



Année de programmation 2015 – Domaine Risques liés aux contaminants aquatiques - Action 224

Réduction des rejets en micropolluants dans les entreprises de l'artisanat : étude du métier de mécanique automobile

Livrable 3.1.b relatif au métier de mécanique automobile

Laura GAILLARD (CNIDEP), Anne-Lise HEROLD (CNIDEP)

Décembre 2018

Document élaboré dans le cadre de l'appel à projets « Innovations et changements de pratiques: lutte contre les micropolluants des eaux urbaines »



En partenariat avec :



« Avec le soutien de »





- **AUTRICES**

Laura GAILLARD, Chargée de mission environnement (CNIDEP), laura-gaillard@cnidep.com

Anne-Lise HEROLD, Chargée de mission environnement (CNIDEP), anne-lise-herold@cnidep.com

- **CORRESPONDANT-E-S**

AFB: Pierre François STAUB, Interlocuteur projet pierre-françois.staub@afbiodiversite.fr

Agence de l'eau Rhin-Meuse : Claire RIOU, Interlocutrice projet, claire.riou@eau-rhin-meuse.fr et Roger FLUTSCH, interlocuteur projet, roger.flutsch@eau-rhin-meuse.fr

- **AUTRE CONTRIBUTEUR**


Maxime POMIES, Responsable de projet (Eurométropole de Strasbourg), maxime.pomies@strasbourg.eu

Droits d'usage : accès libre

Niveau géographique : communal

Couverture géographique : France, Région Grand Est, Alsace, Eurométropole de Strasbourg

Niveau de lecture : professionnel

<p>AGENCE FRANÇAISE POUR LA BIODIVERSITÉ MINISTÈRE DE L'ENVIRONNEMENT</p>	<p>Réduction des rejets en micropolluants dans les entreprises de l'artisanat : étude du métier de mécanique automobile. – Livrable 3.1.b relatif au métier de mécanique automobile Laura GAILLARD, Anne-Lise HEROLD</p>	<p>LUMIEAU-STRA Lutte contre les micropolluants dans les eaux urbaines à Strasbourg</p> 
--	--	---

• RESUME

Le projet LUMIEAU-Stra a pour objectif de tester des solutions de réduction des rejets en micropolluants dans le réseau d'assainissement. L'évaluation de ces solutions, sur les plans technique, économique et sociologique, permettra d'identifier celles à mettre en place. Pour cela, des actions sont menées à destination des industriels, des artisans, des particuliers et sur les eaux pluviales. Concernant l'artisanat, quatre activités ont été sélectionnées parmi celles utilisant potentiellement des produits chimiques et celles très présentes sur le territoire de l'étude, à savoir celui de l'Eurométropole de Strasbourg.

Ce rapport décrit l'étude menée sur le métier de la mécanique automobile, en collaboration avec trois entreprises artisanales. Ce document explique en premier lieu la méthodologie mise en œuvre pour identifier les entreprises participantes, le démonstrateur de prétraitement des effluents choisi et les produits de substitution. Ensuite, les outils permettant l'évaluation des solutions de réduction sont présentés : analyses (physicochimique et bio-essais), diagnostic des produits et recueil du retour d'expérience. Enfin, une exploitation des résultats est proposée pour chaque entreprise volontaire ainsi que de manière globale.

Les démonstrateurs de traitement testés pour le métier de mécanique automobile sont les séparateurs à hydrocarbures. Les produits de substitution sont différents types de produits (dégraissant freins, lave-glace...) contenant moins de substances chimiques problématiques que les produits conventionnels. Tous les résultats ont été étudiés avec l'objectif de mieux cerner l'impact du changement de pratiques et de la substitution de produits. Nous avons quantifié la diminution de rejets de micropolluants vers le réseau d'assainissement, notamment vis-à-vis des seuils du règlement d'assainissement de l'Eurométropole de Strasbourg. Malgré des solutions à mettre en œuvre relativement simples en termes d'utilisation, comme la substitution de produits, une sensibilisation et un accompagnement des salarié-e-s sont nécessaires.

• MOTS CLES (THEMATIQUE ET GEOGRAPHIQUE)

Artisanat, mécanique automobile, changement de pratiques, séparateur à hydrocarbures, substitution, CNIDEP, Eurométropole de Strasbourg.

<p>AGENCE FRANÇAISE POUR LA BIODIVERSITÉ</p> <p>MINISTÈRE DE L'ENVIRONNEMENT</p>	<p>Réduction des rejets en micropolluants dans les entreprises de l'artisanat : étude du métier de mécanique automobile. – Livrable 3.1.b relatif au métier de mécanique automobile Laura GAILLARD, Anne-Lise HEROLD</p>	<p>LUMIEAU-STRA</p> <p>Lutte contre les micropolluants dans les eaux urbaines à Strasbourg</p> 
---	--	--

• ABSTRACT

LUMIEAU-Stra project aims to test solutions to reduce micropollutants discharged in sewage system. The project studies which solutions are pertinent by evaluating them, on technical, economical and sociological criteria. Actions are set up with industrial firms, small businesses, individuals and about rainwater. Regarding small businesses, 4 activities were chosen among professions potentially using chemical products and really present on the studied territory (Eurometropole of Strasbourg).

This report describes the study leaded with auto-mechanic shop. We have collaborated with 3 small businesses. Firstly, this report explains the methodology chosen to identify participants, water treatment process chosen and substitution products. Then tools to evaluate reduction solutions are presented: analyses (physicochemical and bioassays), product diagnosis and feedback collection. Finally, results are exploited for each volunteer small business and more generally.

Water treatment process for the auto-mechanic shop field are hydrocarbon separator. Substitution products are various kind of products (brake degreaser, windshield washer fluid...) containing less problematic chemical substances than conventional ones. Every result are studied with the objective of evaluating the impact of practice change and product substitution. We quantified the reduction of micropollutant discharge into sewage system, particularly regarding thresholds defined in Eurometropole sewage regulation. Despite relatively simple solutions to implement in terms of use, such as product substitution, employee awareness and support is needed.

• KEY WORDS

Small businesses, auto-mechanic shop, change of practices, hydrocarbon separator, substitution, CNIDEP, Eurometropole of Strasbourg.

<p>AGENCE FRANÇAISE POUR LA BIODIVERSITÉ MINISTÈRE DE L'ENVIRONNEMENT</p>	<p>Réduction des rejets en micropolluants dans les entreprises de l'artisanat : étude du métier de mécanique automobile. – Livrabale 3.1.b relatif au métier de mécanique automobile Laura GAILLARD, Anne-Lise HEROLD</p>	<p>LUMIEAU-STRA Lutte contre les micropolluants dans les eaux urbaines à Strasbourg</p> 
--	---	---

• SYNTHÈSE OPERATIONNELLE

Synthèse sur la méthodologie et le contexte général du projet

Le projet LUMIEAU-Stra (LUTte contre les Micropolluants dans les EAux Urbaines à Strasbourg) se déroule de 2015 à 2018 et regroupe un consortium de huit partenaires, avec un pilotage assuré par l'Eurométropole de Strasbourg. Le périmètre d'action du projet correspond au territoire de l'Eurométropole de Strasbourg (28 communes au début du projet puis 33 à partir du 1^{er} janvier 2017). Sur ce territoire, 7456 entreprises artisanales ont été recensées en 2016.

L'objectif du projet est de préserver la ressource en eau et de réduire l'empreinte sur l'environnement du système d'assainissement, notamment en maîtrisant les flux de pollution entrant dans les réseaux. Pour cela, les micropolluants sont un des principaux axes de travail. A l'échelle d'une collectivité, la problématique est rendue complexe par la multiplicité des sources (industriels, artisans, particuliers, eaux pluviales, ...) et leur dissémination. Pour répondre à cette problématique, le projet LUMIEAU-Stra s'articule autour de trois étapes :

- Le diagnostic et la caractérisation des sources urbaines de micropolluants ;
- Le test de solutions (changement de pratiques et substitution) ;
- L'évaluation des solutions et la mise en place d'un plan d'actions.

Le volet artisanat du projet a tout d'abord consisté à identifier les métiers les plus pertinents. Pour cela, nous nous sommes appuyés sur les résultats de l'étude DCE artisanat menée par le CNIDEP, seule référence bibliographique à avoir quantifié des micropolluants dans les rejets des entreprises artisanales. D'autre part, nous avons priorisé notre choix sur les métiers les plus présents sur le territoire de l'étude. Ainsi, 4 activités artisanales ont été choisies : les peintres en bâtiment, les garagistes, les menuisiers et les coiffeurs en salon.

Ensuite une méthodologie a été mise en place afin de répondre aux principaux objectifs du projet : identifier les substances émises dans le réseau d'assainissement par les entreprises artisanales ainsi que l'impact toxique des rejets, rechercher et tester des solutions telles que des procédés de traitement des effluents ou des produits de substitution. Les résultats sont attendus tant sur le plan technique (gain en termes de micropolluants non rejetés et en termes d'amélioration de l'impact sur les milieux), qu'économique et sociologique (acceptabilité, satisfaction de l'efficacité, facilité d'utilisation...). Pour chaque métier, trois entreprises artisanales volontaires sont associées à la démarche qui se déroule en deux temps :

- 1) La phase démonstrateur : mise en place d'un procédé de traitement des effluents que l'entreprise doit utiliser avec ses produits habituels ;
- 2) La phase substitution : utilisation du même procédé de traitement mais avec des produits de substitution mis en test dans l'entreprise.

La collaboration avec trois entreprises différentes est un moyen de tester des procédés de traitement et des produits de substitution différents (tout en restant sur les mêmes technologies). Cela permet également d'évaluer la mise en place opérationnelle d'un changement de pratiques dans des conditions différentes, spécifiques à chaque entreprise. La méthodologie d'évaluation s'appuie sur plusieurs outils :

- Analyses physicochimiques des eaux usées avec et sans démonstrateurs puis avec et sans substitution ;
- Analyses physicochimiques de produits bruts (produits habituels et produits de substitution) ;
- Analyses biologiques pour évaluer l'impact toxiques des eaux usées ;
- Diagnostic des produits utilisés habituellement incluant des paramètres environnementaux et d'impact sur la santé ;
- Outil de recueil des retours d'expérience des entreprises volontaires.

Le présent livrable décrit l'étude du métier de mécanique automobile. Le contexte de travail, la méthodologie appliquée et l'exploitation des résultats y sont présentés.

Synthèse sur le travail effectué sur les démonstrateurs

L'étude a porté sur trois démonstrateurs de même type (des séparateurs à hydrocarbures) mais dont les différentes marques et caractéristiques ne sont pas connues ; nous ne pouvons donc pas avancer de conclusions sur l'ensemble des démonstrateurs de type « séparateurs à hydrocarbures ». Néanmoins, l'étude a mis en avant dans deux entreprises participantes une réduction des concentrations de micropolluants en aval du séparateur, permettant globalement un meilleur respect du règlement d'assainissement de l'Eurométropole de Strasbourg. A l'inverse, l'étude a révélé une augmentation des concentrations de micropolluants en aval du séparateur pour la troisième entreprise.

De manière globale, les deux premiers démonstrateurs testés permettent de réduire de manière conséquente le danger toxique et les flux de paramètres chimiques rejetés au réseau d'assainissement. En effet :

- entre 67% et 84% des paramètres dont le rendement a pu être calculé sont bien retenus par le séparateur (rendement supérieur à 70%) ;
- entre 12% et 16% dont le rendement a pu être calculé sont mal retenus par le séparateur (rendement compris entre 30 et 70%).

Concernant l'entreprise 3, même si certains paramètres présentent des diminutions de concentrations en traversant le séparateur, la majorité des paramètres voient leur concentration augmenter, ce qui se traduit par des calculs de rendements négatifs. C'est le cas pour 62% des paramètres dont le rendement a pu être calculé.

Les substances bien éliminées sont essentiellement des substances qui ont tendance à être adsorbées sur les matières en suspension (MES). L'efficacité de rétention des micropolluants est donc fortement liée à l'efficacité de la rétention des MES par le séparateur à hydrocarbures : en effet, les rendements sur les MES est compris entre 63 et 99,6%. Par exemple, pour les organoétains et certains métaux qui sont plus présents en phase particulaire qu'en phase dissoute, nous avons pu observer une forte diminution des concentrations (monobutyl étain, aluminium, cuivre, fer, manganèse et zinc) dans les séries de résultats présentant de forte diminution en MES.

Il est aussi important de retenir que sur les 89 substances recherchées dans les eaux, nombre d'entre elles n'ont pas été quantifiées. En effet, entre 28 et 30% des substances recherchées ne sont pas quantifiées dans les eaux analysées en phase démonstrateur, et entre 27 et 33% en phase substitution.

Par rapport au règlement d'assainissement de l'Eurométropole de Strasbourg, les démonstrateurs des entreprises 1 et 2 permettent d'améliorer nettement la qualité des rejets. En effet, dans la première entreprise en phase démonstrateur, onze paramètres présentent des concentrations supérieures aux seuils en amont contre un seul en aval (le fer). De même, dans la première entreprise en phase substitution, neuf paramètres ont des concentrations supérieures aux seuils en amont contre deux en aval. En entreprise 2, en phase démonstrateur, onze paramètres présentent des concentrations supérieures aux seuils en amont contre quatre en aval ; en phase substitution, neuf paramètres présentent des concentrations supérieures aux seuils en amont contre trois en aval. En entreprise 3, en phase démonstrateur, sept paramètres présentent des concentrations supérieures aux seuils en amont contre sept en aval (abaissement pour deux paramètres mais dépassement pour deux autres paramètres). En phase substitution, cinq paramètres présentent en amont des concentrations supérieures aux seuils contre huit en aval. Le fer est le seul paramètre dont les concentrations restent

en aval comme en amont systématiquement supérieures au seuil fixé par le règlement d'assainissement de l'Eurométropole de Strasbourg.

Les bio-essais permettent d'étudier les rejets sous un autre angle et complètent donc ainsi les observations faites via les analyses physico-chimiques. Pour l'entreprise 1, les bio-essais réalisés tendent à montrer que le passage par le démonstrateur ne semble pas favoriser une diminution de la toxicité des effluents ; à l'inverse, une diminution de la toxicité des effluents de l'entreprise 2 a été observée via les bio-essais.

Concernant les retours d'expérience des entreprises vis-à-vis des démonstrateurs, très peu d'informations et d'appréciations ont pu être récoltées. En effet, les séparateurs à hydrocarbure sont des installations enterrées, installées dans le cas des trois entreprises avant l'arrivée de l'actuel-le chef-fe d'entreprise, et pour lesquelles aucune information concernant la taille, la marque ou les caractéristiques n'a été sauvegardée. De plus, les séparateurs n'interviennent pas dans la chaîne de production de l'entreprise ne permettant par exemple le nettoyage d'outils ; les artisan-e-s n'utilisent donc pas du tout le séparateur et n'en connaissent que peu l'intérêt ou le fonctionnement. En revanche, une satisfaction globale a été notée concernant l'efficacité et la praticité du séparateur en termes de recueil des eaux de lavage du sol des ateliers, d'absence de mauvaise odeur ou de résurgence. Enfin, seule la troisième entreprise pratiquait un entretien annuel du séparateur comme cela est prévu par la réglementation ; néanmoins, le séparateur de cette dernière entreprise aurait a priori plus de 40 ans, ce qui pourrait en partie expliquer les mauvais résultats de son efficacité de rétention des micropolluants.

Afin d'encourager le renouvellement et l'entretien des séparateurs à hydrocarbures dans les entreprises artisanales, il est nécessaire de soutenir les entreprises. En effet, les coûts engendrés par l'investissement en lui-même mais aussi ceux liés à l'entretien peuvent freiner certaines entreprises à garder en place un prétraitement efficaces de leurs effluents.

De plus, des programmes d'accompagnements adaptés aux entreprises artisanales pourraient faciliter la mise en place de bonnes pratiques (entretien du séparateur, nettoyage des conduites acheminant les effluents, ...). Ces accompagnements pourraient être réalisés par les fournisseurs des démonstrateurs mais aussi par les institutionnels. Une sensibilisation à l'importance des séparateurs à hydrocarbures pourrait aussi être mise en place dans les Centres de Formation des Apprenti-e-s afin d'inculquer aux futur-e-s artisan-e-s les bonnes pratiques qu'ils pourront reproduire en entreprises.

Synthèse sur le travail fait sur la substitution des produits

L'étude a porté sur six produits de substitution, dont deux dégraissants freins, deux lave-glaces, un nettoyant sol et un diluant dégraissant. Il est donc impossible de dresser des conclusions généralisées à toute la gamme de produits de substitution possible, mais néanmoins des enseignements importants peuvent être retirés.

Concernant les analyses de produits bruts de cinq produits (deux produits classiques et trois des six produits de substitution correspondant), nous avons pu observer qu'entre 8 et 18 paramètres seulement ont été détectés sur les 89 paramètres recherchés. De plus, les comparaisons produits classiques/de substitution sont assez différentes dans le cas des deux couples exploitables : pour celui de l'entreprise 2, le dégraissant frein de substitution contient 10 substances micropolluantes contre 11 pour le dégraissant classique (soit au total 16 paramètres, incluant les paramètres indiciaires, contre 14), tandis que pour celui de l'entreprise 3, le dégraissant de substitution contient seulement 4 substances micropolluantes contre 13 pour le dégraissant classique (ou encore 8 paramètres, incluant les paramètres indiciaires, contre 18).

Par rapport aux substances dangereuses prioritaires et aux substances prioritaires de la DCE, il est intéressant de noter que les produits de substitution des entreprises 1 et 2 présentent des concentrations moins importantes que les produits classiques pour le benzo-a-pyrène, le benzo-ghi-pyrène, l'indéno-123cd-pyrène, le DEHP et le fluoranthène. Cependant, l'anthracène et le naphthalène présentent des concentrations plus élevées dans le produit de substitution que dans le produit classique de l'entreprise 2.

Ainsi, il n'est pas possible de conclure que les produits de substitution contiennent moins de micropolluants que les produits classiques. En effet, les résultats obtenus en comparant les produits de substitution avec les produits classiques par entreprises ne sont pas homogènes. Par exemple :

- pour l'entreprise 2, 5% des paramètres ont des concentrations plus faibles dans le dégraissant freins de substitution que dans le dégraissant freins classique et 14% des paramètres recherchés ont des concentrations plus élevées ;
- pour l'entreprise 3, 16% des paramètres ont des concentrations plus faibles dans le dégraissant freins de substitution que dans le dégraissant freins classique et 6% des paramètres recherchés ont des concentrations plus élevées.

Nous pouvons en déduire que les informations contenues dans les FDS ne seraient à elles seules pas suffisantes pour que l'entreprise choisisse des produits contenant réellement moins de micropolluants. Nous rappelons qu'en effet les FDS sont établies par les entreprises fournisseuses, et que la liste des composants n'est pas mentionnée de manière exhaustive.

Les retours d'expérience des personnes utilisatrices des entreprises 2 et 3 ont montré des résultats mitigés. Celles-ci ont tout d'abord été massivement rebutées par l'aspect « non professionnel » des packagings des échantillons fournis par les entreprises de produits de substitution ; lorsque le format n'était pas adapté à la tâche (vaporisateur pour un dégraissant frein) ou que l'étiquette était sale, abîmée ou non relative au produit, un avis fort défavorable a été signalé avant même l'utilisation du produit. De plus, les dégraissants freins ont tous deux peu convaincus par leur efficacité : trop liquide, trop peu dégraissant, ils ont généré un temps de travail supplémentaire et des rejets au sol importants. En revanche, le lave-glace de l'entreprise 3 a été apprécié pour son efficacité similaire au classique. Par ailleurs, les critères de réduction de l'impact sur la santé des salarié-e-s et sur l'environnement des produits utilisés constituent un point qui semblait très important aux entreprises. Enfin, le critère coût était un point important pour les chef-fe-s d'entreprise, conscient-e-s que le surcoût lié à l'utilisation de produits de substitution correspond certes au prix d'achat mais aussi au temps nécessaire pour l'application. Il serait possible d'impacter les éventuels surcoûts à la clientèle mais actuellement une faible part de celle-ci semble favorable à accepter de participer financièrement à ces surcoûts.

Enfin, une comparaison des résultats en phase démonstrateur et des résultats en phase substitution n'a pas été effectuée comme cela été prévue dans la méthodologie. En effet la similitude des résultats des deux phases confirme l'hypothèse qu'au sein d'un garage où plusieurs dizaines de produits sont utilisés, l'utilisation ponctuelle d'un produit de substitution n'est pas suffisante pour qu'un changement notable de composition des effluents soit observé. Nous avons donc considéré lors de la phase finale de comparaison des résultats que les trois séries de résultats obtenues en phase substitution correspondent aux effets du démonstrateur, et non pas de la substitution.

- **SOMMAIRE**

1. Introduction	10
2. Le projet LUMIEAU-Stra et le volet artisanat	10
2.1. Contexte général du projet LUMIEAU-Stra.....	10
2.2. Contexte général des entreprises artisanales	11
2.2.1. Généralités [4, 5]	11
2.2.2. Points forts de l'artisanat dans la tenue d'un projet de type LUMIEAU	13
2.2.3. Point faibles de l'artisanat dans la tenue d'un projet de type LUMIEAU ...	13
2.3. Cadres du volet artisanal.....	14
2.3.1. Objectifs	14
2.3.2. Etude DCE Artisanat [6]	15
2.3.3. Définition des objectifs chiffrés pour le travail de terrain	15
3. Définition de la méthodologie de travail	16
3.1. La recherche des entreprises artisanales participantes	18
3.2. Le choix des technologies ou démonstrateurs.....	18
3.3. Etape de substitution.....	19
3.3.1. Réalisation du diagnostic produits	19
3.3.2. Sélection du produit de substitution.....	20
3.3.3. Utilisation en entreprise des produits de substitution	21
3.4. La réalisation des prélèvements	21
3.4.1. Sur équipement démonstrateur avec le produit classique	21
3.4.2. Sur les produits bruts classiques et de substitution.....	21
3.4.3. Sur équipement démonstrateur avec le produit de substitution	22
3.5. La réalisation des analyses.....	23
3.5.1. Analyses physico-chimiques.....	23
3.5.2. Bioessais	26
3.6. Méthodologie pour le traitement des résultats	27
3.6.1. Généralités	27
3.6.2. Traitement des données d'analyses (physico-chimique et bioessais)	27
3.6.3. Exploitation des données qualitatives	29
3.6.4. Représentation graphique des résultats	30
4. Phase opérationnelle et exploitation des résultats	31
4.1. Spécificités du travail de terrain pour les garages.....	31
4.1.1. Eléments généraux	31
4.1.2. Pré-requis pour la compréhension des analyses	32
4.2. Entreprise 1	33
4.2.1. Présentation générale/Fonctionnement général de l'entreprise.....	33
4.2.2. Phase démonstrateur	33
4.2.2.1. Présentation du séparateur à hydrocarbures.....	33
4.2.2.2. Exploitation des résultats d'analyses physico-chimiques.....	33
4.2.2.3. Exploitation des résultats des bioessais.....	40
4.2.2.4. Exploitation du retour d'expérience.....	41
4.2.2.5. Conclusion sur le démonstrateur de l'entreprise 1	41
4.2.3. Phase substitution.....	41
4.2.3.1. Les produits substitués et de substitution.....	41
4.2.3.2. Exploitation des résultats d'analyses physico-chimiques.....	45
4.2.3.3. Exploitation du retour d'expérience.....	50
4.2.3.4. Conclusion sur la phase substitution de l'entreprise 1.....	51
4.3. Entreprise 2	51
4.3.1. Présentation générale de l'entreprise	51

4.3.2.	Phase démonstrateur	51
4.3.2.1.	Présentation de la machine.....	51
4.3.2.2.	Exploitation des résultats d'analyses physico-chimiques.....	51
4.3.2.3.	Exploitation des résultats des bioessais.....	59
4.3.2.4.	Exploitation du retour d'expérience.....	60
4.3.2.5.	Conclusion sur le démonstrateur de l'entreprise 2	60
4.3.3.	Phase substitution.....	61
4.3.3.1.	Les produits substitués et de substitution.....	61
4.3.3.2.	Exploitation des résultats d'analyses physico-chimiques.....	65
4.3.3.3.	Exploitation du retour d'expérience.....	71
4.3.3.4.	Conclusion sur la phase substitution de l'entreprise 2.....	72
4.4.	Entreprise 3.....	73
4.4.1.	Présentation générale de l'entreprise	73
4.4.2.	Phase démonstrateur	73
4.4.2.1.	Présentation du démonstrateur.....	73
4.4.2.2.	Exploitation des résultats d'analyses physico-chimiques.....	73
4.4.2.3.	Exploitation du retour d'expérience.....	80
4.4.2.4.	Conclusion sur le démonstrateur de l'entreprise 3	80
4.4.3.	Phase substitution.....	81
4.4.3.1.	Présentation des produits de substitution	81
4.4.3.2.	Exploitation des résultats d'analyses physico-chimiques.....	84
4.4.3.3.	Exploitation des retours d'expérience	90
4.4.3.4.	Conclusion sur la phase substitution de l'entreprise 3.....	92
4.5.	Bilan.....	93
4.5.1.	Bilan de la mise en place des changements de pratiques	93
4.5.2.	Bilan de la phase démonstrateur.....	94
4.5.2.1.	Compilation des différents retours d'expérience.....	95
4.5.2.2.	Comparaison des résultats par démonstrateur	95
4.5.3.	Bilan de la phase substitution	97
4.5.3.1.	Compilation des différents retours d'expérience.....	98
4.5.3.2.	Commentaires sur les résultats de produits bruts	99
4.5.4.	Comparaison des résultats démonstrateur et substitution	100
4.5.4.1.	Comparaison des rendements obtenus pour les 6 analyses d'effluents entrant et sortant des démonstrateurs.....	100
4.5.4.2.	Comparaison des rendements obtenus pour les 6 analyses d'effluents entrant et sortant des démonstrateurs par famille de substances.....	102
4.5.5.	Mise en parallèle des paramètres quantifiés avec ceux de l'étude DCE..	109
5.	Conclusion.....	110
6.	Glossaire.....	112
7.	Liste des sigles et abréviations	113
8.	Bibliographie	115
9.	Table des illustrations	117
10.	Annexe 01 : Chiffre clés Artisanat CMA67	119
11.	Annexe 02 : Etude de flux artisanat LUMIEAU : Méthodologie	121
12.	Annexe 03 : Etude de flux artisanat LUMIEAU : Exemple de la feuille de calcul pour l'activité de mécanique automobile	128
13.	Annexe 04 : Grille de critères de sélection des entreprises de mécanique automobile participantes au projet	129
14.	Annexe 05 : Trame de diagnostic produits	130
15.	Annexe 06 : Exemple de tableau de résultats de l'outil de hiérarchisation du risque chimique	133

16. Annexe 07 : Argumentaire à destination des organisations professionnelles	134
17. Annexe 08 : Résultats des analyses physico-chimiques obtenus dans l'entreprise 1 en phases démonstrateur et substitution	136
18. Annexe 09 : Extraits du rapport de Tronico Vigicell présentant les résultats obtenus pour les bioessais en entreprises 1 et 2.....	143
19. Annexe 10 : Résultats des analyses physico-chimiques obtenus dans l'entreprise 2 en phases démonstrateur et substitution	147
20. Annexe 12 : Résultats des analyses physico-chimiques obtenus dans l'entreprise 3 en phases démonstrateur et substitution	154
21. Remerciements	162

**REDUCTION DES REJETS EN MICROPOLLUANTS DANS LES ENTREPRISES DE L'ARTISANAT :
ETUDE DU METIER DE MECANIQUE AUTOMOBILE. –
LIVRABLE 3.1.B RELATIF AU METIER DE MECANIQUE AUTOMOBILE.**

1. Introduction

Le projet LUMIEAU-Stra fait partie des 13 projets retenus dans le cadre de l'appel à projet du Ministère de l'écologie, du développement durable et de l'énergie (MEDDE), de l'Agence française pour la biodiversité (AFB), anciennement Office National de l'Eau et des Milieux Aquatiques (ONEMA) et des Agences de l'eau en 2013 : « Innovation et changement de pratiques : Lutte contre les micropolluants des eaux urbaines » [1]. Cet appel à projet visait à encourager les collectivités à mettre en place des projets pour améliorer leurs connaissances des micropolluants mais aussi pour identifier des solutions utiles pour réduire l'impact de ces derniers sur les milieux. Cela répond aux principaux objectifs du Plan national micropolluants 2016-2021 [2] :

- améliorer les connaissances sur les micropolluants.
- permettre une réduction des rejets de micropolluants.
- prioriser les micropolluants les uns par rapport aux autres selon leur dangerosité.

Sur le volet artisanal, l'expérience du CNIDEP a permis d'établir un plan d'action et de définir différents éléments tels que le nombre et le type d'activités artisanales à étudier, le nombre de technologies à tester, le nombre de produits à substituer, le nombre et le type de prélèvements à faire et les substances à rechercher.

Les garages représentent un fort pourcentage des entreprises artisanales du territoire de l'Eurométropole de Strasbourg. De plus, les activités de mécanique automobile peuvent avoir un impact important sur l'environnement, notamment via leurs rejets au réseau. Il a donc semblé pertinent de travailler avec les entreprises artisanales de ce type d'activité et de les accompagner dans leurs démarches de changement de pratiques. Les rejets en eaux non domestiques d'une entreprise de mécanique automobile peuvent être de sources différentes : eaux de lavage des surfaces de l'atelier, eaux d'une aire de lavage des véhicules, eaux de ruissellement d'une station-service, et eaux de ruissellement et de lavage d'une aire de stockage des véhicules. Dans le cadre de ce projet, nous nous sommes attachées à étudier l'apport en micropolluants des ateliers d'entreprise artisanale de mécanique automobile. Les rejets d'un atelier de mécanique automobile contiennent des résidus de produits de nettoyage des sols mais aussi de tous les produits utilisés dans un garage et ayant pu être déversé au sol lors des manipulations (dégraissant freins, lave-glace, nettoyant sol...).

Ce rapport présente des technologies et des termes techniques propres aux activités de mécanique automobile, il est donc nécessaire de préciser des éléments se rapportant à ce secteur d'activité afin de cerner au mieux ce document. Dans la deuxième partie est présenté le contexte artisanal général dans lequel le projet LUMIEAU-Stra s'inclut. Dans une troisième partie, les méthodologies définies avec les différents partenaires sont détaillées. Les résultats sont présentés en quatrième partie : la phase de réalisation du travail de terrain puis l'exploitation des résultats d'analyses obtenus.

2. Le projet LUMIEAU-Stra et le volet artisanat

2.1. Contexte général du projet LUMIEAU-Stra

Le projet LUMIEAU-Stra (LUtte contre les Micropolluants dans les EAux Urbaines à Strasbourg) se déroule de 2015 à 2018 et regroupe un consortium de 8 partenaires, avec un pilotage assuré par l'Eurométropole de Strasbourg [3]. Le périmètre d'action du projet correspond au territoire de l'Eurométropole de Strasbourg (28 communes au début du projet puis 33 à partir du 1 janvier 2017). Sur ce territoire, 7456 entreprises artisanales ont été recensées en 2016 [4].

L'objectif du projet est de préserver la ressource en eau et de réduire l'empreinte sur l'environnement du système d'assainissement, notamment en maîtrisant les flux de pollution entrant dans les réseaux. Pour cela, les micropolluants sont un des principaux axes de travail. A l'échelle d'une collectivité, la problématique est rendue complexe par la multiplicité des sources (industriels, artisans, particuliers, eaux pluviales, ...) et leur dissémination.

Identifier des actions de réduction efficaces et économiquement acceptables et hiérarchiser leur mise en œuvre est nécessaire. Pour parvenir à cela, quatre étapes de travail ont été définies dans le projet LUMIEAU-Stra :

1. La réalisation d'un diagnostic du territoire pour identifier les principales sources de pollution mais aussi pour identifier les micropolluants à cibler dans le projet.
2. L'accompagnement des différents émetteurs au changement des pratiques pour identifier des solutions permettant de réduire, voire supprimer, les déversements de micropolluants dans le réseau.
3. La mise en place de démonstrateurs pour tester l'efficacité, les avantages et les limites des solutions identifiées.
4. Le développement d'un système de surveillance et d'un plan d'actions pour réellement identifier l'efficacité des solutions qui pourraient être mises en place à moyen et long terme.

Concernant le volet artisanat, les partenaires du consortium impliqués ont été :

- Le CNIDEP pour son expertise environnement auprès des artisans et ses études menées sur les rejets des artisans ;
- l'Eurométropole de Strasbourg pour le suivi de l'avancement de l'action, les aspects de prélèvement et les relations avec les corporations et organismes représentant les activités artisanales ;
- le laboratoire GESTE pour les aspects de changements de pratiques chez les entreprises artisanales ;
- l'entreprise Tronico Vigicell pour la mise en œuvre et l'analyse des bio-essais ;
- IRH Ingénieur Conseil pour l'expérience sur la mise en œuvre de solutions de traitement en milieu professionnel ;
- l'Agence de l'Eau Rhin Meuse pour son expertise générale et sa connaissance du secteur des petites entreprises.

2.2. Contexte général des entreprises artisanales

2.2.1. Généralités [4, 5]

Une entreprise artisanale est une entreprise qui exerce une activité très souvent manuelle, qui fabrique, produit ou transforme des biens et/ou apporte des services à leur clientèle en leur apportant une plus-value. On parle donc d'entreprises artisanales pour désigner toute personne physique ou morale qui exerce une activité de « production, de transformation, de réparation ou de prestation de service » et qui est inscrite à un Répertoire des Métiers, tenu par la Chambre de Métiers et de l'Artisanat du lieu où est installé son siège social. Cette dénomination très vaste couvre plus de 250 métiers en France, allant de l'électricien à l'ambulancier en passant par le poissonnier.

Certaines entreprises peuvent être répertoriées comme entreprises artisanales et comme commerçants dans le même temps, selon les activités qu'elle exerce. De plus, un chef d'entreprise peut avoir plusieurs entreprises différentes et une entreprise peut être gérée par plusieurs chefs d'entreprises différents. Par conséquent, le nombre d'entreprises artisanales ne représente pas forcément le nombre d'artisans sur le territoire.

Il faut aussi tenir compte du fait qu'il est très complexe d'avoir une vision juste du maillage artisanal d'un territoire. En effet, les données qui sont disponibles (données du Répertoire des Métiers et données de l'INSEE) ne peuvent pas être actualisées tous les ans et on retrouve ainsi dans ces données des entreprises non actives économiquement mais qui sont toujours inscrites dans ces bases de données. Il en est de même sur le nombre de salariés, qui peut ne pas être à jour si le chef d'entreprise n'a pas informé les structures concernées d'une évolution dans le nombre de ses salariés.

Toutes les entreprises artisanales sont référencées sous des codes NAFA¹ en fonction des activités qu'elles exercent. Ces codes NAFA se composent de quatre chiffres et de deux lettres et indiquent précisément les activités professionnelles exercées. Par exemple, une entreprise de boulangerie est classée dans le registre des métiers sous le code NAFA : 1071CA et une

¹ la Nomenclature d'Activité Françaises de l'Artisanat est détaillée dans l'arrêté du 10 juillet 2008 relatif à la Nomenclature d'activités française du secteur des métiers et de l'artisanat.

entreprise qui réalise de la boulangerie et de la pâtisserie est classée dans le registre des métiers sous le code NAFA : 1071CB. Il existe aussi les codes NAF, constitué de quatre chiffres et d'une lettre qui permettent de classer les entreprises selon l'activité exercée mais qui sont moins précis que les codes NAFA.

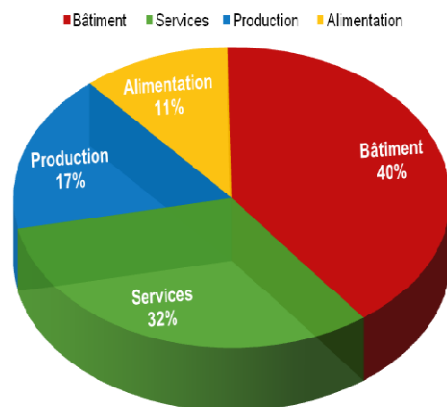


Figure 1 : Répartition des entreprises artisanales par secteur d'activité au niveau national en 2013. Source : Artisanat.fr.

Au niveau national, c'est le secteur du bâtiment qui est le plus représenté, comme cela est représenté dans la figure un ci-contre. Sur le territoire de l'Eurométropole de Strasbourg cette répartition est à peu près respectée, comme vous pouvez le voir dans l'annexe 01 : Chiffre clés Artisanat CMA67.

Il existe 4 secteurs d'activité dans l'artisanat, présents de manière hétérogène :

- le bâtiment : les électriciens, les plombiers, les maçons, les couvreurs....
- les services : les coiffeurs, les fleuristes, les garages automobiles, les réparateurs de matériels électroniques et/ou informatiques, les photographes....
- la production : les prothésistes dentaires, les imprimeurs, les fabricants de meubles....
- l'alimentaire : les bouchers, les boulangers, les traiteurs....

En Alsace, le droit local permet aux entreprises artisanales de rester inscrites au registre des métiers même si elles ont plus de 20 salariés. Les méthodes de travail employées prédominent au critère du nombre d'employés pour définir une entreprise comme artisanale.

En plus de ce critère relatif à l'activité exercée, la taille de l'entreprise est une des spécificités clés des entreprises artisanales. Une entreprise artisanale doit avoir moins de 10 salariés lors de sa création. Les entreprises peuvent rester inscrites au registre des métiers tout en ayant dépassé le seuil des 10 salariés si elles le souhaitent, si et seulement si le chef d'entreprise, le conjoint collaborateur ou un associé possède la qualité d'artisan, de maître artisan ou d'artisan d'art.

Les chiffres clés de l'artisanat de 2016 indiquent qu'en 2014, seulement 3,8% des entreprises artisanales avaient plus de 11 salariés et 62% des entreprises artisanales, tout secteur confondu, n'avaient pas de salariés. Pour les entreprises sans salariés, cela signifie que le chef d'entreprise est seul à assumer toutes les fonctions nécessaires au fonctionnement de l'entreprise : production, aspect commercial, gestion des achats, de la comptabilité et des finances, de la fiscalité et de l'économie, de la logistique, des notions d'hygiène-sécurité-environnement. Cela peut en partie expliquer qu'on observe actuellement que l'environnement n'est pas, dans de nombreuses entreprises, la priorité du chef d'entreprise.

Certaines entreprises font le choix de déléguer ces tâches à des professionnels. Par exemple, une entreprise peut faire appel à un cabinet comptable pour la gestion de ses documents financiers. D'autres prennent le parti d'embaucher. L'embauche de salariés permet de répondre à une charge de travail en augmentation ou de répartir les missions gérées par le chef d'entreprise. En parallèle, l'embauche d'un salarié entraîne de nouvelles obligations pour rester en conformité avec la réglementation sur la gestion du personnel

Les entreprises artisanales sont donc principalement définies par des activités particulières et par leur petite taille, ce qui les différencie des PME et des industries. Ces spécificités sont à l'origine d'importants points forts mais aussi d'éléments bloquants. De plus, ces spécificités mettent en évidence que, pour travailler avec les entreprises artisanales, il est nécessaire de mettre en place une méthodologie particulière et qu'on ne peut pas appliquer la même méthodologie utilisée pour travailler avec des grandes industries lorsque le travail est fait avec des entreprises artisanales.

D'un point de vue réglementaire, les entreprises artisanales doivent respecter le règlement d'assainissement si elles souhaitent rejeter leurs effluents au réseau d'assainissement. Lorsque les rejets entrent dans la catégorie des rejets non domestiques, rejets qui peuvent poser des problèmes dans le réseau d'assainissement ou au niveau de fonctionnement de la station de traitement des eaux usées, du fait de leur volume ou les polluants contenus (comme les eaux de nettoyage des outils, des pièces mécaniques, du sol de l'atelier...), les entreprises artisanales doivent posséder une autorisation délivrée par le gestionnaire du système d'assainissement (commune, structure intercommunale, ...). Cette autorisation comprend un arrêté de raccordement et une autorisation de déversement². Ce document est obligatoire pour être raccordé et permet d'informer la commune d'implantation de l'entreprise en lui laissant la possibilité de proposer des solutions pour s'assurer que seuls les effluents compatibles avec le réseau d'assainissement seront rejetés au réseau. Au besoin, la commune concernée peut fixer des obligations de moyens ou de résultats à l'entreprise concernée. Cela permet à l'entreprise de se conformer au règlement d'assainissement de la collectivité. Dans les faits, on note que de nombreuses entreprises artisanales n'ont connaissance ni de ces textes réglementaires ni de leurs obligations concernant leurs rejets au réseau.

2.2.2. Points forts de l'artisanat dans la tenue d'un projet de type LUMIEAU

Comme cela a été présenté plus tôt, l'Artisanat englobe un panel très large d'activités. De nombreux corps de métiers différents sont concernés et représentent à maillage économique très fin d'un territoire. Ce point peut être très utile pour des phases globales de communication ou pour la mise en place d'action tout public et multi-secteur.

Les entreprises artisanales représentent un maillage fort du territoire. Par exemple, sur le territoire de l'Eurométropole de Strasbourg, on décompte, en 2016, 7456 entreprises inscrites au répertoire des métiers d'Alsace sur 52915 entreprises installées sur le même territoire, d'après la base SIRENE de 2015. Ainsi, on retrouve sur un même territoire, de nombreuses entreprises d'une même activité qu'il va falloir être capable de sensibiliser pour mener des actions d'envergure.

Avec leurs faibles effectifs, la majorité des entreprises artisanales restent à taille humaine. Cela peut faciliter les échanges et permet d'avoir une vision globale assez rapidement de toute l'entreprise. De plus, cela peut faciliter les échanges avec les interlocuteurs : en effet, avec une petite équipe, le chef d'entreprise est souvent très précisément au fait de travail en cours et de toutes les tâches associées à l'activité de l'entreprise. On peut donc avoir un interlocuteur unique. De plus, cette particularité de taille de l'entreprise permet une rapidité de décision que l'on ne peut pas forcément retrouver en entreprise industrielle : en effet, des projets ou des décisions n'auront pas forcément besoin d'être validés par plusieurs personnes avant d'être mis en action.

2.2.3. Point faibles de l'artisanat dans la tenue d'un projet de type LUMIEAU

La forte diversité d'activités regroupées dans le monde artisanal ne doit pas entraîner des généralités. En effet, les activités artisanales étant très diverses, elles n'ont pas toutes les mêmes attentes, moyens ni besoins. Il est donc nécessaire de connaître les principaux besoins et caractéristiques des activités visées. De plus, au sein d'une même activité, on peut observer différentes manières de faire et il est donc très complexe de généraliser des pratiques, qu'elles soient bonnes ou mauvaises.

On observe sur les dernières années, une augmentation des entreprises s'inscrivant sous le statut d'auto-entreprise. Les entreprises inscrites sous le régime d'auto-entrepreneurs sont des micro-entreprises : elles sont inscrites au registre des métiers de leur CMA comme toute entreprise artisanale mais elles ne peuvent avoir ni de local, ni de salariés et ne doivent pas dépasser un certain chiffre d'affaire. Sur le plan environnemental, leurs problématiques ne sont en générale pas aussi fortes qu'une entreprise qui aurait plusieurs salariés (production de déchets moins importantes et rejets aqueux plus faibles). De plus, pour de nombreuses auto-entreprises, elles ont des rejets tellement faibles qu'elles se considèrent semblables à des particuliers et gèrent donc leurs déchets et leurs rejets de la même manière qu'un particulier. Ce sont des « cibles » compliquées pour un projet de type LUMIEAU car certaines auto-

² D'après [l'article L.1331-10](#) du Code de la santé publique.

entreprises se placent elles-mêmes comme étant à la frontière entre entreprises et particuliers. Il est donc très complexe de les impliquer dans des changements de leurs pratiques. Ce statut va faire prochainement l'objet d'évolution en termes de seuils.

Comme vu plus tôt dans ce document, les chiffres clés de l'artisanat de 2016 montrent que 62% des entreprises artisanales, toute activité confondue, n'ont pas de salariés. Or, sans salarié, le chef d'entreprise doit prendre en charge tous les aspects de son activité. Cela peut entraîner, dans certains cas, des chefs d'entreprises dépassés par la charge de travail. Ces derniers sont donc indisponibles et ne peuvent pas se dégager de temps pour participer à un projet supplémentaire.

Les entreprises artisanales, prises individuellement, représentent un faible impact environnemental. Elles ont des obligations réglementaires, liées au respect du règlement d'assainissement ou à la réglementation des Installations Classées pour la Protection de l'Environnement et donc être soumises à des contrôles de leurs pratiques. Cependant leurs impacts et le niveau des obligations étant moins importants que ceux observés dans la plupart des entreprises industrielles, les entreprises artisanales font rarement l'objet de campagnes de contrôles de leurs pratiques. Les outils réglementaires et les risques encourus en cas de non-respect (contrôles réglementaires, mise en demeure...) ne peuvent donc pas réellement être utilisés comme des leviers pour les entreprises artisanales. Les chefs d'entreprises artisanales qui font déjà des efforts dans leurs pratiques le font par conscience environnementale. Pour les autres entreprises, il est nécessaire d'utiliser d'autres arguments pour faciliter le changement de pratiques : économies financières, amélioration des conditions de travail, amélioration de la qualité du travail.

Que ce soit pour le secteur du bâtiment ou pour le secteur des services, une partie des entreprises réalise son activité sur chantier. Il n'y a donc pas forcément de point de rejets unique de tous les effluents (comme un atelier). Cela peut compliquer la mise en place de solutions de réduction. Sur un chantier, il y a moins la possibilité de contrôler ce qui est fait et cela engendre des problématiques plus complexes (comment transporter les résidus obtenus en chantier pour les ramener et bien les gérer en entreprise, par exemple).

2.3. Cadres du volet artisanal

2.3.1. Objectifs

Le volet « artisanat » est décliné dans la partie « Accompagnement au changement de pratiques » et dans la partie « Démonstrateur » du projet LUMIEAU-Stra. L'ensemble de cette démarche partage les principaux objectifs suivants :

- identifier les substances émises dans le réseau d'assainissement par type d'activités artisanales. Ce premier aspect vise à identifier et à hiérarchiser les activités les plus émettrices de micropolluants et à mettre en regard ces émissions avec celles des autres sources (industriels, particuliers, eaux pluviales) à l'échelle du territoire de la collectivité.
- rechercher des solutions pour réduire ces rejets dans les entreprises artisanales. La démarche consiste à rechercher et à tester des solutions de changement de pratique en entreprise (procédé de traitement des effluents avant rejet au réseau d'assainissement, produits de substitution). Ces tests permettront d'évaluer également ces solutions sur l'aspect sociologique et le changement de pratiques (donc l'acceptabilité par l'artisan).

En effet, les résultats du projet doivent permettre d'enclencher des réflexions sur les changements de pratiques en entreprises artisanales. Cela doit se faire via des analyses robustes des sources de pollutions mais aussi via le recueil des avis concrets des entreprises. L'objectif est d'identifier des solutions efficaces techniquement mais aussi viables économiquement pour permettre aux entreprises artisanales de réduire leurs rejets en micropolluants. Ces solutions viendront compléter la boîte à outils de solutions qui sera utilisée par la collectivité pour réduire les flux de polluants retrouvés dans ses réseaux à la fin du projet LUMIEAU-Stra.

De plus, le projet LUMIEAU-Stra ayant pour volonté d'être un projet transposable à d'autres territoires, le volet artisanat doit aussi définir de manière claire une méthodologie et identifier les points forts, les points faibles, les freins mais surtout les leviers à utiliser pour permettre à un autre territoire de mettre cette méthodologie en place de manière la plus efficace possible.

2.3.2. Etude DCE Artisanat [6]

En 2015, le CNIDEP a réalisé une étude sur la Directive Cadre sur l'Eau et l'artisanat. L'objectif de cette étude était de constituer une base de données chiffrée, par métier, des substances dangereuses présentes dans les rejets et quelques déchets de 10 métiers artisanaux.

Pour cela, de fin 2011 à mi-2014, une cinquantaine de PME ont été suivies, dans 10 secteurs d'activités sélectionnés pour l'existence de rejets d'eaux usées et/ou pour les produits dangereux qu'elles utilisent, à savoir :

- Peinture en bâtiment
- Menuiserie
- Imprimerie
- Salon de coiffure
- Nettoyage de locaux
- Carénage à sec
- Mécanique et carrosserie automobile
- Laboratoire de prothèse dentaire
- Pressing et aquanettoyage
- Nettoyage de toitures et façades

La campagne de prélèvements a porté sur 114 prélèvements réalisés dans 54 entreprises artisanales. Les prélèvements ont tous été réalisés à la source, en amont de tout prétraitement et de manière ponctuelle. Les polluants émis ont été caractérisés selon la méthodologie préconisée par AQUAREF³ pour les prélèvements dans le cadre du programme RSDE⁴.

Les résultats de l'étude de caractérisation des rejets de l'artisanat ont été présentés dans 10 rapports métiers et une synthèse globale de l'étude qui sont publics et téléchargeables. Une première analyse des résultats montre que les métiers choisis pour mener cette étude sont bien émetteurs de substances dangereuses : entre 35 et 55 substances dangereuses ont été quantifiées.

Les résultats de cette étude ont une portée essentiellement qualitative, ils sont par conséquent à exploiter avec un certain nombre de précautions :

- Les résultats ne proviennent que d'un nombre restreint d'entreprises et ne sont donc pas représentatifs de l'ensemble des entreprises, qui ont par ailleurs des pratiques très variables d'une entreprise à l'autre, comme cela a été expliqué plus haut,
- Les modes de prélèvement ponctuels n'ont pas permis une quantification précise des volumes des prélèvements réalisés).

Les informations collectées au travers de cette étude permettent d'identifier l'absence ou la présence de certaines substances au sein des rejets de 10 métiers. En revanche, cette étude ne permet pas de faire un lien direct entre les substances identifiées et leurs sources d'émissions.

2.3.3. Définition des objectifs chiffrés pour le travail de terrain

Les différents objectifs chiffrés pour le travail de terrain ont été définis en fonction du travail et des résultats obtenus suite à cette étude. En effet, l'étude DCE et artisanat du CNIDEP regroupe les seules données quantitatives sur les effluents d'artisans. Les métiers à étudier ont été choisis à partir de deux critères essentiels : les métiers rejetant des effluents contenant des micropolluants (étude DCE artisanat du CNIDEP) et les métiers les plus présents sur le territoire de l'Eurométropole de Strasbourg (données de la CMA Alsace).

³ AQUAREF : laboratoire national de référence pour la surveillance des milieux aquatiques

⁴ RSDE : programme de recherche de substances dangereuses dans les eaux.

Une étude de flux a été faite sur les 10 métiers concernés par l'étude DCE et artisanat. L'objectif de ce travail était d'estimer les flux de polluants émis par les entreprises artisanales installées sur le territoire de l'Eurométropole de Strasbourg afin de cerner les quatre types d'activités les plus pertinentes dans le cadre du projet LUMIEAU. Des hypothèses de calcul ont été prises sur plusieurs critères de caractérisation des activités : le type de procédés émetteurs de micropolluants dans le réseau, les codes NAFA à suivre, le nombre de semaines productives, la quantité d'eau utilisée pour les postes les plus consommateurs d'eau, le nombre d'entreprises installées sur le territoire de la collectivité et le nombre d'effectif total. Vous pouvez retrouver cette étude en annexe 02 : étude de flux artisanat Lumieau : méthodologie. Les résultats de l'étude de flux pour l'activité de la mécanique automobile sont présentés en exemple dans l'annexe 03 : étude de flux LUMIEAU_Exemple de la fiche de calcul faite pour l'activité de mécanique automobile. Sur la base de cette étude, six métiers ont été identifiés puis quatre métiers parmi les dix ont été sélectionnés. Il s'agit :

- des entreprises de peinture en bâtiment,
- des entreprises de mécanique automobile,
- des entreprises de menuiserie,
- des salons de coiffure.

Ces activités ont été retenues car elles sont particulièrement représentatives de l'artisanat (par rapport à leur activité et par rapport au nombre d'entreprises et d'effectifs sur le territoire) mais surtout parce qu'elles produisent des rejets dangereux.

Les métiers de pressing et de nettoyage de façades et toitures ont été particulièrement étudiés dans la liste des dix métiers de l'étude DCE mais n'ont finalement pas été retenus. Pour l'activité de nettoyage de façades, malgré l'intérêt porté à cette activité, le croisement des différents critères de choix (les effluents type, les impacts des produits utilisés et la quantité d'entreprise référencées dans l'activité) et l'absence de technologie propre identifiée lors du choix des activités à suivre dans le projet LUMIEAU-Stra ont entraîné la mise de côté de cette activité. Le critère de faisabilité des prélèvements a aussi été pris en compte. Pour l'activité de pressing, le choix a été relativement complexe. En effet, les pressings sont une activité représentative de l'artisanat de service et 41 des 98 substances étudiées dans l'étude DCE sont retrouvées dans l'activité de pressing. Cependant, le fait que le Centre Technique de la Teinture et du Nettoyage ait déjà initié des travaux sur les produits de substitution par rapport au perchloroéthylène et que les Agences de l'eau aient initié des études ont entraînés les différents partenaires à mettre ce métier de côté afin de ne pas faire de doublon sur ce travail. De plus, pour travailler sur les pressings dans le cas de LUMIEAU, il était nécessaire de se tourner vers les pressings utilisant la technologie de l'aquanettoyage (puisque les machines de pressing fonctionnant avec des solvants alternatifs au perchloroéthylène n'ont pas de rejets en eaux usées). Or, sur le territoire de l'Eurométropole de Strasbourg, il y avait, à l'époque du choix des métiers, très peu de pressing utilisant l'aquanettoyage. Enfin, d'après l'étude DCE, les flux dans les activités de pressings sont moins conséquents que les flux à étudier dans les salons de coiffure.

Pour les substances à rechercher, une liste de substances a été établie par métier en se basant :

- sur les substances quantifiées dans l'étude DCE (qui reprenait les recherches bibliographiques du CNIDEP ; la liste des 41 substances prioritaires énoncées dans plusieurs directives européennes directive 2000/60/CE et 2008/105/CE) et la liste de substances ciblées par la circulaire DEB de 2010 qui touche à la surveillance de la présence de micropolluants dans les eaux rejetées au milieu naturel par les stations de traitement des eaux.
- sur les substances identifiées comme dangereuses par l'outil santé environnement du CNIDEP, outil qui sera présenté dans les parties suivantes.

3. Définition de la méthodologie de travail

Afin d'assurer la bonne tenue du projet mais aussi son aspect reproductible, une méthodologie générale claire a été mise en place (figure 2).

La première étape de l'étude d'un métier consiste à rechercher trois entreprises artisanales volontaires et à identifier, en parallèle, des équipements de dépollution pertinents, disponibles

sur le marché et si possible de différentes marques. Après l'installation et l'utilisation par l'entreprise artisanale de l'équipement qui marquent le début de la phase démonstrateur, les premiers prélèvements amont et aval sont réalisés. Les analyses sont effectuées en laboratoire et les résultats exploités par le CNIDEP. Dans un second temps, la réalisation d'un diagnostic produit ainsi que l'identification de produits de substitution lance la phase substitution : après analyses des produits bruts, les entreprises utilisent les produits de substitution choisis tout en continuant d'utiliser l'équipement de dépollution. Une seconde campagne de prélèvements est alors réalisée. Une fois ces changements de pratiques effectués, un retour d'expérience de l'artisan sur l'utilisation du démonstrateur et des produits de substitution permet d'obtenir des informations complémentaires sur la technologie et les produits en termes d'efficacité et de praticité pour l'utilisateur.

