctionnant au solvant Arcaclean est la plus impactante sur l'indicateur de flux consommation d'énergie, l'eutrophisation de l'eau douce, le changement climatique et la consommation d'eau ;
- les technologies de nettoyage utilisant des machines fonctionnant aux solvants K4, KTex et HiGlo ont également des consommations d'énergie élevées.
- la technologie de nettoyage utilisant des machines fonctionnant au perchloréthylène est la plus impactante pour l'impact caractérisant la destruction de la couche d'ozone ;
- la technologie de nettoyage utilisant des machines fonctionnant au solvant Hydrocarbures avec distillateur est la plus impactante concernant l'oxydation photochimique ;

Les résultats de cette ACV peuvent aussi être représentés de façon synthétique à la manière du tableau ci-dessous. Les impacts sont comparés à celui du mode de vie d'un européen moyen, élément de comparaison plus concret.

Comparaison des technologies de nettoyage analysées pour chacun des critères d'impact retenus :

Cette ACV (qui par nature, ne prend pas en compte les aspects sanitaires) bat en brèche certaines idées reçues sur le plan environnemental mais ne dispense **en aucun cas d'une analyse technico-économique et de performances de chacun des procédés.**

Analyse de Cycle de vie de quatre technologies de nettoyage réalisée par le CTTN, avec le soutien financier de l'ADEME et avec le concours de la société EVEA et de la société BLEU SAFRAN (expertes de l'ACV). BLEU SAFRAN avait pour mission de présider le Comité de revue critique. Avis de revue critique finalisé et rendu le 02 avril 2019. Normes appliquées pour la réalisation de l'ACV: ISO 14040-2006 et ISO 14044 -2006. Logiciel de calcul : SIMAPRO 8.4.0.0 ; Base de données : ECOINVENT. 3.3

Ce tableau doit être lu ligne à ligne, sans comparaison possible entre lignes. Pour chaque critère d'impact, une silhouette bleue représente l'impact d'un européen moyen, fonction de son mode vie, également sur une période de 10 ans. Chaque valeur d'impact déterminée pour chacune des huit technologies analysées est rapportée à celle d'un européen moyen, en tenant compte du fait que les différences ne sont significatives qu'au-delà d'un certain écart.

	PER	HCR Avec Distillateur	HCR Sans Distillateur	HCR Pulvérisés	Solvon K4	D5 Avec Distillateur	D5 Sans Distillateur	NAE	KTex	HiGlo	Arcaclean
Acidification	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Eutrophisation Eau Douce	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
Eutrophisation Marine	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Changement Climatique	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Destruction de la couche d'ozone	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Oxydation Photochimique (bas NOx)	1	2	1	1	1	1	1	1	1	1	3
Consommation d'eau	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Consommation d'énergie	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2