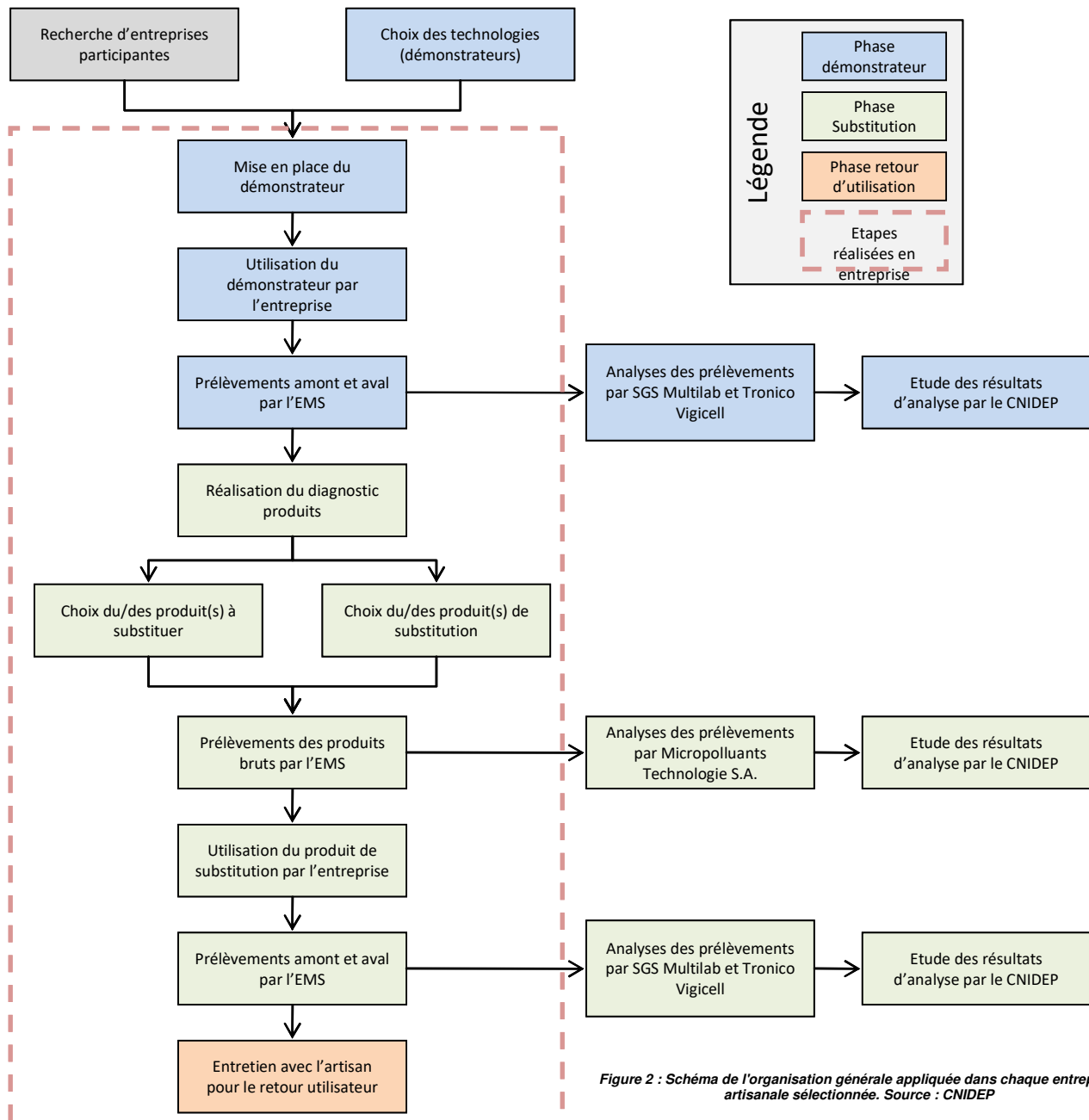


Figure 2 : Schéma de l'organisation générale appliquée dans chaque entreprise artisanale sélectionnée. Source : CNIDEP

3.1. La recherche des entreprises artisanales participantes

Pour la recherche d'entreprises artisanales pouvant participer au projet, le CNIDEP et l'Eurométropole de Strasbourg ont sollicité les organisations professionnelles concernées ainsi que la Chambre de Métiers et de l'Artisanat d'Alsace. Une information sur le projet par métier a été effectuée auprès des organisations professionnelles (OP) concernées :

Tableau 1 : Organisation professionnelles sollicitées pour chaque métier étudié. Source : CNIDEP

Métiers étudiés	Organisations professionnelles contactées
Peinture	FFB (Fédération française du bâtiment)
Automobile	FNAA (Fédération nationale de l'artisanat de l'automobile) CNPA (Conseil national des professions de l'automobile) COPMA (Corporation des professions des métiers de l'automobile)
Menuiserie	CSIB (Chambre syndicale des industries du bois du Bas-Rhin) FFB (Fédération française du bâtiment)
Coiffure	l'UNEC (union nationale des entreprises de la coiffure)

Pour chaque OP, une réunion a été organisée permettant de présenter la démarche du projet auprès des artisans. Ces rencontres ont permis de faire le point sur le positionnement du métier vis-à-vis des pratiques environnementales et des rejets en micropolluants. Chaque OP a pu également proposer au CNIDEP les coordonnées d'entreprises adhérentes susceptibles de participer au projet. L'objectif visé était ainsi de réunir cinq à six entreprises intéressées pour ensuite pouvoir sélectionner trois d'entre elles correspondant aux critères fixés, dont le premier était la localisation des entreprises sur le territoire de l'Eurométropole de Strasbourg. Le CNIDEP a ensuite contacté ces entreprises pré-ciblées pour vérifier avec elles leur intérêt et leur volonté de participer au projet LUMIEAU. En effet, pour chacun des quatre métiers une grille de critères portant sur les installations des entreprises et leurs équipements a été élaborée (annexe 04). Un contact individuel fut ensuite pris pour chaque entreprise : le CNIDEP a pu ainsi vérifier *in situ* la validation des critères, et informer plus en détails l'artisan-e sur le projet et son cadre.

3.2. Le choix des technologies ou démonstrateurs

Le terme de « démonstrateur » désigne, dans le cadre du projet LUMIEAU-Stra, un équipement permettant de réduire les rejets de polluants dans les eaux usées de l'entreprise. Ce type d'équipement peut également être qualifié de « technologie propre ». Pour chaque métier, l'équipement est spécifique à l'activité professionnelle et doit, théoriquement du moins, permettre d'abattre des polluants émis par cette activité précisément. Ainsi, le CNIDEP devait identifier pour chaque métier un démonstrateur à mettre en place chez chacun des artisans volontaires.

Or, pour le métier de la mécanique automobile, une technologie de prétraitement des effluents des garages est obligatoirement déjà présente en entreprise : le séparateur à hydrocarbures ou débourbeur-déshuileur. Toutes les entreprises de mécanique automobile disposent donc déjà de cette technologie permettant de retenir les boues et les huiles : il a donc été décidé que l'efficacité de celle-ci à éviter les rejets de micropolluants serait étudiée dans les trois entreprises. La particularité de cette technologie est d'être enterrée à un endroit stratégique de l'entreprise : aire de lavage, aire de stationnement ou tout simplement entrée du local dont les effluents de lavage du sol seront collectés jusqu'à l'entrée du séparateur.

Il existe différentes sortes d'installations : les débourbeurs, qui servent à séparer les particules de matières de la phase aqueuse sous effet de la gravité ; les déshuileurs, qui visent une décantation des phases aqueuse et huileuse par le biais des différences de densité ; et les débourbeurs-déshuileurs qui, par abus de langage, sont couramment appelés séparateurs à hydrocarbures. Le fonctionnement du séparateur à hydrocarbures est illustré ci-après (figure 3).

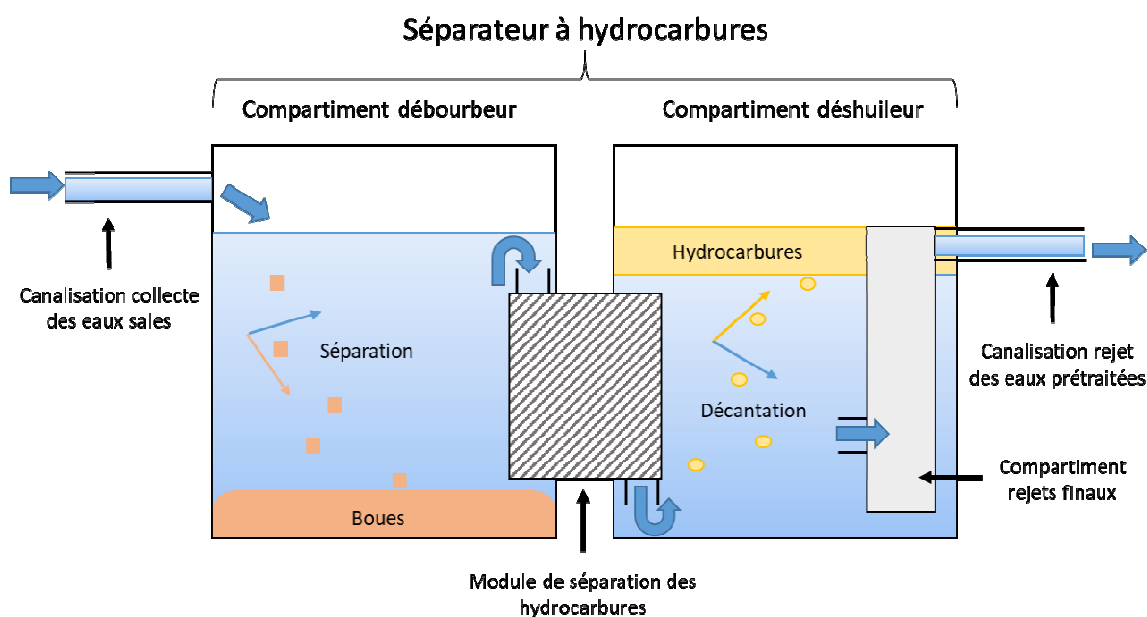


Figure 3 : Schéma de fonctionnement d'un séparateur à hydrocarbures. Source : CNIDEP

Nous pouvons voir qu'il est constitué de deux parties, un compartiment débourbeur et un compartiment déshuileur. Entre les deux compartiments se trouve un module permettant une meilleure décantation des hydrocarbures : ce module peut être à coalescence (alvéolaire) ou lamellaire selon le type de « grille » à travers de laquelle les effluents passent.

3.3. Etape de substitution

Le terme de « produit de substitution » désigne un produit ayant la même fonction qu'un produit habituellement utilisé par l'entreprise, mais ayant *a priori* moins d'impacts négatifs sur l'environnement en cas de rejet dans les eaux usées ainsi qu'éventuellement sur d'autres sphères environnementales et notamment la santé des utilisateurs.

L'étape de substitution se déroule en trois étapes : la réalisation du diagnostic produits, qui permet de collecter des informations sur les pratiques de l'entreprise et les produits classiquement utilisés ; le choix du produit de substitution, qui se fait d'après l'étude des produits classiques via un outil de hiérarchisation mis en place par le CNIDEP et d'après certains critères essentiels ; et l'utilisation en entreprise des produits de substitution, qui doit se dérouler en conditions réelles afin de correspondre à l'utilisation standard du type de produit en question.

3.3.1. Réalisation du diagnostic produits

Afin de mieux cerner les pratiques et d'identifier au mieux les produits les plus problématiques au sein de chaque entreprise, un diagnostic produits a été réalisé avec les entreprises. Dans un premier temps, le diagnostic produits permet d'enquêter sur les pratiques de l'entreprise suivant cinq items :

- Les pratiques d'achats de l'entreprise ;
- La connaissance des dangers potentiels des produits ;
- Les pratiques professionnelles mises en place au sein de l'entreprise afin de gérer ces dangers ;
- La connaissance du traitement et/ou du prétraitement des effluents ;
- L'intérêt pour des produits de substitution.

Dans un deuxième temps, les principaux produits utilisés en entreprise sont consignés dans un tableau récapitulatif renseignant notamment les quantités et la fréquence d'utilisation de chaque produit. Vous pouvez retrouver la trame de ces diagnostics produits en annexe 05.

3.3.2. Sélection du produit de substitution

Grâce aux fiches de données sécurité (FDS) de chaque produit et aux ressources complémentaires (site internet de l'ECHA, liste des substances dangereuses prioritaires pour l'artisanat de l'étude « Santé environnement » du CNIDEP, liste officielle des perturbateurs endocriniens...), les produits principalement utilisés par l'entreprise et identifiés via le diagnostic produits sont étudiés avec l'outil de hiérarchisation du risque chimique. Cet outil, élaboré par le CNIDEP en 2012 d'après un outil publié par l'INRS [7], a été adapté afin d'inclure les substances prioritaires du projet LUMIEAU-Stra. L'outil de hiérarchisation permet de déterminer le caractère dangereux d'un produit en croisant diverses informations relatives aux classes de danger auxquelles il appartient. Sont ainsi étudiées :

- les classes de danger pour la santé (phrases de risque, mention de danger, perturbateur endocrinien...);
- les classes de danger physique (risque d'incendie, d'explosion...);
- les classes de danger pour l'environnement;
- les interactions du produit avec les sphères environnement (eau, air, sol, énergie);
- les facteurs PBT (Persistent, bioaccumulative and/or Toxic) et vPvB (very Persistent and very Bioaccumulative);
- les classes de danger santé-environnement d'après la présence de substances dangereuses fixées par le projet LUMIEAU.

Obtenu après plusieurs étapes de croisement de ces différentes classes de danger, un tableau final d'impact fourni le degré du risque chimique du produit étudié (figure 3 ci-dessous) exprimé par une note allant de 4 (impact risque chimique nul) à 0 (impact risque chimique très élevé). Les résultats obtenus par le produit pour chaque classe de danger ainsi que la note finale sont ainsi rapportés dans un tableau de synthèse (voir annexe 06). Ce tableau permet ensuite de sélectionner par entreprise le ou les deux produit(s) le(s) plus dangereux et utilisé(s) en grande quantités, et ce afin de sélectionner le(s) produit(s) à substituer.

Classe d'impact risque chimique				
Classes d'impact risque chimique				
Impact risque chimique très élevé	0			
Impact risque chimique élevé	1			
Impact risque chimique modéré	2			
Impact risque chimique négligeable	3			
Détermination de la classe d'impact risque chimique <i>Sources d'informations :</i> Tableau de synthèse de la hiérarchisation des produits chimiques - Par lecture du tableau ci-dessous, combiner la classe d'impact santé - environnement - danger physique niveau 1 (modulée le cas échéant par les PBT vPvB) et la classe de danger santé-environnement "Présence de substances dangereuses". - Reporter le résultat dans le tableau de synthèse. <i>Exemple :</i> 1 produit de classe d'impact santé - environnement - danger physique niveau 2 2 (Impact modéré) et de classe de danger présence de substances prioritaires 0 (Préoccupante) se trouve dans une classe d'impact risque chimique 0 (Impact très élevé).				
Tableau de combinaison des indicateurs « Classe d'impact santé-environnement-danger physique niveau 1 avec PBT vPvB » et « Classe de danger : présence de substances dangereuses pour LUMIEAU »				
<div> <div>Classe de danger: présence de substances</div> <div>Classe d'impact santé - env - danger physique niveau 1 avec PBT vPvB</div> </div>	3 Non préoccupante	2 Moyennement Préoccupante	1 Préoccupante	0 Fortement Préoccupante
0 Impact santé - environnement - danger physique niveau 2 très élevé	1	0	0	0
1 Impact santé - environnement - danger physique niveau 2 élevé	2	1	0	0
2 Impact santé - environnement - danger physique niveau 2 modéré	3	2	1	1
3 Impact santé - environnement - danger physique niveau 2 faible	3	3	2	1
4 Impact santé - environnement - danger physique niveau 2 nul	4	4	3	3

20/162
Figure 4 : Extraction de l'outil de hiérarchisation du risque chimique: tableau de résultat final. Source : CNIDEP

Suite au diagnostic produits et à l'identification d'un ou de deux produits problématiques à substituer, le choix du produit de substitution est ensuite arrêté. Ce produit doit notamment répondre à quatre critères :

- Un usage correspondant à celui du produit identifié en entreprise ;
- Une différence de prix supportable pour l'artisan et les clients qui amortiront un éventuel surcoût ;
- La disponibilité du produit de substitution auprès de fournisseurs locaux ;
- La pertinence de la substitution d'un point de vue environnemental et d'après l'outil de hiérarchisation.

3.3.3. Utilisation en entreprise des produits de substitution

Une fois le produit sélectionné, la mise en place effective de la phase de substitution commence. Le CNIDEP procède avec l'artisan à une estimation de la durée nécessaire pour évaluer correctement le produit (temps d'utilisation optimal au regard de l'activité de l'entreprise et du type de produit). La question des quantités de rejets nécessaires au prélèvement se pose également en amont et est indissociable de la détermination de la durée de test. Le produit est ensuite mis à disposition de l'artisan par le fournisseur ou le fabricant, de sorte de ne générer aucun surcoût pour l'entreprise. Celle-ci doit utiliser le produit de manière la plus habituelle possible durant toute la durée du test, afin de rendre compte des habitudes d'utilisation et des contraintes réelles.

3.4. La réalisation des prélèvements

Les prélèvements d'échantillons à analyser ont été réalisés par les agent-e-s de l'Eurométropole avec la participation du CNIDEP suivant les recommandations AQUAREF pour l'échantillonnage des micropolluants [8]. Trois types de prélèvements ont eu lieu.

3.4.1. Sur équipement démonstrateur avec le produit classique

Dans le cadre de ce projet, l'efficacité du démonstrateur mis en phase de test est évaluée grâce à sa capacité d'abattement des micropolluants visés par le projet. Cela revient à évaluer tant en termes d'évolution des concentrations en micropolluants avant et après passage dans le démonstrateur qu'en termes de variations d'impacts toxiques entre ces effluents. En général, deux prélèvements ont donc été prévus chez chaque artisan volontaire : un prélèvement « en amont » de l'équipement, et un prélèvement « en aval ». Ces termes correspondent, pour cette étape, à deux types d'effluents :

- Amont : correspond aux effluents de produits classiques rejetés au réseau qu'il y aurait **sans démonstrateur**
- Aval : correspond aux effluents de produits classiques rejetés au réseau qu'il y a **avec le démonstrateur**

Ces deux termes renvoient à des types de flux différents selon la technologie testée et selon les habitudes de l'artisan testeur. Par exemple, pour un séparateur à hydrocarbures, l'amont correspond aux eaux sales de nettoyage du local qui sont déversées dans le séparateur, tandis que l'aval correspond aux eaux en sortie du séparateur qui sont déversées dans le réseau collectif des eaux usées.

3.4.2. Sur les produits bruts classiques et de substitution

Un prélèvement de produit brut été réalisé sur les deux types de produit : le produit dit classique, c'est-à-dire classiquement utilisé par l'entreprise ; et le produit de substitution fourni dans le cadre du projet. Le nombre de produits analysés varie selon les métiers en fonction de l'intérêt et de la diversité des types de produits utilisés. Ces analyses complémentaires permettent de préciser les compositions des produits en allant au-delà des informations présentes sur les fiche de données sécurité.

3.4.3. Sur équipement démonstrateur avec le produit de substitution

Durant la phase de substitution, les entreprises continuent d'utiliser le démonstrateur afin de permettre une évaluation du couple démonstrateur-substitution. Deux prélèvements des effluents en amont et en aval du démonstrateur avec utilisation du produit de substitution ont ainsi été effectués, avec deux nouvelles définitions de l'amont et de l'aval :

- Amont : correspond aux effluents contenant du **produit de substitution** rejetés au réseau qu'il y aurait **sans démonstrateur**
- Aval : correspond aux effluents contenant du **produit de substitution** rejetés au réseau qu'il y a **avec le démonstrateur**

Au total, plusieurs phases de prélèvements sont donc prévues par entreprise : deux sur démonstrateur seul, afin de démontrer l'efficacité de celui-ci ; deux sur démonstrateur avec utilisation du produit de substitution ; et deux par couple de produits bruts, classique et de substitution, afin de comparer leur composition (voir figure 5).

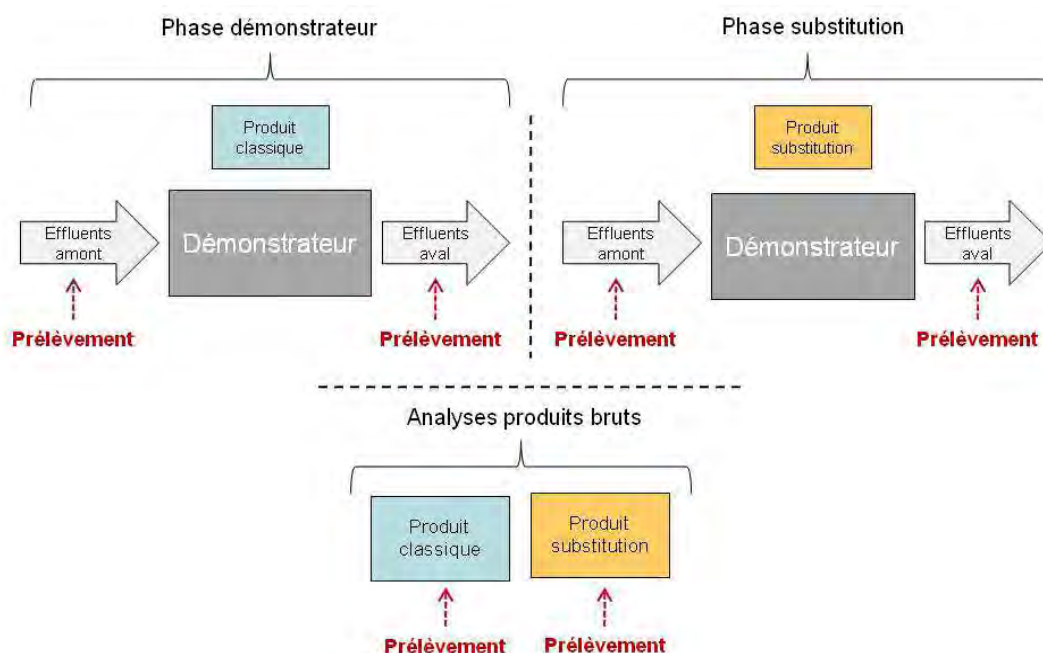


Figure 5 : Schéma résumant le positionnement des six prélèvements. Source : CNIDEP.

Dans le cadre de l'étude des séparateurs des garages, les prélèvements amont correspondent aux eaux de lavage du garage entrantes dans le séparateur, et les prélèvements aval ont été effectués dans le petit compartiment des rejets finaux (voir schéma ci-dessous).

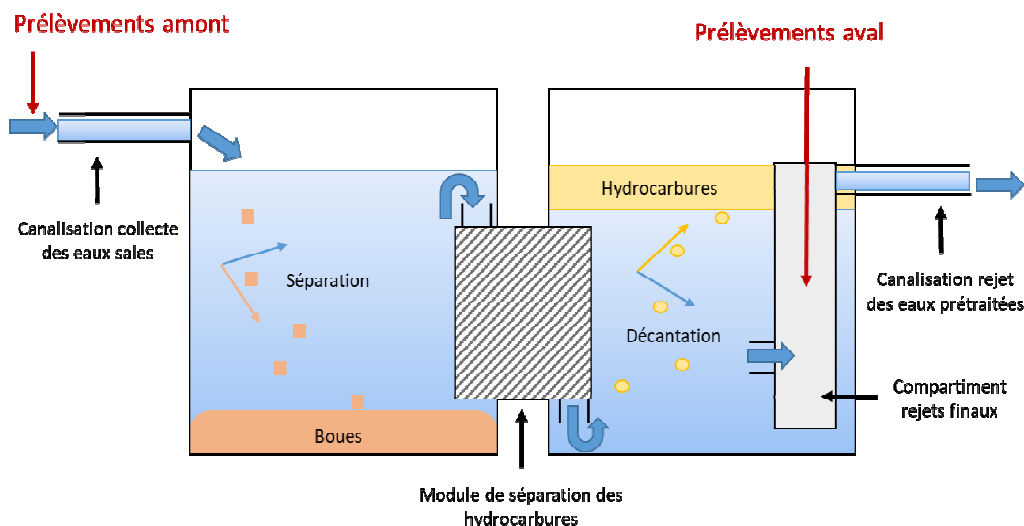


Figure 6 : Schéma des prélèvements effectués au sein des séparateurs à hydrocarbures. Source : CNIDEP

3.5. La réalisation des analyses

Des analyses physicochimiques sont effectuées sur les différents effluents testés et sur les produits bruts (classiques ou de substitution). En complément, des mesures d'impact toxique sur le vivant par bio-essais sont mises en œuvre sur les effluents. Ces outils permettent de considérer la réelle toxicité des eaux, indépendamment de leur composition, comme un critère à part entière de discrimination et de hiérarchisation. Critère que nous avons choisi de tester au cours du projet.

3.5.1. Analyses physico-chimiques

Les analyses physico-chimiques visent à mettre en évidence la présence des substances étudiées et à les quantifier. Elles ont été réalisées par le laboratoire d'analyses SGS Multilab pour les effluents (sous accréditation COFRAC) et par le laboratoire Micropolluants Technologie S.A. pour les produits bruts. Pour simplifier la compréhension des données, les substances ont été classées en familles physico-chimiques ou en fonction de leur rôle pour certaines substances. Cette classification a été faite par le groupe technique sur le choix des substances à analyser. Pour les analyses physico-chimiques, des prélèvements de 10L par analyse ont été nécessaires.

La liste des 89 substances analysées pour le métier de la mécanique automobile est présentée ci-dessous, accompagnées de leur seuil maximal fixé par le règlement d'assainissement de l'Eurométropole de Strasbourg (RAEMS). Il est intéressant de souligner que le toluène, l'arsenic, le chrome, le cuivre et le zinc sont, en plus d'être ciblés dans la liste II de la directive 76/464/CEE, des polluants spécifiques de l'état écologiques des eaux de surface.

Tableau 2 : Substances analysées dans le cadre des analyses physico-chimiques du métier Mécanique automobile. Source : CNIDEP.

Légende concernant la catégorisation des substances	
Dangereuse prioritaire	Substance classée dangereuse prioritaire par la directive 2013/39/CEE
Prioritaire	Substance classée prioritaire par la directive 2013/39/CEE
RSDE STEU	Substance présente dans la liste de la circulaire DEB du 29 septembre 2010 (RSDE STEU 2ème phase)
Liste I et II	Substance présente dans les listes I et II de la directive 76/464/CEE
Non concernée	Substance non classée dans la DCE

Famille	Paramètre	Code SANDRE	Unité	Seuil maximal fixé par le RAEMS
Paramètre indiciaire	AZOTE GLOBAL (NTK + NO3 + NO2)	1551	MG/L	150
	AZOTE KJELDAHL	1319	MG/L	non concerné
	NITRATES	1340	µg/l	non concerné
	NITRITES	1339	µg/l	non concerné
	AOX	1106	MG/L	0,001
	MATIERES EN SUSPENSION	1305	MG/L	600
	CARBONE ORGANIQUE TOTAL	1841	MG/L	non concerné
	DEMANDE CHIMIQUE EN OXYGENE	1314	MG/L	2 000
	DEMANDE BIOLOGIQUE EN OXYGENE 5 JOURS	1313	MG/L	non concerné
	DCO/DBO5	non concerné	non concerné	2,5
	CHLORURES	1337	MG/L	750
	SULFATE	1338	MG/L	non concerné
	CYANURE TOTAL	1390	MG/L	0,1

	FLUORURE	7073	MG/L	15
	INDICE PHÉNOL	1440	MG/L	0,3
	INDICE HYDROCARBURE	2962	MG/L	5
Chlorophénols	2-CHLOROPHENOL	1471	µg/l	non concerné
	2,4-DICHLOROPHENOL	1486	µg/l	non concerné
	2,4,5-TRICHLOROPHENOL	1548	µg/l	non concerné
	2,4,6-TRICHLOROPHENOL	1549	µg/l	non concerné
	3-CHLOROPHENOL	1651	µg/l	non concerné
	4-CHLOROPHENOL	1650	µg/l	non concerné
	4-CHLORO-3-METHYLPHENOL	1636	µg/l	non concerné
	PENTACHLOROPHENOL	1235	µg/l	non concerné
Alkylphénol	4-N-NONYLPHENOL	5474	µg/l	non concerné
	Para-tertoctylphenol = 4-TER-OCTYLPHENOL	1959	µg/l	non concerné
	4-N-OCTYLPHENOL	1920	µg/l	non concerné
	NP1OE	6366	µg/l	non concerné
	NP2OE	6369	µg/l	non concerné
	OP1OE	6370	µg/l	non concerné
	OP2OE	6371	µg/l	non concerné
	NONYLPHENOLS	6598 (1957+1958)	µg/l	non concerné
	OCTYLPHENOLS	6600 (1920+1959)	µg/l	non concerné
PBDE	BDE 209 (2,2',3,3',4,4',5,5',6,6'-Décabromodiphényl éther)	1815	µg/l	non concerné
BTEX	BENZENE	1114	µg/l	non concerné
	ISOPROPYLBENZENE	1633	µg/l	non concerné
	M+P-XYLENE	2925	µg/l	non concerné
	O_XYLENE	1292	µg/l	non concerné
	SOMME DES XYLENES	1780	µg/l	non concerné
	TOLUENE	1278	µg/l	non concerné
	ETHYLBENZENE	1497	µg/l	non concerné
HAP	BENZO_A_PYRENE	1115	µg/l	non concerné
	BENZO_B_FLUORANTHENE	1116	µg/l	non concerné
	BENZO_K_FLUORANTHENE	1117	µg/l	non concerné
	BENZO_GHI_PERYLENE	1118	µg/l	non concerné
	FLUORANTHENE	1191	µg/l	non concerné
	INDENO_123CD_PYRENE	1204	µg/l	non concerné
	ACENAPHTENE	1453	µg/l	non concerné
	ANTHRACENE	1458	µg/l	non concerné
	NAPHTALENE	1517	µg/l	non concerné

	PHENANTHRENE	1524	µg/l	non concerné
Organoétain	MONOBUTYL ETAIN CATION	2542	µg/l	non concerné
	DIBUTYL ETAIN CATION	7074	µg/l	non concerné
	TRIBUTYL ETAIN CATION	2879	µg/l	non concerné
	TRIPHENYL ETAIN CATION	6372	µg/l	non concerné
PCB	PCB_28	1239	µg/l	non concerné
	PCB_52	1241	µg/l	non concerné
	PCB_101	1242	µg/l	non concerné
	PCB_118	1243	µg/l	non concerné
	PCB_138	1244	µg/l	non concerné
	PCB_153	1245	µg/l	non concerné
	PCB_180	1246	µg/l	non concerné
Plastifiants	DEHP DI(ETHYLHEXYL)PHTALATE	6616	µg/l	non concerné
Autres	PFOS Acide Perfluorooctanesulfonique	6561	µg/l	non concerné
	DICHLOROMETHANE	1168	µg/l	non concerné
	METHANOL	2052	µg/l	non concerné
	FORMALDEHYDE	1702	µg/l	non concerné
Métaux	ALUMINIUM	1370	µg/l	2 500
	ANTIMOINE	1376	µg/l	non concerné
	ARGENT	1368	µg/l	non concerné
	ARSENIC	1369	µg/l	50
	BERYLLIUM	1377	µg/l	non concerné
	CADMIUM	1388	µg/l	200
	CHROME	1389	µg/l	500
	COBALT	1379	µg/l	non concerné
	CUIVRE	1392	µg/l	500
	ETAIN	1380	µg/l	2 000
	FER	1393	µg/l	2 500
	MANGANESE	1394	µg/l	1 000
	MERCURE	1387	µg/l	50
	MOLYBDENE	1395	µg/l	non concerné
	NICKEL	1386	µg/l	500
	PLOMB	1382	µg/l	500
	SELENIUM	1385	µg/l	non concerné
	THALLIUM	2555	µg/l	non concerné
	TITANE	1373	µg/l	non concerné
	URANIUM	1361	µg/l	non concerné
	VANADIUM	1384	µg/l	non concerné
	ZINC	1383	µg/l	2 000

3.5.2. Bio-essais

Les bio-essais constituent un outil d'analyse innovant, consistant à mettre des cellules vivantes en contact avec des échantillons d'eaux, de façon à mesurer l'intensité du danger toxique pour la vie que représente la charge en micropolluants contenue dans ces échantillons. Ces analyses ont été réalisées par le laboratoire Tronico Vigicell, partenaire de LUMIEAU-Stra. Pour les bio-essais, des prélèvements d'un litre ont été nécessaires. Le nombre d'analyses à effectuer n'a pas été fixé au préalable mais a été choisi pour chaque du métier, en fonction de la pertinence des résultats obtenus selon la configuration du métier (types d'effluents étudiés, types de démonstrateurs, comparabilité des entreprises...). En revanche, la liste des bio-essais appliquée à tous les métiers investigués dans le cadre du projet a été arrêtée initialement afin de permettre une éventuelle exploitation comparative ultérieure :

Toxicité générale sur panel d'organismes			
Modèles biologiques	Effets observés	Nombre de tests	Réalisation
Bactéries (2 souches <i>Escherichia coli</i> Sauvage + Sensible)	Croissance (DO)	2	oui
Algue (2 souches <i>Chlamydomonas reinhardtii</i> Sauvage + Sensible)	Croissance (DO)	2	oui
Cryptogames eucaryotes (2 souches <i>Saccharomyces cerevisiae</i> Sauvage + Sensible)	Croissance (DO)	2	oui
Ascomycète (1 souche <i>Septoria tritici</i>)	Croissance (DO)	1	oui
Cellules animales/humaines (1 modèle primaire : PBMC)	Croissance (ATPmètrie)	1	oui
Nombre total d'informations		8	8

Perturbateurs endocriniens (suivi des effets agonistes et antagonistes)			
Modèles biologiques	Effets observés	Nombre de tests	Réalisation
Lignée cellulaire humaine modifiée (récepteur œstrogène)	Interaction avec le récepteur (luminescence)	2	oui
Lignée cellulaire humaine modifiée (récepteur androgène)	Interaction avec le récepteur (luminescence)	2	oui
Lignée cellulaire humaine modifiée (récepteur thyroïdien)	Interaction avec le récepteur (luminescence)	2	oui
Nombre total d'informations		6	6

Génotoxicité			
Modèles biologiques	Effets observés	Nombre de tests	Réalisation
Lignées cellulaires humaines (+/- métabolisation)	Phosphorylation de l'histone H2AX (fluorescence)	2	oui
Bactérie (souche <i>Escherichia coli</i>)	Signal bioluminescent	1	oui
Nombre total d'informations		3	3

Reprotoxicité			
Modèles biologiques	Effets observés	Nombre de tests	Réalisation
Culture primaire de tubes séminifères (rats mâles pré-pubère Sprague Dawley)	Intégrité de la barrière hémato-testiculaire évaluée par mesures de la résistance électrique transépithéliale	1	oui
	Expression génique des gènes spécifiques des spermatozoïdes ronds	3	oui
Nombre total d'informations		4	4

Figure 7 : Bio-essais réalisés pour le métier Mécanique automobile par Tronico-Vigicell. Source : Rapport d'analyses de Tronico-Vigicell.

Les communications de résultats se présentent sous la forme de rapports détaillés et sous la forme de présentations regroupant graphiques et tableaux illustratifs des résultats bruts. Voici la représentation graphique de Tronico Vigicell des résultats de bio-essais :

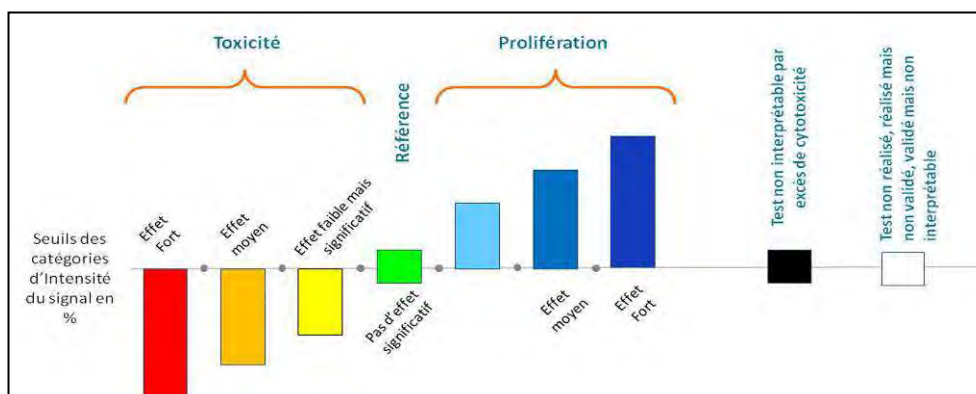


Figure 8 : Représentation graphique des résultats des bio-essais sur les échantillons fournis. Source : Tronico-Vigicell

Il faut cependant garder à l'esprit que les résultats correspondent aux effluents directement en sortie d'une entreprise, collectés ensuite via le réseau d'assainissement ; or l'impact étudié ici correspond à une reconstitution de l'impact direct des effluents sur le milieu naturel, c'est-à-dire avant rejet dans le réseau d'assainissement et sans traitement ou dilution par d'autres eaux ou effluents.

3.6. Méthodologie pour le traitement des résultats

3.6.1. Généralités

Les résultats des analyses décrites ci-dessus ont pour objectif de permettre d'évaluer :

- La capacité d'abattement de l'équipement de dépollution, en particulier par rapport aux micropolluants ;
- La pertinence de substituer un produit habituel de l'entreprise par un autre produit, dit de substitution ;
- L'intérêt d'utiliser à la fois un équipement de dépollution et un ou des produits de substitution pour réduire les émissions de micropolluants.

Ces résultats doivent donc être étudiés en tenant compte d'un certain nombre d'incertitudes, liées par exemple aux conditions de prélèvements, ainsi qu'aux méthodes analytiques employées. De plus, il est nécessaire de tenir compte de la spécificité du travail avec les entreprises artisanales : en effet, même dans un corps de métier identique, les entreprises peuvent ne pas avoir les mêmes pratiques, habitudes de travail et volonté ou possibilité de changer leurs modes opératoires. Ainsi, les résultats obtenus dans le projet LUMIEAU, et en particulier les retours d'expériences, doivent toujours être utilisés en rappelant le fonctionnement de l'entreprise testeuse et des grandes généralités sur l'ensemble du corps de métiers ne peuvent pas être faites en se basant sur seulement trois entreprises.

Suite au travail de terrain réalisé avec les entreprises artisanales, trois types de résultats ont été obtenus : les résultats d'analyses physico-chimiques, les résultats des bio-essais et les résultats de retour d'expérience lié à l'utilisation de la machine et des produits de substitution. Ces résultats complémentaires doivent être traités de manière conjointe pour analyser au mieux les démonstrateurs et les produits de substitution testés.

3.6.2. Traitement des données d'analyses (physico-chimique et bioessais)

Les données d'analyses, que ce soit les analyses physico-chimiques ou les bio-essais, ont été exploitées en étudiant les différentes substances recherchées entre amont et aval en termes de concentration puis en termes de rendement. L'objectif est d'une part de déterminer les substances présentes (quantifiées) et d'autre part de relever les substances qui peuvent être retenues par le démonstrateur et celles qui ne semblent pas impactées par le démonstrateur.

Cette méthodologie d'exploitation ne concerne que les analyses physico-chimiques, car l'exploitation des bio-essais est basée sur les rapports d'exploitation fournis par Tronico Vigicell.

Pour le traitement des données en termes de rendement, la méthodologie de calcul a fait l'objet d'une réflexion spécifique dans le cadre de l'étude des activités artisanales à étudier avec le groupe de travail artisanat. Cette méthodologie s'est inspirée de la méthodologie appliquée dans le projet AMPERES pour calculer des rendements au niveau des stations de traitement des eaux usées [9]. Le projet LUMIEAU a donc adapté cette méthodologie en définissant également un seuil permettant de déterminer si un rendement calculé est consolidé ou non. Ce seuil a été choisi à 5 fois la limite de quantification (LQ), soit un seuil moins strict que celui défini dans le projet AMPERES (10 fois la LQ), car le jeu de données provient d'un seul site. En tenant compte de ce seuil, différents cas peuvent être retrouvés :

Tableau 3 : Tableau récapitulatif des différents cas possibles pour le traitement des résultats d'analyses. Source : CNIDEP.

	Amont \geq LQ*5	LQ*5 > Amont \geq LQ	Amont < LQ
Aval \geq LQ*5	Si Amont > aval : Réduction de la concentration de la substance	Augmentation de la concentration de la substance	Augmentation de la concentration de la substance : Calcul avec [Amont] = LQ _{Amont} /2
	Si Amont = aval : Pas d'évolution		
	Si Amont < aval : Augmentation de la concentration de la substance		
LQ*5 > Aval \geq LQ	Réduction de la concentration de la substance	Rendement non consolidé	Rendement non consolidé
Aval < LQ	Réduction de la concentration ou disparition de la substance : Calcul avec [Aval] = LQ _{Aval} /2	Rendement non consolidé	Substance non quantifiée

Les volumes d'eau en amont et en aval sont considérés comme identiques dans le calcul de rendement. La formule de calcul de rendement est la suivante :

$$R = ([\text{amont}] - [\text{aval}]) * 100 / [\text{amont}]$$

Pour les deux cas où l'une des deux concentrations, amont ou aval, est inférieure à la LQ tandis que l'autre est supérieure à 5*LQ, le rendement est calculé en remplaçant la concentration en question par LQ/2 :

Si Amont \geq LQ*5 et Aval < LQ, alors

$$R = ([\text{amont}] - (LQ_{\text{Aval}}/2)) * 100 / [\text{amont}]$$

Si Amont < LQ et Aval \geq LQ*5, alors

$$R = ((LQ_{\text{Amont}}/2) - [\text{aval}]) * 100 / (LQ_{\text{Amont}}/2)$$

Tous les rendements calculés sont exprimés en pourcentage. Ce calcul de rendement doit être fait pour chaque entreprise pour le démonstrateur mais aussi suite à l'utilisation des produits de substitution. Dans les deux cas, les rendements calculés seront répartis en différentes « tranches d'exploitation des résultats » :

- **Rendements inférieurs à -30%** : les **rendements négatifs** indiquent qu'il y a eu une augmentation de la concentration de la substance entre le prélèvement fait en amont et celui fait en aval.
- **Rendements compris entre -30% et 30%** : les rendements compris entre -30% et 30% indiquent qu'il y a eu une faible évolution de la concentration de la substance concernée (**non significative**).
- **Rendements compris entre 30% et 70%** : les **rendements moyens** compris entre 30% et 70% indiquent qu'il y a eu une diminution moyenne de la concentration de la substance concernée entre l'amont et l'aval.

- **Rendements supérieurs à 70%**: les **rendements élevés** supérieurs à 70% indiquent qu'il y a eu une forte diminution de la concentration de la substance concernée entre l'amont et l'aval.

Ces calculs de rendement permettront d'exploiter les résultats d'analyses obtenus entre les trois entreprises. En effet, les résultats obtenus doivent aussi être comparés d'une entreprise à l'autre afin de mettre en parallèle les résultats entre les trois entreprises du même corps de métiers.

3.6.3. Exploitation des données qualitatives

En plus des analyses, des retours d'expérience ont été récoltés auprès des entreprises testeuses par rapport au séparateur à hydrocarbures mais aussi et surtout par rapport aux produits de substitution utilisés. Cette étape permet donc d'étudier l'utilisation concrète des produits de substitution et de voir, en plus des résultats d'analyses, si les entreprises seraient prêtes à changer leurs pratiques pour passer à ces produits moins impactant pour l'environnement et la santé des salarié-e-s. L'objectif est de synthétiser les avis de terrain et les caractéristiques techniques.

Pour obtenir les données qualitatives sur les séparateurs à hydrocarbures, nous nous sommes appuyées sur les retours terrain émis par les chef-fe-s d'entreprises. Pour les données qualitatives sur les produits, nous avons croisés les retours terrain émis par l'entreprise avec les informations présentes dans les Fiches de Données de Sécurité (FDS). Pour l'aspect retour d'expérience, des grilles d'évaluation propres à la technologie testée et au produit de substitution concerné ont été utilisées. Il existe donc une grille de notation propre à chaque type de technologie de substitution testée en entreprise et propre à chaque type de produits de substitution. Ces grilles de notation permettent de recouper les différents éléments qui constituent l'avis de l'entreprise testeuse par rapport à la technologie testée. Les critères diffèrent selon qu'il s'agisse d'un retour d'expérience sur les démonstrateurs ou d'un retour d'expérience sur les produits de substitution :

- efficacité, praticité, durabilité, coût et environnement pour les évaluations des démonstrateurs ;
- efficacité, praticité, santé, risque incendie, environnement et coût pour les évaluations de produits de substitution.

Pour les évaluations des **séparateurs à hydrocarbures**, le critère efficacité tient compte des informations concernant la bonne circulation des eaux de lavage en entrée et en sortie du séparateur, ainsi que l'absence d'odeur caractéristique de pourriture de matières organiques accumulées. Le critère praticité tient compte de l'accessibilité du regard du séparateur, de la facilité d'ouverture, etc. Le critère durabilité se décrit selon les éventuels problèmes (obstruction, cassure...), la disponibilité des pièces de rechange, etc. Le critère environnement se base sur les calculs de rendement faits en phase démonstrateur dans chaque entreprise, sur la bonne absorption des eaux sales, etc. Le critère coûts englobe les coûts de fonctionnement et le coût d'investissement de la machine.

Pour les évaluations des produits **dégraissants freins**, le critère efficacité est décrit par la disparition des graisses et poussières, l'absence de trace, etc. La praticité comprend le nombre de manipulation avant utilisation, la forme du contenant, etc. Le critère santé tient compte de la note obtenue pour l'impact santé lors de la hiérarchisation du risque chimique du produit, de la nécessité de porter des EPI, etc. Le critère risque incendie se base sur la note d'impact incendie obtenue lors de la hiérarchisation des risques chimiques, ainsi que sur le point-éclair du produit. Le critère environnement est décrit par la note d'impact environnemental obtenue lors de la hiérarchisation des risques chimiques, par l'absence de molécules CFC, etc.

Pour les évaluations de produits **lave-glace**, le critère efficacité se définit par l'élimination des résidus sur le pare-brise (boues, sel, insectes...), le nombre de pulvérisations nécessaires... Le critère praticité est décrit par l'ergonomie du packaging, le nombre de manipulations nécessaires avant emploi (dilution...), etc. Le critère santé se décrit comme précédemment par la note obtenue pour l'impact santé lors de la hiérarchisation du risque chimique du produit, de la nécessité de porter des EPI, etc. Le critère risque incendie se base sur la note d'impact incendie obtenue lors de la hiérarchisation des risques chimiques, sur le point-éclair du produit,

etc. Le critère environnement est décrit par la note d'impact environnemental obtenue lors de la hiérarchisation des risques chimiques, la présence de substances CMR et/ou vPvB, etc.

Pour les évaluations de produits **nettoyants sol**, le critère efficacité est évalué en fonction du nombre de familles de salissures éliminées, la présence d'un film résiduel glissant, etc. Le critère praticité prend compte du nombre de surfaces pouvant être nettoyées avec le produit, le nombre de manipulation avant emploi. Le critère santé se décrit comme précédemment par la note obtenue pour l'impact santé lors de la hiérarchisation du risque chimique du produit, de la nécessité de porter des EPI, etc. Le critère risque incendie se base sur la note d'impact incendie obtenue lors de la hiérarchisation des risques chimiques et sur le point-éclair du produit. Enfin, le critère environnement est décrit par la note d'impact environnemental obtenue via l'outil de hiérarchisation, la présence de substances CMR et/ou vPvB, etc.

Enfin, pour tous les produits, le critère coût a été élaboré selon les mêmes raisons : une échelle de coût d'achat, le surcoût entre le produit classique et le produit de substitution, le temps de travail supplémentaire éventuel, etc. L'échelle de coût d'achat a été élaborée d'après un panel de 20 prix de produits étudiés et/ou issus de recherche : cette échelle a permis un positionnement du produit de substitution non pas uniquement d'après le produit classique mais aussi par rapport à un échantillon de produits disponibles sur le marché pour les professionnels.

Le risque de la phase retour d'expérience dans le projet LUMIEAU est de ne pas récupérer toutes les données voulues et nécessaires pour l'attribution d'une note complètement représentative de l'utilisation de la machine ou produit. En effet, sur des temps d'utilisation relativement court, les entreprises n'ont pas forcément le recul nécessaire pour évaluer certains critères tels que les éléments de durabilité ou les éléments de coûts. Dans le cas où il n'a pas été possible de récupérer toutes les informations notamment celles liées aux produits, ces informations sont complétées par des recherches bibliographiques pour les critères objectifs : coûts, éléments de durabilité...

3.6.4. Représentation graphique des résultats

Des notes ont été attribuées aux démonstrateurs comme aux produits, d'après des éléments de résultats d'analyses physico-chimiques (pourcentage de rendements positifs élevés et moyens pour les démonstrateurs, et présence de substances prioritaires et/ou dangereuses pour les produits) les caractéristiques de la machine ou du produit et les retours d'expérience. Les graphiques étoilés permettent de représenter la notation obtenue. En cas d'absence de résultats d'analyses bruts pour certains produits, un graphique de notation du retour d'expérience remplace celui de notation globale.

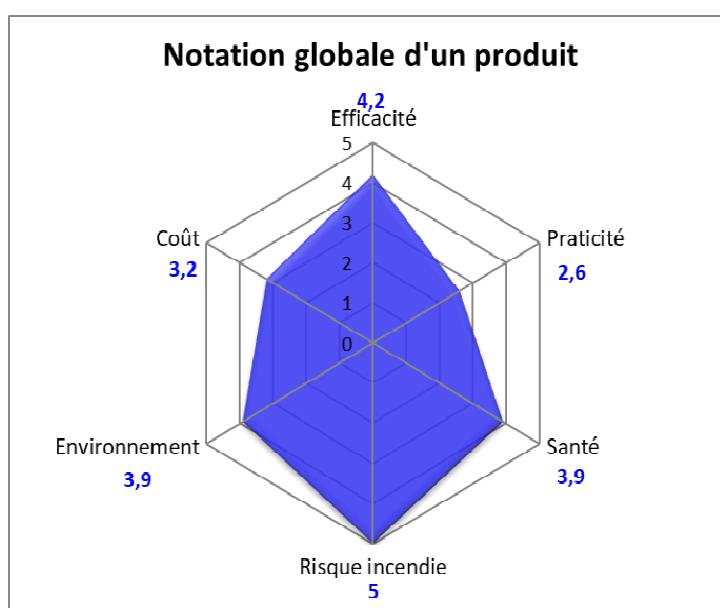


Figure 9 : Exemple de graphique étoilé permettant de représenter la notation obtenue par un produit. Source : CNIDEP

4.Phase opérationnelle et exploitation des résultats

4.1. Spécificités du travail de terrain pour les garages

4.1.1. Éléments généraux

Le travail sur les garages a débuté en juillet 2015 par une rencontre avec la Corporation des Professions et Métiers de l'Automobile (COPMA) de Strasbourg, basée à Schiltigheim. Les objectifs de cette rencontre furent de présenter le projet LUMIEAU et mettre en place une stratégie permettant de mobiliser les garages du territoire de l'Eurométropole de Strasbourg dans le projet LUMIEAU. Cette rencontre a été l'occasion de définir plusieurs éléments :

- Les critères de sélection des entreprises : activité de mécanique automobile, site équipé d'un séparateur à hydrocarbures, si possible bien entretenu, entreprises localisées sur le territoire de l'Eurométropole et motivées par la démarche pour s'assurer au mieux de leur implication.
- Les rôles de chacune des structures partenaires sur le métier (COPMA, GESTE et CNIDEP).

En parallèle de cette première réunion de travail, une liste des arguments pour inciter les garages à s'impliquer dans le projet a été établie. Vous pouvez retrouver ce document en annexe 08 : Argumentaire à destination des organisations professionnelles.

Ce travail de recherche des entreprises a permis d'identifier deux entreprises intéressées dans la démarche. Ainsi, des premières visites ont été réalisées en septembre 2016 afin de rencontrer individuellement les deux entreprises, leur présenter le projet et s'assurer de la conformité de leur entreprise par rapport aux critères de LUMIEAU-Stra. Un troisième garage volontaire et répondant aux critères n'ayant pas été trouvé malgré les recherches entreprises, le centre technique d'entretien des véhicules de l'Eurométropole de Strasbourg a été impliqué dans le projet.

Les temps de mobilisation des garages ont différé d'une entreprise à l'autre : les échanges avec les deux premiers garages se sont étendus sur un an, tandis que les échanges avec le troisième ont eu lieu sur huit mois. Tout au long de cette période, nous sommes intervenues ponctuellement, lors de plusieurs étapes : prélèvements démonstrateur, diagnostic produit, utilisation des produits de substitution, prélèvements substitution, retour d'utilisation des produits de substitution.

Les démonstrateurs concernant ce métier sont des séparateurs à hydrocarbures, installations obligatoires pour tous les garages. Très peu d'informations ont pu être récoltées auprès des entreprises qui ignorent bien souvent quel modèle de séparateur est installé et depuis combien de temps. Le type de séparateur, leur taille, leur marque sont donc des informations restées inconnues.

Concernant les prélèvements faits pour les analyses dans l'activité de mécanique automobile, le prélèvement amont a pour objectif de représenter les rejets de l'activité de mécanique automobile s'il n'y avait pas de séparateur à hydrocarbures : les effluents amont correspondent donc aux eaux de lavage de l'atelier où le travail mécanique est effectué. Le prélèvement aval a pour objectif de représenter les rejets après passage au sein du séparateur à hydrocarbures, afin d'évaluer l'efficacité de celui-ci dans l'abattement des concentrations des substances étudiées. Enfin, les analyses de produits bruts ont été réalisées sur un seul produit de substitution bien que deux produits aient été proposées dans chaque entreprise.

Les analyses biologiques (bio-essais) prévues pour l'activité de mécanique automobile ont été réalisées dans les deux premières entreprises lors de la phase démonstrateur, sur les prélèvements amont et aval. Le choix s'est porté sur la phase démonstrateur uniquement afin de pouvoir comparer la toxicité des effluents provenant de deux séparateurs issus chacun de deux entreprises différentes. Les analyses biologiques n'ont pas été réalisées après substitution. En effet, au vu du très grand nombre de produits (autres que les deux produits de substitution testés), la comparaison des effluents démonstrateur-substitution aurait été moins pertinente.

4.1.2. Pré-requis pour la compréhension des analyses

Pour le métier de la mécanique automobile, une liste de 89 paramètres a été déterminée (cf 3.5.1.). Elles appartiennent à plusieurs familles décrites ci-dessous :

- **les paramètres indiciaires** : les paramètres indiciaires sont des paramètres de suivi habituel des eaux usées. On retrouve ainsi des paramètres tels que la demande biologique en oxygène après cinq jours (DBO₅), la concentration en matières en suspension (MES)... Dans le cadre de LUMIEAU, 20 paramètres indiciaires ont été recherchés. [9]

Le pH, la température à prise du pH et la conductivité ont été isolés lors des calculs de rendement ; leurs variations seront traitées séparément.

- **les chlorophénols** : Ce sont des isomères de phénols portant un ou plusieurs atomes de chlore. Ils sont plus habituellement utilisés en industrie textile ; cependant, des pentachlorophénols ont été retrouvés en mécanique automobile. Extrêmement toxiques pour l'humain comme pour les organismes aquatiques, ils sont mortels par inhalation et susceptibles de provoquer le cancer [10] [11] ;

- **les alkylphénols** : Cette famille regroupe les nonylphénols et les octylphénols. Les alkylphénols sont utilisés dans les composants électriques et électroniques, les peintures, les résines phénoliques des pneumatiques... Dans le cadre de LUMIEAU, huit alkylphénols (trois nonylphénols et cinq octylphénols) ont été recherchés. Les dérivés éthoxylés d'octylphénol sont considérés comme des substances extrêmement préoccupantes car se dégradent dans le milieu naturel en octylphénol (4tOP), perturbateur endocrinien. Celui-ci se retrouve également très souvent dans les émissions de nonylphénols en tant qu'impureté [12] [13] [14]

- **les PBDE** : les polybromodiphényléthers sont des substances hautement bioaccumulables et toxiques. Ces substances sont en général utilisées comme retardateurs de flammes, et sont retrouvés dans les joints d'étanchéité, les résines époxy, les peintures.... Dans le cadre de LUMIEAU, un PBDE a été recherché : le BDE 209. [15] [16]

- **les BTEX** : les BTEX regroupent les benzène, toluène, éthylbenzène et xylènes, qui sont des hydrocarbures aromatiques monocycliques. Ces substances sont présentes dans les carburants, les réservoirs, les solvants, les détergents... Elles sont reconnues comme étant mutagènes et cancérigènes. Dans le cadre de LUMIEAU, sept BTEX ont été recherchés. [17]

- **les HAP** : les hydrocarbures aromatiques polycycliques sont une sous famille des Hydrocarbures Aromatiques. Les HAP peuvent être utilisés dans les teintures, les huiles diélectriques, les colles époxy... Dans le cadre de LUMIEAU, dix HAP ont été recherchés. Certains HAP (à chaîne courte) peuvent provenir de la dégradation d'autres HAP (à chaîne plus longue) présents dans les produits en amont. [18] [19]

- **les organoétains** : les organoétains sont des substances d'origine anthropogénique. Elles peuvent être retrouvées dans des éléments métalliques, soudures, alliages... Dans le cadre de LUMIEAU, quatre organoétains ont été recherchés. [20] [21] [22]

- **les PCB** : les polychlorobiphényles regroupent les substances organiques chlorés qui étaient utilisés dans les isolants électriques et dans les fluides caloporteurs au sein des condensateurs et transformateurs. Etant très bioaccumulables et se fixant dans les tissus gras, ils sont interdits en France à la fabrication comme à l'utilisation depuis 1987. Dans le cadre de LUMIEAU, sept PCB ont été recherchés. [23] [24] [25]

- **les plastifiants** : cette catégorie concerne le DEHP, produit de la famille des phtalates. Le Di(EthylHexyl)Phtalate est utilisé pour sa propriété d'amélioration de la flexibilité des plastiques et comme plastifiant dans les peintures de carrosserie. [26] [27]

- **les autres** : cette catégorie concerne des composants isolés de familles différentes. Nous retrouvons dans cette catégorie le PFOS, acide perfluoro-octane sulfonique, utilisée pour ses propriétés tensioactives ; le formaldéhyde, utilisé dans les peintures, vernis, détergents, circuits électriques... ; le méthanol, alcool servant à la fabrication du formaldéhyde ; et le dichlorométhane qui est retrouvé dans les vernis, peinture, plastiques, détergents, produits chimiques industriels... [28] [29] [30] [31]

- **les métaux** : les métaux sont retrouvés dans de nombreux composants automobile : batterie, piles, accumulateurs, équipements électroniques... Dans le cadre de LUMIEAU, 22 métaux ont été recherchés. [32]

4.2. Entreprise 1

4.2.1. Présentation générale/Fonctionnement général de l'entreprise

Le garage a été construit en 2000. Lors de la première visite, l'entreprise 1 employait trois mécaniciens, deux apprentis, un chef commercial et un chef d'atelier (également chef d'entreprise). L'activité de carrosserie a été arrêtée : par conséquent, l'entreprise n'utilise pas de produits d'apprêt pour carrosserie ni de peinture. De plus, l'entreprise 1 possède une fontaine de dégraissage afin de nettoyer les outils et les pièces de mécanique.

Une aire de lavage non couverte est utilisée afin de nettoyer les véhicules sur lesquels un travail a été effectué : cette aire de lavage est raccordée au séparateur à hydrocarbures. En moyenne, deux véhicules de la clientèle sont lavés par jour ; cependant, aucun véhicule ne fut lavé les jours des prélèvements.

Le sol du garage est nettoyé tous les jours au balai et selon les besoins par chaque mécanicien : les saletés sont balayées jusqu'au caniveau conduisant au séparateur. Le sol est également lavé tous les vendredis soirs avec un mélange d'eau et de nettoyant pour sol : les eaux sales sont raclessées vers la canalisation menant au séparateur.

4.2.2. Phase démonstrateur

4.2.2.1. Présentation du séparateur à hydrocarbures

La marque et la taille exacte du séparateur à hydrocarbures de l'entreprise 1 ne sont pas connues. Cependant, d'après les informations communiquées par le chef d'entreprise, le séparateur a probablement été surdimensionné par rapport aux effluents actuels : en effet, le projet initial du garage était de créer également une station de lavage dont les eaux seraient prétraitées par le même séparateur. L'entretien du séparateur est effectué une fois tous les deux ans par une société agréée.

4.2.2.2. Exploitation des résultats d'analyses physico-chimiques

Contexte et premiers éléments des analyses physico-chimiques

Le prélèvement amont a pour objectif de représenter ce que seraient les rejets de l'entreprise sans la présence d'un séparateur à hydrocarbures, ce qui correspond ainsi aux eaux de lavage du garage. Le prélèvement aval a quant à lui pour objectif de représenter les rejets après passage au travers d'un séparateur à hydrocarbures.

La première campagne de prélèvement a été réalisée le 24 octobre 2016. Les salariés ont effectué le nettoyage du sol avec de l'eau, du produit nettoyant et des raclettes : les eaux sales ont été poussées au niveau du collecteur.



Figure 10 : Séance de lavage du sol de l'atelier de l'entreprise 1, jour de la première campagne de prélèvements.
Source : CNIDEP

Cependant, la canalisation desservant amenant les eaux de lavage au séparateur étant très encombrée par une couche de sédiments (sables, hydrocarbures, ...), les eaux n'ont pas pu transiter jusqu'à l'entrée du séparateur où le préleveur était placé. Le prélèvement amont n'a pas pu être effectué ce jour-là. Seuls le prélèvement aval a donc été réalisé à cette date. Il est possible de constater visuellement l'encombrement et l'état de salissure des canalisations et des ouvertures desservant le séparateur en amont et en aval.



Figure 11 : Amont du séparateur à hydrocarbures, entreprise 1. Source : CNIDEP



Figure 12 : Aval du séparateur à hydrocarbures, entreprise 1. Source : CNIDEP

Le prélèvement amont a été réalisé deux mois plus tard, le 12 décembre 2016 : les eaux de lavage de l'atelier ont été récupérées avant qu'elles n'atteignent la rigole de collecte en direction de la canalisation alimentant le séparateur.

Concernant l'aspect visuel des échantillons, l'échantillon amont présentait une couleur marron-noire très foncée, un aspect trouble et opaque, et de la mousse était apparente en surface. L'échantillon aval présentait lui aussi une couleur marron-noire très sombre et un aspect trouble : en revanche, il n'était pas opaque mais translucide, et n'avait pas d'effet moussant (figure 13). L'aspect visuel de l'échantillon aval est assez étonnante et laisse présupposer des résultats de rendement peu satisfaisants, notamment concernant les MES.



Figure 13 : Echantillon aval, Garage 1, phase démonstrateur. Source : CNIDEP

Les analyses ont été faites pour détecter en amont et en aval la présence des substances identifiées initialement et rappelées dans la partie méthodologie de ce rapport. Dans le cas de la première entreprise, des analyses physico-chimiques ainsi que des bio-essais ont été réalisés. Malgré le fait que l'amont et l'aval n'ont pas été prélevés le même jour, nous avons fait l'hypothèse que les concentrations en sortie du séparateur sont relativement constantes dans le temps, et ce à cause du pouvoir tampon du séparateur. Cette hypothèse nous a permis de calculer des rendements par la suite.

Nous pouvons tout d'abord constater que le pH et la conductivité diminuent fortement entre l'amont et l'aval (figure 14).

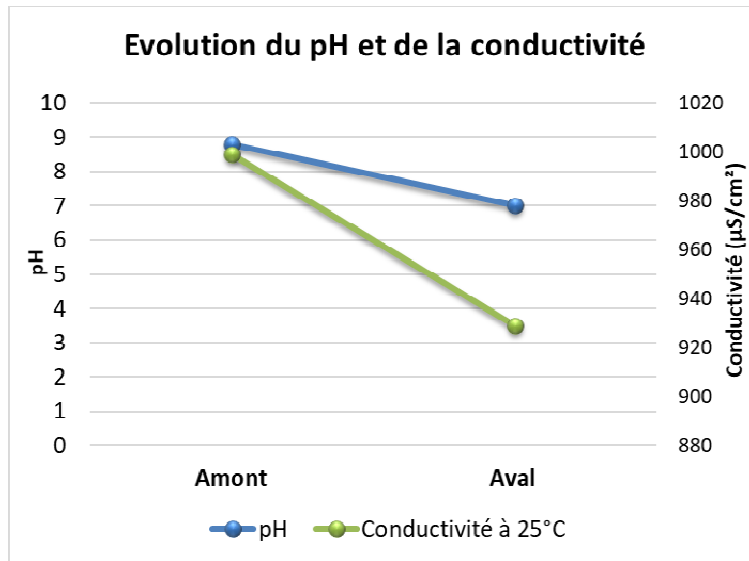


Figure 14 : Evolution du pH et de la conductivité entre l'amont et l'aval, Garage 1, phase démonstrateur. Source : CNIDEP

En effet, le pH qui était de 8,8 dans l'échantillon amont est de 7 dans l'échantillon aval : cette baisse de pH peut avoir des effets sur les rendements de certaines substances, en favorisant ou en défavorisant certaines réactions chimiques et l'adsorption des substances aux particules. De même, la conductivité d'une solution traduisant la présence d'ions au sein de cette solution, la baisse de conductivité peut signifier une diminution des quantités d'ions libres par réaction moléculaire ou adsorption des ions aux particules. Ici cependant la conductivité passe de 999 $\mu\text{S}/\text{cm}^2$ dans l'échantillon amont à 929 $\mu\text{S}/\text{cm}^2$ dans l'échantillon aval, ce qui reste une diminution plutôt faible.

Résultats en rendement des substances ou évolution des paramètres

Les analyses physico-chimiques ont été réalisées sur les prélèvements en amont et en aval, pour la phase démonstrateur. Les résultats présentés correspondent aux résultats analytiques des fractions brutes de chaque échantillon, où 89 paramètres ont été étudiés. Le détail des résultats chiffrés obtenus dans l'entreprise 1 en phase démonstrateur sont présentés en annexe 08. Les limites de quantification ont été indiquées par le laboratoire ayant réalisé les analyses. La synthèse des résultats sont présentés en figure 15, qui illustre le nombre de substances par type de rendement ou d'évolution.

Sur les 89 paramètres recherchés, 27 substances n'ont pas été quantifiées dans le prélèvement amont comme dans le prélèvement aval. De plus, 8 substances ou paramètres n'ont pas pu faire l'objet de calcul de rendement ou d'évolution exploitable, en raison de concentrations amont ou aval inférieures à la limite de quantification (LQ) ou en raison de concentrations amont et aval inférieures à cinq fois la LQ. Enfin, 4 substances présentaient des informations manquantes : en amont ou en aval, les concentrations n'ont pas été indiquées par le laboratoire, nous les avons donc classées « non recherchées ».

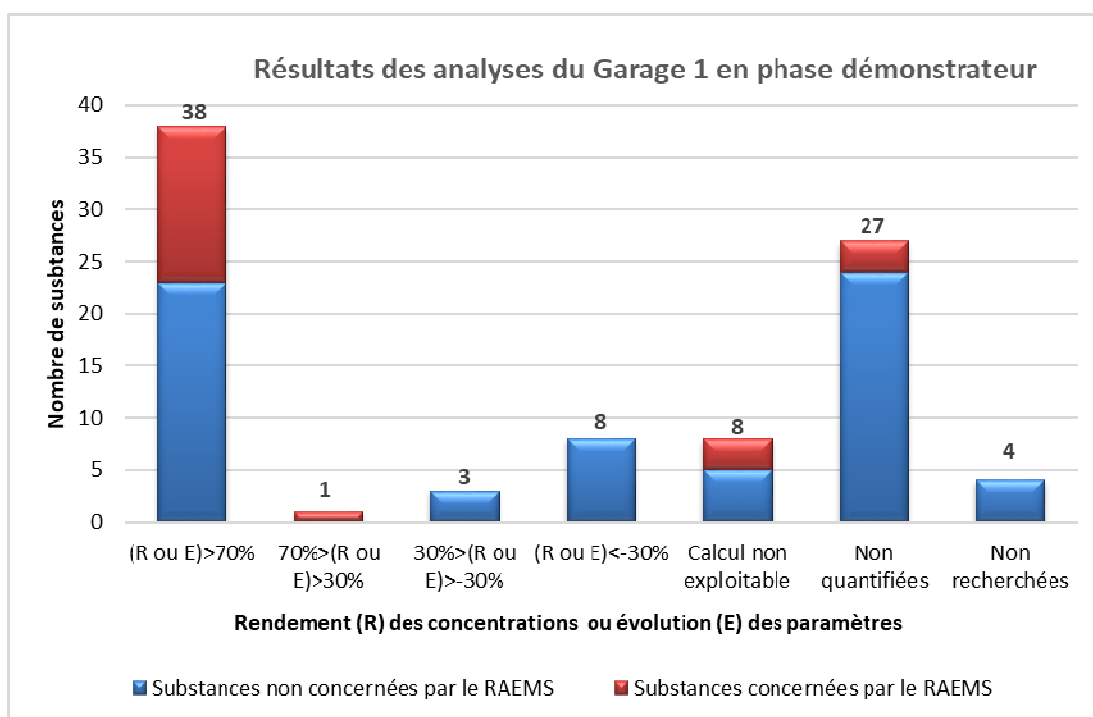


Figure 15 : Synthèse de l'exploitation des résultats d'analyse physico-chimique en entreprise 1 en phase démonstrateur. Source : CNIDEP

Pour les 50 substances quantifiées et dont les données sont exploitables, nous avons pu constater un rendement positif élevé pour 38 d'entre elles, un rendement positif moyen pour l'une d'entre elles, un rendement très faible voire non significatif pour 3 d'entre elles et un rendement négatif pour 8 d'entre elles. Pour rappel, les rendements positifs indiquent que la substance étudiée est retrouvée en moins grande quantité dans les eaux après son passage dans le séparateur à hydrocarbures et à l'inverse, les rendements négatifs indiquent que la substance étudiée est retrouvée en plus grande quantité dans les eaux après son passage dans le séparateur à hydrocarbures.

La légende de catégorisation des substances est rappelée ci-dessous (figure 16).

Légende concernant la catégorisation des substances				
Dangereuse prioritaire	Prioritaire	RSDE STEU	Liste I et II	Non concerné

Figure 16 : Légende des sélection du tableau des substances. Source : CNIDEP

Concernant les **rendements positifs élevés**, 38 paramètres sont concernés, soit **76%** des paramètres dont le rendement (r) a pu être calculé (Tableau 4 ci-après). La concentration de ces paramètres a donc fortement diminuée entre l'aval et l'amont. La très forte diminution ($R = 99,6\%$) des matières en suspension (MES) nous indique que le séparateur remplit son rôle de débourbeur, avec une excellente décantation et rétention des MES. De même, le très bon rendement de l'indice hydrocarbures ($R = 97\%$) illustre l'efficacité du séparateur à retenir les hydrocarbures aromatiques et aliphatiques. Enfin, le piégeage des métaux par le séparateur semble particulièrement efficace avec 12 rendements au-dessus de 90% sur 15 rendements positifs élevés.

Tableau 4 : Rendements positifs élevés et évolutions par rapport au seuil RAEMS, Garage 1, phase démonstrateur. Source : CNIDEP

Paramètre	Code SANDRE	Unité	Seuil maximal fixé par le RAEMS	Résultats AMONT	Résultats AVAL	Calcul du rendement (%) LQ*5	Evolution par rapport au seuil RAEMS
AZOTE GLOBAL (NTK + NO3 + NO2)	1551	MG/L	150	87	21	75,7	Pas d'évolution
AZOTE KJELDAHL	1319	MG/L	non concerné	81,1	21,1	74,0	Non concernée
NITRATES	1340	µg/l	non concerné	18189	<1000	97,3	Non concernée
NITRITES	1339	µg/l	non concerné	5383,2	<10	99,9	Non concernée
MATIERES EN SUSPENSION	1305	MG/L	600	3 446	15	99,6	Amélioration
DEMANDE CHIMIQUE EN OXYGENE	1314	MG/L	2 000	5 968	612	89,7	Amélioration
DEMANDE BIOLOGIQUE EN OXYGENE 5 JOURS	1313	MG/L	non concerné	2870	260	90,9	Non concernée
SULFATE	1338	MG/L	non concerné	68	87,2	87,2	Non concernée
INDICE PHÉNOL	1440	MG/L	0,3	0,19	0,04	78,9	Pas d'évolution
INDICE HYDROCARBURE	7009	MG/L	5	33	0,98	97,0	Amélioration
NP1OE	6366	µg/l	non concerné	4,22	1,2	71,6	Non concernée
NP2OE	6369	µg/l	non concerné	5,31	<0,1	99,1	Non concernée
NONYLPHENOLS	6598 (1957+195)	µg/l	non concerné	13,7	2,1	84,7	Non concernée
BDE 209 (2,2',3,3',4,4',5,5',6,6'-Décabromodiphényl éther)	1815	µg/l	non concerné	31,9	<0,05	99,9	Non concernée
BENZO_A_PYRENE	1115	µg/l	non concerné	0,42	0,02	95,2	Non concernée
BENZO_B_FLUORANTHENE	1116	µg/l	non concerné	0,73	0,04	94,5	Non concernée
BENZO_K_FLUORANTHENE	1117	µg/l	non concerné	0,16	<0,01	96,9	Non concernée
BENZO_GHI_PERYLENE	1118	µg/l	non concerné	1,64	0,03	98,2	Non concernée
FLUORANTHENE	1191	µg/l	non concerné	2,21	0,08	96,4	Non concernée
ACENAPHTENE	1453	µg/l	non concerné	0,43	0,1	76,7	Non concernée
ANTHRACENE	1458	µg/l	non concerné	0,66	0,09	86,4	Non concernée
MONOBUTYL ETAIN CATION	2542	µg/l	non concerné	2,331	0,077	96,7	Non concernée
DIBUTYL ETAIN CATION	7074	µg/l	non concerné	0,467	<0,02	97,9	Non concernée
ALUMINIUM	1370	µg/l	2 500	13 818	630	95,4	Amélioration
ANTIMOINE	1376	µg/l	non concerné	299	6,04	98,0	Non concernée
CADMIUM	1388	µg/l	200	2,56	0,21	91,8	Pas d'évolution
CHROME	1371	µg/l	500	418,05	10,32	97,5	Pas d'évolution
COBALT	1379	µg/l	non concerné	12,21	2,84	76,7	Non concernée
CUIVRE	1392	µg/l	500	8 153	206	97,5	Amélioration
ETAIN	1380	µg/l	2 000	2 061	23,89	98,8	Amélioration
FER	1393	µg/l	2 500	160 565	13 447	91,6	Pas d'évolution
MANGANESE	1394	µg/l	1 000	1 742	194,4	88,8	Amélioration
MOLYBDENE	1395	µg/l	non concerné	527,8	29	94,5	Non concernée
NICKEL	1386	µg/l	500	540	28,67	94,7	Amélioration
PLOMB	1382	µg/l	500	522	7,29	98,6	Amélioration
TITANE	1373	µg/l	non concerné	403,8	10,93	97,3	Non concernée
VANADIUM	1384	µg/l	non concerné	36,27	4,87	86,6	Non concernée
ZINC	1383	µg/l	2 000	10 390	303	97,1	Amélioration

Nous pouvons supposer que la diminution en concentration de certaines substances peut être liée à leur adsorption sur les matières en suspension, entraînant une corrélation entre les concentrations des MES et de ces substances adsorbables. Par exemple, la relative hydrophobie des organoétains favorise leur adsorption sur les particules en suspension : plus de 80% d'entre eux sont associés à la fraction particulaire d'après la littérature [33], ce qui corrobore une diminution observée des organoétains conjointe à une diminution des MES. De même, l'aluminium, le cuivre, le fer, le manganèse et le zinc sont des métaux plus présents en phase particulaire qu'en phase dissoute [34]. Leur piégeage par les MES, et plus particulièrement celui du cuivre, reste fortement dépendant du pH, de la température, du carbone organique dissout et du débit des eaux concernées ; la diminution du pH, celui-ci passant de 8,8 à 7, peut avoir favorisé l'adsorption des ions métalliques.

Concernant les **rendements positifs moyens**, un seul paramètre est concerné soit **2%** des paramètres dont le rendement a pu être calculé : les chlorures, présents dans la liste de la circulaire DEB du 29 septembre 2010, affichent un rendement de 30,6% (Tableau 5).

Tableau 5 : Rendement positif moyen des chlorures et évolution par rapport au seuil RAEMS, Garage 1, phase démonstrateur. Source : CNIDEP

Paramètre	Code SANDRE	Unité	Seuil maximal fixé par le RAEMS	Résultats AMONT	Résultats AVAL	Calcul du rendement (%) LQ*5	Evolution par rapport au seuil RAEMS
CHLORURES	1337	MG/L	750	62	43	30,6	Pas d'évolution

Concernant les **rendements très faibles ou non significatifs**, 3 paramètres sont concernés soit **6%** des rendements ayant pu être calculés : les octylphénols, le phénanthrène et le diéthylhexylphtalate (DEHP)(Tableau 6). Pour ces trois paramètres, une conclusion quant à un effet notoire du séparateur est impossible car les variations de concentration sont trop faibles entre amont et aval du démonstrateur. Aucun n'est concerné par le RAEMS ; en revanche, les octylphénols sont des alkylphénols listés comme prioritaires et le DEHP est listé parmi les substances dangereuses prioritaires.

Tableau 6 : Rendements très faibles et non significatifs et évolution par rapport au seuil RAEMS, Garage 1, phase démonstrateur. Source : CNIDEP

Paramètre	Code SANDRE	Unité	Seuil maximal fixé par le RAEMS	Résultats AMONT	Résultats AVAL	Calcul du rendement (%) LQ*5	Evolution par rapport au seuil RAEMS
OCTYLPHENOLS	6600 (1920+195)	µg/l	non concerné	5,7	5,1	10,5	Non concernée
PHENANTHRENE	1524	µg/l	non concerné	0,66	0,47	28,8	Non concernée
DEHP DI(ETHYLHEXYL)PHTALATE	6616	µg/l	non concerné	28,24	31,55	-11,7	Non concernée

Concernant les **rendements négatifs**, 8 paramètres sont concernés soit **16%** des paramètres dont le rendement a pu être calculé : aucun n'est concerné par le règlement d'assainissement de l'EMS, mais deux font partie de la liste des substances prioritaires et trois de la liste I de la directive 76/464/CEE (Tableau 7). En revanche, ces 8 rendements sont extrêmement importants (entre -279 pour le toluène et -3900 pour le formaldéhyde). Ces résultats peuvent traduire :

- Une apparition de substances, tout simplement due à la ponctualité des prélèvements amont et aval (pas les mêmes résidus de produits dans les eaux de lavage du sol le jour du prélèvement amont que dans les eaux « stagnantes » du séparateur) ou par effet d'interaction avec d'autres molécules ;
- Une importante augmentation de leur concentration par effet d'accumulation au sein du séparateur ou par effet d'interaction avec d'autres molécules.

Tableau 7 : Rendements négatifs et évolution par rapport au seuil RAEMS, Garage 1, phase démonstrateur. Source : CNIDEP

Paramètre	Code SANDRE	Unité	Seuil maximal fixé par le RAEMS	Résultats AMONT	Résultats AVAL	Calcul du rendement (%) LQ*5	Evolution par rapport au seuil RAEMS
OP1OE	6370	µg/l	non concerné	< 0,7789	14	-3494,8	Non concernée
M+P-XYLENE	2925	µg/l	non concerné	1,88	27,39	-1356,9	Non concernée
O_XYLENE	1292	µg/l	non concerné	1,06	12,28	-1058,5	Non concernée
SOMME DES XYLENES	1780	µg/l	non concerné	2,94	39,67	-1249,3	Non concernée
TOLUENE	1278	µg/l	non concerné	1,82	6,9	-279,1	Non concernée
ETHYLBENZENE	1497	µg/l	non concerné	<1	5,16	-932,0	Non concernée
NAPHTALENE	1517	µg/l	non concerné	0,18	0,78	-333,3	Non concernée
FORMALDEHYDE	1702	µg/l	non concerné	3	120	-3900,0	Non concernée

Evolution des concentrations par rapport aux seuils du règlement d'assainissement de l'Eurométropole de Strasbourg

Un élément important est que certains paramètres voient leur concentration passer sous les seuils fixés par le règlement d'assainissement de l'EMS entre l'amont et l'aval. En effet, comme nous l'avons vu précédemment lors des rendements positifs, 10 substances qui présentaient en amont des concentrations supérieures au seuil fixé par le règlement d'assainissement de l'EMS présentent en aval des concentrations inférieures (figure 17) : 3 paramètres indiciaires que sont les MES, la DCO et l'indice hydrocarbure ; et 7 métaux, que sont l'aluminium, le cuivre, l'étain, le manganèse, le nickel, le plomb et le zinc

En revanche, même si le fer présente une concentration qui diminue fortement (R= 91,6%), celle-ci est toujours supérieure au seuil du règlement d'assainissement de l'EMS en sortie de séparateur avec une concentration en aval de 13 445 µg/L pour un seuil de 2 500 µg/L.

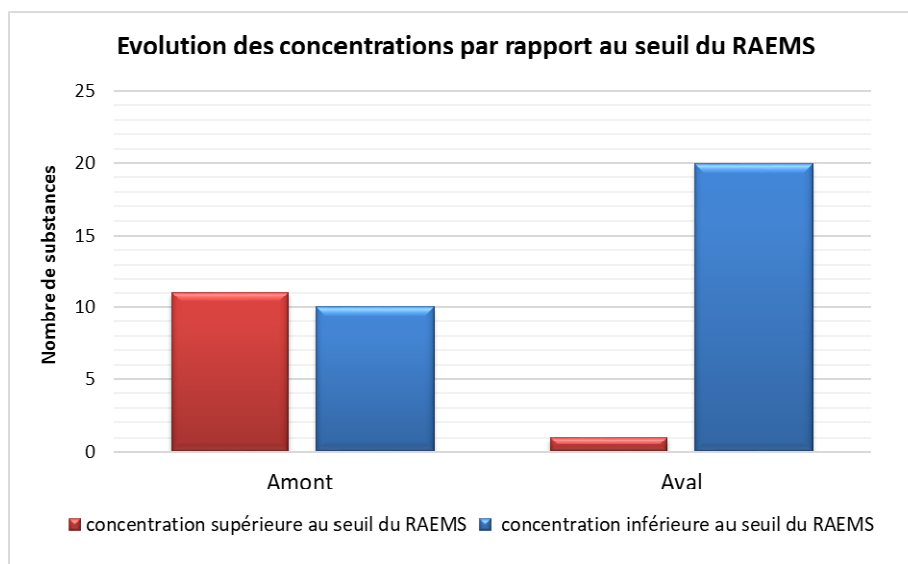


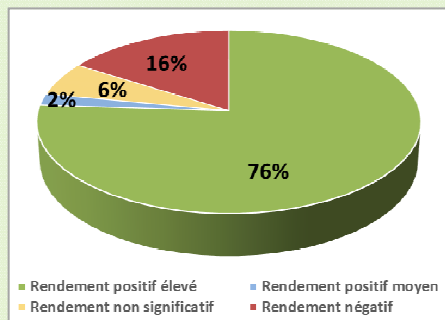
Figure 17 : Evolution des concentrations par rapport au seuil du RAEMS entre aval et amont du séparateur, entreprise 1, phase démonstrateur. Source : CNIDEP

Il est important de noter que certaines substances prioritaires sont non quantifiées ou ne permettent pas un calcul de leur rendement. Ainsi, parmi les 14 substances classées dangereuses prioritaires, 4 n'ont pas été quantifiées (tributylétain, PCB-118, PFOS et mercure) et 1 n'a pas pu faire l'objet d'un calcul de rendement exploitable (l'indéno-1,2,3cd-pyrène). De même, parmi les 9 substances prioritaires, deux n'ont pas été quantifiées : le OP1OE et le benzène.

A RETENIR : entreprise 1, phase démonstrateur

Les conclusions portant sur les 50 paramètres qui ont pu être quantifiés et pour lesquels un rendement a pu être calculé sont les suivantes :

- 76 % ont un rendement positif élevé ;
- 2 % ont un rendement positif moyen ;
- 6 % ont un rendement non significatif ;
- 16 % ont un rendement négatif élevé.



De plus, pour les 11 paramètres présentant des concentrations supérieures au seuil du règlement d'assainissement de l'Eurométropole de Strasbourg, le séparateur permet d'abaisser les concentrations dans les rejets en dessous du seuil pour 10 paramètres.

4.2.2.3. Exploitation des résultats des bioessais

Dans le cadre des bio-essais, les eaux prélevées en amont et en aval avec le démonstrateur ont été testées :

- du point de vue de leur toxicité générale, via des bio-essais sur des algues, des bactéries, des champignons et des cellules humaines ;
- Sous l'angle de leur potentiel perturbateur endocrinien, via des bio-essais sur des cellules humaines ;
- Pour leur génotoxicité, via des bio-essais sur des bactéries et des cellules humaines ;
- Au niveau de leur toxicité sur la reproduction, via des bio-essais sur des cellules animales.

L'entreprise Tronico Vigicell a fourni les résultats d'analyses dans un rapport présentant les méthodologies mises en place, les tests effectués et les résultats obtenus. Des extraits de ce rapport sont disponibles en annexe 09. Les résultats de l'entreprise 1 sont présentés en figure 18.

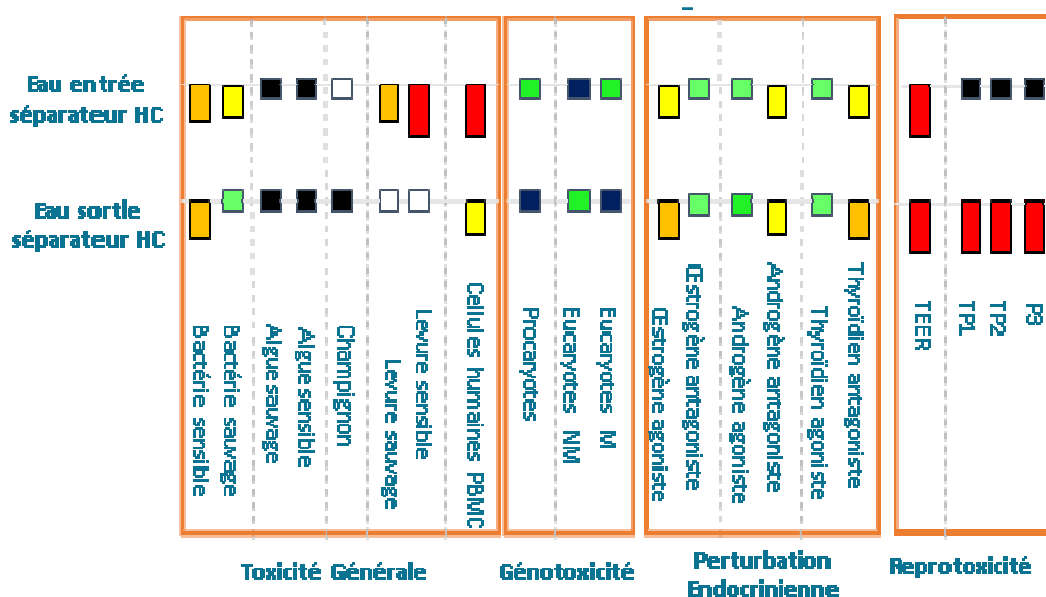


Figure 18 : Résultats des bio-essais pour les prélèvements faits en entreprise 1 en phase démonstrateur.
Source : Tronico Vigicell, 2016

Les éléments clés des résultats exploités par Tronico-Vigicell dans son rapport de résultats ont été synthétisés ci-dessous. Une première vue d'ensemble du diagramme de résultats nous permet de constater que les deux échantillons présentent des niveaux de toxicité assez élevés en raison des impacts cytotoxiques très marqués.

Pour le critère **toxicité générale**, on observe que les échantillons amont et aval ont un fort impact toxique. Néanmoins, des variations significatives sont observées au niveau des bio-essais Bactéries et Cellule humaine PBMC : ces variations pourraient traduire une amélioration de la cytotoxicité des eaux ayant transité par le séparateur. Il n'est en revanche pas possible de conclure quant aux bio-essais Levures, ceux-ci présentant en amont une forte toxicité mais en aval une absence de résultats concluants.

Pour le critère **génotoxicité**, les résultats *ex abrupto* ne permettent pas de conclure à cause d'un excès de cytotoxicité. Des analyses après dilutions ont été réalisées par Tronico Vigicell. Néanmoins, aucun signal de génotoxicité n'a pu être détecté, rendant impossible une conclusion concernant cet impact.

Pour le critère **perturbation endocrinienne**, les effets oestrogéniques, anti-androgéniques et anti-thyroïdiens sont récurrents et même plus importants en aval qu'en amont.

Pour le critère **reprotoxicité**, une certaine amélioration est observable entre les échantillons amont et aval. Cependant cette amélioration n'est qu'apparente puisqu'elle est due à une réduction de la cytotoxicité et non à une réduction du potentiel reprotoxique à proprement parler.

En conclusion, les échantillons amont et aval témoignent tous deux d'un fort impact toxique, avec une agressivité plus importante constatée pour l'échantillon amont. Compte tenu du contexte terrain, la réduction de la cytotoxicité perceptible entre l'amont et l'aval ne peut être attribuable de manière certaine à l'action du séparateur.

4.2.2.4. Exploitation du retour d'expérience

Malgré de nombreuses relances et l'envoi du questionnaire par mail, aucun retour d'expérience n'a pu être collectée auprès de l'entreprise 1. Des problèmes d'identification claire au sein de l'entreprise 1 de la personne référente du projet LUMIEAU (chef d'entreprise, responsable commercial, technicien...) peuvent expliquer en partie ce manque de retour.

4.2.2.5. Conclusion sur le démonstrateur de l'entreprise 1

Etant donné l'absence de retour d'expérience et de résultats marqués des bio-essais, nous ne pouvons conclure que sur les résultats d'analyses physico-chimiques. Ceux-ci impactent positivement le critère environnement : en effet, plus de 76% des substances quantifiées présentent un rendement positif élevé, et 8 substances dangereuses prioritaires sur les 14 étudiées dans le cadre du projet présentent un rendement positif élevé. Enfin, aucune appréciation n'est présentée pour le critère coût en l'absence d'information.

4.2.3. Phase substitution

4.2.3.1. Les produits substitués et de substitution

Diagnostic produits et choix des produits à substituer

Le diagnostic produits a permis de répertorier les principaux produits de l'entreprise n°1, c'est-à-dire les produits les plus utilisés ou que le chef d'entreprise a jugé importants pour l'activité. Le tableau 8 indique les usages et les quantités pour les produits répertoriés.

Tableau 8 : Diagnostic produits, entreprise 1. Source : CNIDEP

Produit	Fournisseur	Fréquence d'utilisation	Quantité des contenants	Usage
Aérosol dégraissant frein	Berner	5 aérosols par mois	500 mL	Dégraissant des freins
132 Micrologic FAP	Tunap	1-2 par mois	NR	Nettoyant
112 aérosol	Tunap	1 tous les 3 mois	NR	Entretien plaquettes de freins
157 aérosol	Tunap	2 par an	NR	Nettoyant moteur
135 Micrologic aérosol	Tunap	1 tous les 6 mois	NR	Nettoyant injection diesel
133 Micrologic aérosol	Tunap	1 tous les 6 mois	NR	Nettoyant injection essence
322 pulvérisateur	Tunap	1 tous les 6 mois	NR	Additif pour huile moteur
289 aérosol	Tunap	Été : 20 par mois	NR	Désodorisant et désinfectant filtre à pollen
187 antifigeant	Tunap	Hiver : 1 tous les 6 mois	NR	Antifigeant diesel
904 aérosol	Tunap	1 tous les 6 mois	NR	Dégraissant ceinture sécurité
926 aérosol Eger	Tunap	1 tous les 6 mois	NR	Nettoyant vannes
SAE 10W40	Tekma Ultima	20 L par mois	NR	Huile
Liquide freins	Alpine	20 L par mois	5 L	Liquide freins
Huile boîte automatique	GM	40 L par mois	1 L	Huile boîte automatique
Nettoyant jantes Ixtar	Renault	30 L par an	NR	Nettoyant jantes alcalin
Pâte montage pneus	Tech Max	1 par an	5 kg	Montage des pneus
Lave-glace -20°C	Diframa	2 par an	210 L	Lave-glace antigel
Nettoyant Ixtar	Renault	1 par an	210 L	Nettoyant universel (sol et véhicules)

Les FDS de tous ces produits ont été étudiées afin de noter ceux-ci grâce à l'outil de hiérarchisation du risque chimique du CNIDEP. Les deux produits révélant une combinaison dangerosité/quantités utilisées la plus élevée sont le **nettoyant universel Ixtar de Renault** et le **lave-glace -20°C de Diframa** : ces deux produits ont donc été sélectionnés pour la démarche de substitution.

Tableau 9 : Produits sélectionnés pour la substitution, entreprise 1. Source : CNIDEP

Produit	Fournisseur	Fréquence d'utilisation	Quantité des contenants	Usage	Note
Nettoyant Ixtar	Renault	1 par an	210 L	Nettoyant universel (sol et véhicules)	0
Lave-glace -20°C	Diframa	2 par an	210 L	Lave-glace antigel	0

Ces notes ont pu être attribuées d'après les informations contenues dans les fiches de données de sécurité des produits (FDS). Pour l'hydroxyde de sodium, une VME de 2 mg/m³ est précisée par la FDS. De plus, le produit présente une mention de danger :

⇒ H314 – Provoque des brûlures de la peau et des lésions oculaires graves

Via la FDS, l'entreprise fournisseuse conseille aux personnes utilisatrices de se protéger des vapeurs, de se laver soigneusement les mains après manipulation et de porter des protections de sécurité telles que des gants et des vêtements de sécurité ainsi que des

protections oculaires. Cependant, le port d'EPI est dans tous les cas fortement recommandé.

De même, le lave-glace Diframa comporte cinq mentions de danger :

- ⇒ H225 – Liquide et vapeurs très inflammables
- ⇒ H302 – Nocif en cas d'ingestion
- ⇒ H312 – Nocif en cas de contact cutané
- ⇒ H332 – Nocif en cas d'inhalation
- ⇒ H370 – Risque avéré d'effets graves sur les organes

Nous avons pu voir que le lave-glace contient du méthanol qui est une substance PBT (persistante, bioaccumulable et toxique) et intégrée à la liste de substances recherchées dans le cadre du projet LUMIEAU-Stra. Le méthanol est soumis à une VME (valeur moyenne d'exposition) de 230 mg/m³ soit 200 ppm, et à une VLE (valeur limite d'exposition) de 1300 mg/m³ soit 1000 ppm. De plus, le point éclair du lave-glace est de seulement 22°C, ce qui explique la mention de danger H225 et qui rend le stockage de ce lave-glace assez difficile pour l'entreprise. D'après la FDS enfin, l'entreprise fournisseuse recommande aux personnes utilisatrices dans la FDS du lave-glace de se laver soigneusement les mains après emploi, et de porter des protections pour les mains, les yeux et le reste du corps.

Des remplaçants à ces deux produits moins impactant pour l'environnement ont donc été recherchés.

Produits de substitution choisis

Le **nettoyant multi-usage Major Biovert des Laboratoires CEETAL** est, selon l'entreprise productrice, exempté de composants nocifs pour la santé comme pour l'environnement. Il adhère notamment à la charte « AtomVert » d'après une auto-déclaration par laquelle l'entreprise s'engage à n'inclure aucun composant CMR ou à toxicité aiguë de catégories 1,2 ou 3, à nocivité par inhalation, à classe de danger pour l'environnement de catégorie 1 ou 2 ; aucun allergène ; sans NTA et phosphate, etc.

Néanmoins, il obtient une note de 1 via l'outil de hiérarchisation à cause de la présence d'hydroxyde de sodium, substance prioritaire de l'artisanat, et de la mention de danger :

- ⇒ H314 – Provoque des brûlures de la peau et des lésions oculaires graves.

Le **lave-glace Vitnet-Auto des Laboratoires CEETAL** est garanti sans méthanol et possédant des propriétés anti-gel jusqu'à des températures de -41°C. La FDS est établie sur le produit pur, alors que le lave-glace doit être employé dilué à différentes concentrations selon les températures extérieures. Il obtient la note de 2 via l'outil de hiérarchisation du risque chimique, et ce à cause des deux mentions de danger suivantes :

- ⇒ H225 – Liquide et vapeurs très inflammables
- ⇒ H319 – Provoque une sévère irritation des yeux

Une autre raison qui abaisse la note finale du Vitnet-Auto est propre à tous les lave-glaces : leur impact sur les compartiments sol et air. En effet, le lave-glace est un des seuls produits utilisés par un garage professionnel qui va ensuite être utilisé au quotidien et à l'extérieur par la clientèle : le produit expulsé, généralement lors de la conduite, va ainsi être projeté dans l'air et retomber sur la route et ses bas-côtés. Tous les lave-glaces obtiennent donc la note minimale de 0 au critère « impact sur les sphères environnementales » de l'outil de hiérarchisation, baissant ainsi leur note finale. Le tableau ci-dessous résume les informations des produits de substitution sélectionnés.

Tableau 10 : Produits de substitution sélectionnés, entreprise 1. Source : CNIDEP

Produit	Fournisseur	Quantité des contenants	Usage	Note
Major Biovert	Laboratoires CEETAL	Contenant non conventionnel	Nettoyant universel (sol et véhicules)	1
Vitnet Auto	Laboratoires CEETAL	Contenant non conventionnel	Lave-glace antigel	2

Résultats des analyses physico-chimiques des produits bruts

Seul le couple de nettoyeurs universels a été étudié dans le cadre des analyses physico-chimiques de produits bruts. Néanmoins, il n'a pas été possible de récupérer auprès de l'entreprise Renault un échantillon de produit classique, le nettoyant Ixtar, car celui-ci n'est plus commercialisé. Aucune analyse de produit brut n'a donc été effectuée sur le produit classique. En revanche, les analyses ont été faites pour le produit de substitution, le nettoyant Major Biovert, dont les laboratoires CEETAL ont accepté de fournir un échantillon supplémentaire. Le tableau 11 ci-dessous présente les paramètres ayant été mesurés ainsi que leur résultat en termes de concentration.

Tableau 11 : Résultats des analyses physico-chimique du produit brut de substitution Major Biovert, entreprise 1. Source : CNIDEP

Paramètre	Code SANDRE	Unité	Résultat Major Biovert	LQ
AZOTE GLOBAL	1551	mg/L	49	<12
AZOTE KJELDAHL	1319	mg/L	48,5	<10
NITRATES	1340	mg/L	9,1	<1
TEMPERATURE A PRISE DU pH	nc	°C	17,1	
AOX	1106	µg/L	110	<100
CARBONE ORGANIQUE TOTAL	1841	mg/L	23,88	<10
DCO	1314	mg/L	1220	<300
DBO5	1313	mg/L	160	<15
CHLORURES	1337	mg/L	27,5	<1
SULFATE	1338	mg/L	26,1	<1
NONYLPHENOLS	6598	µg/l	2	<1
DEHP	6616	ng/L	7667	<5000
METHANOL	2052	mg/L	2103	<10
ALUMINIUM	1370	mg/L	41,5	<5
ETAIN	1380	mg/L	1,92	<1,24
FER	1393	mg/L	15,3	<5
TITANE	1373	mg/L	2	<1,24
ZINC	1383	mg/L	3,85	<2,5

Nous constatons la présence de deux substances prioritaires dangereuses dans le produit de substitution : les nonylphénols, détectés avec une concentration de 2µg/L ; et le DEHP, dont la présence est détectée avec une concentration de 7,7 mg/L de matière brute. Or, le DEHP est un phtalate considéré comme substance dangereuse prioritaire en raison de ses effets délétères sur les fonctions reproductives et possiblement cancérigène. La présence de ce composant CMR au sein du Major Biovert n'est pas en adéquation avec la charte AtomVert.

De plus, 5 métaux concernés par la RSDE STEU ou présent sur les listes I et II de la directive 76/464/CEE sont détectés : l'aluminium, l'étain, le fer, le titane et le zinc. De même, chlorures et sulfate sont détectés dans le produit de substitution. Enfin, le composant présent en plus grande concentration est le méthanol (2 103 mg/L), ce qui reste cohérent avec la composition affichée sur la FDS.

4.2.3.2.

Exploitation des résultats d'analyses physico-chimiques

Contexte et premiers éléments des analyses physico-chimiques

Les prélèvements en phase substitution ont été réalisés dans les mêmes conditions que les prélèvements en phase démonstrateur. L'unique différence est que les deux produits de substitution ont été utilisés par l'entreprise 1, en plus de tous les autres produits couramment utilisés au sein du garage, pendant une durée de 15 jours précédant la campagne de prélèvements en phase substitution.

Les analyses ont été faites pour détecter en amont et en aval la présence des substances identifiées initialement et rappelées dans la partie méthodologie de ce rapport. Dans le cas de la première entreprise, seules des analyses physico-chimiques ont été réalisées lors de la phase substitution. Nous pouvons tout d'abord constater qu'à température constante le pH et la conductivité diminuent significativement entre l'amont et l'aval (figure 19).

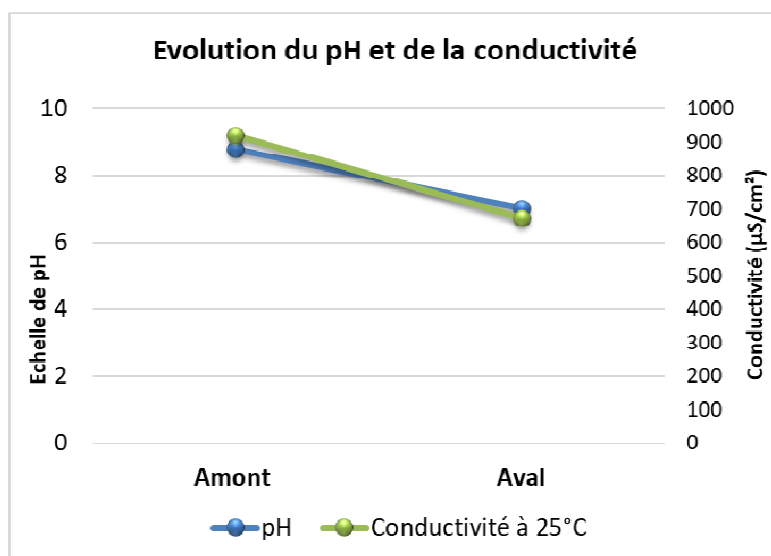


Figure 19 : Evolution du pH et de la conductivité entre l'amont et l'aval, Garage 1, phase substitution.
Source : CNIDEP

En effet, le pH qui était de 8,8 dans l'échantillon amont est de 7 dans l'échantillon aval : cette baisse de pH peut avoir des effets sur les rendements de certaines substances, en favorisant ou en défavorisant certaines réactions chimiques et l'adsorption des substances aux particules. De même, la conductivité d'une solution traduisant la présence d'ions au sein de cette solution, la baisse de conductivité peut signifier une diminution des quantités d'ions libres par réaction moléculaire ou adsorption des ions aux particules. Ici la conductivité suit une évolution assez similaire à celle du pH : elle passe de 919 $\mu\text{S}/\text{cm}^2$ dans l'échantillon amont à 672 $\mu\text{S}/\text{cm}^2$ dans l'échantillon aval.

Résultats en rendement des substances ou évolution des paramètres

Les analyses physico-chimiques ont été réalisées sur les prélèvements en amont et en aval, pour la phase substitution. Les résultats présentés correspondent aux résultats analytiques des fractions brutes de chaque échantillon, où 89 paramètres ont été étudiés. Le détail des résultats chiffrés obtenus dans l'entreprise 1 en phase substitution sont présentés en annexe 09. Les limites de quantification ont été indiquées par le laboratoire ayant réalisé les analyses.

La synthèse des résultats sont présentés en figure 20, qui illustre le nombre de substances par type de rendement ou d'évolution.

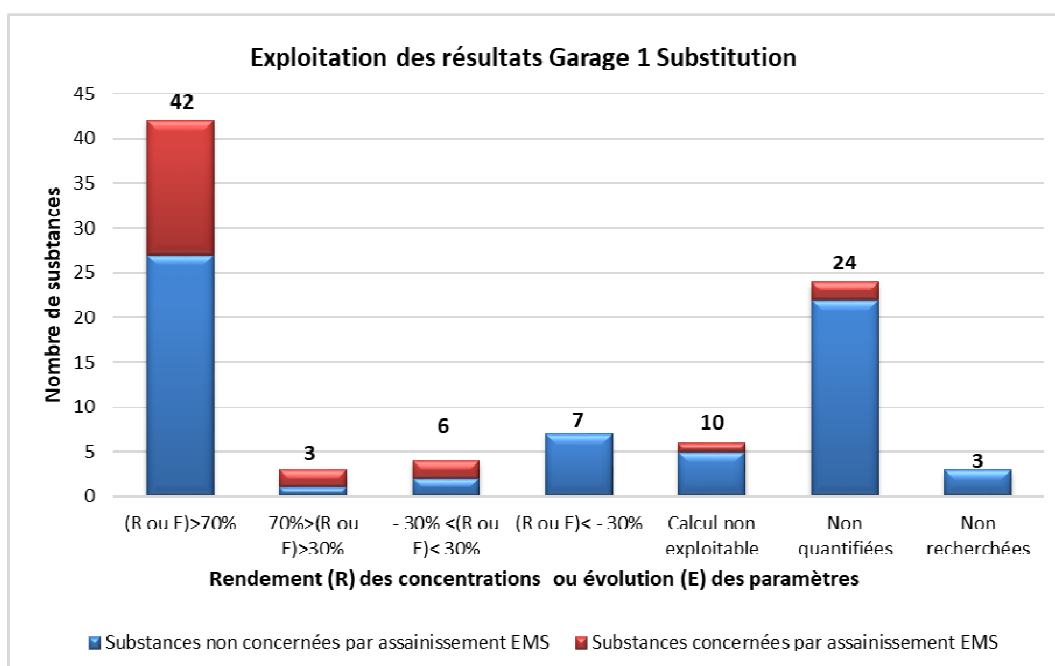


Figure 20 : Synthèse de l'exploitation des résultats d'analyse physico-chimique en entreprise 1 en phase substitution. Source : CNIDEP

Pour les 56 substances quantifiées et dont les données sont exploitables, nous avons pu constater un rendement positif élevé pour 42 d'entre elles, un rendement positif moyen pour 3 d'entre elles, un rendement très faible voire non significatif pour 6 d'entre elles et un rendement négatif pour 7 d'entre elles. Pour rappel, les rendements positifs indiquent que la substance étudiée est retrouvée en moins grande quantité dans les eaux après son passage dans le séparateur à hydrocarbures et à l'inverse, les rendements négatifs indiquent que la substance étudiée est retrouvée en plus grande quantité dans les eaux après son passage dans le séparateur à hydrocarbures.

La légende de catégorisation des substances est rappelée ci-dessous (figure 21).

Légende concernant la catégorisation des substances				
Dangereuse prioritaire	Prioritaire	RSDE STEU	Liste I et II	Non concerné

Figure 21 : Légende des sélection du tableau des substances. Source : CNIDEP

Concernant les **rendements positifs élevés**, 42 paramètres sont concernés, soit **75%** des paramètres dont le rendement (R) a pu être calculé (Tableau 12 ci-après). La concentration de ces paramètres a donc fortement diminuée entre l'aval et l'amont. La forte diminution ($r = 90,2$) des matières en suspension (MES) nous indique que le séparateur remplit son rôle de débourbeur, avec une très bonne décantation et rétention des MES. De même, le bon rendement de l'indice hydrocarbures ($R = 84,8\%$) illustre l'efficacité du séparateur à retenir les hydrocarbures aromatiques et aliphatiques. Enfin, le piégeage des métaux par le séparateur semble particulièrement efficace avec 8 rendements au-dessus de 90% sur 17 rendements positifs élevés.

Tableau 12 : Rendements positifs élevés et évolutions par rapport au seuil RAEMS, Garage 1, phase substitution. Source : CNIDEP

Paramètres	Unité	Code SANDR	Seuil de concentration maximal RAEM	Résultats AMONT	Résultats AVAL	Calcul du rendement (%) LQ*5	Evolution par rapport au seuil RAEMS
AZOTE GLOBAL (NTK + NO3 + NO2)	MG/L	1551	150	28,4	7,5	73,6	Pas d'évolution
AZOTE KJELDAHL	MG/L	1319	non concerné	26	7,4	71,5	Non concernée
NITRATES	µg/l	1340	non concerné	9352	<1000	94,7	Non concernée
NITRITES	µg/l	1339	non concerné	1131	<10	99,6	Non concernée
AOX	MG/L	1106	0,001	0,18	<0,1	72,2	Amélioration
MATIERES EN SUSPENSION	MG/L	1305	600	1522	149	90,2	Amélioration
CARBONE ORGANIQUE TOTAL	MG/L	1841	non concerné	550	140	74,5	Non concernée
DEMANDE CHIMIQUE EN OXYGENE	MG/L	1314	2000	2770	490	82,3	Amélioration
DEMANDE BIOLOGIQUE EN OXYGENE 5 JOURS	MG/L	1313	non concerné	700	170	75,7	Non concernée
SULFATE	MG/L	1338	non concerné	48	2	95,8	Non concernée
INDICE PHÉNOL	MG/L	1440	0,3	0,32	<0,1	84,4	Amélioration
INDICE HYDROCARBURE	MG/L	7009	5	54	8,2	84,8	Pas d'évolution
BENZO_A_PYRENE	µg/l	1115	non concerné	0,44	0,1	77,3	Non concernée
BENZO_B_FLUORANTHENE	µg/l	1116	non concerné	0,77	0,17	77,9	Non concernée
BENZO_GHI_PERYLENE	µg/l	1118	non concerné	1,27	0,12	90,6	Non concernée
FLUORANTHENE	µg/l	1191	non concerné	1,96	0,3	84,7	Non concernée
INDENO_123CD_PYRENE	µg/l	1204	non concerné	0,36	0,07	80,6	Non concernée
ACENAPHTENE	µg/l	1453	non concerné	0,75	0,11	85,3	Non concernée
ANTHRACENE	µg/l	1458	non concerné	4,53	0,18	96,0	Non concernée
PHENANTHRENE	µg/l	1524	non concerné	16,21	0,71	95,6	Non concernée
MONOBUTYL ETAIN CATION	µg/l	2542	non concerné	0,192	<0,02	94,8	Non concernée
TRIBUTYL ETAIN CATION	µg/l	2879	non concerné	0,163	<0,02	93,9	Non concernée
DEHP DI(ETHYLHEXYL)PHTALATE	µg/l	6616	non concerné	190,25	25,11	86,8	Non concernée
METHANOL	µg/l	2052	non concerné	34300	<5000	92,7	Non concernée
FORMALDEHYDE	µg/l	1702	non concerné	130	2	98,5	Non concernée
ALUMINIUM	µg/l	1370	2500	7931	689,8	91,3	Amélioration
ANTIMOINE	µg/l	1376	non concerné	150,6	12,47	91,7	Non concernée
ARGENT	µg/l	1368	non concerné	0,73	0,08	89,0	Non concernée
ARSENIC	µg/l	1369	50	6,9	1,14	83,5	Pas d'évolution
BERYLLIUM	µg/l	1377	non concerné	0,27	<0,02	96,3	Non concernée
CADMIUM	µg/l	1388	200	1	0,25	75,0	Pas d'évolution
CHROME	µg/l	1371	500	118,3	17,74	85,0	Pas d'évolution
COBALT	µg/l	1379	non concerné	7,44	1,69	77,3	Non concernée
CUIVRE	µg/l	1392	500	3100	202,24	93,5	Amélioration
ETAIN	µg/l	1380	2000	388,1	33,92	91,3	Pas d'évolution
MOLYBDENE	µg/l	1395	non concerné	189,3	35,09	81,5	Non concernée
NICKEL	µg/l	1386	500	71,4	15,98	77,6	Pas d'évolution
PLOMB	µg/l	1382	500	86,14	6,87	92,0	Pas d'évolution
TITANE	µg/l	1373	non concerné	171	12,52	92,7	Non concernée
URANIUM	µg/l	2558	non concerné	1,61	0,36	77,6	Non concernée
VANADIUM	µg/l	1384	non concerné	17,88	3,6	79,9	Non concernée
ZINC	µg/l	1383	2000	6050	328,8	94,6	Amélioration

Nous pouvons supposer que la diminution en concentration de certaines substances peut être liée à leur adsorption sur les matières en suspension, entraînant une corrélation entre les concentrations des MES et de ces substances adsorbables. Par exemple, la relative hydrophobie des organoétains favorise leur adsorption sur les particules en suspension : plus de 80% d'entre eux sont associés à la fraction particulaire d'après la littérature [33], ce qui corrobore une diminution observée des organoétains conjointe à une diminution des MES. De même, l'aluminium, le cuivre et le zinc sont des métaux plus présents en phase particulaire qu'en phase dissoute [34]. Leur piégeage par les MES, et plus particulièrement celui du cuivre, reste fortement dépendant du pH, de la température, du carbone organique dissout et du débit des eaux concernées ; la diminution du pH et de la conductivité peut avoir favorisé l'adsorption des ions métalliques.

Concernant les **rendements positifs moyens**, 3 paramètres sont concernés soit **5%** des paramètres dont le rendement a pu être calculé : le benzo-k-fluoranthène, le fer et le manganèse (Tableau 13).

Tableau 13 : Rendement positif moyen et évolution par rapport au seuil RAEMS, Garage 1, phase substitution. Source : CNIDEP

Paramètres	Unité	Code SANDRE	Seuil de concentration maximal RAEMS	Résultat de la fraction analysée AMONT	Résultat de la fraction analysée AVAL	Calcul du rendement (%) LQ*5	Evolution par rapport au seuil RAEMS entre amont et aval
BENZO_K_FLUORANTHENE	µg/l	1117	non concerné	0,12	0,05	58,3	Non concernée
FER	µg/l	1393	2500	53218	21858	58,9	Pas d'évolution
MANGANESE	µg/l	1394	1000	584,1	329,18	43,6	Pas d'évolution

Le HAP est une substance dangereuse prioritaire ; la diminution de ses concentrations est donc positive. Les deux métaux sont au même titre que l'aluminium, le cuivre et le zinc plus présents en phase particulaire que dissoute [34], ce qui peut nous permettre d'établir une corrélation entre diminution de ces concentrations et diminution de la concentration en MES. Cependant, les concentrations en fer restent très élevées en aval, et quasiment 10 fois supérieures à la concentration maximale.

Concernant les **rendements très faibles ou non significatifs**, 4 paramètres sont concernés soit **7%** des rendements ayant pu être calculés : les octylphénols, le rapport DCO/DBO5, les chlorures, les nonylphénols et le naphthalène (Tableau 14).

Tableau 14 : Rendement très faible et non significatif et évolution par rapport au seuil RAEMS, Garage 1, phase substitution. Source : CNIDEP

Paramètres	Unité	Code SANDRE	Seuil de concentration maximal RAEMS	Résultat de la fraction analysée AMONT	Résultat de la fraction analysée AVAL	Calcul du rendement (%) LQ*5	Evolution par rapport au seuil RAEMS entre amont et aval
DCO/DBO5	MG/L	non concerné	2000	3,96	2,88	27,2	Pas d'évolution
CHLORURES	MG/L	1337	750	42	44	-4,8	Pas d'évolution
NONYLPHENOLS	µg/l	6598 (1957+1958)	non concerné	2,27	2,2	3,1	Non concernée
NAPHTALENE	µg/l	1517	non concerné	1,18	1,34	-13,6	Non concernée

Pour ces quatre paramètres, une conclusion arrêtée est impossible car les variations de concentration sont trop faibles entre amont et aval du démonstrateur. Le rapport DCO/DBO5 et les chlorures sont concernés par le règlement d'assainissement de l'EMS mais ne le dépassent ni en amont ni en aval ; les nonylphénols sont des substances dangereuses prioritaires, le naphthalène est une substance prioritaire, et les chlorures sont concernées par la RSDE STEU.

Concernant les **rendements négatifs**, 7 paramètres sont concernés soit **13%** des paramètres dont le rendement a pu être calculé : aucun n'est concerné par le règlement d'assainissement de l'EMS ; cependant, le NP1OE est une substance dangereuse prioritaire, le OP1OE et les octylphénols sont des substances prioritaires et la somme des xylènes ainsi que l'éthylbenzène sont sur la liste I de la directive 76/464/CEE (Tableau 15).

Tableau 15 : Rendement négatif et évolution par rapport au seuil RAEMS, Garage 1, phase substitution. Source : CNIDEP

Paramètres	Unité	Code SANDRE	Seuil de concentration maximal RAEMS	Résultat de la fraction analysée AMONT	Résultat de la fraction analysée AVAL	Calcul du rendement (%) LQ*5	Evolution par rapport au seuil RAEMS entre amont et aval
NP1OE	µg/l	6366	non concerné	<0,7154	1	-562,0	Non concernée
OP1OE	µg/l	6370	non concerné	<0,3021	5,8	-3739,8	Non concernée
OCTYLPHENOLS	µg/l	6600 (1920+1959)	non concerné	0,804	6,5	-708,5	Non concernée
M+P-XYLENE	µg/l	2925	non concerné	3,54	213,4	-5928,2	Non concernée
O_XYLENE	µg/l	1292	non concerné	1,97	106,5	-5306,1	Non concernée
SOMME DES XYLENES	µg/l	1780	non concerné	5,51	319,9	-5705,8	Non concernée
ETHYLBENZENE	µg/l	1497	non concerné	<1	55,13	-10926,0	Non concernée

Ces rendements négatifs sont tous extrêmement élevés : le plus faible est de -562 (NP1OE) tandis que le plus élevé est de -10 926 (éthylbenzène). Ces résultats peuvent traduire :

- Une apparition de substances, tout simplement due à des prélèvements amont et aval ponctuels et uniques (pas les mêmes résidus de produits dans les eaux de lavage du sol le jour du prélèvement amont que dans les eaux « stagnantes » du séparateur) ou par effet d'interaction avec d'autres molécules ;
- Une importante augmentation de leur concentration par effet d'accumulation au sein du séparateur ou par effet d'interaction avec d'autres molécules.

Evolution des concentrations par rapport aux seuils du règlement d'assainissement de l'Eurométropole de Strasbourg

Un élément important est que certains paramètres voient leur concentration passer sous les seuils fixés par le règlement d'assainissement de l'EMS entre l'amont et l'aval. En effet, comme nous l'avons vu précédemment lors des rendements positifs, 7 substances sur 9 qui présentaient en amont des concentrations supérieures au seuil fixé par le règlement d'assainissement de l'EMS présentent en aval des concentrations inférieures (figure 22) : 4 paramètres indiciques que sont l'AOX, les MES, la DCO et l'indice phénol ; et 3 métaux, que sont l'aluminium, le cuivre et le zinc.

En revanche, même si l'indice hydrocarbure et le fer présentent des concentrations qui diminuent fortement (respectivement R = 84,8% et R = 58,9%), celles-ci restent supérieures à leur seuil du règlement d'assainissement de l'EMS en sortie de séparateur avec pour le fer plus spécifiquement des concentrations extrêmement supérieures (21 858 µg/L en aval pour un seuil de 2 500 µg/L).

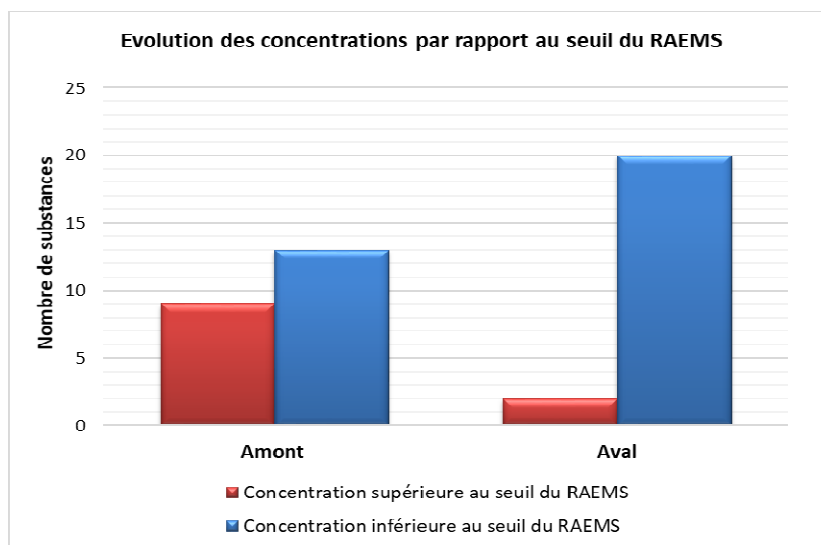


Figure 22 : Evolution des concentrations par rapport au seuil du RAEMS entre aval et amont du séparateur, entreprise 1, phase substitution. Source : CNIDEP

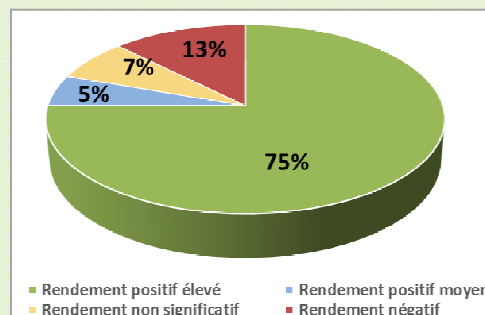
Il est important de noter que certaines substances prioritaires sont non quantifiées ou ne permettent pas un calcul de leur rendement. Ainsi, parmi les 14 substances classées dangereuses prioritaires, 2 n'ont pas été quantifiées (PCB-118 et mercure), une n'a pas pu faire l'objet d'un calcul de rendement exploitable (PFOS, l'indéno-1,2,3cd-pyrène) et une autre n'a pas été recherchée en amont (NP2OE). De même, parmi les 9 substances prioritaires, deux n'ont pas été quantifiées (OP1OE et benzène) et une n'a pas pu faire l'objet d'un calcul exploitable (BDE 209).

Nous pouvons également noter que les résultats de la phase substitution sont très similaires aux résultats issus de la phase démonstrateur de cette première entreprise.

A RETENIR : Résultats des analyses, entreprise 1, phase substitution

Les conclusions portant sur les 56 paramètres qui ont pu être quantifiés et pour lesquels un rendement a pu être calculé sont les suivantes :

- 75 % ont un rendement positif élevé ;
- 5 % ont un rendement positif moyen ;
- 7 % ont un rendement non significatif ;
- 13 % ont un rendement négatif élevé.



De plus, pour les 9 paramètres présentant des concentrations supérieures au seuil du règlement d'assainissement de l'Eurométropole de Strasbourg, le séparateur permet d'abaisser les concentrations dans les rejets en dessous du seuil pour 7 paramètres.

4.2.3.3. Exploitation du retour d'expérience

De même que pour le démonstrateur, aucun retour d'expérience sur les produits de substitution n'a pu être collecté auprès de l'entreprise 1. Des problèmes d'identification claire au sein de l'entreprise 1 de la personne référente du projet LUMIEAU (chef d'entreprise, responsable commercial, mécanicien technicien...) peuvent expliquer en partie ce manque de retour.

Il est à noter que l'entreprise 1 avait exprimé en début de projet son souhait d'investir dans une fontaine de dégraissage, ce qui permettrait de supprimer l'utilisation d'aérosols dégraissant pour frein et autres petites pièces, et donc limiterait les rejets polluants dus à ces produits.

Coût

Nous disposons néanmoins des informations de coûts des produits notamment de substitution. Le prix de vente du Major Biovert est de 7,88 € TTC pour 1 L de produit à utiliser dilué à 3% ; d'après l'échelle de coût élaborée d'après les prix de 20 nettoyeurs sols professionnels, la note du prix d'achat du Major Biovert serait de 2 en correspondance à « coût d'achat important ». Cependant, en l'absence de retour d'utilisation et d'information relative au prix du produit Ixtar, nous n'avons pas les informations complémentaires nous permettant de donner la note globale du critère coût.

De même, le prix de vente du Vitnet auto est de 7,93 € TTC pour 1 L de produit à utiliser dilué à 1% ; or, le prix du lave-glasse classique Diframa est de 1,37 € TTC pour 1 L. D'après l'échelle de coût, établie par le CNIDEP, la note obtenue par le Vitnet Auto pour le prix d'achat serait de 2 pour « coût d'achat important ». Mais de même que pour le dégraissant, en l'absence de retour d'utilisation de la part de l'entreprise 1, nous manquons d'informations complémentaires afin de donner une note globale au Vitnet auto pour le critère coûts.

4.2.3.4. Conclusion sur la phase substitution de l'entreprise 1

En l'absence de retour d'expérience sur les produits de substitution et d'analyses effectuées sur le produit classique brut, nous ne pouvons conclure que sur les résultats d'analyses effectuées sur le produit de substitution classique Major Biovert ainsi que sur d'analyses physico-chimiques des effluents du démonstrateur pendant la phase de substitution. Nous avons constaté que les analyses de produit Major Biovert brut révélaient la présence de DEHP, une substance dangereuse prioritaire, ainsi que la présence de 5 métaux.

Concernant les résultats d'analyses des effluents en amont et aval du démonstrateur, plus de 75% des substances quantifiées dans les effluents de la phase substitution présentent un rendement positif élevé, et 8 substances dangereuses prioritaires sur les 14 étudiées dans le cadre du projet présentent un rendement positif élevé.

4.3. Entreprise 2

4.3.1. Présentation générale de l'entreprise

Le deuxième garage est de plus petite taille que le premier : il ne compte que deux ponts élévateurs. Un seul salarié est employé, avec parfois des apprentis ou des stagiaires. L'activité du garage est la mécanique automobile. Aucune activité de carrosserie n'est effectuée, mais quelques fois des retouches de peinture sont réalisées.

Actuellement, le sol est en béton et absorbe très facilement tous les liquides déversés. Le nettoyage quotidien du sol est donc effectué à sec, c'est-à-dire non pas à l'eau mais via des absorbants et des chiffons. Une fois par mois un grand nettoyage au karcher et au produit nettoyeur est néanmoins réalisé : l'eau est raclee jusqu'à la rigole de collecte menant au séparateur à hydrocarbures.

4.3.2. Phase démonstrateur

4.3.2.1. Présentation de la machine

Le chef d'entreprise ne connaît pas les caractéristiques du séparateur à hydrocarbures installé dans son garage, car celui-ci était déjà présent lors de son achat des locaux il y a 4 ans et il n'a retrouvé aucun document relatif au séparateur. Il suppose néanmoins qu'il a été installé en 2001 ou 2002, date approximative de construction du garage par le précédent propriétaire.

L'entretien du séparateur n'était pas effectué jusqu'à présent, mais la participation au projet LUMIEAU a encouragé le chef d'entreprise à réaliser cet entretien.

4.3.2.2. Exploitation des résultats d'analyses physico-chimiques

Contexte et premiers éléments des analyses physico-chimiques

La campagne de prélèvement amont/aval en phase démonstrateur a été réalisée le 28 janvier 2017. L'opération de prélèvement s'est révélée assez difficile car la rigole de collecte était assez encombrée par des salissures du garage : un nettoyage a dû être effectué.



Figure 23 : Rigole de collecte encombrée entreprise 2, phase démonstrateur. Source : CNIDEP

Le prélèvement amont a été effectué au niveau de la rigole de collecte des eaux de lavage du sol et d'acheminement de ces eaux vers le séparateur à hydrocarbures (figure 24) tandis que le prélèvement aval a été effectué en sortie du séparateur (figure 25).

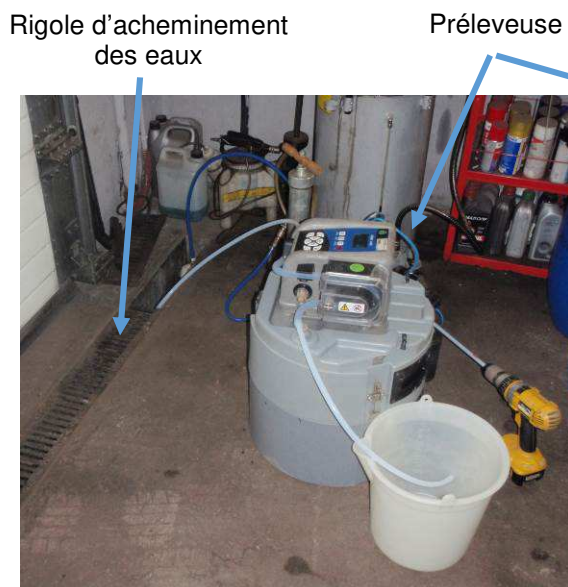


Figure 24: Prélèvement en amont du séparateur, phase démonstrateur, entreprise 2. Source : EMS



Figure 25: Prélèvement en aval du séparateur, phase démonstrateur, entreprise 2. Source : EMS

L'aspect visuel des échantillons prélevés étaient particulièrement parlant pour cette entreprise 2 comme vous pouvez le constater sur la figure 26. Alors que l'échantillon amont présente une couleur marron et opaque ainsi que de la mousse surnageante, l'échantillon aval est incolore et translucide, sans mousse observée. Ces éléments visuels étaient plutôt intéressants en guise de premiers résultats, surtout pour le chef d'entreprise pour lequel il a été possible de constater visuellement l'efficacité du séparateur à hydrocarbures.



Figure 26: Aspect visuel des échantillons d'eaux en amont et en aval du séparateur, phase démonstrateur, entreprise 2. Source : EMS

Concernant les analyses physico-chimiques, nous pouvons tout d'abord constater qu'à température constante le pH et la conductivité diminuent fortement entre l'amont et l'aval (figure 27). En effet, le pH qui était de 8,4 dans l'échantillon amont est de 4,5 dans l'échantillon aval : cette baisse de pH peut avoir des effets sur les rendements de certaines substances, en favorisant ou en défavorisant certaines réactions chimiques et l'adsorption des substances aux particules. De même, la conductivité passe de 2140 $\mu\text{S}/\text{cm}^2$ dans l'échantillon amont à 708 $\mu\text{S}/\text{cm}^2$ dans l'échantillon aval ; or, la conductivité d'une solution traduit la présence d'ions au sein de cette solution, l'eau pure ayant une conductivité beaucoup plus basse qu'une eau saumure. L'importante baisse de conductivité peut donc expliquer une diminution des ions libres par réaction moléculaire ou adsorption des ions aux particules.

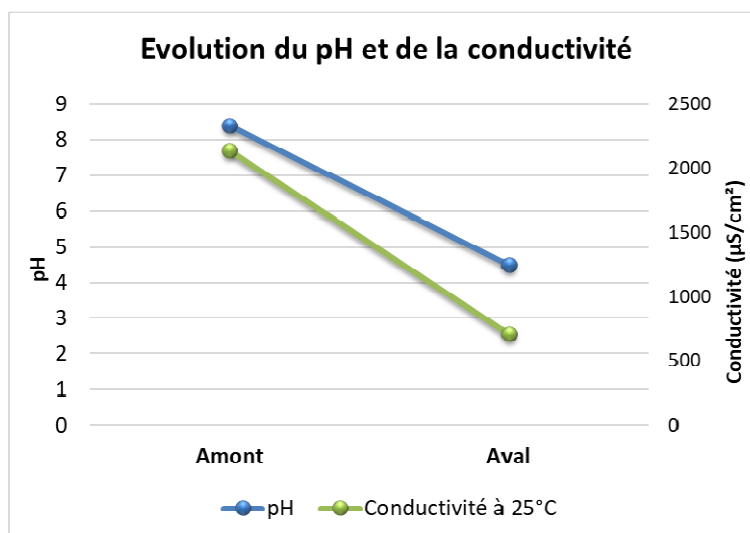


Figure 27 : Evolution du pH et de la conductivité entre l'amont et l'aval, entreprise 2, phase démonstrateur. Source : CNIDEP

Résultats en rendement des substances ou évolution des paramètres

Les résultats présentés correspondent aux résultats analytiques des fractions brutes de chaque échantillon, où 89 paramètres ont été étudiés. Le détail des résultats chiffrés obtenus dans l'entreprise 2 en phase démonstrateur sont présentés en annexe 10. Les limites de quantification ont été indiquées par le laboratoire ayant réalisé les analyses. La synthèse des résultats sont présentés en figure 28, qui illustre le nombre de substances par type de rendement ou d'évolution.

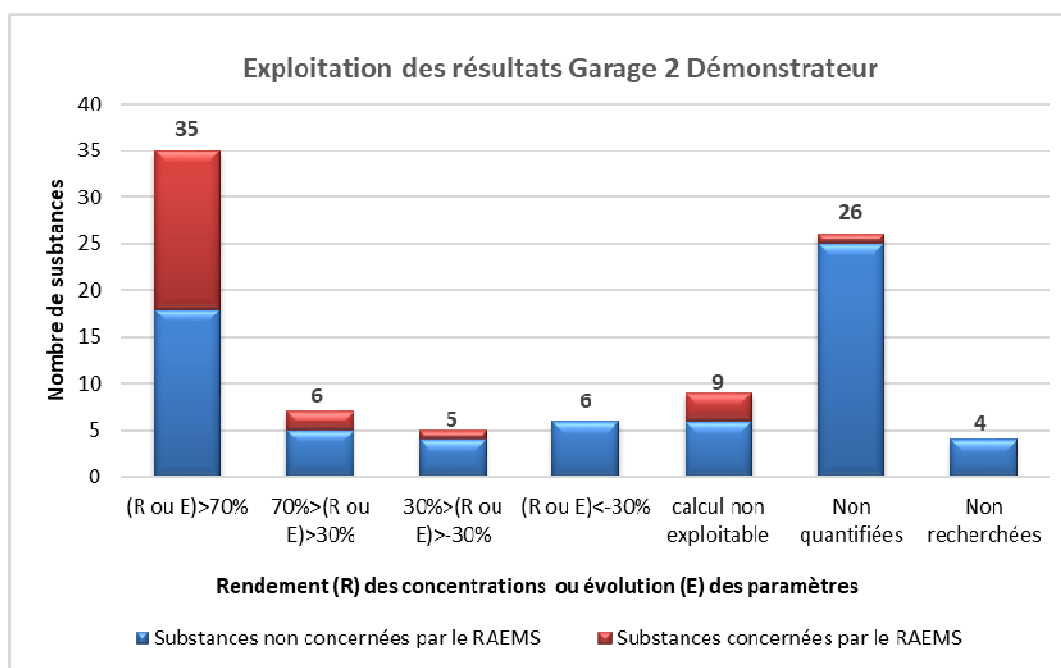


Figure 28 : Synthèse de l'exploitation des résultats d'analyse physico-chimique en entreprise 2 en phase démonstrateur. Source : CNIDEP

Sur les 89 paramètres recherchés, 26 substances n'ont pas été quantifiées dans le prélèvement amont comme dans le prélèvement aval. De plus, 9 substances ou paramètres n'ont pas pu faire l'objet de calcul de rendement ou d'évolution exploitable, en raison de concentrations amont ou aval inférieures à la limite de quantification (LQ) ou en raison de concentrations amont et aval inférieures à cinq fois la LQ. Enfin, 4 substances présentaient des informations manquantes : en amont ou en aval, les concentrations n'ont pas été indiquées par le laboratoire, nous les avons donc classées « non recherchées ».

Pour les 52 substances quantifiées et dont les données sont exploitables, nous avons pu constater un rendement positif élevé pour 35 d'entre elles, un rendement positif moyen pour 6 d'entre elles, un rendement très faible voire non significatif pour 5 d'entre elles et un rendement négatif pour 6 d'entre elles. Pour rappel, les rendements positifs indiquent que la substance étudiée est retrouvée en moins grande quantité dans les eaux après son passage dans le séparateur à hydrocarbures et à l'inverse, les rendements négatifs indiquent que la substance étudiée est retrouvée en plus grande quantité dans les eaux après son passage dans le séparateur à hydrocarbures.

La légende du code couleur de catégorisation des substances est rappelée ci-dessous afin de faciliter la lecture des résultats (figure 28).

Légende concernant la catégorisation des substances				
Dangereuse prioritaire	Prioritaire	RSDE STEU	Liste I et II	Non concerné

Figure 29 : Légende des sélection du tableau des substances. Source : CNIDEP

Concernant les **rendements positifs élevés**, 35 paramètres sont concernés, soit **67%** des paramètres dont le rendement (R) a pu être calculé (tableau 16 ci-après). La concentration de ces paramètres a donc fortement diminuée entre l'aval et l'amont. La très forte diminution (R = 97,8%) des matières en suspension (MES) nous indique que le séparateur remplit son rôle de débourbeur, avec une excellente décantation et rétention des MES. De même, le très bon rendement de l'indice hydrocarbures (R = 91,3%) illustre l'efficacité du séparateur à retenir les hydrocarbures aromatiques et aliphatiques. Le piégeage des métaux par le séparateur semble particulièrement efficace avec 13 rendements au-dessus de 90% sur 16 rendements positifs élevés. Enfin, il est à noter que les concentrations de 5 substances dangereuses prioritaires sont fortement diminuées : celles du NP2OE, du benzo-a-pyrène, du indeno-1,2,3cd-pyrène, de l'anthracène et du cadmium ; ainsi que les concentrations de 4 substances prioritaires : octylphénols, fluoranthène, nickel et plomb.

Nous pouvons supposer que la diminution en concentration de certaines substances peut être liée à leur adsorption sur les matières en suspension, entraînant une corrélation entre les concentrations des MES et de ces substances adsorbables. Par exemple, la relative hydrophobie des organoétains favorise leur adsorption sur les particules en suspension : plus de 80% d'entre eux sont associés à la fraction particulaire d'après la littérature [33], ce qui corrobore une diminution observée des cations de monobutyl étain conjointe à une diminution des MES. De même, l'aluminium, le cuivre, le fer, le manganèse et le zinc sont des métaux plus présents en phase particulaire qu'en phase dissoute [34]. Leur piégeage par les MES, et plus particulièrement celui du cuivre, reste fortement dépendant du pH, de la température, du carbone organique dissout et du débit des eaux concernées ; la baisse importante du pH, passant ici de 8,4 à 4,5 entre l'amont et l'aval et changeant ainsi un milieu basique en milieu acide, peut entre autre expliquer la diminution drastique des concentrations en cuivre qui chutent de 10 330 µg/L à 30 µg/L.

Tableau 16 : Rendements positifs élevés et évolutions par rapport au seuil RAEMS, entreprise 2, phase démonstrateur. Source : CNIDEP

Paramètre	Code SANDRE	Unité	Seuil de concentration maximal RAEMS	Résultats AMONT	Résultats AVAL	Calcul du rendement (%) LQ*5	Evolution par rapport au seuil RAEMS entre amont et aval
AZOTE GLOBAL (NTK + NO3 + NO2)	1551	MG/L	150	50,7	3,7	92,7	Pas d'évolution
AZOTE KJELDAHL	1319	MG/L	non concerné	47,1	3,5	92,6	Pas d'évolution
NITRATES	1340	µg/l	non concerné	7069	<1000	92,9	Pas d'évolution
NITRITES	1339	µg/l	non concerné	6582,5	<10	99,9	Pas d'évolution
AOX	1106	MG/L	0,001	1	0,03	97,0	Pas d'évolution
MATIERES EN SUSPENSION	1305	MG/L	600	1419	31	97,8	Amélioration
CHLORURES	1337	MG/L	750	185,0	<5	98,6	Pas d'évolution
SULFATE	1338	MG/L	non concerné	141	7	95,0	Pas d'évolution
FLUORURE	7073	MG/L	15	1	0,2	80,0	Pas d'évolution
INDICE PHÉNOL	1440	MG/L	0,3	0,3	<0,01	98,3	Amélioration
INDICE HYDROCARBURE	7009	MG/L	5	64,11	5,6	91,3	Pas d'évolution
NP2OE	6369	µg/l	non concerné	16,5	1	93,9	Pas d'évolution
OCTYLPHENOLS	6600 (1920+195)	µg/l	non concerné	1,6	<0,1	96,9	Pas d'évolution
BENZO_A_PYRENE	1115	µg/l	non concerné	0,26	0,05	80,8	Pas d'évolution
FLUORANTHENE	1191	µg/l	non concerné	0,43	0,09	79,1	Pas d'évolution
INDENO_123CD_PYRENE	1204	µg/l	non concerné	0,32	0,04	87,5	Pas d'évolution
ANTHRACENE	1458	µg/l	non concerné	0,42	0,02	95,2	Pas d'évolution
PHENANTHRENE	1524	µg/l	non concerné	0,94	0,09	90,4	Pas d'évolution
MONOBUTYL ETAIN CATION	2542	µg/l	non concerné	7,769	<0,02	99,9	Pas d'évolution
ALUMINIUM	1370	µg/l	2500	36153	1293	96,4	Amélioration
ANTIMOINE	1376	µg/l	non concerné	692,2	3,53	99,5	Pas d'évolution
ARSENIC	1369	µg/l	50	35,9	<5	93,0	Pas d'évolution
BERYLLIUM	1377	µg/l	non concerné	0,68	0,11	83,8	Pas d'évolution
CADMIUM	1388	µg/l	200	10,88	0,7	93,6	Pas d'évolution
CHROME	1371	µg/l	500	457,9	6,7	98,5	Pas d'évolution
COBALT	1379	µg/l	non concerné	22,53	2,24	90,1	Pas d'évolution
CUIVRE	1392	µg/l	500	10330	30	99,7	Amélioration
ETAIN	1380	µg/l	2000	1046	12,13	98,8	Pas d'évolution
MANGANESE	1394	µg/l	1000	1901	244,4	87,1	Amélioration
NICKEL	1386	µg/l	500	151	17,47	88,4	Pas d'évolution
PLOMB	1382	µg/l	500	337,4	12,19	96,4	Pas d'évolution
SELENIUM	1385	µg/l	non concerné	7,5	<0,5	96,7	Pas d'évolution
TITANE	1373	µg/l	non concerné	1786	10,68	99,4	Pas d'évolution
VANADIUM	1384	µg/l	non concerné	191,7	5,94	96,9	Pas d'évolution
ZINC	1383	µg/l	2000	9589	216,2	97,7	Amélioration

Concernant les **rendements positifs moyens**, 6 paramètres sont concernés soit **12%** des paramètres dont le rendement a pu être calculé (Tableau 17).

Tableau 17 : Rendements positifs moyens et évolutions par rapport au seuil RAEMS, entreprise 2, phase démonstrateur. Source : CNIDEP

Paramètre	Code SANDRE	Unité	Seuil de concentration maximal RAEL	Résultats AMONT	Résultats AVAL	Calcul du rendement (%) LQ*5	Evolution par rapport au seuil RAEMS entre amont et aval
DEMANDE CHIMIQUE EN OXYGENE	1314	MG/L	2000	6520	3185	51,2	Pas d'évolution
DCO/DBO5	non concerné	non concerné	2,5	3,1	1,5	51,2	Amélioration
NP1OE	6366	µg/l	non concerné	13,1	7,3	44,3	Pas d'évolution
TOLUENE	1278	µg/l	non concerné	8,9	3,35	62,4	Pas d'évolution
BENZO_B_FLUORANTHENE	1116	µg/l	non concerné	0,1	0,07	30,0	Pas d'évolution
MOLYBDENE	1395	µg/l	non concerné	1254	381,4	69,6	Pas d'évolution

Deux de ces paramètres présentent un rendement supérieur à 60%, le toluène et le molybdène, ce qui représente des diminutions de concentrations intéressantes, d'autant plus que le toluène fait partie de la liste I de la directive 76/464/CEE. De plus, deux substances dangereuses prioritaires, le NP1OE et le benzo_b fluoranthène, présentent également une diminution de leur concentration entre l'amont et l'aval du séparateur. Enfin, le rapport DCO/DBO5 qui était de 3,1 en amont est passé à 1,5 en aval, ce qui traduit une amélioration de la biodégradabilité des matières organiques des effluents en sortie du séparateur à hydrocarbures.

Concernant les **rendements très faibles ou non significatifs**, 5 paramètres sont concernés soit **10%** des rendements ayant pu être calculés : le carbone organique total, le benzo-ghi-pérylène, le diéthylhexylphthalate (DEHP), la DBO5 et le fer (Tableau 18).

Tableau 18 : Rendements faibles et non significatifs et évolutions par rapport au seuil RAEMS, entreprise 2, phase démonstrateur. Source : CNIDEP

Paramètre	Code SANDRE	Unité	Seuil de concentration maximal RAEL	Résultats AMONT	Résultats AVAL	Calcul du rendement (%) LQ*5	Evolution par rapport au seuil RAEMS
CARBONE ORGANIQUE TOTAL	1841	MG/L	non concerné	1400	1200	14,3	Pas d'évolution
DEMANDE BIOLOGIQUE EN OXYGENE 5 JOURS	1313	MG/L	non concerné	2090	2090	0,0	Pas d'évolution
BENZO_GHI_PERYLENE	1118	µg/l	non concerné	0,08	0,06	25,0	Pas d'évolution
DEHP DI(ETHYLHEXYL)PHTALATE	6616	µg/l	non concerné	48,07	33,89	29,5	Pas d'évolution
FER	1393	µg/l	2500	215462	215462	0,0	Pas d'évolution

Pour les trois premiers paramètres, une diminution de concentration est notée entre l'amont et l'aval, mais le rendement en résultant est trop faible pour être considéré comme significatif (inférieur à 30%). Pour les deux derniers paramètres en revanche, la DBO5 et le fer, aucune variation n'est observée : les concentrations respectives sont identiques entre l'amont et l'aval. Ce résultat, qui est d'ailleurs extrêmement précis pour le fer avec des concentrations identiques de 215 462 µg/L, peut traduire une erreur dans les résultats ou bien dans les mesures.

Concernant les **rendements négatifs**, 6 paramètres sont concernés soit **12%** des paramètres dont le rendement a pu être calculé : aucun n'est concerné par le règlement d'assainissement de l'EMS, mais les nonylphénols sont sur la liste des substances prioritaires dangereuses, et la somme des xylènes fait partie de la liste I de la directive 76/464/CEE (Tableau 19).

Tableau 19 : Rendements négatifs et évolution par rapport au seuil RAEMS, entreprise 2, phase démonstrateur. Source : CNIDEP

Paramètre	Code SANDRE	Unité	Seuil de concentration maximal RAEL	Résultats AMONT	Résultats AVAL	Calcul du rendement (%) LQ*5	Evolution par rapport au seuil RAEMS
NONYLPHENOLS	6598 (1957+1958)	µg/l	non concerné	2,78	4,1	-47,5	Pas d'évolution
M+P-XYLENE	2925	µg/l	non concerné	<1	8,86	-1672,0	Pas d'évolution
O_XYLENE	1292	µg/l	non concerné	<1	7,4	-1380,0	Pas d'évolution
SOMME DES XYLENES	1780	µg/l	non concerné	<2	16,26	-1526,0	Pas d'évolution
ACENAPHTENE	1453	µg/l	non concerné	0,1	0,13	-30,0	Pas d'évolution
FORMALDEHYDE	1702	µg/l	non concerné	<1	25	-4900,0	Pas d'évolution

Parmi ces rendements négatifs, 4 sont extrêmement importants, allant de -1 380 pour le o-xylène à -4 900 pour le formaldéhyde. Ces résultats peuvent traduire :

- Une apparition de substances, par effet d'interaction avec d'autres molécules ou tout simplement due à la ponctualité des prélèvements amont et aval (pas les mêmes résidus de produits dans les eaux de lavage du sol le jour du prélèvement amont que dans les eaux « stagnantes » du séparateur) ;
- Une importante augmentation de leur concentration par effet d'accumulation au sein du séparateur ou ici encore par effet d'interaction avec d'autres molécules.

Au vue des différents comportements et du nombre de paramètres non quantifiés, il n'est pas possible de tirer de conclusion par famille de substances : au sein d'une même famille, les comportements sont différents d'un paramètre à l'autre ou seulement certains paramètres ont été quantifiés. En effet, pour les alkylphénols, les nonylphénols présentent un rendement négatif alors que le NP1OE, le NP2OE et les octylphénols présentent au contraire un rendement positif, tandis que les autres substances n'ont pas été quantifiées. Au sein des HAP, les résultats sont également hétérogènes, avec un rendement négatif pour l'acénaphène, des calculs non exploitables pour l'acénaphène et le benzo-k-pyrène, mais une majorité de rendements positifs (7 pour 10 substances). En ce qui concerne les BTEX, hormis le benzène et l'isopropylbenzène qui n'ont pas été quantifiés et l'éthylbenzène dont les calculs ne sont pas exploitables, tous les autres composants ont été mesurés avec un rendement négatif très élevé.

En revanche, les métaux présentent des résultats plus homogènes, avec 17 substances sur 22 dont le rendement est positif. Un seul organoétain a été quantifié et présente un rendement positif très élevé. Pour la famille des chlorophénols, aucune substance n'a été quantifiée : aucun rendement n'a donc pu être calculé pour cette famille. Il en est de même pour la famille des PCB.

Evolution des concentrations par rapport aux seuils du règlement d'assainissement de l'Eurométropole de Strasbourg

Un élément important est que certains paramètres voient leur concentration passer sous les seuils fixés par le règlement d'assainissement de l'EMS entre l'amont et l'aval. En effet, 7 substances qui présentaient en amont des concentrations supérieures au seuil fixé par le

règlement d'assainissement de l'EMS présentent en aval des concentrations inférieures (figure 30) : les MES, le rapport DBO5/DCO, l'indice phénol et quatre métaux, l'aluminium, le cuivre, le manganèse et le zinc.

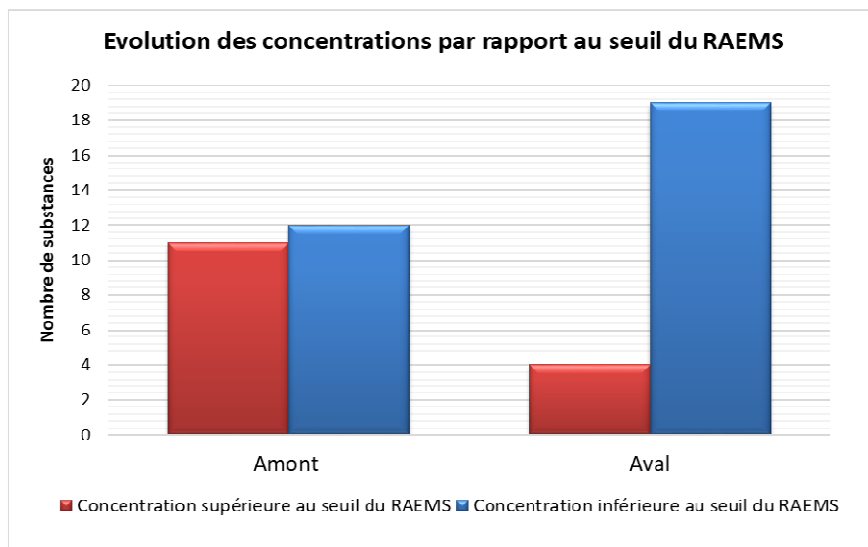


Figure 30 : Evolution des concentrations par rapport au seuil RAEMS, entreprise 2, Démonstrateur. Source : CNIDEP

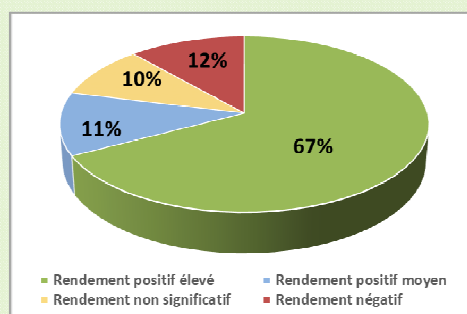
En revanche, 4 substances présentent des concentrations qui ne passent pas en aval sous leur seuil fixé par le règlement d'assainissement de l'EMS. Parmi celles-ci se trouve le fer avec des concentrations amont et aval de 215 462 µg/L pour un seuil de 2 500 µg/L : ces concentrations restent cependant à relativiser comme expliqué précédemment. Nous retrouvons également l'AOX, la DCO et l'indice hydrocarbure. Celui-ci présente néanmoins une concentration aval de 5,6 µg/L pour un seuil de 5 µg/L.

Il est à noter que certaines substances prioritaires sont non quantifiées ou ne permettent pas un calcul de leur rendement. Ainsi, parmi les 14 substances classées dangereuses prioritaires, 2 n'ont pas été quantifiées (PCB-118 et mercure), 1 n'a pas pu faire l'objet d'un calcul de rendement exploitable (NP1OE) et 1 n'a pas été recherchée (PFOS). De même, parmi les 9 substances prioritaires, 2 n'ont pas été quantifiées (OP1OE et benzène) et 1 n'a pas pu faire l'objet de calcul de rendement (BDE 209).

A RETENIR : Résultats des analyses, entreprise 2, phase démonstrateur

Les conclusions portant sur les 52 paramètres qui ont pu être quantifiés et pour lesquels un rendement a pu être calculé sont les suivantes :

- 67 % ont un rendement positif élevé ;
- 12 % ont un rendement positif moyen ;
- 10 % ont un rendement non significatif ;
- 12 % ont un rendement négatif élevé.



De plus, pour les 11 paramètres présentant des concentrations supérieures au seuil du règlement d'assainissement de l'Eurométropole de Strasbourg, le séparateur permet d'abaisser les concentrations dans les rejets en dessous du seuil pour 7 paramètres.

4.3.2.3. Exploitation des résultats des bioessais

Les résultats des bio-essais de l'entreprise 2 sont présentés en figure 31 ci-dessous.

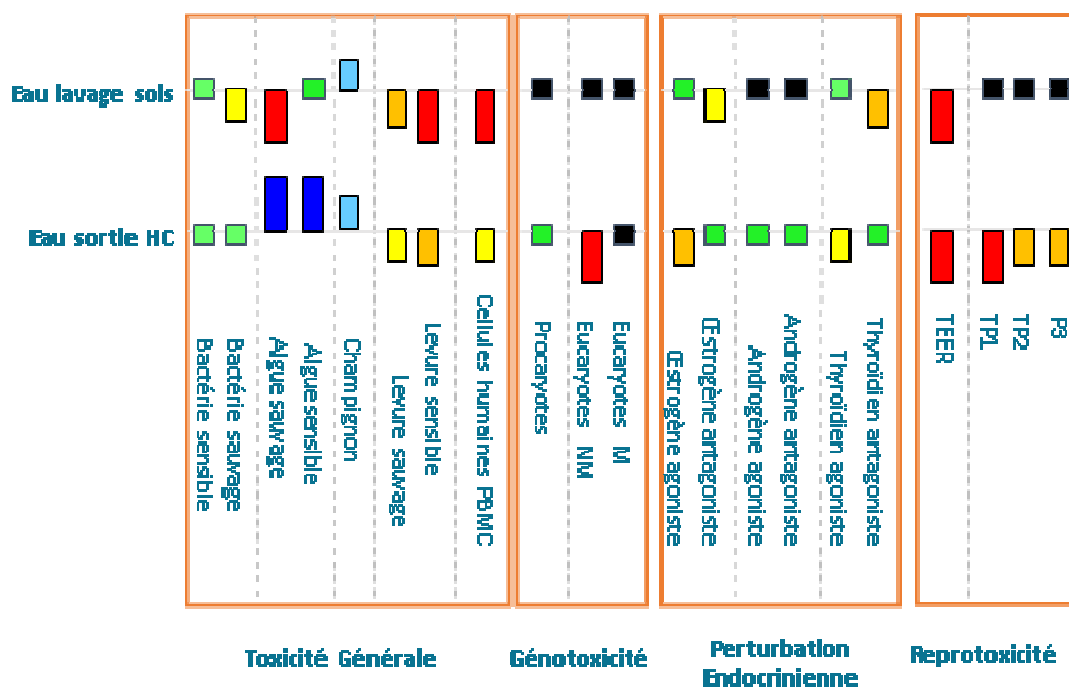


Figure 31 : Résultats des bio-essais pour les prélèvements faits en entreprise 1 en phase démonstrateur. Source : Tronico Vigicell, 2018.

Une première vue d'ensemble du diagramme de résultats nous permet de constater que les deux échantillons présentent des niveaux de toxicité assez élevés, mais que le profil d'impact toxique des eaux en sortie du séparateur (eau sortie HC) est nettement moins délétère que celui des eaux en entrée du séparateur (eau lavage sols).

Pour le critère **toxicité générale**, on observe que l'échantillon amont présente un fort impact toxique, tandis que les bio-essais de l'échantillon aval présentent tous des impacts bien moins intenses, les plus remarquables étant ceux effectuées sur la cible Algues.

Pour le critère **génotoxicité**, une diminution de la cytotoxicité permet de démasquer une atteinte à l'ADN directe qui existait sans doute déjà dans l'échantillon amont mais n'avait pas pu être qualifiée en raison d'une cytotoxicité élevée. Lors des travaux réalisés sur des dilutions, d'échantillon, un impact génotoxique indirect (c'est-à-dire portant sur les cellules assurant la métabolisation) a été constaté pour l'échantillon aval. Cet impact, probablement existant dans l'échantillon amont originel, n'a cependant pu être mis en évidence par ces travaux en conditions diluées, ces conditions étant insuffisantes pour gommer l'effet cytotoxique.

Pour le critère **reprotoxicité** également, le panel de cellules illustre une diminution de la cytotoxicité de l'effluent aval, sans qu'une conclusion sur l'évolution de l'effet reprotoxique lui-même puisse être apportée. En revanche, l'échantillon aval témoigne de l'existence d'un tel potentiel toxique à des niveaux d'intensité non négligeable. Il est probable que ce potentiel existait, a minima à des intensités comparables si ce n'est supérieures, dans l'échantillon amont.

Pour le critère **perturbation endocrinienne** en revanche, les résultats sont plus mitigés, laissant apparaître une diminution globale de l'impact mais aussi un changement dans la nature de cet impact. En effet, si les impacts oestrogéniques et thyroïdiens antagonistes diminuent voire disparaissent, des impacts oestrogéniques et thyroïdiens agonistes semblent apparaître. Ce phénomène peut s'expliquer soit par l'élimination des substances

antagonistes masquant l'effet agoniste d'autres substances du mélange, soit par l'enrichissement en substances agonistes.

Nous pouvons donc conclure que les échantillons amont et aval présentant des différences de cytotoxicité importantes, ces résultats vont dans le sens d'un impact positif significatif du séparateur de l'entreprise 2 sur la qualité de l'effluent.

4.3.2.4. Exploitation du retour d'expérience

Comme expliqué lors de la présentation du démonstrateur, l'entreprise 2 n'avait aucune connaissance sur le séparateur à hydrocarbures installé, et donc n'a pas pu fournir d'appréciations ou de données précises notamment concernant les coûts liés au séparateur. Néanmoins, certaines informations ont pu être récoltées concernant les autres critères.

Critère efficacité

Le chef d'entreprise a témoigné d'une prise de conscience de l'utilité du séparateur grâce à sa participation au projet LUMIEAU, et ce surtout à la vue des échantillons récoltés en amont et en aval et dont les visuels sont très parlants. Il juge que le système de récupération des eaux de lavage est efficace et conduit bien les effluents du garage vers le séparateur. De même, les visites et les tests effectués dans le cadre du projet lui ont fait prendre conscience de l'importance d'un bon entretien de la rigole de récolte des eaux. Enfin, aucun problème de mauvaise odeur ou de résurgence n'a été constaté en entrée de séparateur comme au niveau de la rigole de collecte des eaux du garage.

Critère praticité

Si le chef d'entreprise ne sait pas dans quelles conditions l'installation du séparateur s'est déroulée, il confirme la pertinence de l'emplacement actuel de celui-ci qui est au niveau d'une aire de rangement et de stationnement temporaire des véhicules, à côté du local de travail couvert. Ainsi, l'ouverture ou regard du séparateur est selon lui plutôt facilement accessible car située au milieu de cette aire peu occupée. Enfin, lors de l'entretien sur le retour d'expérience, le chef d'entreprise a signalé son intention de contacter une entreprise afin que le séparateur soit entretenu, comme cela est recommandé, au moins une fois par an.

Critère durabilité

Le chef d'entreprise de ce deuxième garage n'a constaté qu'un léger problème de salissure de la gouttière amenant l'eau au niveau du séparateur. En revanche, aucun problème de résurgence n'a été signalé.

Critère environnement

Les eaux sortantes du séparateur sont d'un aspect visuel radicalement différent par rapport aux eaux d'entrée : claires, limpides et sans particules huileuses, ce qui laisserait supposer que le séparateur à hydrocarbures de l'entreprise 2 remplirait son rôle.

Critère coût

Aucune information relative aux coûts d'investissement et de fonctionnement du séparateur n'ayant pu être récoltées, aucune note n'a été attribuée au critère coût.

4.3.2.5. Conclusion sur le démonstrateur de l'entreprise 2

Etant donné que le séparateur à hydrocarbures ne pose aucun problème au quotidien à l'entreprise 2, les notes d'efficacité et de praticité sont élevées. En revanche, le manque d'informations sur le séparateur, installé par le prédécesseur du chef d'entreprise, impacte l'appréciation sur sa durabilité. De même, les résultats physico-chimiques impactent positivement le critère environnement : en effet, 67% des substances quantifiées présentent un rendement positif élevé, dont 5 substances dangereuses prioritaires et 4 substances prioritaires et 12% ont un rendement positif moyen. Pour finir, aucune appréciation n'est présentée pour le critère coût en l'absence d'information.

Le graphique ci-dessous résume les notes attribuées au séparateur à hydrocarbures de l'entreprise 2 en fonction des caractéristiques de celui-ci, de l'avis des techniciens, ainsi qu'une partie des résultats d'analyses physico-chimiques. Nous rappelons que ces notes sont déterminées d'après une grille de notation élaborée par le CNIDEP.

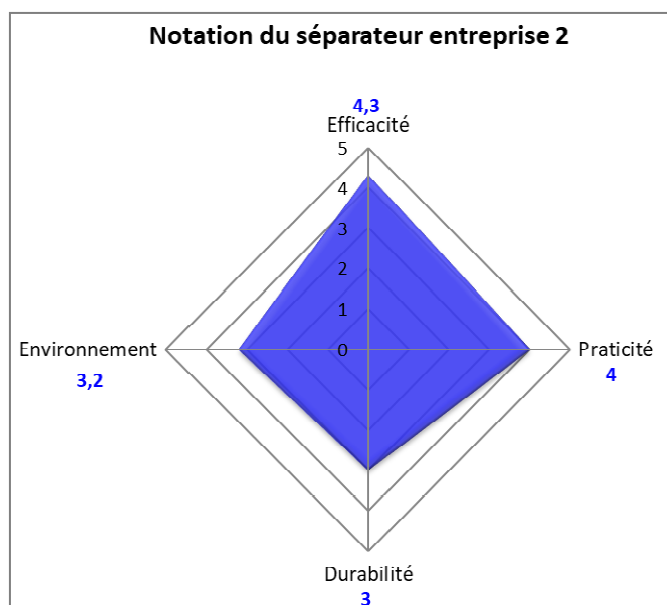


Figure 32 : Notations attribuées au séparateur à hydrocarbures en fonction des résultats d'analyses physico-chimiques et du retour d'expérience, entreprise 2, phase démonstrateur. Source : CNIDEP

4.3.3. Phase substitution

4.3.3.1. Les produits substitués et de substitution

Diagnostic produits et choix des produits à substituer

Le diagnostic produits a permis de répertorier les principaux produits de l'entreprise 2, c'est-à-dire les produits les plus utilisés ou que le chef d'entreprise a jugé importants pour l'activité. Le tableau 20 indique les usages et les quantités pour les produits répertoriés.

Tableau 20 : Diagnostic produits, entreprise 2. Source : CNIDEP

Produit	Fournisseur	Fréquence d'utilisation	Quantité des contenants	Usage
Diluant-dégraissant	Diframa	2 par an	30 L	Nettoyage des pièces, jantes
Pâte	Wirth	2-3 par an	5 kg	Montage des pneus
Huile Porsche S100X	Motul	3 par an	208 L	Huile moteur diesel
Huile specific 913D	Motul	5 par an	20 L	Huile moteur
Huile Ford 8100 X-Clean	Motul	3 par an	208 L	Huile moteur
Huile Renault specific 0720	Motul	10 par an	20 L	Huile moteur
Liquide freins DOT 4	Bosch	6-8 par an	5 L	Liquide de freins
Dégrippant WD40	NC	10-15 par an	0,5 L	Dégrippant pour pièces
Dégraissant freins Eurorépar	Renault	240 par an	0,6 L	Dégraissant pour freins
Huile Motylgear	Motul	1 par an	60 L	Huile pour boîte de vitesse
Colle Screenfix	Kent	30 par an	0,29 L	Colle pour pare-brise
Lave-glace	Motrio	5 par an	200 L	Lave-glace
Nettoyant	LiquiMoly	20 par an	0,3 L	Nettoyage moteur avant vidange

Les FDS de tous ces produits ont été étudiées afin de noter ceux-ci grâce à l'outil de hiérarchisation du risque chimique du CNIDEP. Les deux produits révélant une combinaison dangerosité/quantités utilisées la plus élevée sont le **dégraissant freins Eurorépar de Renault** et le **diluant-dégraissant de Diframa** : ces deux produits ont donc été sélectionnés pour la démarche de substitution.

Tableau 21: Produits sélectionnés pour être substitués, entreprise 2. Source : CNIDEP

Produit	Fournisseur	Quantité des contenants	Usage	Note
Diluant-dégraissant	Diframa	30 L	Nettoyage des pièces, jantes	0
Dégraissant freins Eurorépar	Renault	0,6 L	Dégraissant pour freins	0

Ces notes ont pu être attribuées d'après les informations contenues dans les fiches de données de sécurité des produits (FDS). En effet, le diluant-dégraissant Diframa obtient une note de 0 car présente 9 mentions de risque dont 3 particulièrement dangereuses (H351, H361 et H411) :

- ⇒ H225 – Liquide et vapeurs très inflammables
- ⇒ H315 – Provoque une irritation cutanée
- ⇒ H319 – Provoque une sévère irritation des yeux
- ⇒ H351 – Susceptible de provoquer le cancer
- ⇒ H361d – Susceptible de nuire au fœtus
- ⇒ H336 – Peut provoquer somnolence et vertiges
- ⇒ H373 – Risque présumé d'effets graves pour les organes à la suite d'expositions répétées ou d'une exposition prolongée
- ⇒ H304 – Peut être mortel en cas d'ingestion et de pénétration dans les voies respiratoires
- ⇒ H411 – Toxique pour les organismes aquatiques ; entraîne des effets néfastes à long terme

Le diluant est également composé de méthanol, qui est une substance PBT (persistante, bioaccumulable et toxique) et suivie dans le cadre du projet LUMIEAU-Stra. Il est également composé de toluène, de xylène, d'acétone, d'acétate d'éthyle, d'acétate de butyle, de méthylisobutylacétone, d'éthanol, d'heptane, de butanone et de tétrahydrofurane. Le fabricant indique dans la FDS qu'il est conseillé de porter des vêtements, des gants et des lunettes de protection, ainsi qu'un filtre respiratoire en cas d'exposition faible ou de courte durée, et de se laver soigneusement les mains après manipulation.

Le dégraissant pour freins Eurorepar présente également une note de 0 car présentant 5 mentions de danger dont une particulièrement dangereuse (H411) :

- ⇒ H315 – Provoque une irritation cutanée
- ⇒ H336 – Peut provoquer somnolence et vertiges
- ⇒ H411 – Toxique pour les organismes aquatiques ; entraîne des effets néfastes à long terme

Le dégraissant se compose principalement d'heptane et de dioxyde de carbone (gaz propulseur). Le fabricant indique dans la FDS qu'il est conseillé de porter des gants de protection et d'utiliser le produit uniquement dans des endroits bien ventilés.

Des remplaçants à ces deux produits moins impactant pour l'environnement ont donc été recherchés.

Produits de substitution choisis

Le **dégraissant frein Major Font bio des laboratoires CEETAL** est conçu pour être utilisé au sein d'une fontaine de dégraissage biologique, d'où son nom : néanmoins, l'entreprise ne souhaitant pas investir dans une fontaine de dégraissage en raison de sa petite taille et de ses mauvaises expériences passées, les laboratoires CEETAL ont proposé une utilisation manuelle du produit qu'ils ont fourni avec un pulvérisateur (voir figure 33 ci-dessous). Sur sa fiche technique, le Major Font bio est présenté comme étant biodégradable et permettant de biodégrader tous les composés hydrocarbonés. De plus, il est indiqué que le produit ne contient pas de phosphate, nitrate, sulfate, terpène et solvant chloré. Le Major Font bio ne présente aucune mention de danger, et ne comporte aucune substance PBT/vPvB ou dangereuse prioritaire : il obtient donc la note maximale de 4.



Figure 33: Major Font bio, entreprise 2. Source : CNIDEP

Le **dégraissant Major SX 500 des laboratoires CEETAL** est conçu pour un usage multiple (mécanique fine, industrie...) et pour tout type de surface (métal, plastique, tissu...). De plus, il est indiqué que le produit ne contient ni chlore ni ammoniac. Le Major SX 500 présente une mention de danger :

⇒ H314 – Provoque des brûlures de la peau et des lésions oculaires graves

Il obtient ainsi la note de 2 via l'outil de hiérarchisation des risques chimiques du CNIDEP. L'échantillon de Major SX 500 a été fourni dans un petit bidon comme nous pouvons voir sur la figure 34 ci-dessous.



Figure 34: Major SX 500, entreprise 2. Source : CNIDEP

Les informations ainsi que les notes des deux produits de substitution mis en test en entreprise 2 sont présentées ci-dessous.

Tableau 22: Produits de substitution choisis, entreprise 2. Source : CNIDEP

Produit	Fournisseur	Quantité des contenants	Usage	Note
Dégraissant freins Major Font bio	Laboratoires CEETAL	0,250 L	Dégraissant freins	4
Dégraissant Major SX 500	Laboratoires CEETAL	1 L	Diluant dégraissant	2

Résultats et comparaison des analyses physico-chimiques des produits bruts

Pour l'entreprise 2, les deux produits analysés sont ceux du couple de dégraissant pour freins : le produit classique Eurorepar et le produit de substitution Major Font Bio. Les résultats de ces analyses de produits bruts sont présentés dans le tableau 23. Seuls les paramètres mesurés pour au moins un des deux produits sont détaillés, sans ceux n'ayant été détectés ni dans le produit classique ni dans le produit de substitution.

Les valeurs mises en valeur en rouge correspondent à celles qui sont déterminées comme étant supérieures à celles de l'autre produit. En revanche, celles laissées en noir correspondent aux valeurs inférieures à celles de l'autre produit, ou aux valeurs pour lesquelles aucune conclusion n'est possible, du fait d'une limite de quantification différente pour les 2 produits analysés (cette différence est liée aux natures d'échantillons qui impliquent des difficultés analytiques spécifiques à chaque échantillon). Par exemple, le DEHP est détecté dans le produit classique à une concentration de 7 360 ng/L mais n'est pas détecté dans le produit de substitution ; cependant, la limite de quantification pour ce produit de substitution est de 10 000 ng/L. La concentration dans ce produit pourrait donc être de 8 000 ng/L et donc être supérieure à la première, tout en n'étant pas détectée.

Tableau 23 : Résultats des analyses physico-chimique des produits Eurorepar et Major Font bio, entreprise 2. Source : CNIDEP

Paramètre	Code SANDRE	Unité (en matière brute)	Résultat produit classique Eurorepar	LQ	Résultat produit de substitution Major Font Bio	LQ
AZOTE GLOBAL	1551	mg/L	120	<113	1628	<12
AZOTE KJELDAHL	1319	mgN/L	122	<100	1628	<10
CARBONE ORGANIQUE TOTAL	1841	mgC/L	355	<100	14000	<10
DCO	1314	mg/L d'O ₂	<300	<300	46460	<300
DBO5	1313	mg/L d'O ₂	<15	<15	13230	<15
DCO/DBO5	nc	nc			3,51	nc
CHLORURES	1337	mg/L	<25	<25	197	<1
SULFATE	1338	mg/L	<25	<25	7,51	<1
FLUORURE	7073	mg/L	<25	<25	18	<1
INDICE HYDROCARBURE	7009	mg/L	8,8	<1	<20	<20
SOMME DES XYLENES	1780	µg/L	<3	<3	97	<20
TOLUENE	1278	µg/L	<1	<1	520	<10
ETHYLBENZENE	1497	µg/L	<1	<1	18	<10
BENZO_A_PYRENE	1115	ng/L	290	<100	<2000	<2000
BENZO_GHI_PERYLENE	1118	ng/L	10050	<100	<2000	<2000
FLUORANTHENE	1191	ng/L	2730	<100	<2000	<2000
INDENO_123CD_PYRENE	1204	ng/L	1540	<100	<2000	<2000
ACENAPHTENE	1453	ng/L	<100	<100	<2000	<2000
ANTHRACENE	1458	ng/L	130	<100	16700	<2000
NAPHTALENE	1517	ng/L	1200	<100	23130	<2000
PHENANTHRENE	1524	ng/L	1800	<100	<2000	<2000
DICHLOROMETHANE	1168	µg/L	<1	<1	50	<10
FORMALDEHYDE	1702	mg/L	<0,1	<0,1	19,1	<2
ALUMINIUM	1370	mg/L	23,2	<4,8	<5,4	<5,4
TITANE	1373	mg/L	1,48	<1,2	<1,35	<1,35
ZINC	1383	mg/L	7,66	<2,4	<2,7	<2,7

Avec une première vue d'ensemble de ces résultats, nous constatons qu'un nombre presque identique de paramètres sont quantifiés dans le produit de substitution (16 paramètres) et dans le produit classique (15 paramètres), mais à des concentrations supérieures dans le produit de substitution pour 13 d'entre eux. C'est le cas notamment pour les paramètres indiciaires, avec des concentrations beaucoup plus élevées pour l'azote, le carbone organique total et les chlorures. De plus, des DCO et DBO5 élevées sont détectées et aboutissent à un rapport calculé DCO/DBO5 de 3,51. C'est également le cas pour les BTEX (somme des xylènes, toluène, éthylbenzène) qui ne sont détectés que dans le produit de substitution. Des sulfates sont également détectés alors que la fiche technique en mentionnait l'absence. Enfin, le dichlorométhane et le formaldéhyde sont détectés uniquement dans le produit de substitution. Au total, le produit de substitution contient donc 2 substances dangereuses prioritaires et 1 substance prioritaire, contre respectivement 4 et 2 dans le produit classique. Pour le reste des paramètres, les résultats sont plus composés : tous les HAP sont détectés dans le produit classique, mais dans le produit de substitution le naphthalène et le phénanthrène sont détectés avec des concentrations largement supérieures à celles du produit classique. Enfin, les trois seuls métaux détectés ne sont mesurés que dans le produit classique : l'aluminium, le titane et le zinc ne sont pas détectés dans le produit de substitution.

Ces résultats sont assez étonnants au vue des différences de dangerosité mises en avant via les FDS et l'outil de hiérarchisation.

Le graphique 35 ci-dessous résume les résultats de la comparaison des analyses des deux produits, où nous avons comptabilisé le nombre de paramètres dont leur concentration est supérieure dans le produit classique que dans le produit de substitution, le nombre de paramètres dont leur concentration est inférieure dans le produit classique que dans le produit de substitution, le nombre de paramètres pour lesquels aucune conclusion n'est possible en raison des grandes différences de LQ, le nombre de paramètres présentant une absence de données, et enfin le nombre de paramètres où leur concentration dans les deux produits est inférieure aux LQ respectives.

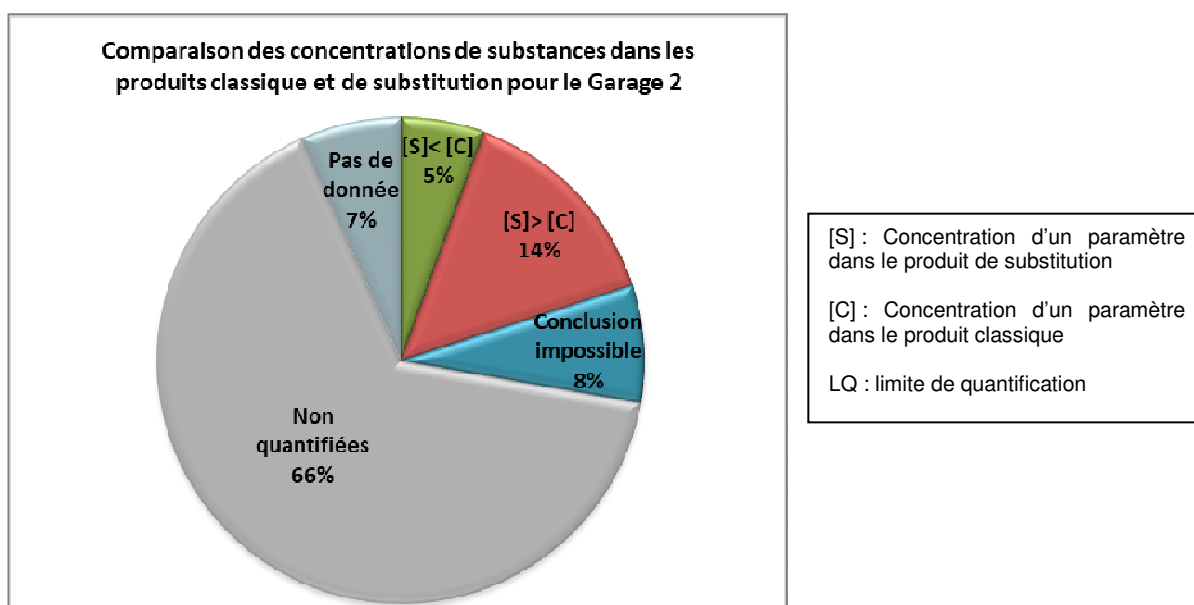


Figure 35 : Comparaison des deux échantillons de produits en nombre de paramètres et de leur concentration, entreprise 2. Source : CNIDEP

4.3.3.2. Exploitation des résultats d'analyses physico-chimiques

Contexte et premiers éléments des analyses physico-chimiques

La campagne de prélèvement amont/aval du séparateur en phase substitution a été réalisée le 9 septembre 2017.

L'aspect visuel des échantillons prélevés étaient également très intéressant lors de cette phase substitution. Comme vous pouvez le constater sur la figure 36, l'échantillon amont présente une couleur noire, opaque, et présente de la mousse à sa surface ; à l'inverse, l'échantillon aval est incolore et translucide, et ne présente aucune mousse en surface. Il est donc encore une fois possible de constater visuellement l'efficacité du séparateur à hydrocarbures.



Figure 36 : Echantillons amont et aval, entreprise 2. Source : CNIDEP

Concernant les analyses physico-chimiques, nous pouvons tout d'abord constater que le pH et la conductivité diminuent fortement entre l'amont et l'aval (figure 37). En effet, le pH qui était de 8,1 dans l'échantillon amont est de 4,6 dans l'échantillon aval : cette baisse de pH peut avoir des effets sur les rendements de certaines substances, en favorisant ou en défavorisant certaines réactions chimiques et l'adsorption des substances aux particules. De même, la conductivité passe de 1569 $\mu\text{S}/\text{cm}^2$ dans l'échantillon amont à 445 $\mu\text{S}/\text{cm}^2$ dans l'échantillon aval ; or, la conductivité d'une solution traduit la présence d'ions au sein de cette solution, l'eau pure ayant une conductivité beaucoup plus basse qu'une eau

saumure. L'importante baisse de conductivité peut donc expliquer une diminution des ions libres par réaction moléculaire ou adsorption des ions aux particules.

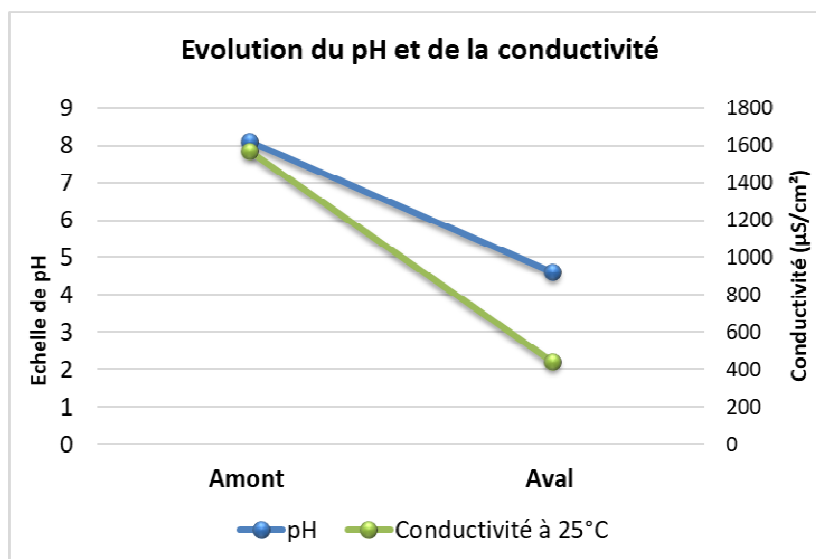


Figure 37 : Evolution du pH et de la conductivité entre l'amont et l'aval, entreprise 2, substitution. Source : CNIDEP

Résultats en rendement des substances ou évolution des paramètres

Les résultats présentés correspondent aux résultats analytiques des fractions brutes de chaque échantillon, où 89 paramètres ont été étudiés. Le détail des résultats chiffrés obtenus dans l'entreprise 2 en phase substitution sont présentés en annexe 10. Les limites de quantification ont été indiquées par le laboratoire ayant réalisé les analyses. La synthèse des résultats est présentée en figure 38, qui illustre le nombre de substances par type de rendement ou d'évolution.

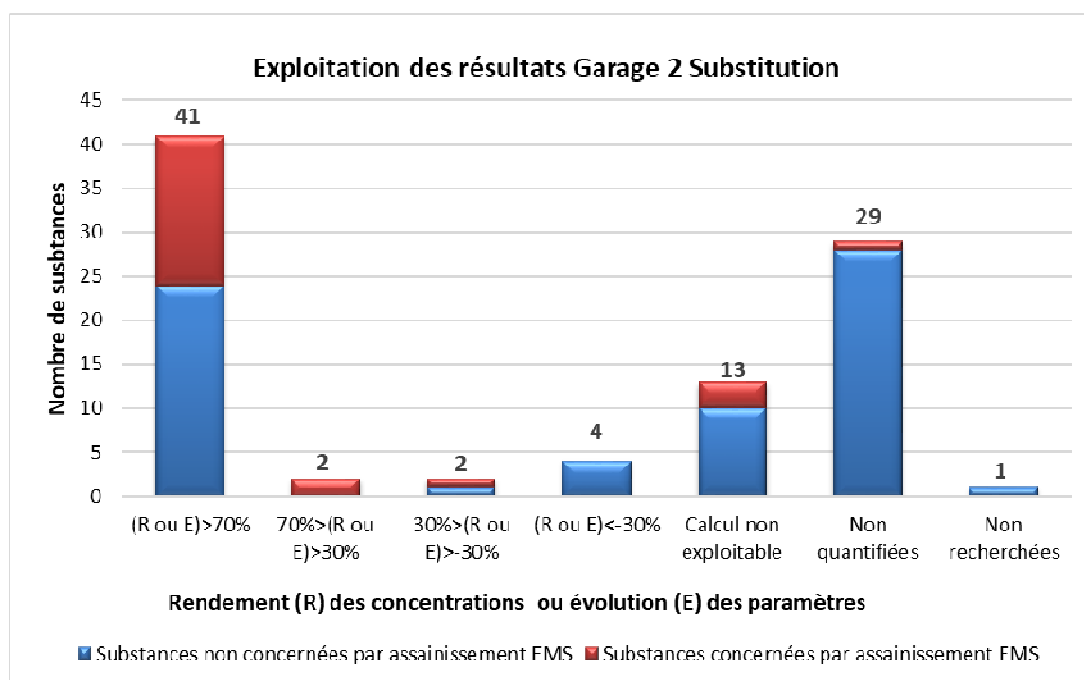


Figure 38 : Synthèse de l'exploitation des résultats d'analyse physico-chimique en entreprise 2 en phase substitution. Source : CNIDEP

Pour les 49 substances quantifiées et dont les données sont exploitables, nous avons pu constater un rendement positif élevé pour 35 d'entre elles, un rendement positif moyen pour 6 d'entre elles, un rendement très faible voire non significatif pour 5 d'entre elles et un rendement négatif pour 6 d'entre elles. Pour rappel, les rendements positifs indiquent que la substance étudiée est retrouvée en moins grande quantité dans les eaux après son passage dans le séparateur à hydrocarbures et à l'inverse, les rendements négatifs indiquent que la substance étudiée est retrouvée en plus grande quantité dans les eaux après son passage dans le séparateur à hydrocarbures.

La légende du code couleur de catégorisation des substances est rappelée ci-dessous afin de faciliter la lecture des résultats (figure 39).

Légende concernant la catégorisation des substances				
Dangereuse prioritaire	Prioritaire	RSDE STEU	Liste I et II	Non concerné

Figure 39 : Légende des sélection du tableau des substances. Source : CNIDEP

Concernant les **rendements positifs élevés**, 41 paramètres sont concernés, soit **84%** des paramètres dont le rendement (R) a pu être calculé (Tableau 24 ci-après).

La concentration de ces paramètres a donc fortement diminuée entre l'aval et l'amont. La très forte diminution ($R = 99,1\%$) des matières en suspension (MES) nous indique que le séparateur remplit son rôle de débourbeur, avec une excellente décantation et rétention des MES. De même, le très bon rendement de l'indice hydrocarbures ($R = 94\%$) illustre l'efficacité du séparateur à retenir les hydrocarbures aromatiques et aliphatiques. Le piégeage des métaux par le séparateur semble particulièrement efficace avec 15 rendements au-dessus de 90% sur 19 rendements positifs élevés. Enfin, il est à noter que les concentrations de 9 substances dangereuses prioritaires sont fortement diminuées : celles du NP1OE, du NP2OE, des nonylphénols, du benzo-b-fluoranthène, du benzo-ghi-pérylène, du indeno-1,2,3cd-pyrène, du DEHP, de l'anthracène et du cadmium ; ainsi que les concentrations de 4 substances prioritaires : OP1OE, fluoranthène, nickel et plomb.

Nous pouvons supposer que la diminution en concentration de certaines substances peut être liée à leur adsorption sur les matières en suspension, entraînant une corrélation entre les concentrations des MES et de ces substances adsorbables. Par exemple, la relative hydrophobie des organoétains favorise leur adsorption sur les particules en suspension : plus de 80% d'entre eux sont associés à la fraction particulaire d'après la littérature [33], ce qui corrobore une diminution observée des cations de monobutyl étain conjointe à une diminution des MES. De même, l'aluminium, le cuivre, le fer, le manganèse et le zinc sont des métaux plus présents en phase particulaire qu'en phase dissoute [34]. Leur piégeage par les MES, et plus particulièrement celui du cuivre, reste fortement dépendant du pH, de la température, du carbone organique dissout et du débit des eaux concernées ; la baisse importante du pH, passant ici de 8,1 à 4,6 entre l'amont et l'aval et changeant ainsi un milieu basique en milieu acide, peut entre autre expliquer la diminution importante des concentrations en zinc qui chutent de 4 038 µg/L à 284,5 µg/L, ou celles du cuivre qui passent de 4 627 µg/L à 13,9 µg/L, ou encore celles du fer passant de 75 928 µg/L à 5 825 µg/L.

Tableau 24 : Rendements positifs élevés et évolutions par rapport au seuil RAEMS, entreprise 2, phase substitution. Source : CNIDEP

Paramètre	Code SANDRIF	Unité	Seuil de concentration maximal RAEM	Résultats AMONT	Résultats AVAL	Calcul du rendement (%) LQ*5	Evolution par rapport au seuil RAEMS
AZOTE GLOBAL (NTK + NO3 + NO2)	1551	MG/L	150	31,8	2	93,7	Pas d'évolution
AZOTE KJELDAHL	1319	MG/L	non concerné	30,5	1,9	93,8	Non concernée
NITRITES	1339	µg/l	non concerné	2077,8	<10	99,8	Non concernée
AOX	1106	MG/L	0,001	0,44	0,06	86,4	Pas d'évolution
MATIERES EN SUSPENSION	1305	MG/L	600	705	6	99,1	Amélioration
CHLORURES	1337	MG/L	750	76	5	93,4	Pas d'évolution
SULFATE	1338	MG/L	non concerné	115	5	95,7	Non concernée
FLUORURE	7073	MG/L	15	1,1	0,1	90,9	Pas d'évolution
INDICE HYDROCARBURE	7009	MG/L	5	7,39	0,44	94,0	Amélioration
NP1OE	6366	µg/l	non concerné	11,8	2,6	78,0	Non concernée
NP2OE	6369	µg/l	non concerné	6,64	<0,1	99,2	Non concernée
OP1OE	6370	µg/l	non concerné	35,5	<0,1	99,9	Non concernée
NONYLPHENOLS	6598 (1957+1958)	µg/l	non concerné	4,04	0,9	77,7	Non concernée
BENZO_B_FLUORANTHENE	1116	µg/l	non concerné	0,2	0,02	90,0	Non concernée
BENZO_GHI_PERYLENE	1118	µg/l	non concerné	0,27	0,01	96,3	Non concernée
FLUORANTHENE	1191	µg/l	non concerné	0,42	0,03	92,9	Non concernée
INDENO_123CD_PYRENE	1204	µg/l	non concerné	0,07	<0,01	92,9	Non concernée
ANTHRACENE	1458	µg/l	non concerné	0,2	<0,01	97,5	Non concernée
PHENANTHRENE	1524	µg/l	non concerné	1,22	0,03	97,5	Non concernée
MONOBUTYL ETAIN CATION	2542	µg/l	non concerné	3,205	<0,02	99,7	Non concernée
DEHP DI(ETHYLHEXYL)PHTALATE	6616	µg/l	non concerné	55,33	7,32	86,8	Non concernée
FORMALDEHYDE	1702	µg/l	non concerné	200	60	70,0	Non concernée
ALUMINIUM	1370	µg/l	2500	10396	289,6	97,2	Amélioration
ANTIMOINE	1376	µg/l	non concerné	152,3	2,59	98,3	Non concernée
ARGENT	1368	µg/l	non concerné	0,79	0,08	89,9	Non concernée
ARSENIC	1369	µg/l	50	11,38	0,68	94,0	Pas d'évolution
BERYLLIUM	1377	µg/l	non concerné	0,41	0,04	90,2	Non concernée
CADMIUM	1388	µg/l	200	5,94	0,55	90,7	Pas d'évolution
CHROME	1371	µg/l	500	178,8	27,78	84,5	Pas d'évolution
COBALT	1379	µg/l	non concerné	10,08	0,55	94,5	Non concernée
CUIVRE	1392	µg/l	500	4627	13,91	99,7	Amélioration
ETAIN	1380	µg/l	2000	386,1	1,78	99,5	Pas d'évolution
FER	1393	µg/l	2500	75928	5825	92,3	Pas d'évolution
MANGANESE	1394	µg/l	1000	630,8	147,08	76,7	Pas d'évolution
MOLYBDENE	1395	µg/l	non concerné	1562	400,2	74,4	Non concernée
NICKEL	1386	µg/l	500	61,82	3,87	93,7	Pas d'évolution
PLOMB	1382	µg/l	500	222,1	2,71	98,8	Pas d'évolution
TITANE	1373	µg/l	non concerné	286	3,34	98,8	Non concernée
URANIUM	2558	µg/l	non concerné	2,8	<0,2	96,4	Non concernée
VANADIUM	1384	µg/l	non concerné	59,2	3,1	94,8	Non concernée
ZINC	1383	µg/l	2000	4038	284,5	93,0	Amélioration

Concernant les **rendements positifs moyens**, 2 paramètres sont concernés soit **4%** des paramètres dont le rendement a pu être calculé (Tableau 25).

Tableau 25 : Rendements positifs moyens et évolutions par rapport au seuil RAEMS, entreprise 2, phase substitution. Source : CNIDEP

Paramètre	Code SANDRE	Unité	Seuil de concentration maximal RAEL	Résultats AMON	Résultats AVAL	Calcul du rendement (%) LQ*5	Evolution par rapport au seuil RAEMS
DCO/DBO5	non concerné	non concerné	2,5	3,2	1,52	51,9	Amélioration
INDICE PHÉNOL	1440	MG/L	0,3	0,1	0,06	40,0	Pas d'évolution

Il est intéressant de noter que le rapport DCO/DBO5 qui était de 3,2 en amont est passé à 1,52 en aval, ce qui traduit une amélioration de la biodégradabilité des matières organiques des effluents en sortie du séparateur à hydrocarbures.

Concernant les **rendements très faibles ou non significatifs**, 2 paramètres sont concernés soit **4%** des rendements ayant pu être calculés : le carbone organique total et la demande chimique en oxygène (Tableau 26). Celle-ci diminue peu ($r = 12,6$) et présentent en amont comme en aval des concentrations supérieures au seuil fixé par le règlement d'assainissement de l'Eurométropole.

Tableau 26 : Rendements faibles et non significatifs et évolutions par rapport au seuil RAEMS, entreprise 2, phase démonstrateur. Source : CNIDEP

Paramètre	Code SANDRE	Unité	Seuil de concentration maximal RAEL	Résultats AMON	Résultats AVAL	Calcul du rendement (%) LQ*5	Evolution par rapport au seuil RAEMS
CARBONE ORGANIQUE TOTAL	1841	MG/L	non concerné	840	790	6,0	Non concernée
DEMANDE CHIMIQUE EN OXYGENE	1314	MG/L	2000	3477	3040	12,6	Pas d'évolution

Concernant les **rendements négatifs**, 4 paramètres sont concernés soit **8%** des paramètres dont le rendement a pu être calculé (Tableau 27).

Tableau 27 : Rendements négatifs et évolution par rapport au seuil RAEMS, entreprise 2, phase démonstrateur. Source : CNIDEP

Paramètre	Code SANDRE	Unité	Seuil de concentration maximal RAEL	Résultats AMON	Résultats AVAL	Calcul du rendement (%) LQ*5	Evolution par rapport au seuil RAEMS
DEMANDE BIOLOGIQUE EN OXYGENE 5 JOURS	1313	MG/L	non concerné	1100	2000	-81,8	Non concernée
M+P-XYLENE	2925	µg/l	non concerné	<1	6,17	-1134,0	Non concernée
SOMME DES XYLENES	1780	µg/l	non concerné	<2	10,31	-931,0	Non concernée
PFOS Acide Perfluorooctanesulfonique	6561	µg/l	non concerné	0,06	0,12	-100,0	Non concernée

Aucun paramètre n'est concerné par le règlement d'assainissement de l'EMS, mais le PFOS est une substance dangereuse prioritaire et la somme des xylènes fait partie des listes I et II de la directive 76/464/CEE et présente un rendement de -931. Ces résultats peuvent traduire :

- Une apparition de substances, par effet d'interaction avec d'autres molécules ou tout simplement due à des prélèvements amont et aval uniques et ponctuels (pas les mêmes résidus de produits dans les eaux de lavage du sol le jour du prélèvement amont que dans les eaux « stagnantes » du séparateur) ;
- Une importante augmentation de leur concentration par effet d'accumulation au sein du séparateur ou ici encore par effet d'interaction avec d'autres molécules.

Evolution des concentrations par rapport aux seuils du règlement d'assainissement de l'Eurométropole de Strasbourg

Un élément important est que certains paramètres voient leur concentration passer sous les seuils fixés par le règlement d'assainissement de l'EMS entre l'amont et l'aval. En effet, comme nous l'avons vu précédemment lors des rendements positifs, 6 substances qui présentaient en amont des concentrations supérieures au seuil fixé par le règlement d'assainissement de l'EMS présentent en aval des concentrations inférieures (figure 40) : les MES, le rapport DBO5/DCO, l'indice hydrocarbures et trois métaux que sont l'aluminium, le cuivre et le zinc. En revanche, les concentrations aval du fer restent supérieures de plus de deux fois le seuil fixé par le règlement d'assainissement de l'EMS (5 825 µg/L).

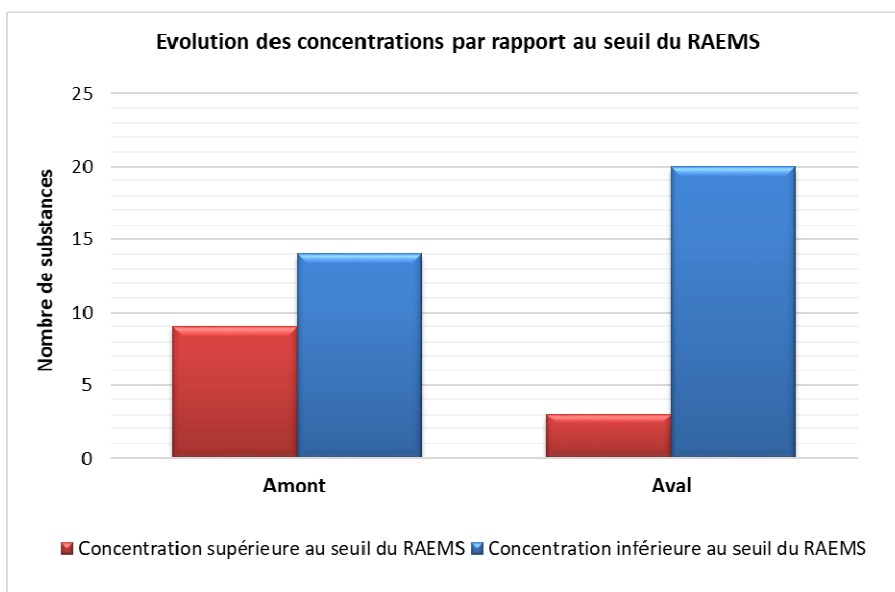


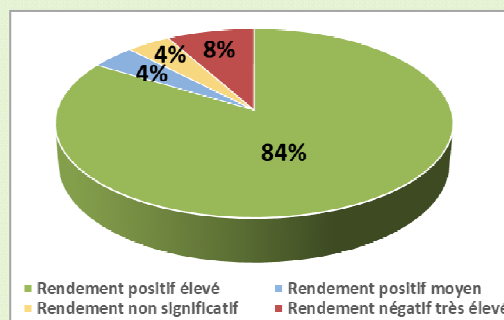
Figure 40 : Evolution des concentrations des paramètres par rapport au seuil du RAEMS entre amont et aval, phase substitution, entreprise 2. Source : CNIDEP

Il est important de noter que certaines substances prioritaires sont non quantifiées ou ne permettent pas un calcul de leur rendement. Ainsi, parmi les 14 substances classées dangereuses prioritaires, 3 n'ont pas été quantifiées (tributylétain, PCB-118 et mercure) et 2 n'a pas pu faire l'objet d'un calcul de rendement exploitable (benzo-a-pyrène et benzo-k-fluoranthène). De même, parmi les 9 substances prioritaires, 4 n'ont pas été quantifiées (OP10E, octylphénols, benzène et naphtalène) et une n'a pas pu faire l'objet de calcul de rendement (BDE 209).

A RETENIR : Résultats des analyses, entreprise 2, phase substitution

Les conclusions portant sur les 49 paramètres qui ont pu être quantifiés et pour lesquels un rendement a pu être calculé sont les suivantes :

- 84 % ont un rendement positif élevé ;
- 4 % ont un rendement positif moyen ;
- 4 % ont un rendement non significatif ;
- 8 % ont un rendement négatif élevé.



De plus, pour les 9 paramètres présentant des concentrations supérieures au seuil du règlement d'assainissement de l'Eurométropole de Strasbourg, le séparateur permet d'abaisser les concentrations dans les rejets en dessous du seuil pour 6 paramètres.

4.3.3.3.

Exploitation du retour d'expérience

Le chef d'entreprise n'a testé que le Major Font bio. Il a en effet refusé d'essayer le dégraissant Major SX 500 car le visuel du packaging l'a rebuté : l'étiquette était abîmée et présentait le pictogramme relatif à la mention de danger H314. Ceci a effrayé l'artisan, sujet à des problèmes cutanés importants mais habitué à travailler sans gant de protection. Aucun retour utilisateur n'a donc pu être récolté pour le Major SX 500.

Les résultats de retour d'expérience suivant correspondent donc à l'utilisation du Major Font bio par l'entreprise 2. Les notes de chaque critère ont été attribuées en fonction du retour d'expérience de l'artisan et de certaines caractéristiques du produit ; la grille de notation relative au dégraissant pour freins a ensuite permis d'attribuer une note pour chaque raison puis de calculer une note moyenne pour chaque critère.

Efficacité

Le chef d'entreprise n'est pas du tout satisfait de l'efficacité du dégraissant frein Major Font bio : beaucoup plus de temps et une plus grande quantité de produit est nécessaire afin d'arriver au même résultat qu'avec le dégraissant classique. Selon lui, cette moindre efficacité est notamment due à la forme très liquide du produit et à son contenant, un vaporisateur, qui est peu adapté au dégraissage des freins. Cependant, le produit étant habituellement vendu sous forme de bidon afin d'être utilisé dans une fontaine de dégraissage, l'entreprise fournisseuse n'a pu envoyer un échantillon sous forme d'aérosol.

Praticité

Dans la continuité des remarques faites pour le critère efficacité, l'artisan explique que la forme très liquide du dégraissant frein Major Font bio ainsi que son contenant non orientable favorise un écoulement de produit sur le sol : cela signifie non seulement qu'il doit en rajouter encore plus sur les pièces à nettoyer, mais que l'utilisation du produit génère beaucoup de liquide résiduel sur le sol du garage. Ce liquide résiduel est absorbé au sein de l'entreprise 2 par un sable absorbant : or, le chef d'entreprise ne souhaite pas générer trop de quantité de sable absorbant souillé, dont il doit payer l'évacuation en tant que déchet dangereux. Néanmoins, l'utilisation du Major Font bio pour différents supports (métal, plastique...) et son usage également en fontaine de dégraissage biologique apportent des aspects positifs au critère praticité. Il en est de même du fait que le produit soit prêt à l'emploi.

Santé

L'artisan, sujet à des problèmes de mains sèches suite à l'utilisation sans protection de produits tout au long de sa carrière, témoigne d'une absence de réactions cutanées suite à l'utilisation du Major Font bio. Il a donc témoigné d'une « impression de meilleur » pour la santé et par extension pour l'environnement. De plus, au regard de l'absence de mention de danger, le dégraissant obtient la note maximale de 4 en impact santé obtenue via l'outil de hiérarchisation du risque chimique. Enfin, l'artisan a témoigné de l'absence d'odeur tenace ou désagréable.

Incendie

Le produit Major Font bio ne présentant aucune mention de danger relative au risque incendie, il obtient la note maximale de 5 au critère incendie.

Environnement

L'artisan a partagé son impression sur la moindre nocivité environnementale du Major Font bio, impression notamment liée à celle concernant l'impact sur sa santé. Le Major Font bio a effectivement obtenue la note maximale de 4 en impact environnemental via l'outil de hiérarchisation du risque chimique ; de plus, il ne contient aucune molécule CFC (chlorofluocarbure). En revanche, des rejets importants sont générés sur le sol du garage lors de l'utilisation du produit.

Coût

Le prix de vente du Major Font bio est de 20,17 € TTC pour 1 L de produit à utiliser dilué à 20%. D'après la grille du critère coût, comprenant notamment l'échelle de coût établie par le CNIDEP d'après les informations relatives à 20 dégraissants freins (pour laquelle il

obtient une note intermédiaire de 3, correspondant à un coût moyen) ainsi que le temps supplémentaire et les déchets dangereux générés par l'essuyage des écoulements, la note obtenue par le Major Font bio pour le critère coût n'est que de 1,7.

4.3.3.4. Conclusion sur la phase substitution de l'entreprise 2

Les conclusions porteront sur le produit Major Font bio et non pas sur le produit Major SX 500 étant donné que celui-ci n'a pas fait l'objet d'analyses de produit brut et qu'il n'a pas été testé par l'entreprise 2.

Les analyses de produits bruts du couple Major Font bio et Eurorepar ont révélé la présence d'un plus grand nombre de substances recherchées dans le produit de substitution que dans le produit classique, notamment des BTEX, sulfates, dichlorométhane et formaldéhyde. Enfin, le produit de substitution ne contient pas de métaux à l'inverse du produit classique ; mais contient deux substances dangereuses prioritaires et une substance prioritaire.

Concernant les résultats d'analyses des effluents en amont et aval du démonstrateur en phase substitution, 84 % des substances quantifiées dans les effluents présentent un rendement positif élevé, et 8 substances dangereuses prioritaires sur les 14 étudiées dans le cadre du projet présentent un rendement positif élevé.

Dans le cadre du retour d'expérience pour finir, le Major Font bio n'a pas du tout convaincu le chef d'entreprise sur les aspects d'efficacité et de praticité : il a trouvé le dégraissant d'une viscosité beaucoup trop faible, ce qui réduisait son pouvoir dégraissant et augmentait les rejets au sol. Nous rappelons ici que le Major Font bio est un produit dégraissant conçu pour être principalement utilisé dans les fontaines de dégraissage biologique. En revanche, le produit obtient de bons résultats sur les aspects santé, risque incendie et environnement, notamment car ne comportant aucune mention de danger. Enfin, si le coût d'achat du Major Font bio est dans la moyenne des dégraissant freins, des coûts de fonctionnement (temps supplémentaire, déchets dangereux générés par chiffons et absorbants) font augmenter le coût global du dégraissant.

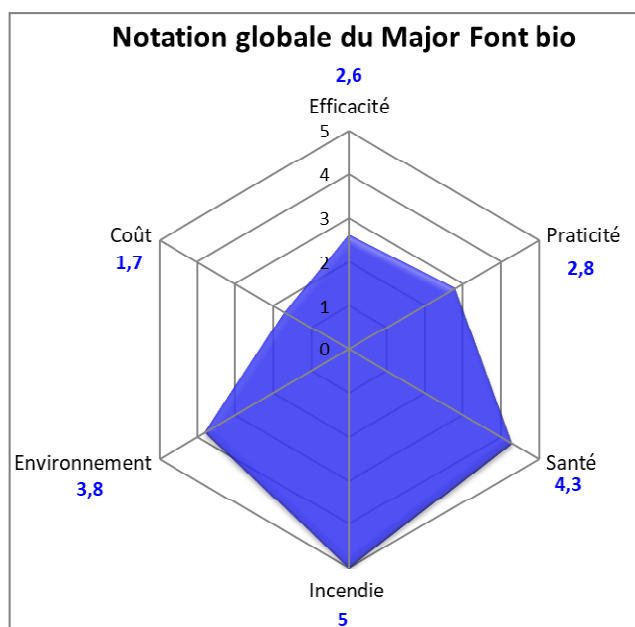


Figure 41 : Notations attribuées au dégraissant Major Font Bio de l'entreprise 2 d'après les résultats d'analyses sur produit brut et du retour d'expérience. Source : CNIDEP

4.4. Entreprise 3

4.4.1. Présentation générale de l'entreprise

La troisième entreprise est en réalité une structure publique : le centre technique d'entretien des véhicules de la métropole strasbourgeoise, et plus précisément le service parc véhicules et ateliers (PVA). Elle effectue l'entretien et les réparations des véhicules de service, et emploie pour cela 150 salarié-e-s. La personne ayant fait office de cheffe d'entreprise de l'entreprise 3 dans le cadre de ce projet est la responsable QSE.

L'atelier de mécanique du service PVA, d'une surface de près de 4000 m², accueille de nombreux véhicules qui y sont réparés et stockés en attente de réparation (environ 70 véhicules réparés par jour). Différents types de véhicules y sont réparés : voitures, camions, camions-bennes, hydro-cureuses, tracteurs, etc. Une rigole de collecte des eaux de lavage du sol traverse le hangar et conduit jusqu'au séparateur à hydrocarbures, situé juste avant la sortie du bâtiment (figure 42). Le sol est nettoyé au minimum une fois par semaine à la raclette et au jet d'eau additionné de produit nettoyant (figure 43).



Figure 42: Vue de l'atelier du service PVA. Source : CNIDEP



Figure 43: Nettoyage du sol de l'atelier. Source : EMS

4.4.2. Phase démonstrateur

4.4.2.1. Présentation du démonstrateur

Les caractéristiques (taille, marque, type) du séparateur à hydrocarbures ne sont pas connues par l'entreprise 3. L'installation de celui-ci est présumée remontée aux années 1960, lors de la construction du site. Le séparateur aurait donc certainement plus de 40 ans voire presque 50 ans. Un entretien est effectué une fois par an par une entreprise spécialisée.

4.4.2.2. Exploitation des résultats d'analyses physico-chimiques

Contexte et premiers éléments des analyses physico-chimiques

La campagne de prélèvement en phase démonstrateur s'est déroulée en deux temps. Le 20 septembre 2017, les prélèvements amont (eaux de lavage de sols) a été effectué. Le prélèvement aval n'a pas pu être effectué car le séparateur avait été vidangé par erreur par une entreprise spécialisée quelques jours avant. Il a donc fallu attendre plusieurs semaines que celui-ci se remplit à nouveau avec les eaux de lavage des sols provenant du fonctionnement habituel du site. Le prélèvement aval a été effectué le 12 décembre 2017.



Figure 44: Prélèvement amont, phase démonstrateur, entreprise 3. Source : EMS

Visuellement, les échantillons prélevés pour cette entreprise 3 sont assez semblables (figure 45). L'échantillon amont présente une couleur marron foncée et trouble, avec une partie supérieure huileuse d'environ 2 cm, tandis que l'échantillon aval est marron clair, trouble et avec une couche supérieure huileuse de 1 cm. Ces aspects visuels constituent des premiers résultats qui laissent supposer une efficacité moyenne du séparateur à hydrocarbures.



Figure 45 : Aspects visuels des échantillons amont et aval de l'entreprise 3, phase démonstrateur. Source: EMS.

Les analyses ont été faites pour détecter en amont et en aval la présence des substances identifiées initialement et rappelées dans la partie méthodologie de ce rapport. Dans le cas de cette troisième entreprise, seules des analyses physico-chimiques ont été réalisées.

Nous pouvons tout d'abord constater que le pH diminue entre l'amont et l'aval tandis qu'*contrario* la conductivité augmente fortement (figure 46).

En effet, le pH qui était de 8,2 dans l'échantillon amont est de 4,7 dans l'échantillon aval : cette baisse de pH peut avoir des effets sur les rendements de certaines substances, en favorisant ou en défavorisant certaines réactions chimiques et l'adsorption des substances aux particules. A l'inverse, la conductivité passe de 864 $\mu\text{S}/\text{cm}^2$ dans l'échantillon amont à 4 010 $\mu\text{S}/\text{cm}^2$ dans l'échantillon aval ; or, la conductivité d'une solution traduit la présence d'ions au sein de cette solution, l'eau pure ayant une conductivité beaucoup plus basse qu'une eau saumure. L'importante augmentation de conductivité peut donc supposer à une augmentation des ions libres.

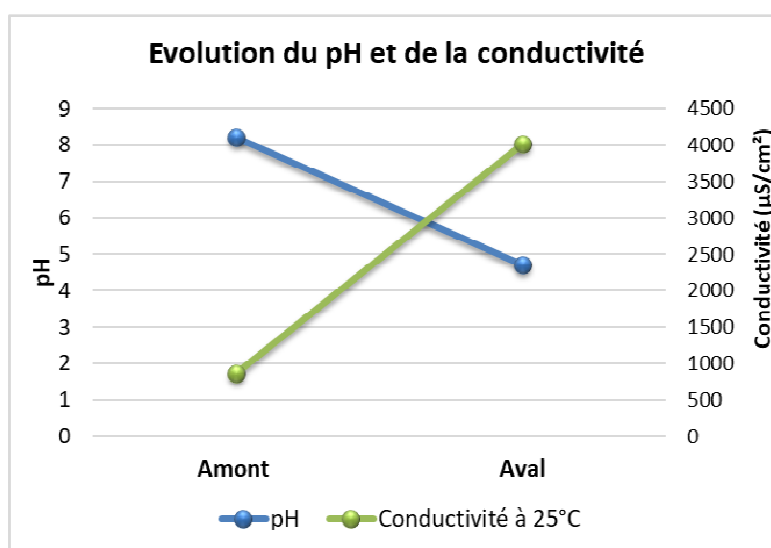


Figure 46 : Evolution du pH et de la conductivité entre l'amont et l'aval, entreprise 3, phase démonstrateur. Source : CNIDEP

Résultats en rendement des substances ou évolution des paramètres

Les résultats présentés correspondent aux résultats analytiques des fractions brutes de chaque échantillon, où 89 paramètres ont été étudiés. Le détail des résultats chiffrés obtenus dans l'entreprise 3 en phase démonstrateur sont présentés en annexe 11. La synthèse des résultats sont présentés en figure 47, qui illustre le nombre de substances par type de rendement ou d'évolution.

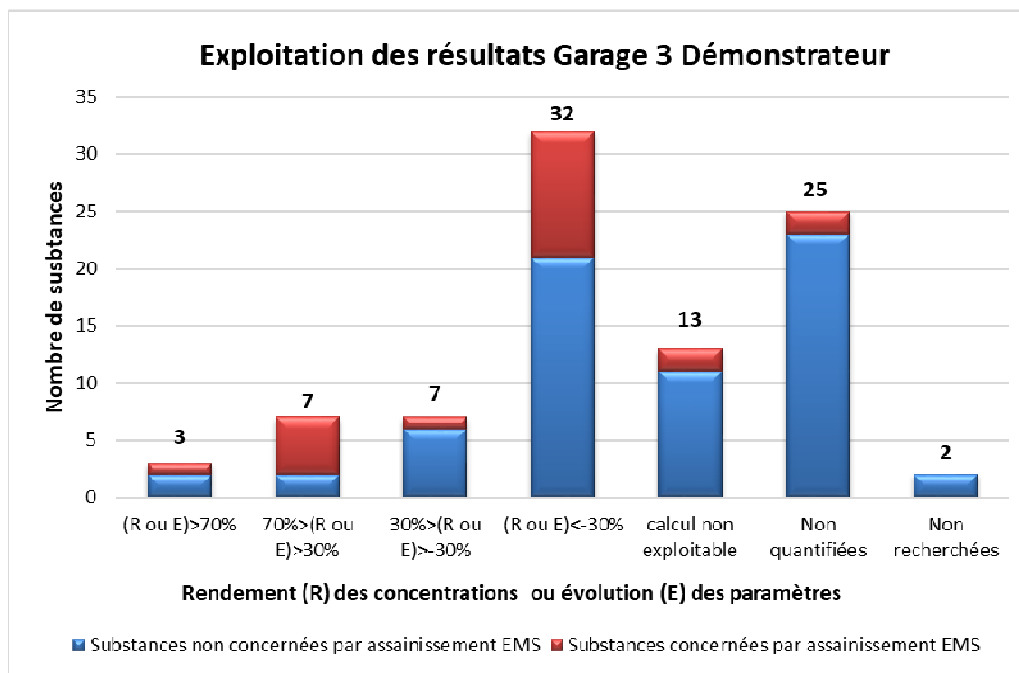


Figure 47 : Synthèse de l'exploitation des résultats d'analyse physico-chimique en entreprise 3 en phase démonstrateur. Source : CNIDEP

Sur les 89 paramètres recherchés, 25 substances n'ont pas été quantifiées dans le prélèvement amont comme dans le prélèvement aval. De plus, 13 substances ou paramètres n'ont pas pu faire l'objet de calcul de rendement ou d'évolution exploitable, en raison de concentrations amont ou aval inférieures à la limite de quantification (LQ) ou en raison de concentrations amont et aval inférieures à cinq fois la LQ. Enfin, 2 substances présentaient des informations manquantes : en amont ou en aval, les concentrations n'ont pas été indiquées par le laboratoire, nous les avons donc classées « non recherchées ».

Pour les 49 substances quantifiées et dont les données sont exploitables, nous avons pu constater un rendement positif élevé pour 3 d'entre elles, un rendement positif moyen pour 7 d'entre elles, un rendement très faible voire non significatif pour 7 d'entre elles et un rendement négatif pour 32 d'entre elles. Pour rappel, les rendements positifs indiquent que la substance étudiée est retrouvée en moins grande quantité dans les eaux après son passage dans le séparateur à hydrocarbures et à l'inverse, les rendements négatifs indiquent que la substance étudiée est retrouvée en plus grande quantité dans les eaux après son passage dans le séparateur à hydrocarbures.

La légende du code couleur de catégorisation des substances est rappelée ci-dessous afin de faciliter la lecture des résultats (figure 48).

Légende concernant la catégorisation des substances				
Dangereuse prioritaire	Prioritaire	RSDE STEU	Liste I et II	Non concerné

Figure 48 : Légende des sélection du tableau des substances. Source : CNIDEP

Concernant les **rendements positifs élevés**, 3 paramètres sont concernés, soit **6%** des paramètres dont le rendement (R) a pu être calculé (Tableau 28 ci-après).

Tableau 28 : Rendement positif moyen et évolution par rapport au seuil RAEMS, entreprise 3, phase démonstrateur. Source : CNIDEP

Paramètres	Code SANDRE	Unité	Seuils de concentration maximale RAEMS	Résultats AMONT	Résultats AVAL	Calcul du rendement (%) LQ*5	Evolution par rapport au seuil RAEMS
MATIERES EN SUSPENSION	1305	MG/L	600	507	151	70,2	Pas d'évolution
MONOBUTYL ETAIN CATION	2542	µg/l	non concerné	0,468	<2	97,9	Non concernée
DIBUTYL ETAIN CATION	7074	µg/l	non concerné	0,152	<2	93,4	Non concernée

La concentration de ces paramètres a donc fortement diminuée entre l'aval et l'amont. L'importante diminution (R = 70,2%) des matières en suspension (MES) nous indique que le séparateur remplit plutôt bien son rôle de débourbeur, avec une bonne décantation et rétention des MES. Par ailleurs, les monobutyl et dibutyl étain cations présentent des concentrations fortement diminuées avec des rendements supérieurs à 90%. Nous pouvons supposer que la diminution en concentration de ces deux organoétains est peut-être liée à leur adsorption sur les matières en suspension due à leur relative hydrophobie : plus de 80% d'entre eux sont associés à la fraction particulaire d'après la littérature [33].

Concernant les **rendements positifs moyens**, 7 paramètres sont concernés soit **14%** des paramètres dont le rendement a pu être calculé (Tableau 29), parmi lesquels nous retrouvons le benzo_b_fluoranthène qui est une substance dangereuse prioritaire et le plomb qui est une substance prioritaire.

Tableau 29 : Rendement positif moyen et évolution par rapport au seuil RAEMS, entreprise 3, phase démonstrateur. Source : CNIDEP

Paramètres	Code SANDRE	Unité	Seuils de concentration maximale RAEMS	Résultats AMONT	Résultats AVAL	Calcul du rendement (%) LQ*5	Evolution par rapport au seuil RAEMS
NITRITES	1339	µg/l	non concerné	840,1	414,9	50,6	Non concernée
DCO/DBO5	non concerné	MG/L	2,5	4,59	1,72	62,5	Amélioration
BENZO_B_FLUORANTHENE	1116	µg/l	non concerné	0,23	0,1	56,5	Non concernée
CHROME	1371	µg/l	500	98,56	34,92	64,6	Pas d'évolution
CUIVRE	1392	µg/l	500	786,7	497,3	36,8	Amélioration
ETAIN	1380	µg/l	2000	32,68	21,79	33,3	Pas d'évolution
PLOMB	1382	µg/l	500	255,5	172,1	32,6	Pas d'évolution

Le rapport DCO/DBO5 qui était de 4,59 en amont est passé à 1,72 en aval, ce qui traduit une grande amélioration de la biodégradabilité des matières organiques des effluents en sortie du séparateur à hydrocarbures. Enfin, quatre métaux voient leur concentration diminuer, avec cependant des rendements assez faibles. Nous rappelons que le cuivre est un métal plus présent en phase particulaire qu'en phase dissoute [34] : son piégeage par les MES est favorisé notamment par une baisse du pH.

Concernant les **rendements très faibles ou non significatifs**, 7 paramètres sont concernés soit **14%** des rendements ayant pu être calculés (Tableau 30). Pour ces paramètres, une conclusion quant à un effet notoire du séparateur est impossible car les variations de concentration sont trop faibles entre amont et aval du démonstrateur.

Tableau 30 : Rendements très faibles et non significatifs et évolution par rapport au seuil RAEMS, entreprise 3, phase démonstrateur. Source : CNIDEP

Paramètres	Code SANDRE	Unité	Seuils de concentration maximale RAEMS	Résultats AMONT	Résultats AVAL	Calcul du rendement (%) LQ*5	Evolution par rapport au seuil RAEMS
AOX	1106	MG/L	0,001	0,2	0,23	-15,0	Pas d'évolution
BENZO_A_PYRENE	1115	µg/l	non concerné	0,06	0,05	16,7	Non concernée
BENZO_GHI_PERYLENE	1118	µg/l	non concerné	0,37	0,36	2,7	Non concernée
FLUORANTHENE	1191	µg/l	non concerné	0,43	0,46	-7,0	Non concernée
INDENO_123CD_PYRENE	1204	µg/l	non concerné	0,08	0,06	25,0	Non concernée
TITANE	1373	µg/l	non concerné	160,5	177,1	-10,3	Non concernée
URANIUM	2558	µg/l	non concerné	2,75	2,34	14,9	Non concernée

Concernant les **rendements négatifs**, 32 paramètres sont concernés soit **65%** des paramètres dont le rendement a pu être calculé (Tableau 31). 5 substances prioritaires dangereuses et 3 substances prioritaires sont concernées. Le premier résultat à mettre en évidence est l'augmentation de l'indice hydrocarbures, qui dépasse toujours le seuil fixé par le règlement d'assainissement de l'EMS en aval. Cette augmentation de concentration peut traduire l'inefficacité du séparateur à hydrocarbures. Par ailleurs, le carbone organique total (COT) présente le rendement négatif le plus important avec une valeur de 655 456 %. Cette extrême augmentation de concentration du COT est accompagnée d'augmentations également très importantes des concentrations de la DCO et de la DBO5, avec respectivement des rendements de 2 604 et 7 100%. Les sulfates et les chlorures présentent également une augmentation de concentration, jusqu'à dépasser le seuil fixé par le règlement d'assainissement de l'EMS pour ces derniers.

De plus, deux chlorophénols qui n'étaient pas détectés en amont apparaissent dans les effluents aval : le 4- chloro-3-méthylphénol et le pentachlorophénol. Cinq alkylphénols sont également recensés ici avec des rendements négatifs très importants (entre 300 et 1300%). Enfin, 13 métaux voient leur concentration augmenter de manière très importante, avec des rendements majoritairement supérieurs à 100% et jusqu'à 2 000% pour le béryllium. Trois métaux présentent des concentrations qui restent supérieures aux seuils fixés par le règlement d'assainissement de l'EMS.

Ces résultats ne semblent pas caractériser un fonctionnement normal d'un séparateur à hydrocarbures. Certaines hypothèses peuvent cependant être émises :

- Une apparition de substances, tout simplement dû à des prélèvements amont et aval uniques et ponctuels (pas les mêmes résidus de produits dans les eaux de lavage du sol le jour du prélèvement amont que dans les eaux « stagnantes » du séparateur) ou par effet d'interaction avec d'autres molécules ;
- Des apports de substances via la détérioration du séparateur, qui serait âgé de près de 50 ans, avec rejets de métaux notamment.

Tableau 31 : Rendements négatifs et évolution par rapport au seuil RAEMS, entreprise 3, phase démonstrateur. Source : CNIDEP

Paramètres	Code SANDRE	Unité	Seuils de concentration maximale RAEMS	Résultats AMONT	Résultats AVAL	Calcul du rendement (%) LQ*5	Evolution par rapport au seuil RAEMS
AZOTE GLOBAL (NTK + NO3 + NO2)	1551	MG/L	150	9,4	73,4	-680,9	Pas d'évolution
AZOTE KJELDAHL	1319	MG/L	non concerné	9,1	73	-702,2	Non concernée
CARBONE ORGANIQUE TOTAL	1841	MG/L	non concerné	0,9	5900	-655455,6	Non concernée
DEMANDE CHIMIQUE EN OXYGENE	1314	MG/L	2000	688	18600	-2603,5	Aggravation
DEMANDE BIOLOGIQUE EN OXYGENE 5 JOURS	1313	MG/L	non concerné	150	10800	-7100,0	Non concernée
CHLORURES	1337	MG/L	750	86	761	-784,9	Aggravation
SULFATE	1338	MG/L	non concerné	55	116	-110,9	Non concernée
INDICE HYDROCARBURE	7009	MG/L	5	9,35	12,28	-31,3	Pas d'évolution
4-CHLORO-3-METHYLPHENOL	1636	µg/l	non concerné	< 1,1457	0,57	-806,9	Non concernée
PENTACHLOROPHENOL	1235	µg/l	non concerné	< 0,1257	0,77	-1125,1	Non concernée
Para-tertoctylphenol = 4-TER-OCTYLPHENOL	1959	µg/l	non concerné	< 0,5228	0,73	-202,4	Non concernée
NP1OE	6366	µg/l	non concerné	< 1,4462	3,6	-397,9	Non concernée
NP2OE	6369	µg/l	non concerné	< 1,4462	4,4	-508,5	Non concernée
NONYLPHENOLS	6598 (1957+1958)	µg/l	non concerné	< 1,4462	3,1	-328,7	Non concernée
OCTYLPHENOLS	6600 (1920+1959)	µg/l	non concerné	<1	0,7	-1300,0	Non concernée
ACENAPHTENE	1453	µg/l	non concerné	< 0,0227	0,08	-1328,6	Non concernée
ANTHRACENE	1458	µg/l	non concerné	0,05	0,18	-260,0	Non concernée
PHENANTHRENE	1524	µg/l	non concerné	0,39	1,18	-202,6	Non concernée
FORMALDEHYDE	1702	µg/l	non concerné	26	350	-1246,2	Non concernée
ALUMINIUM	1370	µg/l	2500	7993	12032	-50,5	Pas d'évolution
ANTIMOINE	1376	µg/l	non concerné	44,25	59,35	-34,1	Non concernée
ARGENT	1368	µg/l	non concerné	0,71	1,12	-57,7	Non concernée
ARSENIC	1369	µg/l	50	4,79	14,03	-192,9	Pas d'évolution
BERYLLIUM	1377	µg/l	non concerné	<0,02	0,21	-2000,0	Non concernée
CADMIUM	1388	µg/l	200	2,17	3,03	-39,6	Pas d'évolution
COBALT	1379	µg/l	non concerné	8,19	20,98	-156,2	Non concernée
FER	1393	µg/l	2500	28000	63300	-126,1	Pas d'évolution
MANGANESE	1394	µg/l	1000	345	855,1	-147,9	Pas d'évolution
MOLYBDENE	1395	µg/l	non concerné	46,25	274,6	-493,7	Non concernée
NICKEL	1386	µg/l	500	49,48	118,3	-139,1	Pas d'évolution
VANADIUM	1384	µg/l	non concerné	15,24	31,23	-104,9	Non concernée
ZINC	1383	µg/l	2000	5572	9377	-68,3	Pas d'évolution

Evolution des concentrations par rapport aux seuils du règlement d'assainissement de l'Eurométropole de Strasbourg

Un élément important est que la majorité des paramètres présentant des concentrations amont supérieures à leur seuil fixé par le règlement d'assainissement de l'Eurométropole présentent toujours en aval des concentrations supérieures (figure 49 ci-après). En effet, comme nous l'avons vu précédemment lors des rendements négatifs, 2 paramètres que sont les chlorures et la DCO voient leur concentration passer au-dessus de leur seuil fixé par le règlement d'assainissement de l'Eurométropole. Le rapport DBO5/DCO et le cuivre présentent une diminution suffisante de leur concentration afin de passer sous leur seuil. Enfin, pour l'AOX, l'indice hydrocarbures, pour le zinc, le fer et l'aluminium, les seuils respectifs sont toujours dépassés en aval.

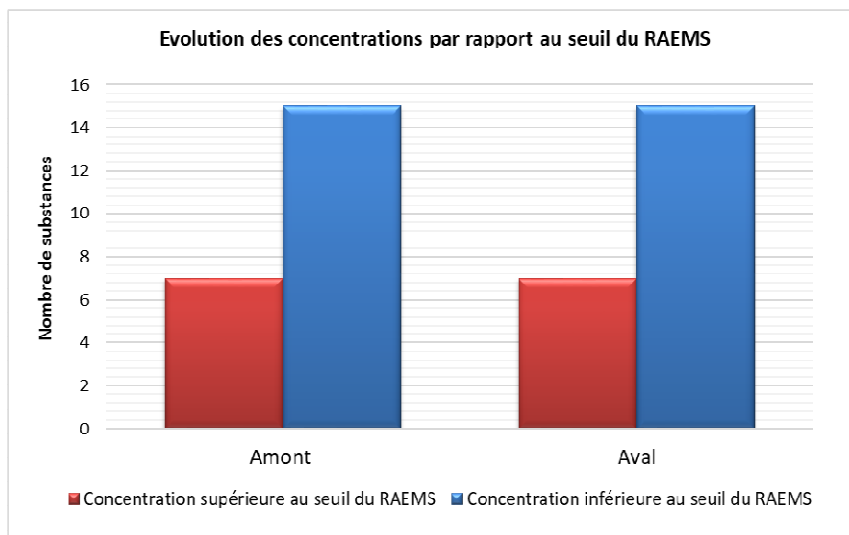


Figure 49 : Evolution des concentrations par rapport au seuil RAEMS, entreprise 3, Démonstrateur. Source : CNIDEP

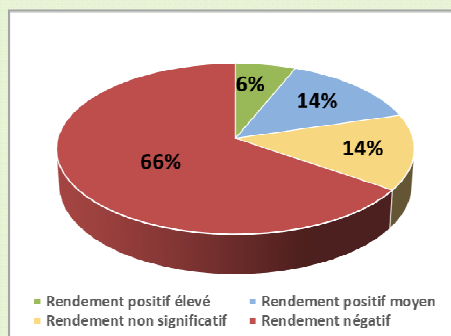
Néanmoins, malgré ces évolutions décevantes au regard du règlement d'assainissement de l'Eurométropole, la majorité des paramètres présentent des concentrations supérieures à leur seuil en amont comme en aval.

Il est important de noter que certaines substances prioritaires sont non quantifiées ou ne permettent pas un calcul de leur rendement. Ainsi, parmi les 14 substances classées dangereuses prioritaires, 3 n'ont pas été quantifiées (tributylétain, PCB-118 et mercure) et 1 n'a pas pu faire l'objet d'un calcul de rendement exploitable (benzo-k-fluoranthène). De même, parmi les 9 substances prioritaires, 3 n'ont pas été quantifiées (OP2OE, BDE 209 et benzène) et 2 n'ont pas pu faire l'objet de calcul de rendement (OP1OE et naphthalène).

A RETENIR : Résultats d'analyses, entreprise 3, phase démonstrateur

Les conclusions portant sur les 49 paramètres qui ont pu être quantifiés et pour lesquels un rendement a pu être calculé sont les suivantes :

- 6 % ont un rendement positif élevé ;
- 14 % ont un rendement positif moyen ;
- 14 % ont un rendement non significatif ;
- 66 % ont un rendement négatif élevé.



De plus, pour les 7 paramètres présentant des concentrations supérieures au seuil du règlement d'assainissement de l'Eurométropole de Strasbourg, le séparateur permet d'abaisser les concentrations dans les rejets en dessous du seuil pour 2 paramètres mais entraîne un dépassement de seuil pour deux paramètres.

4.4.2.3.

Exploitation du retour d'expérience

Comme expliqué lors de la présentation du démonstrateur, l'entreprise 3 n'a pu fournir des informations précises sur le séparateur à hydrocarbures installé il y a plusieurs décennies : les appréciations de certains critères sont donc absentes ou peu détaillées. Néanmoins, certaines informations ont pu être récoltées concernant les autres critères.

Critère efficacité

La responsable et les salariés approuvent l'utilité d'un séparateur à hydrocarbures afin de prétraiter les effluents de l'entreprise 3. Les eaux de lavage du sol sont bien acheminées jusqu'au séparateur grâce à la rigole de collecte centrale, hormis au niveau d'une dalle de travail où la pente n'est pas assez importante : à cet endroit, il est nécessaire de particulièrement insister lors du raclage des eaux jusqu'au niveau de la rigole. Aucun problème de mauvaises odeurs ou de résurgence n'a été constaté par les salariés : les eaux sales rentrent sans problème au sein du séparateur. Enfin, les eaux sortantes sont visuellement assez sales : de couleur marron clair, trouble et présentant une couche huileuse en surface.

Critère praticité

Si la cheffe d'entreprise ne sait pas dans quelles conditions le séparateur a été installé, elle valide l'emplacement de celui-ci, en sortie de hangar et au niveau d'une aire peu utilisée. Ainsi, l'ouverture ou regard du séparateur est selon elle facilement accessible par l'entreprise de vidange notamment. Celle-ci effectue une fois par an l'entretien du séparateur.

Critère durabilité

Aucun problème physique visible n'a été constaté par la responsable ou par les techniciens. De plus, l'entretien du séparateur est effectué chaque année par une entreprise extérieure, d'après l'actuelle responsable. Cependant, le manque d'information concernant l'historique du séparateur et de son entretien sur ses 50 ans d'existence nuit à une gestion durable d'un séparateur efficace.

Critère environnement

D'après les techniciens, l'eau de lavage des sols entre très bien dans le séparateur via la rigole de collecte, sauf à un endroit où l'orientation de la dalle ne permet pas un écoulement optimal.

4.4.2.4.

Conclusion sur le démonstrateur de l'entreprise 3

Etant donné que le séparateur à hydrocarbures ne pose aucun problème au quotidien à l'entreprise 3, qui l'entretient une fois par an conformément à la réglementation en vigueur, les notes d'efficacité et de praticité sont élevées. En revanche, le manque d'informations sur le séparateur lié à son ancienneté – il a en effet été installé depuis plusieurs décennies – impacte l'appréciation sur sa durabilité. De même, les résultats physico-chimiques impactent négativement le résultat global concernant le critère environnement : seuls 6% de paramètres présentent un rendement positif élevé et aucune substance dangereuse prioritaire ou substance prioritaire ne présente de rendement positif élevé ; et 14% des substances quantifiées présentent un rendement positif moyen. Pour finir, aucune appréciation n'est présentée pour le critère coût en l'absence d'information.

Le graphique ci-après résume les notes attribuées au séparateur à hydrocarbures de l'entreprise 3 en fonction des caractéristiques de celui-ci, de l'avis de la responsable et des techniciens, ainsi qu'une partie des résultats d'analyses physico-chimiques. Nous rappelons que ces notes sont déterminées d'après une grille de notation élaborée par le CNIDEP et relative aux séparateurs à hydrocarbures.

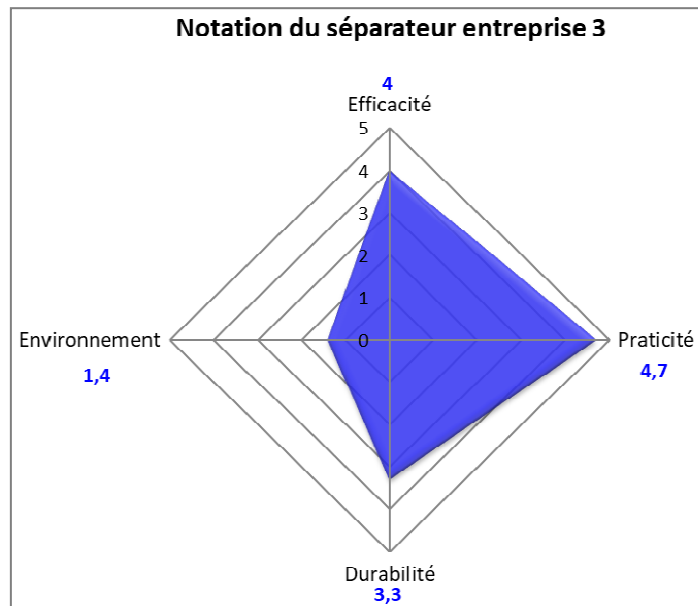


Figure 50 : Notations attribuées au séparateur à hydrocarbures en fonction des résultats d'analyses physico-chimiques et du retour d'expérience, entreprise 3, phase démonstrateur.

4.4.3. Phase substitution

4.4.3.1. Présentation des produits de substitution

Diagnostic produits et choix des produits à substituer

L'entreprise 3 étant un centre technique, la dangerosité et les quantités étaient déjà connues par la responsable ; des pré-choix étaient déjà effectués sur certains produits. Un premier produit choisi par l'entreprise 3 a été étudié par le CNIDEP afin de déterminer sa dangerosité via l'outil de hiérarchisation du risque chimique, et a ainsi été sélectionné : le **dégraissant frein R510 de Forch**. Après échanges avec la responsable, le CNIDEP a sélectionné quelques autres produits pré-choisis le produit le plus dangereux et le plus utilisé, ce qui a conduit au **lave-glace Diframa** substitué également dans l'entreprise 1.

Tableau 32 : Produits sélectionnés pour être substitués, entreprise 3. Source : CNIDEP

Produit	Fournisseur	Quantité des contenants	Usage	Note
R510	Forch	0,6 L	Dégraissant freins	0
Lave-glace -20°C	Diframa	210 L	Nettoyant pare-brise	0

Ces notes ont pu être attribuées d'après les informations contenues dans les fiches de données de sécurité des produits (FDS). En effet, le dégraissant R510 obtient une note de 0 car présentant les cinq mentions de dangers suivantes :

- ⇒ H225 – Liquide et vapeurs très inflammables
- ⇒ H304 – Peut être mortel en cas d'ingestion et de pénétration dans les voies respiratoires
- ⇒ H315 – Provoque une irritation cutanée
- ⇒ H336 – Peut provoquer somnolence et vertiges
- ⇒ H411 – Toxique pour les organismes aquatiques ; entraîne des effets néfastes à long terme

Le dégraissant possède ainsi un point éclair de -21°C, ce qui signifie que lors de toute utilisation les vapeurs qu'il génère sont très inflammables. Il est composé d'hydrocarbures C6-C7, dont la VME (valeur moyenne d'exposition) est de 1000 mg/m³ et la VLE (valeur limite d'exposition) de 1500 mg/m³. Aucun composant n'a été signalé comme étant PBT ou vPvB. Le fabricant indique dans la FDS qu'il est conseillé de porter des vêtements, des gants et des lunettes de protection ainsi qu'un filtre respiratoire en cas de dépassement de la VME, et de se laver soigneusement les mains après chaque manipulation.

De même, le lave-glace Diframa comporte cinq mentions de danger :

- ⇒ H225 – Liquide et vapeurs très inflammables
- ⇒ H302 – Nocif en cas d'ingestion
- ⇒ H312 – Nocif en cas de contact cutané
- ⇒ H332 – Nocif en cas d'inhalation
- ⇒ H370 – Risque avéré d'effets graves sur les organes

Nous avons pu voir que le lave-glace contient du méthanol qui est une substance PBT (persistante, bioaccumulable et toxique) et suivie dans le cadre du projet LUMIEAU-Stra. Le méthanol est soumis à une VME de 230 mg/m³ soit 200 ppm, et à une VLE de 1300 mg/m³ soit 1000 ppm. De plus, le point éclair du lave-glace est de seulement 22°C, ce qui explique la mention de danger H225 et qui rend le stockage de ce lave-glace assez difficile pour l'entreprise. D'après la FDS enfin, l'entreprise fournisseuse recommande aux personnes utilisatrices dans la FDS du lave-glace de porter des protections pour les mains, les yeux et le reste du corps.

Des remplaçants à ces deux produits moins impactant pour l'environnement ont donc été recherchés.

Produits de substitution choisis

Le dégraissant frein choisi pour le test de substitution est le **dégraissant HPCNDCFREIN de Haute Performance Chimie**, entreprise certifiée BCS 9001, 14001 et 18001. Le produit fait partie de la gamme Ecu vert, qui regroupe des produits garantis sans phosphates, éther, glycol et phtalate, et répondant aux exigences de l'Ecolabel Européen. Il ne présente aucune mention de danger physique, sur la santé ou sur l'environnement. Il contient principalement de l'eau, mais également de l'alcool éthylique ou éthanol dont la VME est de 1 900 mg/m³ et la VLE de 9 500 mg/m³. Son point éclair est de 58°C. Le dégraissant HPCNDCFREIN obtient une note globale maximale de 4 via l'outil de hiérarchisation du risque chimique.

Le lave-glace choisi également pour le test en entreprise 3 est le **lave-glace ldegreen de l'entreprise Hydrachim**. Il présente deux mentions de danger :

- ⇒ H226 – Liquides et vapeurs inflammables
- ⇒ H336 – Peut provoquer somnolence et vertiges

Son point éclair est de 44°C. Il est principalement composé de 1-méthoxy-2-propanol et d'éthanol, le premier présentant une VME de 188 mg/m³ et une VLE de 375 mg/m³. Le lave-glace ldegreen obtient via l'outil de hiérarchisation du risque chimique une note globale de 3.

Tableau 33 : Produits de substitution sélectionnés, entreprise 3. Source : CNIDEP

Produit	Fournisseur	Quantité des contenants	Usage	Note
HPCNDCFREIN	Haute Performance Chimie	0,6 L	Dégraissant freins	4
ldegreen	Hydrachim	5 L	Lave-glace	3

Résultats et comparaison des analyses physico-chimiques des produits bruts

Pour l'entreprise 3, les deux produits analysés sont ceux du couple de dégraissant pour freins : le produit classique R510 et le produit de substitution HPCNDCFREIN. Les résultats de ces analyses de produits bruts sont présentés dans le tableau 34.

Tableau 34 : Résultats des analyses physico-chimique des produits R510 et HPCNDCFREIN, entreprise 3. Source : CNIDEP

Famille	Paramètre	Code SANDRE	Unité	Résultat produit classique R510	Résultat produit de substitution HPCNDCFREIN
Paramètre indiciaire	CARBONE ORGANIQUE TOTAL	1841	MG/L	369	3940
	DCO	1314	MG/L	770	3325
	DBO5	1313	MG/L	400	422
	DCO/DBO5	nc	MG/L	2	8
	INDICE HYDROCARBURE	7009	MG/L	91	<0,1
BTEX	SOMME DES XYLENES	1780	µg/l	6,1	<3
	TOLUENE	1278	µg/l	17	<1
	ETHYLBENZENE	1497	µg/l	1,2	<1
HAP	FLUORANTHENE	1191	µg/l	140	<10
	ACENAPHTENE	1453	µg/l	1200	<10
	ANTHRACENE	1458	µg/l	220	<10
	NAPHTALENE	1517	µg/l	65000	<10
	PHENANTHRENE	1524	µg/l	1950	<10
Plastifiants	DEHP	6616	µg/l	19430	<500
Autres	FORMALDEHYDE	1702	µg/l	<0,1	0,23
Métaux	ALUMINIUM	1370	µg/l	9,5	1,51
	FER	1393	µg/l	12	<0,5
	TITANE	1373	µg/l	2,4	0,27
	ZINC	1383	µg/l	3,5	0,461

Seuls les paramètres mesurés pour au moins un des deux produits sont détaillés, sans ceux n'ayant été détectés ni dans le produit classique ni dans le produit de substitution. Les valeurs mises en valeur en rouge correspondent à celles qui sont déterminées comme étant supérieures à celles de l'autre produit. Avec une première vue d'ensemble de ces résultats, nous constatons qu'un plus grand nombre de paramètres est quantifié dans le produit classique que dans le produit de substitution (18 pour le premier et 8 pour le second).

Pour les 5 paramètres indiciaires mesurés, 4 sont supérieurs dans le produit classique (COT, DCO, DBO5 et rapport DCO/DBO5) tandis que l'indice hydrocarbure est plus élevé dans le produit classique. Chez ce dernier sont également détectés 3 BTEX, 5 HAP et 1 plastifiant qui ne sont pas détectés dans le produit de substitution ; parmi ces composants, l'acénaphène, le naphthalène et le DEHP présentent des valeurs particulièrement élevées alors que ce sont des substances dangereuses prioritaires et prioritaires. En revanche, le formaldéhyde n'est pas mesuré dans le produit classique mais l'est dans le produit de substitution. Enfin, 3 métaux sont mesurés dans les deux produits, avec des concentrations plus élevées dans le produit classique : l'aluminium, le titane et le zinc. Le fer n'est détecté que dans le produit classique.

Nous pouvons ainsi constater que le produit classique R510 semble contenir un plus grand nombre de composants dangereux que le produit de substitution HPCNDCFREIN, ce qui correspond aux résultats issus des FDS et confirme que la démarche de substitution a permis le remplacement d'un produit par un équivalent moins nocif.

Le graphique 51 ci-après résume les résultats de la comparaison des analyses des deux produits, où nous avons comptabilisé le nombre de paramètres dont leur concentration est supérieure dans le produit classique que dans le produit de substitution, le nombre de paramètres dont leur concentration est inférieure dans le produit classique que dans le

produit de substitution, le nombre de paramètres pour lesquels aucune conclusion n'est possible en raison des grandes différences de LQ, le nombre de paramètres présentant une absence de données, et enfin le nombre de paramètres où leur concentration dans les deux produits est inférieure aux LQ respectives.

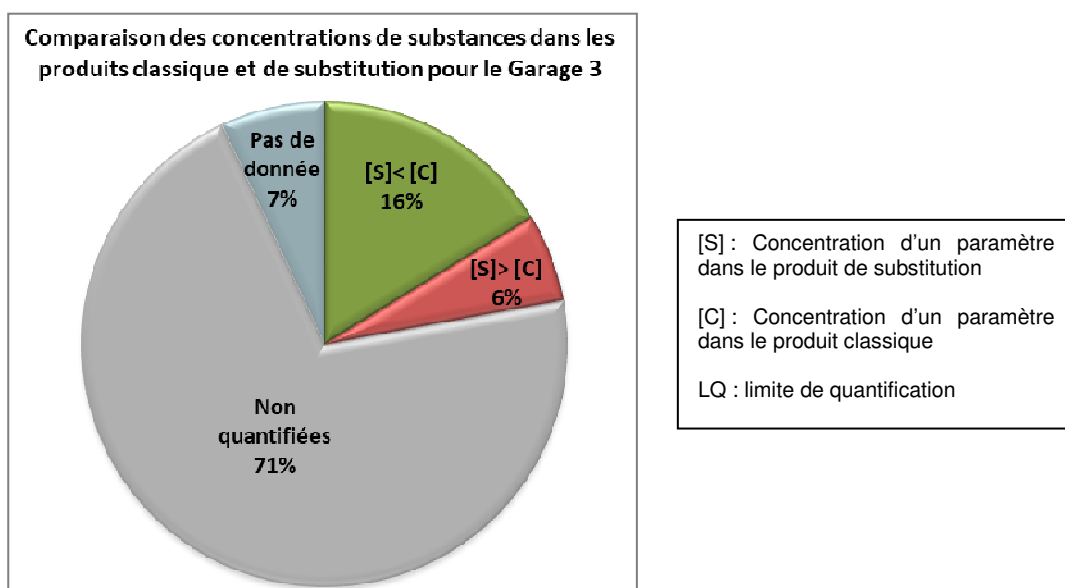


Figure 51 : Comparaison des deux échantillons de produits en nombre de paramètres et de leur concentration, entreprise 3. Source : CNIDEP

4.4.3.2. Exploitation des résultats d'analyses physico-chimiques

Contexte et premiers éléments des analyses physico-chimiques

La campagne de prélèvement amont/aval du séparateur en phase substitution a été réalisée le 24 janvier 2018 et s'est déroulée sans encombre.

Concernant les analyses physico-chimiques, nous pouvons tout d'abord constater que le pH diminue entre l'amont et l'aval tandis qu'à contrario la conductivité augmente fortement (figure 52). En effet, le pH qui était de 7,8 dans l'échantillon amont est de 4,7 dans l'échantillon aval : cette baisse de pH peut avoir des effets sur les rendements de certaines substances, en favorisant ou en défavorisant certaines réactions chimiques et l'adsorption des substances aux particules.

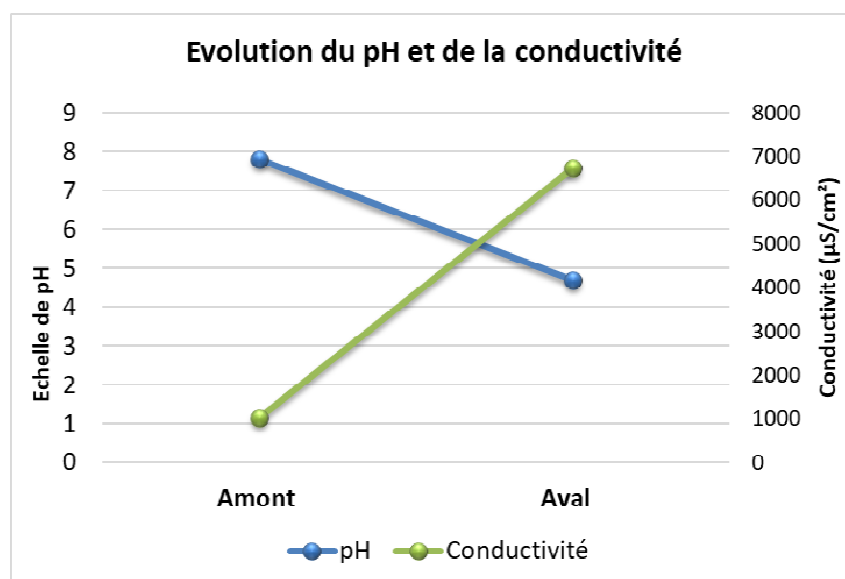


Figure 52 : Evolution du pH et de la conductivité entre l'amont et l'aval, entreprise 3, substitution. Source : CNIDEP

A l'inverse, la conductivité augmente de 6 730 $\mu\text{S}/\text{cm}^2$ dans l'échantillon amont à 1 015 $\mu\text{S}/\text{cm}^2$ dans l'échantillon aval ; or, la conductivité d'une solution traduit la présence d'ions au sein de cette solution, l'eau pure ayant une conductivité beaucoup plus basse qu'une eau saumure. L'importante augmentation de conductivité peut donc expliquer une augmentation des ions libres.

Résultats en rendement des substances ou évolution des paramètres

Les résultats présentés correspondent aux résultats analytiques des fractions brutes de chaque échantillon, où 89 paramètres ont été étudiés. Le détail des résultats chiffrés obtenus dans l'entreprise 3 en phase substitution sont présentés en annexe 12. Les limites de quantification ont été indiquées par le laboratoire ayant réalisé les analyses. La synthèse des résultats sont présentés en figure 53, qui illustre le nombre de substances par type de rendement ou d'évolution.

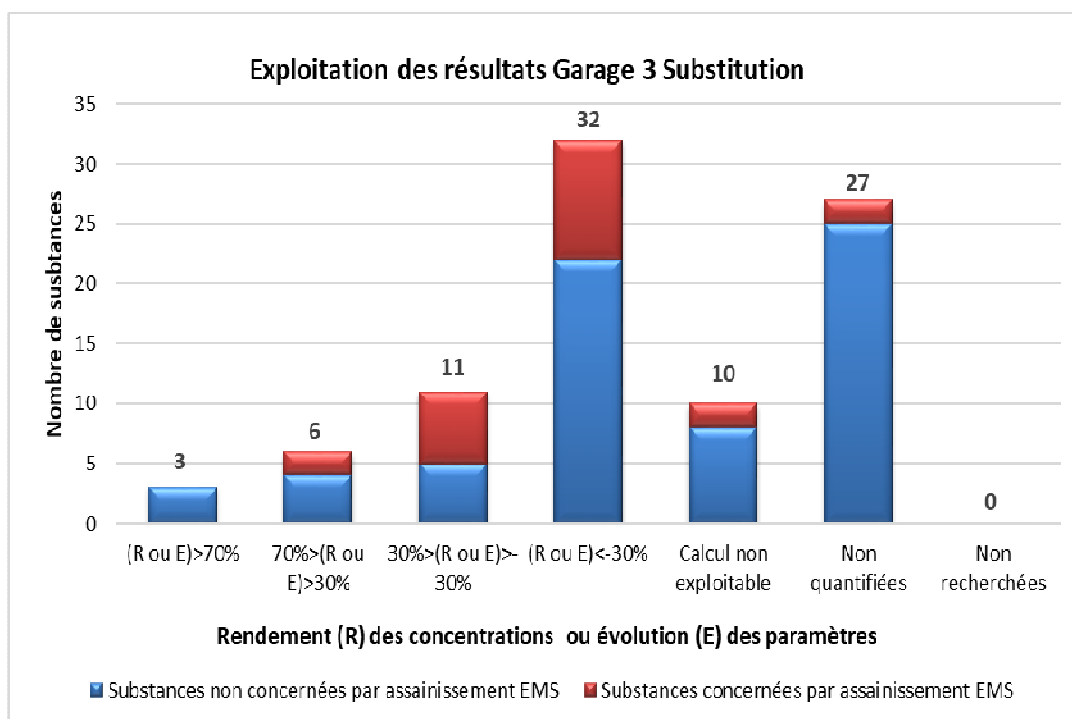


Figure 53 : Synthèse de l'exploitation des résultats d'analyse physico-chimique en entreprise 3 en phase substitution. CNIDEP

Sur les 89 paramètres recherchés, 27 substances n'ont pas été quantifiées dans le prélèvement amont comme dans le prélèvement aval. De plus, 10 substances ou paramètres n'ont pas pu faire l'objet de calcul de rendement ou d'évolution exploitable, en raison de concentrations amont ou aval inférieures à la limite de quantification (LQ) ou en raison de concentrations amont et aval inférieures à cinq fois la LQ.

Pour les 52 substances quantifiées et dont les données sont exploitables, nous avons pu constater un rendement positif élevé pour 3 d'entre elles, un rendement positif moyen pour 6 d'entre elles, un rendement très faible voire non significatif pour 11 d'entre elles et un rendement négatif pour 32 d'entre elles. Pour rappel, les rendements positifs indiquent que la substance étudiée est retrouvée en moins grande quantité dans les eaux après son passage dans le séparateur à hydrocarbures et à l'inverse, les rendements négatifs indiquent que la substance étudiée est retrouvée en plus grande quantité dans les eaux après son passage dans le séparateur à hydrocarbures.

La légende du code couleur de catégorisation des substances est rappelée ci-dessous afin de faciliter la lecture des résultats (figure 52).

Légende concernant la catégorisation des substances				
Dangereuse prioritaire	Prioritaire	RSDE STEU	Liste I et II	Non concerné

Figure 54 : Légende des sélection du tableau des substances. Source : CNIDEP

Concernant les **rendements positifs élevés**, 3 paramètres sont concernés, soit **6%** des paramètres dont le rendement (r) a pu être calculé (Tableau 35 ci-après).

Tableau 35 : Rendement positif élevé et évolution par rapport au seuil RAEM, entreprise 3, phase substitution. Source : CNIDEP

Paramètre	Code SANDRF	Unité	Seuil de concentration maximal RAEN	Résultats AMONT	Résultats AVAL	Calcul du rendement (%) LQ*5	Evolution par rapport au seuil RAEMS
NITRATES	1340	µg/l	non concerné	9529	<1000	94,8	Non concernée
NITRITES	1339	µg/l	non concerné	1337,4	165,5	87,6	Non concernée
PENTACHLOROPHENOL	1235	µg/l	non concerné	0,84	<0,1	94,0	Non concernée

Les trois paramètres sont les nitrates, les nitrites et le pentachlorophénol, ce dernier étant une substance prioritaire. Les rendements sont plutôt très élevés : deux d'entre eux sont supérieurs à 90%. Aucun paramètre n'est concerné par le règlement d'assainissement de l'Eurométropole de Strasbourg.

Concernant les **rendements positifs moyens**, 6 paramètres sont concernés soit **12%** des paramètres dont le rendement a pu être calculé (Tableau 36), dont 3 substances dangereuses prioritaires que sont le benzo_a_pyrene, le benzo_b_fluoranthene et l'indeno-1,2,3cd-pyrene ainsi que 2 métaux que sont l'argent et l'étain ; ce dernier est concerné par la RSDE STEU ainsi que par le règlement d'assainissement de l'Eurométropole dont les concentrations ne dépassent pas le seuil fixé. Enfin, les MES affichent un rendement raisonnable de 63%.

Tableau 36 : Rendement positif moyen et évolution par rapport au seuil RAEM, entreprise 3, phase substitution. Source : CNIDEP

Paramètre	Code SANDRF	Unité	Seuil de concentration maximal RAEN	Résultats AMONT	Résultats AVAL	Calcul du rendement (%) LQ*5	Evolution par rapport au seuil RAEMS
MATIERES EN SUSPENSION	1305	MG/L	600	424	157	63,0	Pas d'évolution
BENZO_A_PYRENE	1115	µg/l	non concerné	0,26	0,08	69,2	Non concernée
BENZO_B_FLUORANTHENE	1116	µg/l	non concerné	0,54	0,17	68,5	Non concernée
INDENO_123CD_PYRENE	1204	µg/l	non concerné	0,12	0,08	33,3	Non concernée
ARGENT	1368	µg/l	non concerné	1,28	0,86	32,8	Non concernée
ETAIN	1380	µg/l	2000	31,24	11,06	64,6	Pas d'évolution

Concernant les **rendements très faibles ou non significatifs**, 11 paramètres sont concernés soit **21%** des rendements ayant pu être calculés (Tableau 37). Pour ces paramètres, une conclusion est impossible car les variations de concentration sont trop faibles entre amont et aval du démonstrateur avec utilisation des produits de substitution. Il est à noter en revanche que les concentrations en aluminium ne diminuent pas et restent en aval largement supérieures au seuil fixé par le règlement d'assainissement de l'EMS.

Tableau 37 : Rendements très faibles et non significatifs et évolution par rapport au seuil RAEMS, entreprise 3, phase substitution. Source : CNIDEP

Paramètre	Code SANDR	Unité	Seuil de concentration maximal RAEN	Résultats AMONT	Résultats AVAL	Calcul du rendement (%) LQ*5	Evolution par rapport au seuil RAEMS
AZOTE GLOBAL	1551	MG/L	150	71,4	74,5	-4,3	Pas d'évolution
AZOTE KJELDAHL	1319	MG/L	non concerné	68,8	74,3	-8,0	Non concernée
AOX	1106	MG/L	0,001	0,1	<0,2	0,0	Pas de conclusion
DCO/DBO5	non concerné	non concerné	2	2,9	2,9	-0,2	Pas d'évolution
BENZO_GHI_PERYLENE	1118	µg/l	non concerné	0,4	0,38	5,0	Non concernée
DEHP	6616	µg/l	non concerné	65,08	77,16	-18,6	Non concernée
ALUMINIUM	1370	µg/l	2500	8549	9441	-10,4	Pas d'évolution
CHROME	1371	µg/l	500	17,44	18,34	-5,2	Pas d'évolution
CUIVRE	1392	µg/l	500	404,5	338,2	16,4	Pas d'évolution
TITANE	1373	µg/l	non concerné	166	169,5	-2,1	Non concernée
URANIUM	2558	µg/l	non concerné	2,05	1,66	19,0	Non concernée

Concernant les **rendements négatifs**, 32 paramètres sont concernés soit **62%** des paramètres dont le rendement a pu être calculé (Tableau 38 ci-après). Le premier résultat à mettre en évidence est l'augmentation de l'indice hydrocarbures, qui dépasse en aval le seuil fixé par le règlement d'assainissement de l'EMS. Cette augmentation de concentration peut traduire l'inefficacité du séparateur à hydrocarbures. Par ailleurs, le carbone organique total, la DCO et la DBO5 voient toutes les trois leur concentration augmenter de manière très importante avec des rendements négatifs supérieurs à 2 000%. Le méthanol présente le rendement négatif le plus important avec une valeur de 14 220 %. Les sulfates et les chlorures présentent également une augmentation de concentration, jusqu'à dépasser le seuil fixé par le règlement d'assainissement de l'EMS pour ces derniers. De plus, 4 chlorophénols qui n'étaient pas détectés en amont apparaissent dans les effluents aval, dont deux listés comme substances dangereuses prioritaires (NP1OE et NP2OE). Il en est de même pour 4 alkylphénols, qui sont également recensés en aval avec des rendements négatifs très importants (entre environ 700 et 1500%). Enfin, 12 métaux voient leur concentration augmenter de manière très importante, avec des rendements négatifs majoritairement supérieurs à 100% et jusqu'à 900% pour le molybdène. Le cadmium, substance dangereuse prioritaire, présente un rendement négatif de -81,3% et ne dépasse pas le seuil fixé par le règlement d'assainissement. En revanche, deux métaux présentent des concentrations qui restent supérieures aux seuils fixés par le règlement d'assainissement de l'EMS : le fer et le zinc.

Ces résultats pourraient révéler :

- Une apparition de substances, tout simplement due à la ponctualité des prélèvements amont et aval (pas les mêmes résidus de produits dans les eaux de lavage du sol le jour du prélèvement amont que dans les eaux « stagnantes » du séparateur) ou par effet d'interaction avec d'autres molécules ;
- Des apports de substances via la détérioration du séparateur, qui serait âgé de près de 50 ans, avec rejets de métaux notamment.

Tableau 38 : Rendements négatifs et évolution par rapport au seuil RAEMS, entreprise 3, phase substitution. Source : CNIDEP

Paramètre	Code SANDR	Unité	Seuil de concentration maximal RAEM	Résultats AMON	Résultats AVAL	Calcul du rendement (%) LQ*5	Evolution par rapport au seuil RAEMS
CARBONE ORGANIQUE TOTAL	1841	MG/L	non concerné	160	6200	-3775,0	Non concernée
DEMANDE CHIMIQUE EN OXYGENE	1314	MG/L	2000	1020	21900	-2047,1	Aggravation
DEMANDE BIOLOGIQUE EN OXYGENE 5 JOURS	1313	MG/L	non concerné	350	7500	-2042,9	Non concernée
CHLORURES	1337	MG/L	750	129	1597	-1138,0	Aggravation
SULFATE	1338	MG/L	non concerné	59	162	-174,6	Non concernée
INDICE HYDROCARBURE	7009	MG/L	5	4,38	21,14	-382,6	Aggravation
4-TER-OCTYLPHENOL	1959	µg/l	non concerné	< 0,4233	1,31	-549,6	Non concernée
NP1OE	6366	µg/l	non concerné	< 0,8067	2,8	-594,2	Non concernée
NP2OE	6369	µg/l	non concerné	< 0,8067	3	-643,8	Non concernée
NONYLPHENOLS	6598 (1957+1958)	µg/l	non concerné	< 0,8067	3,3	-718,1	Non concernée
M+P-XYLENE	2925	µg/l	non concerné	<1	7,88	-1476,0	Non concernée
O_XYLENE	1292	µg/l	non concerné	<1	5,07	-914,0	Non concernée
SOMME DES XYLENES	1780	µg/l	non concerné	<2	12,95	-1195,0	Non concernée
FLUORANTHENE	1191	µg/l	non concerné	0,42	0,86	-104,8	Non concernée
ACENAPHTENE	1453	µg/l	non concerné	0,06	3,39	-5550,0	Non concernée
ANTHRACENE	1458	µg/l	non concerné	0,17	2,08	-1123,5	Non concernée
PHENANTHRENE	1524	µg/l	non concerné	0,5	34,59	-6818,0	Non concernée
MONOBUTYL ETAIN CATION	2542	µg/l	non concerné	1,863	2,729	-46,5	Non concernée
METHANOL	2052	µg/l	non concerné	<5000	358000	-14220,0	Non concernée
FORMALDEHYDE	1702	µg/l	non concerné	8	910	-11275,0	Non concernée
ANTIMOINE	1376	µg/l	non concerné	26,73	57,19	-114,0	Non concernée
ARSENIC	1369	µg/l	50	1,79	8,01	-347,5	Pas d'évolution
BERYLLIUM	1377	µg/l	non concerné	0,11	0,18	-63,6	Non concernée
CADMIUM	1388	µg/l	200	1,6	2,9	-81,3	Pas d'évolution
COBALT	1379	µg/l	non concerné	2,66	14,95	-462,0	Non concernée
FER	1393	µg/l	2500	19580	81300	-315,2	Pas d'évolution
MANGANESE	1394	µg/l	1000	228,5	990,5	-333,5	Pas d'évolution
MOLYBDENE	1395	µg/l	non concerné	28,72	297,9	-937,3	Non concernée
NICKEL	1386	µg/l	500	15,4	89,41	-480,6	Pas d'évolution
PLOMB	1382	µg/l	500	86,85	142	-63,5	Pas d'évolution
VANADIUM	1384	µg/l	non concerné	8,31	21,82	-162,6	Non concernée
ZINC	1383	µg/l	2000	3550	10400	-193,0	Pas d'évolution

Evolution des concentrations par rapport aux seuils du règlement d'assainissement de l'Eurométropole de Strasbourg

Un élément important est que la majorité des paramètres présentant des concentrations amont supérieures à leur seuil fixé par le règlement d'assainissement de l'Eurométropole de Strasbourg présentent toujours en aval des concentrations supérieures (figure 53 ci-après). En effet, 3 paramètres que sont l'indice hydrocarbure, les chlorures et la DCO voient leur concentration passer au-dessus de leur seuil fixé par le règlement d'assainissement de l'Eurométropole, tandis que 5 paramètres présentent des concentrations qui restent en aval supérieures aux seuils.

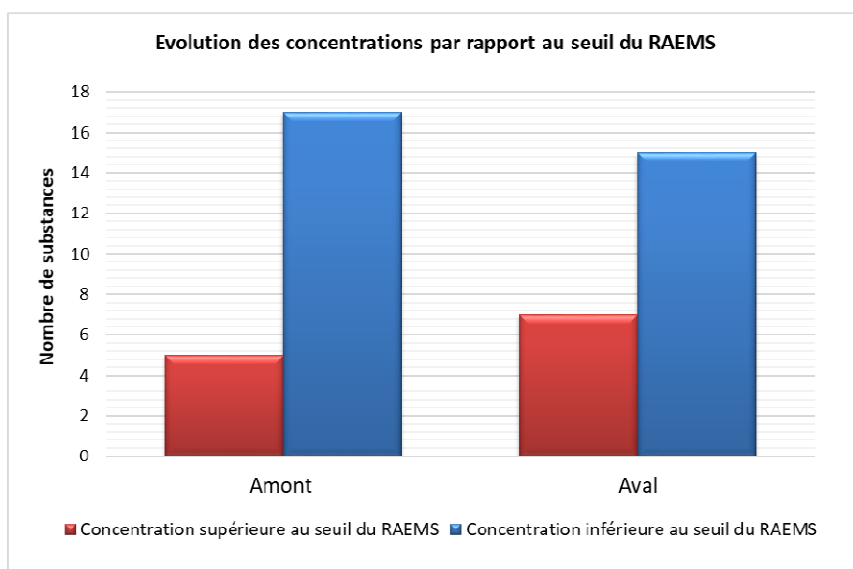


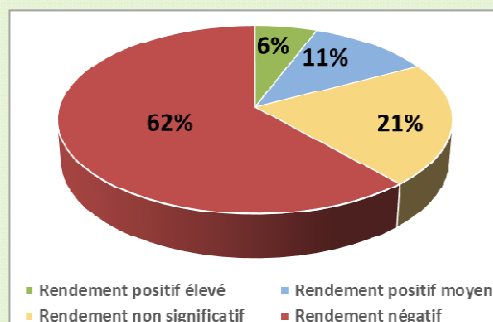
Figure 55 : Evolution des concentrations par rapport au seuil RAEMS, entreprise 3, phase substitution. Source : CNIDEP

Il est important de noter que certaines substances prioritaires sont non quantifiées ou ne permettent pas un calcul de leur rendement. Ainsi, parmi les 14 substances classées dangereuses prioritaires, 4 n'ont pas été quantifiées (tributylétain, PCB-118, PFOS et mercure) et 1 n'a pas pu faire l'objet d'un calcul de rendement exploitable (benzo-k-fluoranthène). De même, parmi les 9 substances prioritaires, 3 n'ont pas été quantifiées (octylphénols, BDE 209 et benzène) et 3 n'ont pas pu faire l'objet de calcul de rendement (OP1OE, OP2OE et naphthalène).

A RETENIR : Résultats d'analyses, entreprise 3, phase substitution

Les conclusions portant sur les 52 paramètres qui ont pu être quantifiés et pour lesquels un rendement a pu être calculé sont les suivantes :

- 6 % ont un rendement positif élevé ;
- 11 % ont un rendement positif moyen ;
- 21 % ont un rendement non significatif ;
- 62 % ont un rendement négatif élevé.



De plus, pour les 5 paramètres présentant des concentrations supérieures au seuil du règlement d'assainissement de l'Eurométropole de Strasbourg, le séparateur ne permet aucun abaissement certain des concentrations dans les rejets en dessous du seuil et entraîne par ailleurs un dépassement de seuil pour 3 autres paramètres.

4.4.3.3. Exploitation des retours d'expérience

Les deux produits de substitution, le dégraissant freins HPCNDCFREIN et le lave-glace Idegreen, ont été commentés par les techniciens les ayant utilisés. Leurs avis ont été demandés directement ou par l'intermédiaire de la responsable du centre technique. Les notes de chaque critère ont été attribuées en fonction de ce retour d'expérience et de certaines caractéristiques des produits. Nous allons commencer par présenter les avis et les notes correspondant au **dégraissant pour freins HPCNDCFREIN**.

Critère efficacité

Les techniciens sont globalement peu satisfaits de l'efficacité du dégraissant frein HPCNDCFREIN: beaucoup plus de temps et une plus grande quantité de produit sont nécessaires afin d'arriver au même résultat qu'avec le dégraissant classique. Selon eux, cette moindre efficacité est notamment due à la forme liquide du produit et à son conditionnement, un pulvérisateur, qui est peu adapté au dégraissage des freins. Cependant, le produit étant habituellement vendu afin d'être utilisé dans une fontaine de dégraissage, l'entreprise fournisseuse n'a pu envoyer un échantillon sous forme d'aérosol et a donc envoyé le produit conditionné sous forme de pulvérisateur destiné normalement au nettoyage de surface de cuisine. Néanmoins, les techniciens sont unanimes quant à l'efficacité du produit sur de plus grandes surfaces de carrosserie voire des plans de travail. Ils vont donc continuer à utiliser le HPCNDCFREIN mais pour dégraisser d'autres pièces.

Critère praticité

Dans la continuité des remarques faites pour le critère efficacité, les techniciens expliquent que la forme très liquide du dégraissant frein HPCNDCFREIN ainsi que son contenant non orientable s'avèrent peu pratiques pour le dégraissage des freins : alors que le dégraissant est habituellement appliqué directement sur les pièces grâce à un embout de précision et afin d'agir au contact des salissures, les techniciens ont appliqué le dégraissant HPCNDCFREIN sur un chiffon afin de limiter les pertes et les écoulements sur le sol, travail moins précis et plus chronophage. Néanmoins, l'utilisation du HPCNDCFREIN pour différents supports (métal, matière synthétique, caoutchouc, pièces peintes...), son usage en tant que dégraissant de grandes pièces et de surfaces ainsi que son usage en fontaine de dégraissage biologique apportent des aspects positifs au critère praticité. Il en est de même du fait que le produit soit prêt à l'emploi.

Critère santé

Les techniciens ont unanimement fait part d'une très bonne impression faite par le HPCNDCFREIN sur le plan de la santé, impression notamment basée sur l'odeur et sur l'absence de problèmes constatés à l'utilisation. De plus, au regard de l'absence de mention de danger pour la santé humaine, le dégraissant a obtenu la note maximale de 4 en impact santé obtenue via l'outil de hiérarchisation du risque chimique.

Critère risque incendie

Le produit HPCNDCFREIN ne présentant aucune mention de danger relative au risque incendie, et présentant un point éclair de 58°C, la note du risque incendie s'élève à 4.

Critère environnement

Les techniciens ont également effectué un lien entre un moindre impact sur leur santé et un moindre impact sur l'environnement : leur impression est donc également positive pour ce critère. Le HPCNDCFREIN a effectivement obtenue la note maximale de 4 en impact environnemental via l'outil de hiérarchisation du risque chimique ; de plus, il ne contient aucune molécule CFC (chlorofluocarbure). En revanche, des rejets importants sont générés sur le sol du garage lors de l'utilisation du produit.

Critère coût

Le prix de vente du HPCNDCFREIN est de 4,89 € TTC pour 1 L de produit, ce qui est faible comparé à l'échantillon de 20 produits, contre 4,20 €/L TTC pour le R510 de Forch. Etant donné le faible prix d'achat mais les dépenses supplémentaires suscitées par le temps de travail et les chiffons souillés supplémentaires, la note obtenue par le HPCNDCFREIN pour le critère coût est de 2,8.

Nous allons à présent détailler les commentaires et les notes relatives aux cinq critères du **lave-glace Idegreen**.

Critère efficacité

Le technicien ayant testé le lave-glace Idegreen en est très satisfait : le produit élimine très bien toutes les salissures du pare-brise sans laisser aucune trace. Il n'a constaté aucune obstruction des buses après quelques utilisations, et une quantité raisonnable de lave-glace est nécessaire à chaque utilisation.

Critère praticité

Le produit Idegreen est prêt à l'emploi : aucune dilution n'est nécessaire. Si le bidon est très facilement manipulable du fait de son petit volume (5 L), la responsable a signalé que l'achat d'un plus grand volume serait nécessaire. De plus, il ne possède pas de bec verseur, ce qui rend l'opération de remplissage du réservoir du véhicule difficile et peut entraîner des pertes au sol.

Critère santé

Le technicien a fait part d'une bonne impression concernant l'impact santé du produit Idegreen, notamment en raison de l'odeur qui est légère et agréable. Néanmoins, le port d'EPI est obligatoire lors de la manipulation ; le produit présente en effet une mention de danger signalant des risques de vertige et de somnolence, lui valant une note d'impact santé de 3 via l'outil de hiérarchisation.

Critère risque incendie

Le lave-glace Idegreen présente un risque incendie non négligeable. En effet, il obtient une note de 2 à l'impact incendie via l'outil de hiérarchisation car présentant une mention de danger stipulant que le liquide et ses vapeurs sont inflammables. Le point éclair du produit est ainsi de 44°C, ce qui reste assez bas : la responsable et les techniciens ont ainsi pointé que cela pourrait représenter un problème de stockage, notamment en période estivale.

Critère environnement

Le lave-glace Idegreen ne comprend pas de molécule CMR, PBT ou vPvB ; cependant, il est composé majoritairement d'alcool, et il a obtenu une note de 3 pour son impact environnemental via l'outil de hiérarchisation.

Critère coût

Le prix de vente du lave-glace Idegreen est de 2,7 € TTC pour 1 L de produit, contre 0,60 € TTC pour le lave-glace Diframa. Le coût de l'Idegreen a été donné par le fournisseur, qui a précisé qu'il n'effectuait aucune vente directe à l'utilisateur : ce coût est donc estimé. La note globale de 2,8 a été fixée d'après entre autres l'échelle de coût, établie par le CNIDEP d'après les informations relatives à 20 lave-glaces.

Le diagramme ci-dessous résume les notes attribuées pour chaque critère au lave-glace Idegreen d'après le retour d'expérience de l'entreprise 3 et les caractéristiques recensées via la grille de notation du CNIDEP.

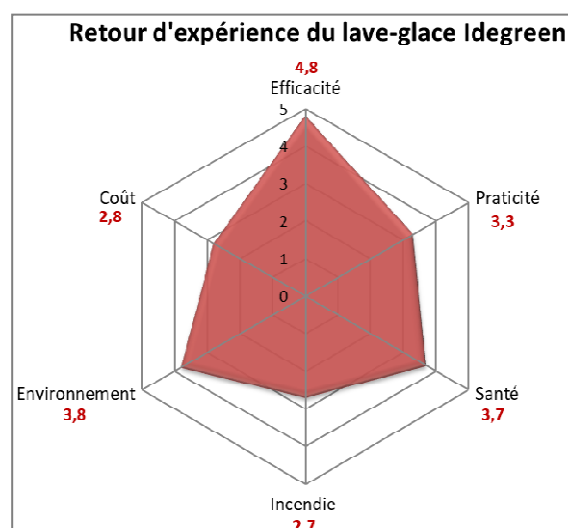


Figure 56 : Notations attribuées au lave-glace Idegreen dans le cadre du retour d'utilisation de l'entreprise 3. Source : CNIDEP

4.4.3.4.

Conclusion sur la phase substitution de l'entreprise 3

Concernant les résultats d'analyses des effluents en amont et aval du démonstrateur en phase substitution, 6% des substances quantifiées dans les effluents présentent un rendement positif élevé, et 11,5% un rendement positif moyen dont 3 substances prioritaires. Ces résultats d'analyses relatifs les effluents pointent une inefficacité du démonstrateur à retenir les hydrocarbures ainsi que la majorité des substances recherchées dans le cadre du projet LUMIEAU ou un dysfonctionnement.

Les analyses physico-chimiques des produits bruts ont révélé un plus grand nombre de paramètres quantifiés dans le produit classique que dans le produit de substitution : 18 pour le premier (dont 2 substances dangereuses prioritaires et 2 substances prioritaires) et 8 pour le second (aucune substance dangereuse et/ou prioritaire). Pour ce dernier la présence de formaldéhyde a été détectée ; cependant, les quantités de métaux (aluminium, titane, zinc) mesurées sont inférieures à celles détectées dans le produit classique qui contient également du fer. Globalement, le produit de substitution HPCNDCFREIN semble contenir moins de substances problématiques recherchées que le produit classique, ce qui signifie que la démarche de substitution aurait permis le remplacement d'un produit dangereux par un produit moins dangereux pour l'environnement.

Dans le cadre du retour d'expérience pour finir, le Major Font bio n'a pas du tout convaincu le chef d'entreprise sur les aspects d'efficacité et de praticité : il a trouvé le dégraissant beaucoup trop liquide, ce qui réduisait son pouvoir dégraissant et augmentait les rejets au sol. Nous rappelons ici que le Major Font bio est un produit dégraissant conçu pour être principalement utilisé dans les fontaines de dégraissage biologique. En revanche, le produit obtient de bons résultats sur les aspects santé, risque incendie et environnement, notamment car ne comportant aucune mention de danger. Enfin, si le coût d'achat du Major Font bio est dans la moyenne des dégraissants freins, des coûts de fonctionnement (temps supplémentaire, déchets dangereux générés par chiffons et absorbants) font augmenter le coût global du dégraissant.

Le diagramme ci-dessous résume les notes attribuées pour chaque critère au dégraissant frein HPCNDCFREIN d'après le retour d'expérience de l'entreprise 3, les caractéristiques recensées via la grille de notation du CNIDEP ainsi que les principaux résultats des analyses physico-chimiques des effluents. Ces notes sont donc relatives à l'expérience d'une entreprise artisanale, à des caractéristiques du produit et aux analyses effectuées dans le cadre du projet LUMIEAU.

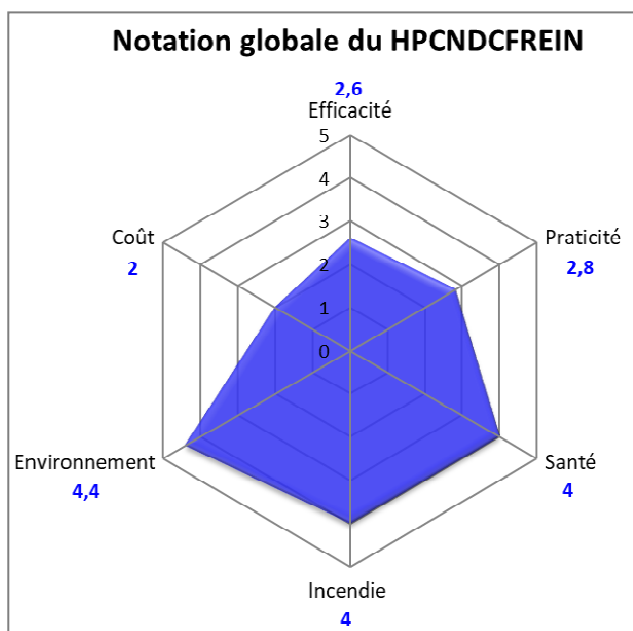


Figure 57 : Notations attribuées au dégraissant HPCNDCFREIN de l'entreprise 3 d'après les résultats d'analyses sur produit brut et du retour d'expérience. Source : CNIDEP

4.5. Bilan

4.5.1. Bilan de la mise en place des changements de pratiques

Voici un bilan des éléments d'installation des démonstrateurs et des produits de substitution dans les trois entreprises de mécanique automobile identifiées pour le projet LUMIEAU (Tableau 39) :

Tableau 39 : Récapitulatif des éléments du travail en entreprise dans chaque entreprise. Source : CNIDEP

		Entreprise 1	Entreprise 2	Entreprise 3
Caractéristiques des entreprises participantes	Activité	Réparation, entretien et concession	Réparation et entretien	Réparation et entretien des véhicules de l'EMS
	Nombre de salarié (hors chef d'entreprise)	4	1	150
	Lieu d'implantation	Quartier résidentiel	Quartier résidentiel	Zone d'activité
	Actions déjà mises en place par rapport à l'envt ?	Projet de station de lavage	Achat de certains produits moins dangereux	Certifications ISO 9001 et 14001
Réalisation des analyses	Prélèvement amont	12/12/2016	28/01/2017	20/09/2017
	Prélèvement aval	24/10/2016	28/01/2017	12/12/2017
	Réception analyses physico-chimiques	25/01/2017	21/06/2017	16/03/2018
	Réception bioessais	31/10/2017	31/10/2017	Non concernée
Caractéristiques des produits de substitution	Diagnostic produit	24/10/2016	28/01/2017	27/09/2017
	Types de produits substitués	Nettoyant et lave-glace	Dégraissant freins et diluant	Dégraissant freins et lave-glace
	Début d'utilisation des produits de substitution	23/06/2017	24/08/2017	09/01/2018
	Prélèvements amont et aval	03/07/2017	09/09/2017	24/01/2018
	Analyses physico-chimiques	17/10/2017	28/03/2018	28/03/2018
	Analyses produits bruts	17/10/2017	28/03/2018	28/03/2018

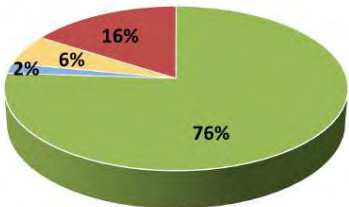
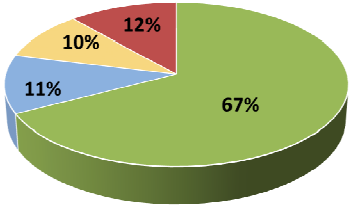
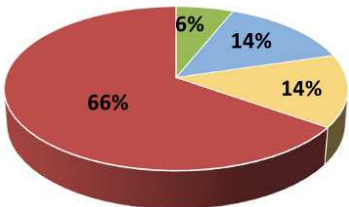
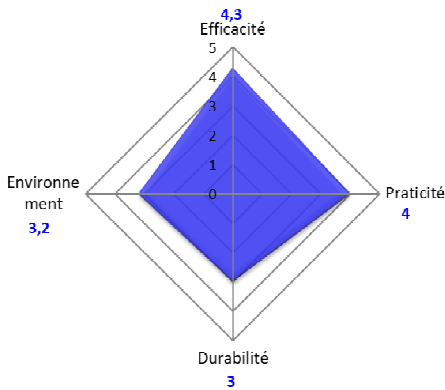
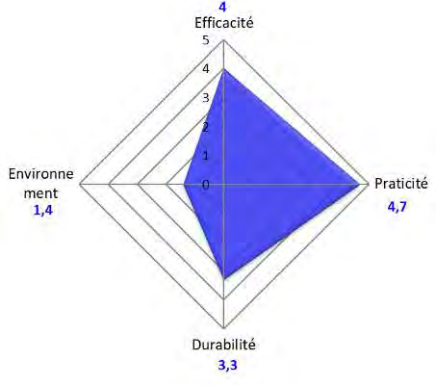
On note donc que les trois entreprises de mécanique automobile n'ont pas du tout les mêmes profils et n'ont pas testés les mêmes produits de substitution. Ce choix méthodologique a permis d'étudier plus de séparateurs à hydrocarbures et plus de produits de substitution ; mais ce panel ne nous permet pas de comparer les 6 produits entre eux et rend difficile une comparaison des résultats d'analyses physico-chimiques des effluents.

Dans le bilan de la phase substitution, nous ne présenterons pas les résultats généraux par démonstrateur suite à l'utilisation des produits de substitution car ceux-ci ne peuvent aboutir à une conclusion quant aux bénéfices dus à l'utilisation des produits de substitution, les produits utilisés dans un garage pendant le temps du test étant trop nombreux pour imputer des résultats d'effluents du garage à un seul produit. Ces résultats seront ainsi considérés comme un doublon de résultats portant sur le séparateur à hydrocarbures et exploités comme tels dans la partie « 1.5.4 Comparaison des rendements obtenus pour les 6 analyses d'effluents entrant et sortant des démonstrateurs par famille de substances ».

4.5.2. Bilan de la phase démonstrateur

Les principaux résultats obtenus lors de la phase démonstrateur en mécanique automobile sont présentés dans le tableau ci-dessous.

Tableau 40 [Récapitulatif des analyses de la phase démonstrateur dans chaque entreprise.] Source : CNIDEP.

		Entreprise 1	Entreprise 2	Entreprise 3
Caractéristiques du démonstrateur	Type de séparateur	Inconnu	Inconnu	Inconnu
	Date d'installation	Inconnue	Inconnue	Inconnue
	Entretien	Bisannuel	Pas d'entretien	Annuel
Résultats obtenus	Exploitation des analyses physico-chimiques			
	Exploitation des bio-essais	Réduction de la cytotoxicité supposément attribuée au séparateur	Réduction importante de la cytotoxicité attribuée au séparateur	Non concernée
	Diagramme résumé des notations des démonstrateurs	Pas assez d'informations (retour d'expérience manquant)		

4.5.2.1. Compilation des différents retours d'expérience

Les retours d'expérience compilés ci-après sont relatifs aux démonstrateurs des entreprises 2 et 3, le retour d'expérience de l'entreprise 1 n'ayant pas pu être établi.

Le démonstrateur choisi dans le cadre du métier de la mécanique automobile possède trois particularités : la première, celle d'être un équipement de prétraitement des effluents exigé par l'arrêté d'autorisation de déversement délivré par la collectivité en charge du réseau d'assainissement ; la deuxième, celle de ne pas être une machine trouvant sa place dans la chaîne de production mais d'être une machine de prétraitement des effluents de l'entreprise ; et la troisième, d'être enterrée et donc invisible au quotidien pour l'entreprise.

C'est pourquoi les retours d'expérience des entreprises concernant l'efficacité du démonstrateur à retenir les pollutions sont à la fois très positifs et peu étayés : du moment qu'aucun problème suffisamment majeur pour être remarqué n'a eu lieu, comme une résurgence des effluents ou une odeur très forte, l'entreprise est satisfaite du séparateur car celui-ci n'entrave pas son activité quotidienne. Cependant, leur participation au projet LUMIEAU a permis une prise de conscience sur le niveau de pollution des effluents de leur entreprise, ainsi que du rôle du séparateur à hydrocarbures et de son efficacité, notamment à la vue des échantillons amont et aval radicalement différents. L'entreprise 2 a ainsi commencé à beaucoup mieux entretenir son sol ; l'entreprise 3 a pris conscience de l'ancienneté de son séparateur.

De plus, le séparateur étant entretenu -lorsqu'il l'est effectivement- par une entreprise extérieure, l'entreprise de mécanique automobile n'a que très peu d'interactions avec lui et subit donc beaucoup moins les éventuelles difficultés liées à sa gestion. Les retours concernant la praticité du séparateur sont donc globalement très positifs, car les aspects pratiques (emplacement, ouverture accessible...) impactent peu la production quotidienne de l'entreprise : hormis pour une petite partie de l'aire de travail de l'entreprise 3, dont la mauvaise inclinaison de la dalle nécessitait un travail manuel supplémentaire de raclage des eaux, aucun problème particulièrement n'a été signalé.

Il a été plus difficile de réunir des éléments caractéristiques de la durabilité des démonstrateurs. En effet, aucune des deux personnes en charge des entreprises 1 et 2 ne connaissaient la marque, la taille ou même l'année d'installation du séparateur, celle-ci ayant eu lieu avant la reprise de l'entreprise par ces personnes ; les historiques d'entretien du séparateur ou de problèmes survenus n'ont également pas pu être retracés. De même, les informations relatives aux coûts du séparateur n'ont pu être récoltées.

4.5.2.2. Comparaison des résultats par démonstrateur

A partir des analyses physico-chimiques réalisées dans les trois entreprises en phase démonstrateur, nous pouvons établir une comparaison de l'efficacité des trois démonstrateurs via le nombre de substances suivant les tranches de rendement calculé. Le tableau 41 ci-après résume les résultats par type de rendement pour les trois entreprises en phase démonstrateur, exprimés en nombre de paramètres et en pourcentage.

La première observation importante est que dans les trois cas, le nombre de paramètres non quantifiés est assez important (entre 25 et 27, soit entre 28% et 30% du total des paramètres). La diversité de micropolluants dans les effluents des trois entreprises est donc limitée.

De plus, on observe que l'efficacité (et donc les rendements positifs) des démonstrateurs est élevée pour les deux premiers démonstrateurs : cela concerne 44% des substances recherchées pour le démonstrateur n°1 et 46% pour le démonstrateur n°2. En revanche, cette efficacité tombe à 11% pour le démonstrateur n°3, dont le taux de paramètres au rendement négatif s'élève à 36%. Ce résultat peut traduire une moindre efficacité du séparateur à hydrocarbures ; il faut toutefois garder à l'esprit que la taille des entreprises 1 et 2 n'est pas comparable à celle de l'entreprise 3, les effluents sont donc beaucoup plus importants dans celle-ci.

Tableau 41 : Résultats des trois entreprises en phase démonstrateur. Source : CNIDEP

Type de rendement	Entreprise 1		Entreprise 2		Entreprise 3	
	Résultat chiffré	Pourcentage	Résultat chiffré	Pourcentage	Résultat chiffré	Pourcentage
Rendement positif élevé	38	43%	35	39%	3	3%
Rendement positif moyen	1	1%	6	7%	7	8%
Rendement très faible ou non significatif	3	3%	5	6%	7	8%
Rendement négatif	8	9%	6	7%	32	36%
Calcul non exploitable	8	9%	7	8%	13	15%
Substances non quantifiées	27	30%	26	29%	25	28%
Substances non recherchées	4	4%	4	4%	2	2%
TOTAL	89	100%	89	100%	89	100%

Nous pouvons observer sur le graphique 56 que les tendances de répartition des substances suivant leur quantification ou leur niveau de rendement sont proches pour les 2 premiers séparateurs à hydrocarbures, mais très différentes pour le troisième.

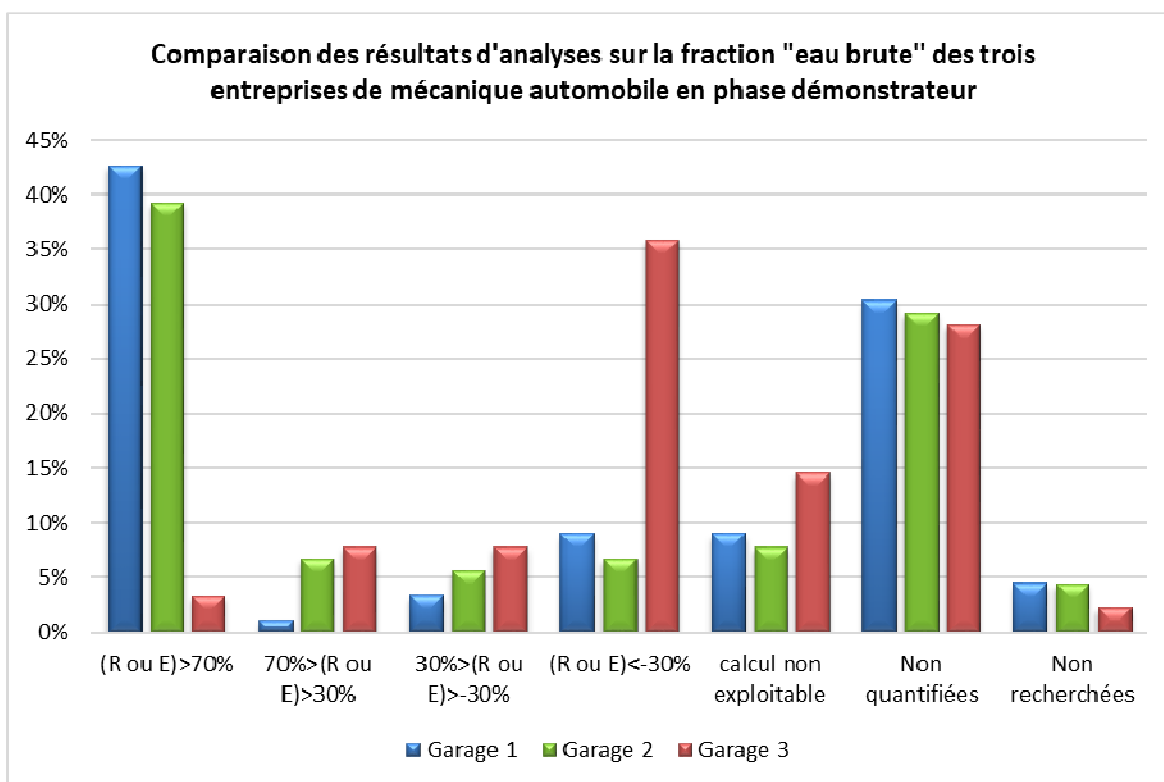


Figure 58 : Comparaison des trois démonstrateurs étudiés dans le cadre du projet LUMIEAU. Source : CNIDEP.

Par conséquent, au vu des résultats d'analyses obtenus, on observe que les deux premiers démonstrateurs ont un impact positif sur l'amélioration de la qualité des effluents des garages, mais que le troisième démonstrateur présente un impact plutôt négatif sur la qualité des effluents de la troisième entreprise.

La comparaison des résultats par famille de substances sera effectuée en partie 4.5.4 avec les résultats issus de la phase substitution.

4.5.3. Bilan de la phase substitution

Les principaux résultats obtenus lors de la phase démonstrateur en mécanique automobile sont présentés dans le tableau ci-dessous.

		Entreprise 1	Entreprise 2	Entreprise 3
Produits testés		Nettoyant Major Biovert Lave-glace Vitnet Auto	Dégraissant freins Major Font bio Diluant dégraissant Major SX 500	Dégraissant freins HPCNDCFREIN Lave-glace Idegreen
Résultats obtenus	Exploitation des analyses des effluents			
	Exploitation des analyses des produits bruts	<p>Major Biovert :</p> <ul style="list-style-type: none"> 17 paramètres détectés dont deux substances dangereuses prioritaires 		
	Diagramme résumé sur les produits testés principaux (en gras)	<p>Pas assez d'informations (retour d'expérience manquant)</p>		

4.5.3.1. Compilation des différents retours d'expérience

Les retours d'expérience compilés ci-après sont relatifs aux produits de substitution des entreprises 2 et 3, le retour d'expérience de l'entreprise 1 n'ayant pas pu être établi.

Il est important de signaler que les deux entreprises ont rapporté que le packaging des échantillons leur avait donné une impression négative : en effet, les contenants étaient peu adaptés au type de produit (pulvérisateur au lieu d'aérosol pour un dégraissant freins), sans étiquette mais avec le nom écrit à la main, avec une étiquette sale et abîmée, ou encore avec l'étiquette et le packaging d'un autre produit (dégraissant de cuisine au lieu de dégraissant freins). Cet élément est important car il révèle non seulement que la présentation d'un produit joue beaucoup dans l'appréciation de ses caractéristiques techniques en termes d'efficacité et de praticité, mais également que les appréciations récoltées ici ont été influencées par cette mauvaise impression. Ainsi le Major Font Bio et le HPCNDCFREIN n'ont pas été considérés comme efficaces ni pratiques notamment car étant sous forme de pulvérisateurs non ou mal étiquetés ; et le Major SX 500 n'a pas du tout été testé car son apparence abîmée n'a pas inspiré confiance au chef d'entreprise. Un autre point important concernant les deux dégraissants freins est que ceux-ci sont conçus pour un usage essentiellement en fontaine biologique de dégraissage, bien qu'ils soient également proposés en dégraissants manuels ; d'où les contenants « improvisés » des échantillons donnés par les fournisseurs. Néanmoins, le peu d'efficacité et de praticité des deux dégraissants freins ont également été jugées par les artisans sur les produits eux-mêmes, trouvés trop liquides et peu dégraissant. Le dégraissant frein HPCNDCFREIN sera néanmoins utilisé par l'entreprise 3 comme dégraissant toute surface. Le lave-glace Idegreen a en revanche été jugé aussi efficace qu'un lave-glace classique et également pratique.

L'absence de réaction cutanée ou d'odeur tenace désagréable ont donné des impressions très positives aux utilisateurs sur la moindre nocivité des produits testés pour leur santé. Néanmoins, les notes santé obtenues via l'outil de hiérarchisation étaient variées, allant de 1 pour le Major SX 500 à 4 pour le Major Font bio et le HPCNDCFREIN, en passant par 3 pour l'Idegreen.

Le risque incendie n'est apparu comme problématique que pour un seul produit : le lave-glace Idegreen, dont le point-éclair est de 44°C, ce qui a inquiété le chef technicien et la responsable de l'entreprise 3 quant à la possibilité de stocker le produit au magasin du service.

Pour ce qui est du critère environnemental, les impressions des utilisateurs étaient liées aux impressions ressenties concernant la santé, les personnes effectuant une corrélation positive entre les deux sujets (« ce qui est moins nocif pour la santé humaine est moins nocif pour l'environnement »). Les notes environnement obtenues via l'outil de hiérarchisation vont de 1 pour le Major SX 500 à 4 pour le Major Font bio et le HPCNDCFREIN en passant par 3 pour l'Idegreen. Enfin, des importants rejets au sol ont été mentionnés pour les deux dégraissants freins Major Font bio et HPCNDCFREIN, générant plus de déchets d'absorbants devant être traités comme déchets dangereux.

Enfin, en ce qui concerne les coûts des produits de substitution, nous avons pu noter que les coûts d'achat des produits étaient dans la moyenne de leur catégorie (d'après des échelles établies avec les coûts d'achat de 20 produits du même type) : ainsi le Major Font bio et l'Idegreen obtienne une note intermédiaire de 3, correspondant à un coût d'achat moyen, et le HPCNDCFREIN une note intermédiaire de 4, correspondant à un coût d'achat peu élevé. Cependant, d'autres raisons ont abaissé ces coûts d'achat pour parvenir aux coûts globaux : ainsi pour les deux dégraissants freins, du temps supplémentaire de travail est nécessaire et une quantité importante d'absorbants est générée et doit être évacuée en tant que déchet dangereux, ce qui n'a pas été le cas pour le lave-glace Idegreen. Néanmoins le HPCNDCFREIN ne présentait pas de surcoût par rapport au produit classique utilisé par l'entreprise 3, à la différence de l'Idegreen. Le coût du produit classique remplacé par Major Font bio n'était pas connu, la notion de surcoût n'a pu être intégrée.

4.5.3.2.

Commentaires sur les résultats de produits bruts

Le tableau suivant résume les informations que les analyses de produits bruts ont pu fournir pour chaque couple de produits étudiés. Pour le couple de l'entreprise 1 il n'a toutefois pas été possible d'analyser le produit classique : nous n'avons donc pas d'informations à comparer entre produit classique et produit de substitution pour cette entreprise.

Tableau 42 : Bilan des résultats d'analyses physico-chimiques des produits bruts des couples des trois entreprises de mécanique automobile. Source : CNIDEP

	Produit classique (C)	Produit de substitution (S)
Entreprise 1	<i>Pas d'information</i>	<ul style="list-style-type: none"> - 18 paramètres quantifiés - 1 substance dangereuse prioritaire (DEHP)
	<i>Pas d'information</i>	
Entreprise 2	<ul style="list-style-type: none"> - 15 paramètres quantifiés - 5 substances dangereuses prioritaires (Benzo-a-pyrène, benzo-ghi-pyrène, Indeno-123cd-pyrène, anthracène, DEHP) - 2 substances prioritaires (Fluoranthène, naphtalène) 	<ul style="list-style-type: none"> - 16 paramètres quantifiés - 1 substance dangereuse prioritaire (Anthracène) - 1 substance prioritaire (Naphtalène)
	5 paramètres pour lesquels [C] > [S] 13 paramètres pour lesquels [C] < [S]	
Entreprise 3	<ul style="list-style-type: none"> - 18 paramètres quantifiés - 2 substances dangereuses prioritaires (DEHP et anthracène) - 2 substances prioritaires (Fluoranthène, naphtalène) 	<ul style="list-style-type: none"> - 8 paramètres quantifiés
	14 paramètres pour lesquels [C] > [S] 5 paramètres pour lesquels [C] < [S]	

Dans un premier temps, nous pouvons constater que sur les 5 produits analysés, 4 d'entre eux contiennent une ou plusieurs substances dangereuses prioritaires et 3 contiennent également une ou plusieurs substances prioritaires. Les substances que l'on retrouve de manière récurrente dans ces quatre produits sont le DEHP, l'anthracène, le naphtalène et le fluoranthène.

Dans un second temps, nous remarquons que les résultats du couple de l'entreprise 3 sont très satisfaisants : nous passons de 18 paramètres dont 2 substances dangereuses prioritaires et 2 substances prioritaires dans le produit classique à seulement 8 dans son produit de substitution sans aucune substance dangereuse et/ou prioritaire. De plus, 14 paramètres présentent des concentrations dans le produit classique [C] supérieures à celles dans le produit de substitution [S] et seulement 5 paramètres présentent des concentrations supérieures dans le produit de substitution que dans le produit classique (dont quatre paramètres indicielles). La démarche de substitution du dégraissant frein classique R510 par le dégraissant frein de substitution HPCNDCFREIN semble donc réussie du point de vue des analyses physico-chimique de ces produits bruts. Pour le couple de l'entreprise 2 en revanche, les résultats sont moins tranchés : il y a 15 paramètres quantifiés dans le produit classique contre 16 dans le produit de substitution, celui-ci contenant une substance dangereuse prioritaire et une substance prioritaire contre respectivement 5 et 2 dans le produit classique. De plus, 13 paramètres présentent une concentration plus élevée dans le produit de substitution que dans le produit classique, contre 5 paramètres aux concentrations supérieures dans le produit classique.

4.5.4. Comparaison des résultats démonstrateur et substitution

4.5.4.1. Comparaison des rendements obtenus pour les 6 analyses d'effluents entrant et sortant des démonstrateurs

Nous avons choisi de comparer les six salves de résultats d'analyses des effluents entre elles afin de discuter de l'efficacité des séparateurs à hydrocarbures. Si nous gardons à l'esprit que les résultats vont par couple, chaque couple correspondant à un séparateur à hydrocarbure spécifique étudié dans une entreprise, nous allons considérer que la ponctualité des analyses nous permet de mettre en parallèle ces six séries de résultats. Nous avons ainsi nommé les séries de résultats par un sigle dont le G signifie « garage », le numéro renvoie au numéro de l'entreprise d'où sont issus les résultats, et la dernière lettre explicite la phase au cours de laquelle les analyses ont été réalisées : D pour « phase démonstrateur » et S pour « phase substitution ». Les six sigles sont ainsi :

- G1D : résultats obtenus pour l'entreprise 1 en phase démonstrateur
- G1S : résultats obtenus pour l'entreprise 1 en phase substitution
- G2D : résultats obtenus pour l'entreprise 2 en phase démonstrateur
- G2S : résultats obtenus pour l'entreprise 2 en phase substitution
- G3D : résultats obtenus pour l'entreprise 3 en phase démonstrateur
- G3S : résultats obtenus pour l'entreprise 3 en phase substitution

Les résultats sont présentés dans le tableau suivant et illustrés ensuite en figure 56 :

Tableau 43 : Comparaison des 6 séries de résultats obtenues en phases démonstrateur et substitution par rapport au séparateur à hydrocarbures. Source : CNIDEP

Rendement ou évolution	Résultats en nombre de paramètres et en pourcentage											
	G1D		G1S		G2D		G2S		G3D		G3S	
(R ou E)>70%	38	43%	42	47%	35	39%	41	46%	3	3%	3	3%
70%>(R ou E)>30%	1	1%	3	3%	6	7%	2	2%	7	8%	6	7%
30%>(R ou E)>-30%	3	3%	4	4%	5	6%	2	2%	7	8%	11	12%
(R ou E)<-30%	8	9%	7	8%	6	7%	4	4%	32	36%	32	36%
calcul non exploitable	8	9%	6	7%	7	8%	9	10%	13	15%	10	11%
Non quantifiées	27	30%	24	27%	26	29%	29	33%	25	28%	27	30%
Non recherchées	4	4%	3	3%	4	4%	2	2%	2	2%	0	0%
TOTAL	89	100%	89	100%	89	100%	89	100%	89	100%	89	100%

Nous pouvons tout d'abord observer que le nombre de substances non quantifiées est plutôt similaire dans les six jeux de résultats, allant de 24 à 29 substances et paramètres soit environ 30% des paramètres étudiés dans le cadre du projet LUMIEAU. Ces substances peuvent ne pas avoir été quantifiées car présentent en concentrations inférieures aux limites de quantification ; ou bien tout simplement parce qu'elles n'étaient pas présentes dans les effluents analysés.

Nous constatons ensuite que dans quatre séries de résultats que sont G1D, G1S, G2D, et G2S, une majorité de substances ont diminué en concentration entre l'amont et l'aval du séparateur à hydrocarbures, et que cette diminution est très élevée dans la plupart des cas (rendement positif très élevé). Les deux jeux de résultats G3D et G3S affichent à l'opposé un très faible nombre de substances (respectivement 10 et 9) pour lesquelles le séparateur a permis une diminution de concentration.

A l'inverse, les quatre premières séries de résultats affichent un faible nombre de substances dont les concentrations ont augmenté après passage au sein du séparateur ; G2S présente le plus faible nombre avec seulement 4 substances concernées par un rendement négatif. Pour G3D et G3S à l'inverse, 32 substances ont vu leur concentration augmenter entre l'amont et l'aval du séparateur à hydrocarbures, révélant l'inefficacité de celui-ci voire un relargage de substances accumulées.

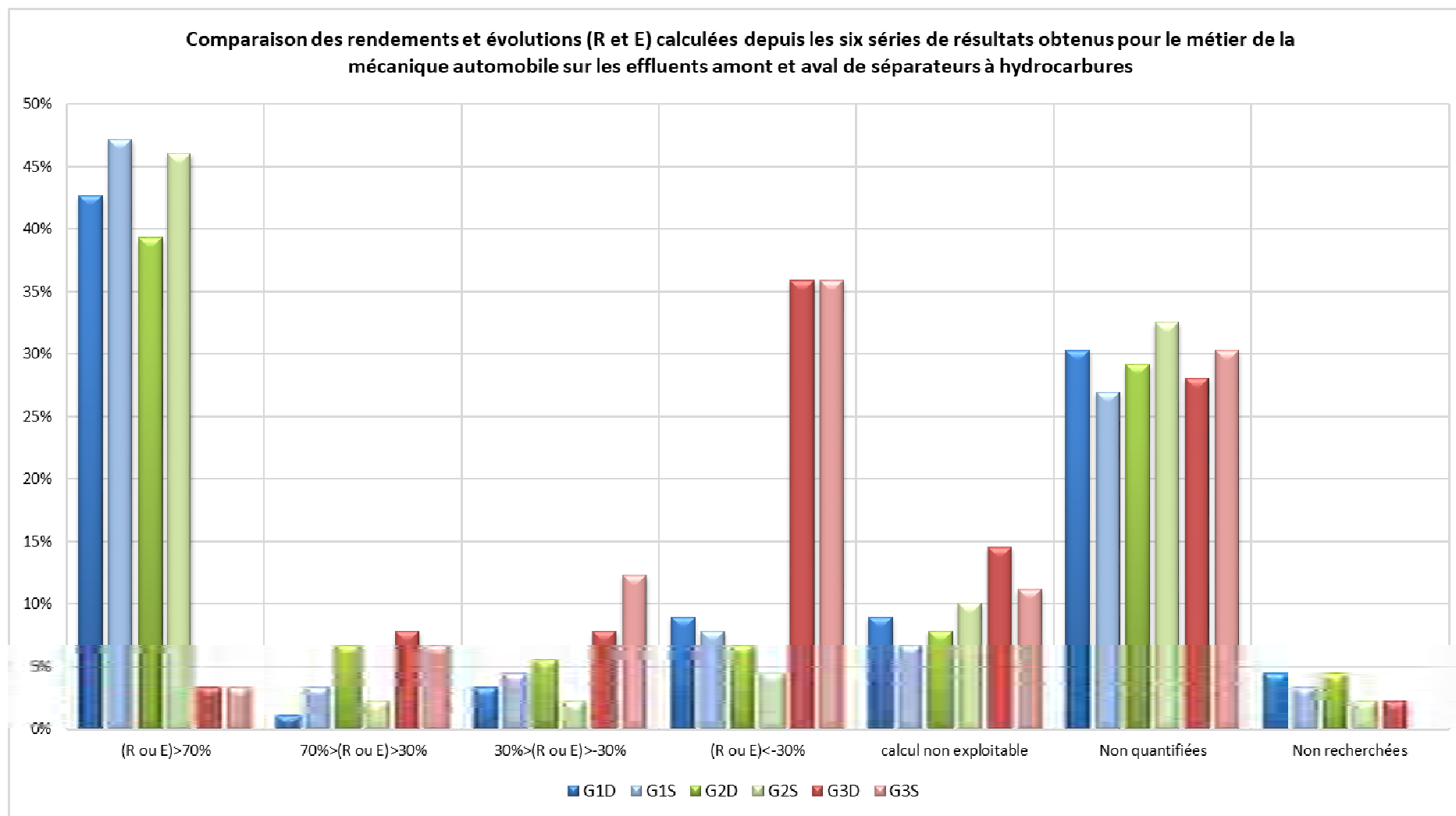


Figure 59 : Bilan des six séries de résultats d'analyses portant sur les effluents amont et aval des séparateurs à hydrocarbures des trois entreprises de mécanique automobile. Source : CNIDEP

4.5.4.2. Comparaison des rendements obtenus pour les 6 analyses d'effluents entrant et sortant des démonstrateurs par famille de substances

Nous allons à présent commenter les résultats de G1D, G1S, G2D, G2S, G3D et G3S par familles de paramètres. Le tableau 44, qui présente cette mise en parallèle des résultats en types de rendement, fait suite aux commentaires ci-dessous et se trouve en page 105.

Paramètres indiciaires

Nous allons tout d'abord nous attarder sur les deux paramètres les plus révélateurs de l'efficacité des séparateurs à hydrocarbures : les matières en suspension (MES) et l'indice hydrocarbures. Nous constatons que pour les six séries de résultats les rendements calculés pour les MES sont dans la classe des rendements positifs moyens et très élevés : nous en déduisons que les MES sont retenues de manière efficace par les séparateurs à hydrocarbures étudiés, et permettent aux effluents G1D, G1S et G2D de devenir conformes au règlement d'assainissement de l'Eurométropole de Strasbourg par rapport au seuil maximal de MES. Pour l'indice hydrocarbure en revanche, les évolutions sont positives très élevées pour les jeux de résultats G1D, G1S, G2D et G2S mais négatives pour les salves G3D et G3S : les démonstrateurs étudiés ne remplissent pas tous leur rôle de séparateurs des hydrocarbures, mais peuvent parfois au contraire favoriser un relargage important des hydrocarbures accumulés. Il est important aussi de noter que les valeurs de l'indice hydrocarbure pour les effluents G1S, G2D, G3D et G3S restent supérieures au seuil fixé par le règlement d'assainissement de l'Eurométropole de Strasbourg.

Les résultats des paramètres tels que l'azote, les sulfates et même les chlorures peuvent être commentés ensemble, car présentant le même profil : les résultats de G1D, G1S, G2D et G2S sont positifs (rendement positif élevé), tandis que ceux de G3D et G3S sont négatifs ou non significatifs. Les deux premiers séparateurs permettent donc de limiter de manière importante les rejets de ces micropolluants, à l'inverse du troisième séparateur. Les concentrations de nitrites et de nitrates en revanche sont largement diminuées dans les effluents grâce aux différents séparateurs étudiés.

En ce qui concerne les paramètres indicatifs de la biodégradabilité d'un effluent, les résultats sont plus hétérogènes : si dans les effluents en sortie de séparateur de G3D et G3S le carbone organique total, la DCO et la DBO5 augmentent de manière importante, ils diminuent au contraire dans les effluents de G1D et G1S, et présentent des évolutions très différentes dans les effluents de G2D et G2S. Par conséquent, le rapport DCO/DBO5 présente une évolution majoritairement positive (G2D, G2S et G3D).

Pour les paramètres restants, les évolutions sont également très hétérogènes. L'indice phénol présente une évolution positive très élevée pour les effluents en G1D, G1S et G2D, ainsi qu'une évolution positive moyenne pour les effluents en G2S, mais aucun résultat ne peut être discuté pour G3D comme pour G3S. Les évolutions concernant l'AOX sont positives élevées pour G1S, G2D et G2S mais non significatives pour G3D et G3S. Le fluorure ne présente des résultats exploitables que pour G2D et G2S, où les rendements sont positifs très élevés. Les chlorures présentent quant à eux des évolutions très disparates : positives pour G1D, G2D et G2S, non significative pour G1S et négatives pour G3D et G3S. Enfin, aucune conclusion ne peut être apportée concernant le cyanure, celui n'étant jamais quantifié ou ne pouvant faire l'objet d'un calcul de rendement exploitable.

Chlorophénols

Les chlorophénols ont été très peu quantifiés, et les résultats de seulement deux paramètres sont exploitables. Le 4-chloro-3-méthylphénol a été quantifiés pour les effluents en G3D, et présentent un rendement négatif qui atteste de l'augmentation de leur concentration en sortie de séparateur. Il en est de même pour le pentachlorophénol en G3D toujours, mais qui présente un résultat totalement opposé en G3S avec un rendement positif très élevé : étant donné que G3D et G3S concernent le même séparateur, les résultats sont étonnants.

Alkylphénols

Les résultats de cette famille de paramètres sont très hétérogènes. Tout d'abord, trois substances n'ont pas été quantifiées : le 4-n-nonylphénols, le 4-n-octylphénols et l'OP2OE. Le 4-ter-octylphénol quant à lui n'a été recherché et mesuré que dans les effluents de G3D et G3S, où ses concentrations ont augmenté en sortie de séparateur à hydrocarbures. A l'inverse, les résultats concernant l'OP1OE ne sont pas exploitables dans les effluents G3D et G3S, mais révèlent une augmentation de concentration d'OP1OE en G1D et G1S, ainsi qu'une diminution en G2S.

Les autres alkylphénols que sont NP1OE, NP2OE, le nonylphénol et l'octylphénol présentent des résultats totalement différents d'une série de résultats à l'autre, avec tour à tour des rendements positifs élevés, des rendements négatifs et des rendements non significatifs.

PBDE

Le BDE 209 n'a pas été quantifié en G3D et G3S et non recherché en G2D. Les résultats sont inexploitable en G1S et G2S, mais révèlent en G1D un rendement positif très élevé synonyme d'une diminution des concentrations dans les effluents en sortie du séparateur à hydrocarbures.

BTEX

Deux blocs de paramètres aux résultats similaires peuvent être distingués pour la famille des BTEX. Nous pouvons tout d'abord constater que le benzène et l'isopropylbenzène n'ont jamais été quantifiés, ce qui signifierait leur absence dans les effluents des trois garages étudiés. Concernant le deuxième bloc de paramètres (m+p-xylène, o-xylène, somme des xylènes, toluène et éthylbenzène), nous constatons que les deux principaux résultats sont des rendements négatifs ou des calculs non exploitables. Ainsi, dans les effluents de G1D tous les paramètres de ce bloc voient leur concentration augmenter en sortie de séparateur ; tandis que pour les effluents de G1S et G3D quasiment aucun résultat n'est exploitable. Pour les effluents de G2D, G2S et G3S, les résultats sont plus hétérogènes, avec une majorité de rendements négatifs pour m+p-xylène, o-xylène, somme des xylènes ; des calculs non exploitables pour l'éthylbenzène ; et un seul rendement positif moyen pour le toluène en G2D.

HAP

Pour cette famille des HAP, les résultats sont très hétérogènes, avec un panel de tous les rendements possibles. Il est toutefois intéressant de mettre en évidence que les HAP signalés en substances dangereuses prioritaires que sont le benzo-a-pyrène, le benzo-b-fluoranthène, le benzo-k-fluoranthène, le benzo-ghi-pyrène, l'indéno-123cd-pyrène et l'anthracène, présentent une majorité de rendements positifs : l'anthracène est la seule à présenter des rendements négatifs en G3D et G3S. Le fluoranthène, substance prioritaire, présente également une majorité de rendements positifs, hormis en G3S où le rendement est négatif. La deuxième substance prioritaire qu'est le naphthalène présente des résultats exploitables seulement en G1D où le rendement est négatif et en G1S où le rendement n'est pas significatif. Enfin, l'acénaphthène et le phénanthrène présentent des rendements positifs élevés et à l'opposé négatifs notamment pour les salves G3D et G3S.

Organoétains

Les organoétains sont globalement peu quantifiés : le tributyl étain cation, substance dangereuse prioritaire, n'est quantifiée qu'en G1S et révèle une diminution de ses concentrations grâce au séparateur. Le dibutyl étain cation n'est quantifié qu'en G1D et en G3D et présente également une diminution de concentration entre l'amont et l'aval des séparateurs. A l'inverse le monobutyl étain cation est toujours quantifié : il présente des rendements positifs dans toutes les salves de résultats, hormis pour G3S où le rendement négatif et traduit une augmentation de concentrations en sortie du séparateur.

PCB

Les PCB n'ont été quantifiés dans aucune série de résultat lors de cette étude.

Plastifiant

Le DEHP présente des évolutions de concentrations différentes, positives très élevées dans les effluents de G1S et G2S, et non significatives dans les effluents de G1D, G2D et G3S.

Autres

Les résultats de cette famille sont également très hétérogènes. Le dichlorométhane n'est jamais quantifié, ce qui suggère son absence dans les effluents des trois entreprises étudiées. Le PFOS, qui est une substance prioritaire dangereuse, n'est pas quantifié en G1D, G2D et G3S, et les résultats sont inexploitable en G1S et G3D ; néanmoins, il présente une augmentation de concentrations dans les effluents G2S. Le méthanol quant à lui n'a pas été quantifié en G2D et G2S ; et présente un rendement positif très élevé en G1S mais négatif en G3S. Pour finir le formaldéhyde alterne les rendements négatifs (G1D, G2D, G3D et G3S) et les rendements positifs très élevés (G1S et G2S).

Métaux

Les résultats sont beaucoup plus homogènes pour la famille des métaux qu'ils ne le sont pour les autres familles de paramètres. Les rendements sont tous positifs (et en grande majorité positifs très élevés) pour les effluents G1D, G1S, G2D et G2S, tandis qu'ils sont majoritairement négatifs pour les effluents G3D et G3S. Le cadmium, substance dangereuse prioritaire, suit ce schéma et présente une diminution importante de ses concentrations dans les quatre premières séries de résultats mais une augmentation de concentration dans les deux dernières séries. L'étain en revanche présente des rendements positifs dans toutes les séries de résultats. Par ailleurs, la deuxième substance prioritaire de la famille des métaux qui est le mercure n'est quantifié dans aucun effluent, ce qui est plutôt positif. Il en est de même pour le thallium, excepté en G2S où il est quantifié mais dont les résultats sont inexploitable.

Il est important de noter qu'au regard du règlement d'assainissement de l'Eurométropole de Strasbourg, les résultats sont contrastés. En effet, le fer présente systématiquement des concentrations supérieures au seuil qui lui est fixé. Les concentrations du zinc restent également supérieures au seuil pour G1S, G3D et G3S. En revanche, les séparateurs ont permis d'abaisser les concentrations de cuivre en-deçà du seuil fixé par le règlement d'assainissement dans les effluents G1D, G1S, G2D, G2S et G3D. Le manganèse, l'étain, le nickel et le plomb voient également leurs concentrations passer en dessous du seuil grâce au séparateur de l'entreprise 1. En revanche, l'aluminium et le zinc présentent des concentrations qui passent sous leur seuil respectif pour certains effluents mais également des concentrations qui restent supérieures aux seuils pour d'autres effluents.

Le tableau 44 ci-dessous présente résultats des six séries de résultats pour l'ensemble des substances étudiées dans le cadre du métier de la mécanique automobile, regroupés par famille de substance.

Légende concernant la catégorisation des substances	
Dangereuse prioritaire	Substance classée dangereuse prioritaire par la directive 2013/39/CEE
Prioritaire	Substance classée prioritaire par la directive 2013/39/CEE
RSDE STEU	Substance présente dans la liste de la circulaire DEB du 29 septembre 2010 (RSDE STEU 2ème phase)
Liste I et II	Substance présente dans les listes I et II de la directive 76/464/CEE
Non concernée	Substance non classée dans la DCE

Légende concernant les types de rendements	
R > 70%	Rendement positif élevé (supérieur à 70%)
30% < R < 70%	Rendement positif moyen (compris entre 30% et 70%)
-30% < R < 30%	Rendement faible ou non significatif (compris entre -30% et 30%)
R < -30%	Rendement négatif (inférieur à -30%)
calcul non exploitable	Rendement ne pouvant être calculé à cause d'incertitudes liées aux données
	Substance non quantifiée (rendement impossible à calculer)
	Substance non recherchées lors des analyses (résultat absent)

Tableau 44 : Tableau comparatif des résultats par famille de substances pour les six jeux de résultats relatifs aux trois entreprises de mécanique automobile. Source : CNIDEP

Famille	Paramètre	Code SANDRE	Rendement G1D	Rendement G1S	Rendement G2D	Rendement G2S	Rendement G3D	Rendement G3S
Paramètre indiciaire	AZOTE GLOBAL	1551	R > 70%	R > 70%	R > 70%	R > 70%	R < -30%	-30% < R < 30%
	AZOTE KJELDAHL	1319	R > 70%	R > 70%	R > 70%	R > 70%	R < -30%	-30% < R < 30%
	NITRATES	1340	R > 70%	R > 70%	R > 70%	calcul non exploitable	calcul non exploitable	R > 70%
	NITRITES	1339	R > 70%	R > 70%	R > 70%	R > 70%	30% < R < 70%	R > 70%
	AOX	1106		R > 70%	R > 70%	R > 70%	-30% < R < 30%	-30% < R < 30%
	MATIERES EN SUSPENSION	1305	R > 70%	R > 70%	R > 70%	R > 70%	R > 70%	30% < R < 70%
	CARBONE ORGANIQUE TOTAL	1841		R > 70%	-30% < R < 30%	-30% < R < 30%	R < -30%	R < -30%
	DCO	1314	R > 70%	R > 70%	30% < R < 70%	-30% < R < 30%	R < -30%	R < -30%
	DBO5	1313	R > 70%	R > 70%	-30% < R < 30%	R < -30%	R < -30%	R < -30%
	DCO/DBO5	nc	calcul non exploitable	-30% < R < 30%	30% < R < 70%	30% < R < 70%	30% < R < 70%	-30% < R < 30%
	CHLORURES	1337	30% < R < 70%	-30% < R < 30%	R > 70%	R > 70%	R < -30%	R < -30%
	SULFATE	1338	R > 70%	R > 70%	R > 70%	R > 70%	R < -30%	R < -30%
	CYANURE TOTAL	1390			calcul non exploitable	calcul non exploitable		calcul non exploitable
	FLUORURE	7073	calcul non exploitable	calcul non exploitable	R > 70%	R > 70%	calcul non exploitable	calcul non exploitable
	INDICE PHÉNOL	1440	R > 70%	R > 70%	R > 70%	30% < R < 70%	calcul non exploitable	
	INDICE HYDROCARBURE	7009	R > 70%	R > 70%	R > 70%	R > 70%	R < -30%	R < -30%
Chlorophénol	2-CHLOROPHENOL	1471						
	2,4-DICHLOROPHENOL	1486	calcul non exploitable	calcul non exploitable			calcul non exploitable	calcul non exploitable
	2,4,5-TRICHLOROPHENOL	1548						
	2,4,6-TRICHLOROPHENOL	1549						
	3-CHLOROPHENOL	1651						
	4-CHLOROPHENOL	1650						

	4-CHLORO-3-METHYLPHENOL	1636				calcul non exploitable	R < -30%	
	PENTACHLOROPHENOL	1235		calcul non exploitable			R < -30%	R > 70%
Alkylphénol	4-N-NONYLPHENOL	5474						
	4-TER-OCTYLPHENOL	1959		calcul non exploitable			R < -30%	R < -30%
	4-N-OCTYLPHENOL	1920						
	NP1OE	6366	R > 70%	R < -30%	30% < R < 70%	R > 70%	R < -30%	R < -30%
	NP2OE	6369	R > 70%	calcul non exploitable	R > 70%	R > 70%	R < -30%	R < -30%
	OP1OE	6370	R < -30%	R < -30%		R > 70%	calcul non exploitable	calcul non exploitable
	OP2OE	6371						calcul non exploitable
	NONYLPHENOLS	6598	R > 70%	-30% < R < 30%	R < -30%	R > 70%	R < -30%	R < -30%
	OCTYLPHENOLS	6600	-30% < R < 30%	R < -30%	R > 70%		R < -30%	
PBDE	BDE 209	1815	R > 70%	calcul non exploitable		calcul non exploitable		
BTEX	BENZENE	1114						
	ISOPROPYLBENZENE	1633						
	M+P-XYLENE	2925	R < -30%	calcul non exploitable	R < -30%	R < -30%	calcul non exploitable	R < -30%
	O_XYLENE	1292	R < -30%	calcul non exploitable	R < -30%	calcul non exploitable	calcul non exploitable	R < -30%
	SOMME DES XYLENES	1780	R < -30%	calcul non exploitable	R < -30%	R < -30%	calcul non exploitable	R < -30%
	TOLUENE	1278	R < -30%	calcul non exploitable	30% < R < 70%		calcul non exploitable	
	ETHYLBENZENE	1497	R < -30%	R < -30%	calcul non exploitable	calcul non exploitable	calcul non exploitable	calcul non exploitable
HAP	BENZO_A_PYRENE	1115	R > 70%	R > 70%	R > 70%	calcul non exploitable	-30% < R < 30%	30% < R < 70%
	BENZO_B_FLUORANTHENE	1116	R > 70%	R > 70%	30% < R < 70%	R > 70%	30% < R < 70%	30% < R < 70%

	BENZO_K_FLUORANTHENE	1117	R > 70%	30% < R < 70%	calcul non exploitable	calcul non exploitable	calcul non exploitable	calcul non exploitable
	BENZO_GHI_PERYLENE	1118	R > 70%	R > 70%	-30% < R < 30%	R > 70%	-30% < R < 30%	-30% < R < 30%
	FLUORANTHENE	1191	R > 70%	R > 70%	R > 70%	R > 70%	-30% < R < 30%	R < -30%
	INDENO_123CD_PYRENE	1204	calcul non exploitable	R > 70%	R > 70%	R > 70%	-30% < R < 30%	30% < R < 70%
	ACENAPHTENE	1453	R > 70%	R > 70%	R < -30%	calcul non exploitable	R < -30%	R < -30%
	ANTHRACENE	1458	R > 70%	R > 70%	R > 70%	R > 70%	R < -30%	R < -30%
	NAPHTALENE	1517	R < -30%	-30% < R < 30%	calcul non exploitable		calcul non exploitable	calcul non exploitable
	PHENANTHRENE	1524	-30% < R < 30%	R > 70%	R > 70%	R > 70%	R < -30%	R < -30%
Organoétain	MONOBUTYL ETAIN CATION	2542	R > 70%	R > 70%	R > 70%	R > 70%	R > 70%	R < -30%
	DIBUTYL ETAIN CATION	7074	R > 70%				R > 70%	calcul non exploitable
	TRIBUTYL ETAIN CATION	2879		R > 70%				
	TRIPHENYL ETAIN CATION	6372						
PCB	PCB_28	1239						
	PCB_52	1241						
	PCB_101	1242						
	PCB_118	1243						
	PCB_138	1244						
	PCB_153	1245						
	PCB_180	1246						
Plastifiant	DEHP	6616	-30% < R < 30%	R > 70%	-30% < R < 30%	R > 70%	calcul non exploitable	-30% < R < 30%
Autre	PFOS	6561		calcul non exploitable		R < -30%	calcul non exploitable	
	DICHLOROMETHANE	1168						
	METHANOL	2052		R > 70%	calcul non exploitable			R < -30%
	FORMALDEHYDE	1702	R < -30%	R > 70%	R < -30%	R > 70%	R < -30%	R < -30%
Métal	ALUMINIUM	1370	R > 70%	R > 70%	R > 70%	R > 70%	R < -30%	-30% < R < 30%
	ANTIMOINE	1376	R > 70%	R > 70%	R > 70%	R > 70%	R < -30%	R < -30%

ARGENT	1368		R > 70%	calcul non exploitable	R > 70%	R < -30%	30% < R < 70%
ARSENIC	1369	calcul non exploitable	R > 70%	R > 70%	R > 70%	R < -30%	R < -30%
BERYLLIUM	1377	calcul non exploitable	R > 70%	R > 70%	R > 70%	R < -30%	R < -30%
CADMIUM	1388	R > 70%	R > 70%	R > 70%	R > 70%	R < -30%	R < -30%
CHROME	1371	R > 70%	R > 70%	R > 70%	R > 70%	30% < R < 70%	-30% < R < 30%
COBALT	1379	R > 70%	R > 70%	R > 70%	R > 70%	R < -30%	R < -30%
CUIVRE	1392	R > 70%	R > 70%	R > 70%	R > 70%	30% < R < 70%	-30% < R < 30%
ETAIN	1380	R > 70%	R > 70%	R > 70%	R > 70%	30% < R < 70%	30% < R < 70%
FER	1393	R > 70%	30% < R < 70%	-30% < R < 30%	R > 70%	R < -30%	R < -30%
MANGANESE	1394	R > 70%	30% < R < 70%	R > 70%	R > 70%	R < -30%	R < -30%
MERCURE	1387						
MOLYBDENE	1395	R > 70%	R > 70%	30% < R < 70%	R > 70%	R < -30%	R < -30%
NICKEL	1386	R > 70%	R > 70%	R > 70%	R > 70%	R < -30%	R < -30%
PLOMB	1382	R > 70%	R > 70%	R > 70%	R > 70%	30% < R < 70%	R < -30%
SELENIUM	1385	calcul non exploitable	calcul non exploitable	R > 70%	calcul non exploitable	calcul non exploitable	calcul non exploitable
THALLIUM	2555				calcul non exploitable		
TITANE	1373	R > 70%	R > 70%	R > 70%	R > 70%	-30% < R < 30%	-30% < R < 30%
URANIUM	2558	calcul non exploitable	R > 70%	calcul non exploitable	R > 70%	-30% < R < 30%	-30% < R < 30%
VANADIUM	1384	R > 70%	R > 70%	R > 70%	R > 70%	R < -30%	R < -30%
ZINC	1383	R > 70%	R > 70%	R > 70%	R > 70%	R < -30%	R < -30%

4.5.5. Mise en parallèle des paramètres quantifiés avec ceux de l'étude DCE et artisanat

Même si le projet LUMIEAU-Stra et l'étude DCE et artisanat ne se sont pas déroulés de la même manière ni au même moment (le premier s'étant déroulé de 2014 à 2018, et la deuxième en 2014) ni dans les mêmes entreprises, il est possible de comparer une partie des résultats de ces deux projets notamment afin d'étudier les évolutions temporelles de deux panels d'effluents de garages artisanaux. En effet, l'étude DCE et artisanat a notamment permis d'identifier la récurrence de présence de certaines substances en se basant sur 10 prélèvements faits dans des entreprises différentes. Le projet LUMIEAU-Stra a, quant à lui, permis de faire quatre prélèvements par entreprises : deux en phase démonstrateur et deux en phase substitution ; soit six prélèvements au total en phase démonstrateur et six en phase substitution, que nous allons regrouper en 12 prélèvements en cohérence avec l'exploitation précédente des résultats. En exprimant le nombre de quantification de substances dangereuses et/ou prioritaires sur les douze prélèvements en pourcentage, il est possible de comparer les pourcentages de quantification de ces substances entre les deux projets.

Tableau 45 : Comparaison des pourcentage de quantification entre l'étude DCE et l'étude LUMIEAU pour le métier de la mécanique automobile.
Source : CNIDEP

Substances quantifiées	Pourcentage de quantification DCE (%)	Pourcentage de quantification LUMIEAU phases démonstrateur et substitution
DEHP	80	100
Cadmium	80	100
Nonylphénols linéaires et ramifiés	70	100
NP1OE	60	100
NP2OE	40	92
Benzo (k) fluoranthène (11,12)	50	92
Anthracène	40	100
Benzo (a) pyrène (3,4)	40	92
Benzo (b) fluoranthène (3,4)	40	100
Benzo (g,h,i) pérylène (1,12)	40	100
Indéno (1,2,3-c,d) pyrène	40	100
Tributylétain cation	30	17
Mercure	10	0
PFOS	10	20
Nickel	100	100
Plomb	90	100
Fluoranthène	70	100
Octylphénols	60	67
Naphtalène	40	33
Dichlorométhane	20	0
Pentachlorophénol	20	42
OP1OE	20	67
OP2OE	10	8
Benzène	10	0
Décabromodiphényléther (BDE209)	10	25

Nous pouvons tout d'abord constater que globalement les 25 paramètres étudiés ici sont plus quantifiés dans l'étude LUMIEAU que dans l'étude DCE, avec notamment 11 paramètres quantifiés dans tous les prélèvements LUMIEAU et 3 paramètres quantifiés dans 92% des prélèvements LUMIEAU. Pour les autres paramètres, les résultats de quantification sont très similaires entre les deux études, et ne sont généralement supérieurs que de 10% à 20% dans l'étude LUMIEAU par rapport à l'étude DCE.

Nous pouvons en déduire que les résultats de l'étude DCE comme ceux du projet LUMIEAU ne sont pas spécifiques des entreprises volontaires, mais plutôt représentatifs du métier.

5. Conclusion

L'étude sur le métier de la mécanique automobile a permis de mettre en avant des perspectives intéressantes dans le cadre de ce projet. En effet, les résultats obtenus sont plutôt encourageants, car ils tendent vers une amélioration de la qualité des rejets des entreprises de mécanique automobile artisanales, vers une utilisation de produits moins polluants et vers une amélioration des pratiques. Il est important de souligner que les personnes utilisatrices doivent être formées et sensibilisées à l'usage de des technologies de prétraitement des effluents et des produits moins polluants, et ce dès la formation initiale en apprentissage.

Concernant les démonstrateurs, même s'il n'est pas possible de faire de conclusion générale en ne se basant que sur les trois séparateurs à hydrocarbures testés dans les trois entreprises, on peut noter que pour deux d'entre elles le séparateur à hydrocarbures permet clairement une réduction des concentrations de micropolluants tandis que dans la troisième il semblerait au contraire favoriser un relargage des micropolluants. En l'absence totale d'informations portant sur les différents séparateurs étudiés, nous ne pouvons pas relier ces différences de résultats à une ou plusieurs causes. Un certain lissage des résultats dans les effluents aval pourrait illustrer un effet tampon de la part des séparateurs à hydrocarbures, qui éviterait une répercussion des pic d'émission de polluants dans le réseau. Nous rappelons qu'un entretien annuel doit être effectué par un prestataire agréé afin d'éviter l'encombrement des séparateurs et veiller à leur bon fonctionnement, et qu'un séparateur doit être renouvelé et correctement dimensionné d'après l'activité de l'entreprise.

Concernant les produits de substitution, il n'est pas possible de faire de conclusion générale en se basant seulement sur les six produits mis en test, qui n'étaient pas de même nature (dégraissants freins, lave-glace, nettoyant sol...). De plus, les comparaisons faites ici ne peuvent pas s'appliquer à toutes les entreprises de mécanique automobile puisque toutes n'utilisent pas les mêmes produits classiques, n'ont pas la même taille et donc les mêmes besoins en termes de produits de substitution, n'ont pas les mêmes pratiques, etc. Cependant, on peut noter que la plupart des produits de substitution testés dans ce projet présentent des avantages en termes de santé pour les utilisateurs. D'autre part, des substances dangereuses ont parfois été retrouvées dans la composition de ces produits, et il n'est pas possible de conclure sur une réelle amélioration des rejets suite à leur utilisation. La substitution d'un ou deux produits ne semble donc pas être suffisante pour supprimer les impacts des rejets des eaux de lavage des sols des garages, mais doit être globalisée à un plus grand nombre de produit au sein de l'entreprise et combinée à des technologies propres qui permettent d'éviter ou qui prétraitent les rejets polluants dans le réseau d'assainissement.

D'un point de vue méthodologique, le couplage des analyses physico-chimiques et des bioessais a permis d'avoir des résultats plus complets puisque ces deux techniques n'étudient pas les mêmes paramètres. L'utilisation des bioessais comme méthode de mesure du danger chimique est une approche qui tend à se systématiser. Complémentaire de l'approche analytique par quantification physico-chimique, elle permet d'apprécier et de quantifier, sans *a priori* et sans biais de sélection de substance, les effets délétères sur le vivant qui peuvent résulter d'une exposition à une solution complexe inconnue. Intégrative puisqu'elle prend en compte non seulement l'action de chaque substance contenue dans l'échantillon, quelle que soit sa nature, mais aussi l'action résultant de l'association de toutes les substances ensemble (effet cocktail), les bioessais nécessitent néanmoins un changement conceptuel dans la façon d'interpréter les données. Par nature différentes de celles obtenues par analyses physico-chimiques, les données résultant de la mise en œuvre des bioessais ne peuvent donc être interprétées à l'aune des mêmes principes. A ce prix, ils permettent de mettre en perspectives les quantifications physico-chimiques en dotant les échantillons, et les listes de substances identifiées qui y sont associées, d'un sens très concret : leur capacité à nuire aux mécanismes fondamentaux du vivant et à sa survie dans le milieu qui l'abrite.

Certaines difficultés spécifiques au travail sur le métier de la mécanique automobile ont été rencontrées. Tout d'abord, il fut difficile de maintenir les échanges avec la ou les personnes interlocutrices du projet, ou bien d'accéder à celles ayant effectivement testé les produits de substitution afin de recueillir leur retour d'expérience. Un manque d'informations fut donc à déplorer en partie pour cette raison. Une deuxième source de manque de données est liée au démonstrateur choisi, le séparateur à hydrocarbures : en tant qu'installation de prétraitement des effluents, obligatoire et enterrée, le séparateur n'a aucun impact sur le travail productif des garages et ne suscite donc pas spécialement l'intérêt de ces derniers. Les informations relatives au séparateur (taille, marque, date d'installation...) sont donc peu gardées par les entreprises, et perdues lors de la transmission de l'entreprise à une nouvelle personne. Il a été ainsi impossible de connaître les informations relatives

au séparateur et ce pour les trois entreprises participantes. Le fait d'avoir choisi les séparateurs comme démonstrateur à étudier a également soulevé une deuxième difficulté : en effet, les séparateurs recueillent les eaux de lavage du sol des garages, et contiennent donc un panel très important de produits utilisés. En analysant les effluents sortant ou entrant dans le séparateur, il est donc impossible de déterminer la provenance des substances et de relier l'augmentation de certaines concentrations avec l'utilisation d'un produit en particulier. Enfin, nous avons pu constater une grande méfiance des garagistes envers les emballages d'allure peu « professionnelle » de certains produits. Si la forme n'était pas adaptée à la profession ou si la présentation était peu soignée, les travailleurs en concevaient une opinion défavorable pour le produit avant même son utilisation.

Un ensemble de difficultés rencontrés dans les quatre métiers étudiés du projet Artisanat LUMIEAU-Stra, suivi de pistes d'améliorations en vue de la reproductibilité d'un projet similaire, sont développées dans le livrable 3.1.e « Difficultés rencontrées dans l'étude Artisanat et pistes d'améliorations méthodologiques ».

Dans le cadre du projet, les résultats produits et les méthodologies mises en œuvre constituent une solide base de travail. Ce travail permet d'orienter les pistes de réduction à la source chez les artisans et d'aider à la mise en place d'actions opérationnelles, comme les opérations collectives. Les conclusions de ce travail devront être alimentées et mises à jour au fur et à mesure de la production de nouvelles données.

Pour finir, nous rappelons que les changements de pratiques constatés à ce jour sont principalement le fait de chef-fe-s d'entreprise convaincu-e-s et volontaires pour réduire les impacts sur l'environnement de leurs entreprises. Il est pour cela indispensable que les entreprises artisanales soient soutenues techniquement et financièrement par les Chambres de métiers, les collectivités et organismes financeurs afin de susciter l'intérêt et la motivation de ces entreprises dans le processus de changement de pratiques.

6. Glossaire

Base SIRENE : base de données qui regroupe des informations telles que les numéros SIREN et SIRET, les statuts, le nombre de salariés... concernant les entreprises françaises.

Bio-essai : Technique d'analyse mise en œuvre par Tronico Vigicell et consistant à mettre en contact différents types de cellules vivantes avec les eaux des effluents afin de mesurer Les altérations létales et sub-létales engendrées par les micropolluants, contenus dans ces eaux, sur les différentes fonctions caractéristiques du vivant.

Cytotoxicité : Propriété d'un agent chimique ou biologique (ou ici un effluent) à entraîner la mort des cellules par destruction totale ou partielle de son intégrité physique.

Diuron : Substance chimique pesticide, utilisée pour ses propriétés désherbantes.

Produit de substitution : produit ayant la même fonction qu'un produit habituellement utilisé par l'entreprise, mais ayant *a priori* moins d'impacts négatifs sur l'environnement et la santé.

RSDE : programme national concernant les Rejets de Substances Dangereuses dans les Eaux. L'un des objectifs de ce programme est d'améliorer les connaissances sur les substances dangereuses dans l'eau telles que les micropolluants.

Séparateurs à hydrocarbures : Désigne une installation de prétraitement des effluents contenant des hydrocarbures. Par abus de langage, les séparateurs à hydrocarbures désignent les installations les plus courantes, à savoir les débourbeurs-déshuileurs (deux compartiments, l'un de sédimentation des boues et l'autre de décantation des huiles).

7. Liste des sigles et abréviations

AERM : Agence de l'Eau Rhin Meuse

AFB : Agence Française pour la Biodiversité

BTEX : Benzène, Toluène, Ethylbenzène et Xylène

CMA : Chambre de Métiers et de l'Artisanat

CNIDEP : Centre National d'Innovation pour le Développement Durable et l'Environnement dans les Petites entreprises

CNPA : Conseil National des Professions de l'Automobile

COPMA : Corporation des Professions des Métiers de l'Automobile

COFRAC : Comité français d'accréditation

COHV : Composés Organiques Halogènes Volatils

COV : Composé Organique Volatil

CSIB : Chambre Syndicale des Industries du Bois du Bas-Rhin

DBO5 : Demande Biologique en Oxygène pendant cinq jours

DCE : Directive Cadre sur l'Eau

DCO : Demande Chimique en Oxygène

DEHP : Di(EthylHexyl)Phtalate

ECHA : European Chemical Agency

EMS : EuroMétropole de Strasbourg

EPI : Equipement de Protection Individuel

EVEMAT : EValuation Environnement de MATériel

FdS: Fiches de Données de Sécurité

FFB : Fédération Française du Bâtiment

FNAA : Fédération National de l'Artisanat de l'Automobile

FT : Fiche Technique

GESTE : GESTion Territoriale de l'Eau et de l'Environnement

HAP : Hydrocarbure Aromatique Polycyclique

INRS : Institut National de Recherche et de Sécurité

INSEE : Institut National de la Statistique et des Etudes Economiques

LUMIEAU-Stra : LUTte contre les Micropolluants dans les Eaux Urbaines à Strasbourg

LQ: Limite de Quantification

MEDDE : Ministère de l'Ecologie, du Développement Durable et de l'Energie

MES : Matières en suspension

NAFA : Nomenclature d'Activités Françaises de l'Artisanat

ONEMA : Office National de l'Eau et des Milieux Aquatiques

OP : Organisations Professionnelles

PBDE : Polybromodiphényléthers

PBT: Persistent, bioaccumulative and/or Toxic

PCB : Polychlorobiphényle

PFOS : Acide PerFluoroOctaneSulfonique

PME : Petite et Moyenne Entreprise

RAEMS : Règlement d'assainissement de l'Eurométropole de Strasbourg

RM : Répertoire des Métiers

SANDRE : Service d'Administration Nationale des Données et Référentiel sur l'Eau

UNEC : Union Nationale des Entreprises de la Coiffure

vPvB: very Persistent and very Bioaccumulative

8. Bibliographie

- [1] : **Agence Française pour la Biodiversité, Ministère de l'Environnement**, Micropolluants dans les eaux urbaines, innovations et changements de pratiques, Source : <http://www.onema.fr/AAP-micropolluants-eaux-urbaines>
- [2] : **Ministère de la Transition écologique et solidaire**, Lutte contre les pollutions de l'eau, source : <https://www.ecologique-solidaire.gouv.fr/lutte-contre-pollutions-leau#e4>
- [3] : **Strasbourg métropole**, LUMIEAU-Stra : réduire les micropolluants à la source, source : <http://www.strasbourg.eu/environnement-qualite-de-vie/eau-assainissement/projet-lumieau-stra>
- [4] : **CMA Alsace, 2016** : Chiffres clés de l'artisanat par la CMA d'Alsace, Registre des entreprises. CMA Alsace, 2p
- [5] : **Ministère de l'économie, de l'industrie et du numérique, 2016** : Chiffres clé de l'artisanat, édition 2016, 6p. Source : http://www.entreprises.gouv.fr/files/files/directions_services/etudes-et-statistiques/Chiffres_cles/Artisanat/2016-06-Chiffres-cles-artisanat.pdf
- [6] **CNIDEP, 2014** : Étude DCE & Artisanat, Décembre 2011 – Décembre. 2014 : Caractérisation des substances Dangereuses dans les rejets des activités artisanales.70p
- [7] : **VINCENT, BONTHOUX, MALLET, IPARRAGUIRRE & RIO, 2005** : Méthodologie simplifiée d'évaluation du risque chimique, Cahiers de notes documentaires n°200, INRS.
- [8] : **F. EYMERY, J.-M. CHOUBERT, B. LEPOT, J. GASPERI, J. LACHENAL, M. COQUERY, 2011**: Guide technique opérationnel : Pratiques d'échantillonnage et de conditionnement en vue de la recherche de micropolluants prioritaires et émergents en assainissement collectif et industriel, Première version. Irstea/Cemagref, 85p.
- [9] : **J.-M. CHOUBERT, S. MARTIN-RHUEL, H. BUDZINSKI, C. MIEGE, M. ESPERANZA, C. SOULIER, C. LAGARRIGUE, M. COQUERY** : Evaluer les rendements des stations d'épuration. Apports méthodologiques et résultats pour les micropolluants en filières conventionnelles et avancées, p 4-6.
- [10] : **CNIDEP, 2010** : DCE et artisanat. 3^{ème} partie : projet de caractérisation des substances dangereuses, p10.
- [11] : **INRS, 2013** : Pentachlorophénol et sels de sodium et de potassium, fiche toxicologique n°11, source : http://www.inrs.fr/publications/bdd/fichetox/fiche.html?refINRS=FICHETOX_11
- [12] **INERIS, 2016** : Les substances dangereuses pour le milieu aquatique dans les rejets industriels - Action nationale de recherche et de réduction des rejets de substances dangereuses dans l'eau par les installations classées (RSDE) – Seconde phase - Retour d'expérience sur le volet métrologique, p7-13.
- [13] **A. BECUE, R. NGUYEN, 2005** : Etude de l'analyse des alkylphénols, INERIS et Ministère de l'Ecologie et du Développement Durable Direction de l'Eau, p 6-9.
- [14] , **J.-M. BRIGNON, C. LENOBLE, 2017** : Octylphénols et éthoxylates, INERIS, p 4, source : <https://www.google.com/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=1&ved=0ahUKEwj3r-Tr2eHbAhWIShQKHcLRcfsQFggUAAA&url=https%3A%2F%2Fsubstances.ineris.fr%2Ffr%2Fsubstance%2FgetDocument%2F2607&usq=AOvVaw0-RxVvPSc1ZSLF1x3a-OTF>
- [15] **S. KINANI, S. BOUCHONNET, J. ABJEAN ET C. CAMPARGUE, 2007** : Le point sur les polybromodiphényléthers : contamination environnementale et méthodes physico-chimiques d'analyse, 8p
- [16] **D. BERRYMAN, J. BEAUDOIN, S. CLOUTIER, D. LALIBERTÉ, F. MESSIER, H. TREMBLAY, A. MOISSA, 2009** : Les polybromodiphényléthers (PBDE) dans quelques cours d'eau du Québec méridional et dans l'eau de consommation produite à deux stations de traitement d'eau potable, Québec, ministère du Développement durable, de l'Environnement et des Parcs, Québec, Direction du suivi de l'état de l'environnement, 978-2-550-57377-7(PDF), 18 pages et 3 annexes.

- [17] **INERIS, 2004** : Exposition par inhalation au benzène, toluène, éthylbenzène et xylènes (BTEX) dans l'air, p4 à 6.
- [18] **Air Breizh, La qualité de l'air en Bretagne** : Les Hydrocarbures Aromatiques Polycycliques (HAP), source : <http://www.airbreizh.asso.fr/polluants/les-hydrocarbures-aromatiques-polycycliques-hap/>
- [19] **Centre Interprofessionnel Technique d'Etudes de la Pollution Atmosphérique** : Hydrocarbures Aromatiques Polycycliques – HAP, source : <https://www.citepa.org/fr/air-et-climat/polluants/polluant-organiques-persistants/hydrocarbures-aromatiques-polycycliques>
- [20] **IFREMER environnement** : Contaminants chimiques- Les composés organostanniques, source : http://envlit.ifremer.fr/region/basse_normandie/qualite/contaminants_chimiques/les_composes_org_anostanniques
- [21] **INERIS-AQUAREF, 2011** : Journée technique – Analyse des organoétains, 118 diaporamas.
- [22] **J-P ANGER, 2001** : L'étain et les organoétains dans l'environnement, Annales de Toxicologie Analytique, vol. XIII, n° 3, source : <https://www.ata-journal.org/articles/ata/pdf/2001/03/ata20013p196.pdf>
- [23] **Actu-environnement**: Dictionnaire environnement, PolyChloroBiphényle (PCB), source: https://www.actu-environnement.com/ae/dictionnaire_environnement/definition/polychlorobiphenyle_pcb.php4
- [24] **Région Hauts-de-France**, PCB/PCT, source : <http://www.dechets.picardie.fr/spip.php?rubrique46>
- [25] **INRS, 2007** : Biphényles chlorés, fiche toxicologique n°194, source : http://www.inrs.fr/publications/bdd/fichetox/fiche.html?refINRS=FICHETOX_194§ion=pathologieToxicologie
- [26] **GreenFacts** : Di(2-ethylhexyl)phtalate (DEHP), source : <https://www.greenfacts.org/fr/glossaire/def/di-ethylhexyl-phtalate-dehp.htm>
- [27] **INERIS, Données technico-économiques sur les substances chimiques en France, 2005**: Di(2-ethylhexyl)phtalate, 32p.
- [28] **INRS, 2013** : Acide perfluorooctanesulfonique et ses sels (PFOS et ses sels), Fiche toxicologique n°298, 13p.
- [29] **ANSES** : Formaldéhyde, les fiches CMR, source : https://www.substitution-cmr.fr/index.php?id=112&tx_kleecmr_pi3%5Buid%5D=23&tx_kleecmr_pi3%5Bonglet%5D=1&cHash=176e6a4d07
- [30] **INRS, 2018** : Méthanol, fiche toxicologique n°5, source : http://www.inrs.fr/publications/bdd/fichetox/fiche.html?refINRS=FICHETOX_5
- [31] **INRS, 2013** : Dichlorométhane, http://www.inrs.fr/publications/bdd/doc/solvant.html?refINRS=SOLVANT_75-09-2
- [32] **Sénat** : Les effets des métaux lourds sur l'environnement et la santé – Les métaux lourds et la santé, source : <https://www.senat.fr/rap/100-261/100-26194.html>
- [33] **J. BAUMONT, C. CHATELLIER, F. LE TREMAU, 2012** : Influence des matières en suspension sur le dosage de polluants organiques dans les eaux de rejet : étude des organoétains, composés perfluorés et des chloroalcane à chaînes courtes, programme AQUAREF, INERIS, p 17, source : https://www.aquaref.fr/system/files/IA02_DRC_12_118929_01419A_VF.pdf
- [34] **N. GUIGUES, M. COROLLER, 2004** : Etude de l'influence des matières en suspension sur la concentration en phosphore, bore, cuivre, zinc, et autres métaux lourds dans l'eau, en aval d'une centrale nucléaire située dans la vallée de la Loire, BRGM/RP-52750-FR, p 4, source : <http://infoterre.brgm.fr/rapports/RP-52750-FR.pdf>
- [35] **P. ROBERT et al., 2006** : Impact des matériaux de toitures sur la contamination métallique des eaux de ruissellement urbains. 17èmes journées scientifiques de l'environnement : le citoyen, la ville et l'environnement, May 2006, Créteil, France JSE-2006,2007, <hal. 00182628>

9. Table des illustrations

Figure 1 : Répartition des entreprises artisanales par secteur d'activité au niveau national en 2013. Source : Artisanat.fr.....	12
Figure 2 : Schéma de l'organisation générale appliquée dans chaque entreprise artisanale sélectionnée. Source : CNIDEP.....	17
Figure 3 : Schéma de fonctionnement d'un séparateur à hydrocarbures. Source : CNIDEP.....	19
Figure 4 : Extraction de l'outil de hiérarchisation du risque chimique: tableau de résultat final. Source : CNIDEP.....	20
Figure 5 : Schéma résumant le positionnement des six prélèvements. Source : CNIDEP.....	22
Figure 6 : Schéma des prélèvements effectués au sein des séparateurs à hydrocarbures. Source : CNIDEP.....	22
Figure 7 : Bio-essais réalisés pour le métier Mécanique automobile par Tronico-VigiCell. Source : Rapport d'analyses de Tronico-Vigicell.....	26
Figure 8 : Représentation graphique des résultats des bio-essais sur les échantillons fournis. Source : Tronico-Vigicell.....	27
Figure 9 : Exemple de graphique étoilé permettant de représenter la notation obtenue par un produit. Source : CNIDEP.....	30
Figure 10 : Séance de lavage du sol de l'atelier de l'entreprise 1, jour de la première campagne de prélèvements. Source : CNIDEP.....	33
Figure 11 : Amont du séparateur à hydrocarbures, entreprise 1. Source : CNIDEP.....	34
Figure 12 : Aval du séparateur à hydrocarbures, entreprise 1. Source : CNIDEP.....	34
Figure 13 : Echantillon aval, Garage 1, phase démonstrateur. Source : CNIDEP.....	34
Figure 14 : Evolution du pH et de la conductivité entre l'amont et l'aval, Garage 1, phase démonstrateur. Source : CNIDEP.....	35
Figure 15 : Synthèse de l'exploitation des résultats d'analyse physico-chimique en entreprise 1 en phase démonstrateur.....	36
Figure 16 : Légende des sélection du tableau des substances. Source : CNIDEP.....	36
Figure 17 : Evolution des concentrations par rapport au seuil du RAEMS entre aval et amont du séparateur, entreprise 1, phase démonstrateur. Source : CNIDEP.....	39
Figure 18 : Résultats des bio-essais pour les prélèvements faits en entreprise 1 en phase démonstrateur.....	40
Figure 19 : Evolution du pH et de la conductivité entre l'amont et l'aval, Garage 1, phase substitution. Source : CNIDEP.....	45
Figure 20 : Synthèse de l'exploitation des résultats d'analyse physico-chimique en entreprise 1 en phase substitution. Source : CNIDEP.....	46
Figure 21 : Légende des sélection du tableau des substances. Source : CNIDEP.....	46
Figure 22 : Evolution des concentrations par rapport au seuil du RAEMS entre aval et amont du séparateur, entreprise 1, phase substitution. Source : CNIDEP.....	49
Figure 23 : Rigole de collecte encombrée entreprise 2, phase démonstrateur. Source : CNIDEP.....	51
Figure 24: Prélèvement en amont du séparateur, phase démonstrateur, entreprise 2. Source : EMS	52
Figure 25: Prélèvement en aval du séparateur, phase démonstrateur, entreprise 2. Source : EMS ...	52
Figure 26: Aspect visuel des échantillons d'eaux en amont et en aval du séparateur, phase démonstrateur, entreprise 2. Source : EMS.....	52
Figure 27 : Evolution du pH et de la conductivité entre l'amont et l'aval, entreprise 2, phase démonstrateur. Source : CNIDEP.....	53
Figure 28 : Synthèse de l'exploitation des résultats d'analyse physico-chimique en entreprise 2 en phase démonstrateur. Source : CNIDEP.....	53
Figure 29 : Légende des sélection du tableau des substances. Source : CNIDEP.....	54
Figure 30 : Evolution des concentrations par rapport au seuil RAEMS, entreprise 2, Démonstrateur. Source : CNIDEP.....	58
Figure 31 : Résultats des bio-essais pour les prélèvements faits en entreprise 1 en phase démonstrateur. Source : Tronico Vigicell, 2018.....	59
Figure 32 : Notations attribuées au séparateur à hydrocarbures en fonction des résultats d'analyses physico-chimiques et du retour d'expérience, entreprise 2, phase démonstrateur. Source : CNIDEP.	61
Figure 33: Major Font bio, entreprise 2. Source : CNIDEP.....	63
Figure 34: Major SX 500, entreprise 2. Source : CNIDEP.....	63
Figure 35 : Comparaison des deux échantillons de produits en nombre de paramètres et de leur concentration, entreprise 2. Source : CNIDEP.....	65

Figure 36 : Echantillons amont et aval, entreprise 2. Source : CNIDEP	65
Figure 37 : Evolution du pH et de la conductivité entre l'amont et l'aval, entreprise 2, substitution. Source : CNIDEP.....	66
Figure 38 : Synthèse de l'exploitation des résultats d'analyse physico-chimique en entreprise 2 en phase substitution. Source : CNIDEP	66
Figure 39 : Légende des sélection du tableau des substances. Source : CNIDEP.....	67
Figure 40 : Evolution des concentrations des paramètres par rapport au seuil du RAEMS entre amont et aval, phase substitution, entreprise 2. Source : CNIDEP.....	70
Figure 41 : Notations attribuées au dégraissant Major Font Bio de l'entreprise 2 d'après les résultats d'analyses sur produit brut et du retour d'expérience. Source : CNIDEP	72
Figure 42: Vue de l'atelier du service PVA. Source : CNIDEP.....	73
Figure 43: Nettoyage du sol de l'atelier. Source : EMS.....	73
Figure 44: Prélèvement amont, phase démonstrateur, entreprise 3. Source : EMS	73
Figure 45 : Aspects visuels des échantillons amont et aval de l'entreprise 3, phase démonstrateur. Source: EMS.....	74
Figure 46 : Evolution du pH et de la conductivité entre l'amont et l'aval, entreprise 3, phase démonstrateur. Source : CNIDEP	74
Figure 47 : Synthèse de l'exploitation des résultats d'analyse physico-chimique en entreprise 3 en phase démonstrateur. Source : CNIDEP	75
Figure 48 : Légende des sélection du tableau des substances. Source : CNIDEP.....	75
Figure 49 : Evolution des concentrations par rapport au seuil RAEMS, entreprise 3, Démonstrateur. Source : CNIDEP.....	79
Figure 50 : Notations attribuées au séparateur à hydrocarbures en fonction des résultats d'analyses physico-chimiques et du retour d'expérience, entreprise 3, phase démonstrateur. Source : CNIDEP.	81
Figure 51 : Comparaison des deux échantillons de produits en nombre de paramètres et de leur concentration, entreprise 3. Source : CNIDEP.....	84
Figure 52 : Evolution du pH et de la conductivité entre l'amont et l'aval, entreprise 3, substitution. Source : CNIDEP.....	84
Figure 53 : Synthèse de l'exploitation des résultats d'analyse physico-chimique en entreprise 3 en phase substitution. CNIDEP.....	85
Figure 54 : Légende des sélection du tableau des substances. Source : CNIDEP.....	86
Figure 55 : Evolution des concentrations par rapport au seuil RAEMS, entreprise 3, phase substitution. Source : CNIDEP.....	89
Figure 56 : Notations attribuées au lave-glace Idgreen dans le cadre du retour d'utilisation de l'entreprise 3. Source : CNIDEP.....	91
Figure 57 : Notations attribuées au dégraissant HPCNDCFREIN de l'entreprise 3 d'après les résultats d'analyses sur produit brut et du retour d'expérience. Source : CNIDEP	92
Figure 58 : Comparaison des trois démonstrateurs étudiés dans le cadre du projet LUMIEAU. Source : CNIDEP.	96
Figure 59 : Bilan des six séries de résultats d'analyses portant sur les effluents amont et aval des séparateurs à hydrocarbures des trois entreprises de mécanique automobile. Source : CNIDEP	101

10. Annexe 01 : Chiffre clés Artisanat CMA67



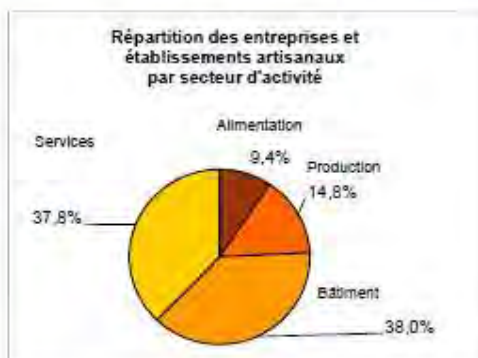
CHIFFRES CLES ARTISANAT

Eurométropole

1er janvier 2015

Source : CMA - Registre des Entreprises / INSEE - Recensement de la population municipale 2010 - Nombre d'emplois et population active 2009
Le Registre des Entreprises comporte un taux de 5 à 10% d'entreprises non actives économiquement mais qui ne peuvent être radiées pour des raisons juridiques.

DONNEES GENERALES	
Nombre d'entreprises	6 830
Nombre d'établissements secondaires	652
Nombre total d'établissements	7 482
Nb d'auto-entrepreneurs	921
Nb d'entreprises/étab. hors zone	0
Nb d'entreprises/étab. hors Alsace	0
% des entr./étab. artisanaux du département	38,7%
Estimation de la population active occupée dans l'artisanat	36 235
Nombre d'habitants	468 195
% des habitants de la région	42,7%
Population active ayant un emploi	196 244
% d'actifs occupés dans l'artisanat	18,5%
Nombre d'emplois proposés dans la zone	246 215
% d'emplois artisanaux dans la zone	14,7%



NOMBRE D'ENTREPRISES/ETABLISSEMENTS ET ESTIMATION DU NOMBRE D'ACTIFS

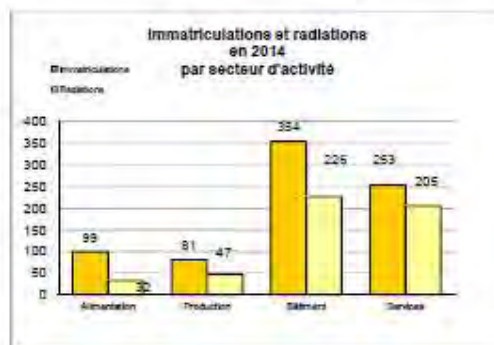
Alimentation		Production		Bâtiment		Services		Total	
Ent + Etab	Actifs	Ent + Etab	Actifs	Ent + Etab	Actifs	Ent + Etab	Actifs	Ent + Etab	Actifs
703	5 835	1 109	6 026	2 840	11 529	2 830	12 845	7 482	36 235

DENSITE ARTISANALE : NOMBRE D'ENTREPRISES/ETABLISSEMENTS POUR 10.000 HABITANTS

Alimentation	Production	Bâtiment	Services	Total
15	23,7	60,7	60,4	159,8

NOMBRE D'IMMATRICULATIONS ET DE RADIATIONS EN 2014

	Immatriculations		Radiations	Soldé
		dont auto-entrepreneurs		
Alimentation	99	24	32	67
Production	81	39	47	34
Bâtiment	354	131	226	128
Services	253	111	205	48
Total	787	305	510	277

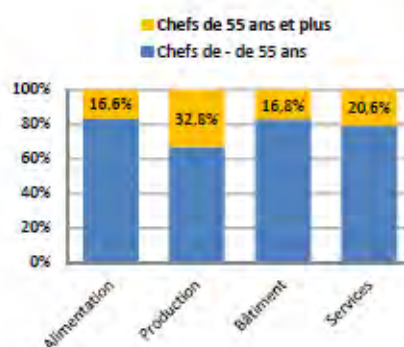


DETAIL DES ENTREPRISES/ETABLISSEMENTS ARTISANAUX PAR GROUPE D'ACTIVITE

ALIMENTATION	Entr.	Etab.	PRODUCTION	Entr.	Etab.
Boucherie	109	66	Travail des métaux	261	46
Boulangerie pâtisserie	234	51	Textile cuir habillement	96	7
Pâtisserie	70	10	Fabrication de meubles	95	5
Divers alimentation	146	17	Autres activités du bois	33	2
Total Alimentation	559	144	Mat.construc. céramique verre	59	15
			Papier imprimerie arts graphiques	129	12
SERVICES	Entr.	Etab.	Bijouterie orfèvrerie/Prothèses	122	10
Transport taxi ambulance	330	16	Autres activités de production	192	25
Réparation cycles et motocycles	44	6	Total Production	987	122
Réparation véhicules automobiles	435	90			
Mécanique agricole	5	1			
Réparation électro.radio-tv	55	6	BATIMENT	Entr.	Etab.
Réparation de chaussures	33	9	Maçonnerie	402	16
Réparation montres horloges	26	6	Couvert. plomb. chauff. Sanitaire	497	35
Autres activités de réparation	160	20	Menuiserie serrurerie charpente	280	9
Coiffure	540	50	Peinture plâtrerie	1 041	8
Pressing et retouche	119	16	Electricité du bâtiment	324	17
Photographie	84	3	Terrassement et divers bâtiment	193	18
Autres services	716	60	Total Bâtiment	2 737	103
Total Services	2 547	283			

IMPLANTATION COMMUNALE DES ENTREPRISES ET ETABLISSEMENTS ARTISANAUX

	- 2.000 habitants	de 2.000 à 10.000 habitants	10.000 hab. et plus	TOTAL
Alimentation	13	126	564	703
Production	33	271	805	1 109
Bâtiment	69	702	2 069	2 840
Services	42	549	2 239	2 830
TOTAL	157	1 648	5 677	7 482
Nb de communes	5	16	7	28
Nb d'habitants	7 448	75 192	385 555	468 195
Nb moyen d'habitants	1 490	4 700	55 079	16 721



PROPORTION DES CHEFS D'ENTREPRISES DE 55 ANS ET PLUS

Alimentation		Production		Bâtiment		Services		Total	
55 ans et plus	%	55 ans et plus	%	55 ans et plus	%	55 ans et plus	%	55 ans et plus	%
101	16,6%	345	32,8%	475	16,8%	553	20,6%	1 474	20,5%

11. Annexe 02 : Etude de flux artisanat LUMIEAU : Méthodologie



ETUDE DE FLUX ARTISANAT LUMIEAU : METHODOLOGIE

Introduction

Pour essayer de déterminer les flux de micropolluants émis dans les rejets des entreprises artisanales de l'Eurométropole de Strasbourg, les calculs de flux se font d'une manière différente d'un métier à l'autre car les caractéristiques des métiers, des procédés et des rejets font qu'ils ne sont pas comparables d'un métier à l'autre.

Il faut d'abord déterminer pour chaque métier quels sont les procédés émetteurs de pollutions dans les rejets aqueux.

Il faut également déterminer le nombre d'entreprises présentes sur le territoire à partir d'un ou de plusieurs codes NAFA. ATTENTION : la multiplication des codes NAFA augmente le risque d'approximation et d'erreur. En effet, au sein d'un même code NAFA sont regroupées des entreprises dont les activités diffèrent souvent. C'est le cas notamment pour les métiers de la peinture, les imprimeurs ou les menuiseries, un peu moins pour la coiffure ou pour l'automobile.

Dans de nombreux cas, il faut aussi tenir compte du nombre de productifs dans l'entreprise, car il y a souvent une corrélation entre le nombre de productifs et les quantités émises (en termes de volume d'eaux usées et donc de polluants).

DETAILS CONCERNANT LES CALCULS

- Les valeurs d'émission des paramètres sont issues de l'étude DCE Artisanat du CNIDEP.
- Les valeurs minimales retenues pour un paramètre sont toujours forcément la plus petite valeur réellement mesurée, quand elle existe. Les résultats inférieurs aux LQ* ne sont pas pris en compte.
- Dans le cas de valeurs minimales égales à zéro, on considère que la valeur trouvée n'est pas égale à zéro mais inférieure à la LQ. Cette valeur zéro n'est donc pas prise en compte, et c'est la valeur immédiatement supérieure qui est prise pour la valeur minimale.
- Les paramètres pour lesquels il existe un seul résultat (mesuré au-delà des LQ) ne sont pas pris en compte pour le calcul des écart-type.

*LQ : limites de quantification

DONNEES UTILISEES POUR L'ETUDE DE FLUX LUMIEAU

- Les informations ont été sélectionnées de façon à avoir un niveau de pertinence maximal. C'est pourquoi deux sources d'informations différentes ont été utilisées : l'étude « Protection des ressources en eau et technologies propres » finalisée par le CNIDEP en 2000 (abrégée en « technologies propres » dans ce document), et l'étude DCE Artisanat achevée en 2014, et qui a partiellement repris des données de la 1^{re} étude.
- Les informations concernant le nombre d'entreprises artisanales et le nombre de productifs sont issues de fichiers provenant du Répertoire des Métiers de la Chambre des Métiers d'Alsace (mis à jour le 3 mars 2016) et le fichier INSEE des entreprises (datant de juillet 2015). Les entreprises ayant 50 salariés ou plus n'ont pas été prises en compte car non représentatives de l'artisanat. La méthode d'obtention du nombre de productifs figure en annexe.
- Seuls les procédés émetteurs de rejets dans le réseau d'assainissement ont été pris en compte.

→ VOIR AVERTISSEMENT POUR LA PROTHESE DENTAIRE

Réparation et maintenance navale (carénage à sec)

Aucune entreprise de cette activité n'est inscrite au Répertoire des Métiers sur l'Eurométropole de Strasbourg au 1^{er} trimestre 2016. Ce métier n'est donc pas traité dans cette étude.

Peinture en bâtiment

Données utilisées dans l'étude de flux :

ITEM	VALEUR	REMARQUE
Procédés émetteurs de micro-polluants dans le réseau d'assainissement	<ul style="list-style-type: none"> • Eau + Peinture Acrylique Hydrosoluble couleur • Acrylique hydrosoluble blanc • Eau+ Peinture Glycéro hydrosoluble blanc 	Procédés exclus car marginaux <ul style="list-style-type: none"> • Eau + Peinture Hydrosoluble Ecolabellisée Blanc • Eau + Peinture à base de craie, chaux couleur • Acrylique Ecolabel Couleur • Eaux de vidange du bac machine après 20 cycles
Codes NAFA présents sur l'EMS	<ul style="list-style-type: none"> • 4334ZC Travaux de peinture intérieure et peinture plâtrerie (262 entreprises) • 4334ZB Travaux de peinture extérieure (142 entreprises) 	Métiers exclus car peu de réalisation des procédés émetteurs de micro-polluants : <ul style="list-style-type: none"> • 4334ZD Travaux de peinture en lettre sur bâtiments, • 4331ZB Travaux de plâtrerie d'intérieur • 4333ZZ Travaux de revêtements des sols et des murs
Nombre de jours productifs moyen	225 jours / an	donnée issue de l'étude « Technologies propres » du CNIDEP
Quantité d'eau moyenne employée pour le lavage des outils	20 litres / jour - productif	donnée issue de l'étude « DCE artisanat » du CNIDEP
Nombre d'entreprises sur l'EMS	404	
Effectif total	1164 productifs (y compris CE*)	

*CE : chef d'entreprise

Imprimerie

Données utilisées dans l'étude de flux :

ITEM	VALEUR	REMARQUE
Procédés émetteurs de micro-polluants dans le réseau d'assainissement	Lavage des sols des locaux professionnels	Procédés exclus car marginaux <ul style="list-style-type: none"> • Révélateur + produit détaché

Codes NAFA présents sur l'EMS	• 1812ZA Imprimerie de labeur	des films provenant de CTF • Fixateur + produit détaché des films provenant de CTF • Révélateur + produit détaché des plaques provenant de CTF
Nombre de semaines productives	225 jours de production / an correspondant à 45 semaines d'activité	donnée issue de l'étude « Technologies propres » du CNIDEP
Nombre de lavages de sols	1 lavage / 2 semaines	La fréquence du lavage de sol est variable d'une entreprise à l'autre. ATTENTION : la fréquence retenue en hypothèse est possiblement sur-estimée par rapport à la réalité.
Quantité d'eau moyenne employée pour le procédé	12,5 litres / lavage	donnée issue de l'étude « DCE artisanat » du CNIDEP
Nombre d'entreprises sur l'EMS	49	
Effectif total	NC	Non pertinent (nombre de lavage indépendant de l'effectif)

Prothèse dentaire

AVERTISSEMENT : les résultats de l'étude DCE ne correspondent pas aux rejets réels dans le réseau. En effet, les analyses ont été effectuées sur des rejets prélevés AVANT traitement (bac décanteur de plâtre). Or ces équipements sont systématiquement présents chez tous les prothésistes dentaires.

Données utilisées dans l'étude de flux :

ITEM	VALEUR	REMARQUE
Procédés émetteurs de micro-polluants AVANT traitement	• meulage • nettoyage des outils souillés au plâtre	Prélèvements réalisés avant décanteur
Codes NAFA présents sur l'EMS	• 3250AA Fabrication de prothèses dentaires	
Nombre de jours productifs moyen	235 jours / an	donnée issue de l'étude « DCE artisanat » du CNIDEP
Quantité d'eau moyenne employée pour les procédés émetteurs	13,45 litres / jour	donnée issue de l'étude « DCE artisanat » du CNIDEP
Nombre d'entreprises sur l'EMS	62	
Effectif total	212 (y compris CE*)	

*CE : chef d'entreprise

Nettoyage de façades et toitures

Au vu de différents éléments, aucun calcul de flux n'a été effectué pour cette activité. En effet :

- Il n'existe pas de métier (ou de code NAFA) spécifique et exclusif pour l'activité de nettoyage des toitures et/ou de nettoyage de façades (ravalement de façades). Ces activités sont souvent exercées par des entreprises de maçonnerie et de couverture (mais pas exclusivement), mais attention : toutes les entreprises de ces métiers n'effectuent pas des activités de nettoyage ! Et celles qui effectuent le nettoyage de façades et/ou de toitures n'exercent pas forcément uniquement ces activités-là, mais peuvent aussi exercer d'autres activités. Il est donc difficile d'estimer quelle quote-part ces procédés de nettoyage représentent parmi l'ensemble de leurs chantiers.
- Les professionnels exerçant ces activités emploient très peu de produits. Les seuls produits employés (traitement des toitures) sont destinés à rester sur place, et non à être rincés ou lessivés. Il n'y a donc majoritairement que des rejets d'eau souillée.
- Le prélèvement des rejets est très difficile, car ils sont rejetés majoritairement dans le réseau pluvial (en cas de réseau séparatif).
- Dans l'étude DCE Artisanat du CNIDEP, seuls les produits bruts ont donc été analysés (alors même qu'ils sont peu employés).

Garage

Données utilisées dans l'étude de flux :

ITEM	VALEUR	REMARQUE
Procédés émetteurs de micro-polluants dans le réseau d'assainissement Codes NAFA présents sur l'EMS	<ul style="list-style-type: none"> • Lavage des sols de l'atelier • Lavage des véhicules • 4520AA Réparation automobile de véhicules automobiles légers(Entretien) • 4520AB Réparation automobile de véhicules automobiles légers (Méca.) • 4520AC Réparation automobile de véhicules automobiles légers (Carross.) 	Les professionnels de la réparation de motocycles et d'autres véhicules (poids lourds) n'ont pas été retenus.
Nombre de procédés annuel	<ul style="list-style-type: none"> • Lavages de sols : 21 / entreprise • Lavage de véhicules : 94 / salarié 	données issue de l'étude « DCE artisanat » du CNIDEP
Quantité d'eau moyenne employée pour un lavage	<ul style="list-style-type: none"> • Lavage de sol : 250 litres / lavage • Lavage de véhicules : 195 litres 	données calculées à partir de l'étude « DCE artisanat » du CNIDEP. La quantité d'eau pour le lavage de sol correspond au lavage par jet (90% des cas) et en station de lavage (10%). L'utilisation d'une autolaveuse est anecdotique dans les garages.

Nombre d'entreprises sur l'EMS	<ul style="list-style-type: none"> • 427 (136 garages d'entretien courant de véhicules, 239 garages de mécanique, 52 carrosseries) • Nombre d'entreprises retenu pour le flux de lavage de sols : 215 	La moitié des garages environ nettoie ses sols à sec.
Effectif total	1113 (y compris CE*)	Ce chiffre est utilisé pour le calcul du flux de lavage de véhicules, non de sols

*CE : chef d'entreprise

Nettoyage de locaux

Données utilisées dans l'étude de flux :

ITEM	VALEUR	REMARQUE
Procédés émetteurs de micro-polluants dans le réseau d'assainissement	• Nettoyage de sols	
Codes NAFA présents sur l'EMS	• 8121ZZ Nettoyage courant de bâtiments	
Nombre de jours productifs moyen	266	données calculées à partir de l'étude « DCE artisanat » du CNIDEP
Quantité d'eau moyenne employée	72 litres / jour-productif	données calculées à partir de l'étude « DCE artisanat » du CNIDEP
Nombre d'entreprises sur l'EMS	316	
Effectif total	1006 (y compris CE*)	

*CE : chef d'entreprise

Menuiserie

Données utilisées dans l'étude de flux :

ITEM	VALEUR	REMARQUE
Procédés émetteurs de micro-polluants dans le réseau d'assainissement	<ul style="list-style-type: none"> • Eau + Colles + Lasures + Vernis hydrodiluables • Eau + Lasure + Vernis hydrodiluables • Eau + Lasures hydrodiluables • Eau + Colle hydrodiluable • Eau + Lasure couleur 	Les eaux de nettoyage de produits écolabellisés ont été prises compte, car on peut considérer que ces produits sont désormais relativement répandus chez les professionnels.

	ECOLABEL hydrodiluable • Eau + Vernis Marin + Vitrificateur hydrodiluables	Procédés exclus : • Prélèvement direct dans le réservoir de la machine MACH NETT, Eau du bac de vidange après 1 cycle
Codes NAFA présents sur l'EMS	• 4332AA Menuiserie bois • 1629ZA Fab. d'objets divers en bois • 3109BA Fab. & finissage de meubles divers	Métiers exclus car trop faibles effectifs : • 3102ZZ Fab. de meubles de cuisine, • 3109AZ Fab. de sièges d'ameublement intérieur, • 3109BB Fab. de meubles de jardin et d'extérieur
Nombre de jours productifs moyen	24 jours / an	donnée issue de l'étude « DCE artisanat » du CNIDEP
Quantité d'eau moyenne employée pour le lavage des outils	11 litres / jour-productif	La finition n'est pas l'activité exclusive de la plupart de ces entreprises
Nombre d'entreprises sur l'EMS	241 (161 menuiserie bois, 18 entreprises de fabrication d'objets divers en bois, 62 entreprises de fabrication & finissage de meubles divers)	données calculées à partir des résultats de l'étude « DCE artisanat » du CNIDEP
Effectif total	385 productifs (y compris CE*)	

*CE : chef d'entreprise

Coiffure

Données utilisées dans l'étude de flux :

ITEM	VALEUR	REMARQUE
Procédés émetteurs de micro-polluants dans le réseau d'assainissement	Shampooing, coloration, décoloration, frisage, défrisage, traitement	
Codes NAFA présents sur l'EMS	• 9602AA Coiffure en salon • 9602AB Coiffure hors salon	
Nombre de jours productifs moyen	260 jours / an	donnée issue de l'étude « Technologies propres » du CNIDEP
Quantité d'eau moyenne employée pour un cycle de lavage	72 litres / jour (hors lave-linge)	donnée issue de l'étude « Technologies propres » du CNIDEP
Nombre d'entreprises sur l'EMS	578 (486 salons et 92 coiffeurs à	

Effectif total	domicile) 1690 (y compris CE*) (1554 productifs en salons de coiffure et 136 productifs en coiffure à domicile)	
----------------	---	--

*CE : chef d'entreprise

Pressing

Données utilisées dans l'étude de flux :

ITEM	VALEUR	REMARQUE
Procédés émetteurs de micro-polluants dans le réseau d'assainissement	<ul style="list-style-type: none"> • Aquanettoyage (en remplacement d'une technologie de nettoyage à sec) • Lave-linge 	<ul style="list-style-type: none"> • Le lavage en lave-linge concerne tous les pressings (lave-linges couettes)
Codes NAFA présents sur l'EMS	• 9601BR Pressing	
Nombre de semaines productives moyen	49 semaines / an	donnée issue des études DCE Artisanat et « Technologies propres » du CNIDEP
Nombre de cycles de lavage effectués par semaine	<ul style="list-style-type: none"> • Aquanettoyage : 7,5 cycles réalisés par semaine • Lave-linge : 5 cycles réalisés par semaine 	données issue de l'étude DCE
Quantité d'eau moyenne employée pour un cycle de lavage	<ul style="list-style-type: none"> • Aquanettoyage : en moyenne 90 litres / cycle • Lave-linge : en moyenne 45 litres / cycle 	données issue de l'étude DCE
Nombre d'entreprises sur l'EMS	42 (dont 2 aquanettoyage)	Attention : en l'absence de données, on estime que sur ces 42 entreprises, 2 fonctionnent en aquanettoyage
Effectif total	NC	Le nombre de cycles n'est pas forcément proportionnel au nombre de productifs dans ce métier (cela varie d'une pressing à l'autre)

12. Annexe 03 : Etude de flux artisanat LUMIEAU : Exemple de la feuille de calcul pour l'activité de mécanique automobile

Paramètres	Unité	REJET RESEAU	REJET RESEAU	REJET RESEAU	REJET RESEAU	nombre d'occurrences du paramètre	Minimum	Maximum	Moyenne	écart-type	Unité	Nombre de litres consommés / lavage	Nombre annuel de lavages	ses pratiquant	Facteur de division d'unité	Minimum	Maximum	Moyenne
Matières en suspension	mg/l	1700	260	4300	270	4	260	4300	1632,50	1902,65	kg/l	250	21	215	1000000	293,48	4853,63	1842,68
Demande chimique en oxygène (ST-DCO)	mg O2/l	18800	770	17300	335	4	335	18800	9301,25	10122,29	kg/l	250	21	215	1000000	378,13	21220,50	10498,79
Demande biochimique en oxygène (DBO5)	mg O2/l	3140	38	6600	140	4	38	6600	2479,50	3101,02	kg/l	250	21	215	1000000	42,89	7449,75	2798,74
Carbone organique total	mg C/l	8298,6	41,6	3898,68	19,6	4	19,6	8298,6	3064,62	3937,05	kg/l	250	21	215	1000000	22,12	9367,04	3459,19
Azote Kjeldahl	mg N/l	960	9,3	32	3,9	4	3,9	960	251,30	472,62	kg/l	250	21	215	1000000	4,40	1083,60	283,65
Ammonium	mg N/l	< 0,5	1,7	1,4	< 0,5	2	1,4	1,7	1,55	0,21	kg/l	250	21	215	1000000	1,58	1,92	1,75
Nitrates	mg N/l	22,9	< 0,50	< 0,50	0	2	22,9	22,9	11,45	16,19	kg/l	250	21	215	1000000	25,85	25,85	12,92
Nitrites	mg N/l	2,4	0,021	0,16	0,2	4	0,021	2,4	0,70	1,14	kg/l	250	21	215	1000000	0,02	2,71	0,78
Azote global (NTK + NO2 + NO3)	mg N/l	985,3	8,221	27,06	3,51	4	3,51	985,3	256,02	486,29	kg/l	250	21	215	1000000	3,96	1112,16	288,99
Phosphore total	mg P/l	8	6,3	< 2,0	1,6	3	1,6	8	5,30	3,32	kg/l	250	21	215	1000000	1,81	9,03	5,98
Anthracène	µg/l	0,238	< 0,007	1,419	0,076	3	0,076	1,419	0,58	0,73	kg/l	250	21	215	1000000000	0,00	0,00	0,00
2,2',4,4',5 pentaBDE (BDE99)	µg/l	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,010	0	< 0,05	< 0,010	Non pertinent		kg/l	250	21	215	1000000000			
2,2',4,4',6 pentaBDE (BDE100)	µg/l	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,010	0	< 0,05	< 0,010	Non pertinent		kg/l	250	21	215	1000000000			
2-bis-éthylhexylphthalate	µg/l	139	71000	1,5	8,91	4	1,5	71000	17787,35	35475,15	kg/l	250	21	215	1000000000	0,00	80,14	20,08
Benzo (a) pyrène (3,4)	µg/l	0,238	< 0,007	0,1	0,026	3	0,026	0,238	0,12	0,11	kg/l	250	21	215	1000000000	0,00	0,00	0,00
Benzo (b) fluoranthène (3,4)	µg/l	< 0,008	< 0,007	0,2	0,081	2	0,081	0,2	0,14	0,08	kg/l	250	21	215	1000000000	0,00	0,00	0,00
Benzo (g,h,i) pérylène (1,12)	µg/l	0,162	< 0,007	0,15	0,057	3	0,057	0,162	0,12	0,06	kg/l	250	21	215	1000000000	0,00	0,00	0,00
Benzo (k) fluoranthène (1,12)	µg/l	0,391	< 0,007	0,082	0,024	3	0,024	0,391	0,17	0,20	kg/l	250	21	215	1000000000	0,00	0,00	0,00
Cadmium	mg Cd/l	0,03	< 0,001	0,006	0,002	3	0,002	0,03	0,01	0,02	kg/l	250	21	215	1000000	0,00	0,03	0,01
Chloroalcanes C10-C13	µg/l	< 3,3	< 3	< 3,2	< 3	0	< 3	< 3	Non pertinent		kg/l	250	21	215	1000000000			
Hexabromocyclododecane (somme)	µg/l	< 0,050 (NC)	< 0,050 (NC)	< 0,050 (NC)	< 0,050 (NC)	0	0,050 (NC)	< 0,050 (NC)	Non pertinent		kg/l	250	21	215	1000000000			
Hexachlorobenzène	µg/l	< 0,008	< 0,007	< 0,008	< 0,008	0	< 0,007	< 0,008	Non pertinent		kg/l	250	21	215	1000000000			
Hexachlorobutadiène	µg/l	< 0,053	< 0,052	< 0,053	< 0,053	0	< 0,052	< 0,053	Non pertinent		kg/l	250	21	215	1000000000			
Indéno (1,2,3-c,d) pyrène	µg/l	0,204	< 0,007	0,098	0,07	3	0,07	0,098	0,12	0,07	kg/l	250	21	215	1000000000	0,00	0,00	0,00
Mercur	mg Hg/l	< 0,0002	< 0,0002	< 0,0002	< 0,0002	0	< 0,0002	< 0,0002	Non pertinent		kg/l	250	21	215	1000000			
4-n-nonylphénol	µg/l	< 0,10	< 0,10	< 0,10	< 0,10	0	< 0,10	< 0,10	Non pertinent		kg/l	250	21	215	1000000000			
4-nonylphénol-diéthoxylate (NP2OE)	µg/l	< 0,10	25,1	< 0,10	0,3	2	0,3	25,1	12,70	17,54	kg/l	250	21	215	1000000000	0,00	0,03	0,01
4-nonylphénol-éthoxylate (NP1OE)	µg/l	5,9	0,95	4,1	0,38	4	0,38	5,9	2,83	2,62	kg/l	250	21	215	1000000000	0,00	0,01	0,00
Nonylphénols linéaires et ramifiés	µg/l	11	0,27	7,8	1,6	4	0,27	11	5,17	5,09	kg/l	250	21	215	1000000000	0,00	0,01	0,01
PCB 118	µg/l	< 0,01	< 0,005	< 0,006	< 0,006	0	< 0,005	< 0,006	Non pertinent		kg/l	250	21	215	1000000000			
Pentachlorobenzène	µg/l	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	0	< 0,01	< 0,01	Non pertinent		kg/l	250	21	215	1000000000			
Sulfonate de perfluorooctane (SPFO)	µg/l	0,11	< 0,099	< 0,1	< 0,1	0	< 0,099	< 0,1	0,11		kg/l	250	21	215	1000000000			
Tributylétain cation	µg/l	< 0,02	< 0,029	< 0,02	< 0,02	0	< 0,02	< 0,029	Non pertinent		kg/l	250	21	215	1000000000			
Benzène	µg/l	< 0,50	< 0,50	< 0,50	< 0,50	0	< 0,50	< 0,50	Non pertinent		kg/l	250	21	215	1000000000			
Chloroforme	µg/l	< 1,0	< 1,0	< 1,0	< 1,0	0	< 1,0	< 1,0	Non pertinent		kg/l	250	21	215	1000000000			
1,2-dichloroéthane	µg/l	< 1,0	< 1,0	< 1,0	< 1,0	0	< 1,0	< 1,0	Non pertinent		kg/l	250	21	215	1000000000			
Dichlorométhane (Chlorure de méthylène)	µg/l	< 5,0	< 5,0	< 5,0	< 5,0	0	< 5,0	< 5,0	Non pertinent		kg/l	250	21	215	1000000000			
2,2',4,4' tetraBDE (BDE47)	µg/l	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,010	0	< 0,05	< 0,010	Non pertinent		kg/l	250	21	215	1000000000			
2,2',4,4',5,5' hexaBDE (BDE153)	µg/l	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,010	0	< 0,05	< 0,010	Non pertinent		kg/l	250	21	215	1000000000			
2,2',4,4',5,6' hexaBDE (BDE154)	µg/l	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,010	0	< 0,05	< 0,010	Non pertinent		kg/l	250	21	215	1000000000			
2,2',3,4,4',5',6' heptaBDE (BDE183)	µg/l	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,010	0	< 0,05	< 0,010	Non pertinent		kg/l	250	21	215	1000000000			
Décabromodiphényléther (BDE209)	µg/l	< 0,05	< 0,05	0,16	< 0,050	1	0,16	0,16	0,16	Non pertinent	kg/l	250	21	215	1000000000	0,00	0,00	0,00
Diuron	µg/l	< 0,044	< 0,037	< 0,037	< 0,039	0	< 0,037	< 0,044	Non pertinent		kg/l	250	21	215	1000000000			
Fluoranthène	µg/l	0,391	0,04	0,71	0,191	4	0,04	0,71	0,33	0,29	kg/l	250	21	215	1000000000	0,00	0,00	0,00
Naphtalène	µg/l	< 0,013	0,045	2,6	< 0,041	2	0,045	2,6	1,32	1,81	kg/l	250	21	215	1000000000	0,00	0,00	0,00
Nickel	mg Ni/l	0,66	0,06	0,08	0,02	4	0,02	0,66	0,21	0,30	kg/l	250	21	215	1000000	0,02	0,74	0,23
4-tert-octylphénol	µg/l	3,8	< 0,10	1,1	0,35	3	0,35	3,8	1,75	1,81	kg/l	250	21	215	1000000000	0,00	0,00	0,00
4-n-octylphénol	µg/l	< 0,10	< 0,10	< 0,10	< 0,10	0	< 0,10	< 0,10	Non pertinent		kg/l	250	21	215	1000000000			
Octylphénols	µg/l	3,8	< 0,10 (NC)	1,1	0,35	3	0,35	3,8	1,75	1,81	kg/l	250	21	215	1000000000	0,00	0,00	0,00
Octylphénol-éthoxylate (OP1OE)	µg/l	< 0,10	0,1	0,63	< 0,10	2	0,1	0,63	0,37	0,37	kg/l	250	21	215	1000000000	0,00	0,00	0,00
Octylphénol-diéthoxylate (OP2OE)	µg/l	< 0,10	0,18	< 0,10	< 0,10	1	0,18	0,18	0,18	Non pertinent	kg/l	250	21	215	1000000000	0,00	0,00	0,00
Pentachlorophénol	µg/l	0,17	< 0,1	11,2	< 0,1	2	0,17	11,2	5,69	7,80	kg/l	250	21	215	1000000000	0,00	0,01	0,01

13. Annexe 04 : Grille de critères de sélection des entreprises de mécanique automobile participantes au projet

CRITERES DE CHOIX DES GARAGES LUMIEAU	Réponse de l'entreprise	COMMENTAIRES
Entreprise localisée sur l'EMS		
Entreprise intéressée par produit de substitution (besoin/intérêt expressément témoigné dans un produit moins dangereux)		
Présence dun séparateur à hydrocarbures		
Type de nettoyage des sols (à l'eau, à sec ou à l'auto-laveuse) et fréquence		
Type de nettoyage de véhicule et fréquence		
Présence d'une aire de lavage des véhicules		
Pas de station-service		
Pas de carrosserie, pas de peinture (uniquement mécanique)		

14. Annexe 05 : Trame de diagnostic produits

Diagnostic produits LUMIEAU-STRA

Enquête sur les pratiques de l'entreprise

Raison sociale :
Dirigeant :
Activité :
Nombre de salariés productifs (dont CE + apprentis) :

POUR CHAQUE PRODUIT :
Usage
Photo avec étiquetage
Quantités
Fréquences

QUESTIONNAIRE SUR LES PRATIQUES

ACHATS

Qui est responsable des achats dans l'entreprise ?
Comment choisissez-vous vos produits ?
☐ Contact fournisseur en entreprise ☐ visite du magasin du fournisseur
☐ internet, téléphone ☐ recommandation d'un collègue ☐ autre :
Consultez-vous parfois d'autres fournisseurs ?
Quels sont vos critères de choix de produits (PRIORISER) ?
.....

INFORMATION SUR LES DANGERS

Qui est responsable des produits dans l'entreprise ?
Regardez-vous l'étiquetage de sécurité sur vos produits ?
Avez-vous / demandez-vous systématiquement toutes les FDS ?
.....
Les lisez-vous ?
Les conservez-vous ?
Lorsqu'un produit présente un danger (santé, env....), que faites-vous ?
.....
Informez-vous vos salariés sur ces dangers ? Comment ?
.....
.....

PRATIQUES PROFESSIONNELLES

Portez-vous (faites-vous porter) des EPI quand c'est conseillé / obligatoire ?
.....
Transvasez-vous vos produits ? Si oui dans quelles circonstances ?
.....
.....
Manipulez-vous des produits au-dessus d'un évier, un sol non étanche, dehors... ?
.....
.....
Comment stockez-vous vos produits :
.....
☐ Zone ou armoire dédiée ☐ rétentions ☐ accès réservé ☐ respect de la
compatibilité entre produits ☐ fermeture de tous les récipients ☐ rangement des produits
en fin d'activité

Conservez-vous de vieux produits ?

Comment éliminez-vous vos déchets dangereux ?

Comment nettoyez-vous les sols de l'atelier ? Fréquence ?

Possédez-vous un Document Unique ? A jour ?

Avez-vous (ou vos salariés) déjà eu des effets indésirables dus aux produits ? DETAILS

Avez-vous déjà eu des déversements accidentels, amendes... ? DETAILS

(PRE-)TRAITEMENTS

A votre avis, est-il nécessaire de (pré-)traiter vos effluents ?

(SELON METIER) Connaissiez-vous votre obligation d'avoir un (pré-)traitement pour vos effluents ?

Connaissiez-vous les équipements de (pré-)traitement ?

En possédez-vous ? DETAILS

Effectuez-vous l'entretien et la maintenance ? Régulièrement ?

SUBSTITUTION

Qu'est-ce qu'un produit de substitution pour vous ?

Quelle est la limite entre ce produit et un produit classique ?

Quel est le(s) facteur(s) qui vous a poussé à choisir des produits de substitution ?

☐ Votre sensibilité ☐ clients particuliers ☐ donneur d'ordre privé ou public ☐ image
☐ opération collective ☐ OP ☐ autres :

Dans quelle proportion (%) le prix d'un produit de substitution peut-il dépasser le produit usuel ?

Seriez-vous prêt à essayer des produits de substitution ?

Qu'est-ce qui pourrait vous freiner (PRIORISER) ?

CONCLUSION

Pensez-vous que vos réponses reflètent l'avis de la plupart des professionnels ?

LISTE DES PRODUITS PRINCIPAUX DE L'ENTREPRISE

Nom du produit	Fournisseur	Usage	Quantité achetée	Fréquence d'achat	Commentaires

15. Annexe 06 : Exemple de tableau de résultats de l'outil de hiérarchisation du risque chimique

LUMIEAU Tableau de synthèse de hiérarchisation des produits de mécanique automobile																
Garage LUMIEAU	Familles de produits ou tâches	FABRICANT (FOURNISSEUR) + Nom du produit	Usage du produit (relevé en entreprises ou sur la FDS)		Période de réalisation de l'évaluation										Remarque	
					Classe de danger pour la santé	Classe de danger physique	Classe d'impact d'atteinte à la personne	Classe d'exposition des sphères environnement	Classe d'impact environnement	Classe d'impact santé-environnement	Classe de danger santé-environnement	Classe de danger santé-environnement avec facteur prioritaire DCE ou autres dangers	Classe d'impact risque chimique			
Dupont	huile moteur	Fabricant 1	huile moteur	mars-17	4	3	4	2	4	3	4	4	1	3	Contient 1 subst H410 + 1 subst H400-H410	
Dupont	huile moteur	Fabricant 2	huile moteur	mars-17	4	3	4	4	4	4	4	4	3	4		
Dupont	huile moteur	Fabricant 3	huile moteur	mars-17	4	3	4	4	4	4	4	4	3	4		
Dupont	liquide frein	Fabricant 4	liquide frein	mars-17	4	3	4	4	4	4	4	4	3	4		
Morel	Nettoyant clim	Fabricant 5	Nettoyant clim	mars-17	4	0	2	0	2	1	1	1	0	4	Contient 3 subst H400-H410, 1 subst Deltaméthrine= H400-H410 + PE cat.1, 1 subst H411, 1 subst H400-H410 + PE cat.2	
Morel	anti-figeant	Fabricant 6	additif gasoil antifigeant	mars-17	1	3	2	2	4	3	2	2	1	1	Contient 2 subst H411	
Morel	dégrippant	Fabricant 7	dégrippant	mars-17	1	0	0	4	2	3	1	1	2	1	Contient 1 subst dang artisanat: 1 secondaire. Pas facilement dégradable (rubr.12)	
Morel	dégraissant freins	Fabricant 8	dégraissant freins	mars-17	3	0	1	1	2	1	1	1	1	4	Contient 1 subst H411 à plus de 50%	
Morel	huile de boîte de vitesse	Fabricant 9	huile de boîte de vitesse	mars-17	4	3	4	4	3	4	4	4	1	3	Contient 1 subst H411, 1 subst H413	

16. Annexe 07 : Argumentaire à destination des organisations professionnelles

Argumentaire à destination des organisations professionnelles

Aide à la sélection d'artisans volontaires dans les métiers de : l'AUTOMOBILE



1) Présentation de l'action à l'entreprise.

A ce jour, les collectivités locales en charge de l'assainissement n'ont pas le niveau de connaissances suffisant pour déterminer la contribution des émissions de micropolluants qui revient aux particuliers, aux activités artisanales, aux industries ou encore au ruissellement d'eaux pluviales.

Le projet LUMIEAU de Lutte contre les micropolluants dans les eaux urbaines, mis en œuvre dans l'agglomération de Strasbourg, a pour objectif dans un premier temps de mieux identifier et de prioriser les émissions de micropolluants sur ses réseaux d'assainissement et d'eaux pluviales.

Dans un second temps, le projet ambitionne de proposer des solutions et des changements de pratiques pour réduire ou éviter le déversement des micropolluants identifiés afin de réduire leurs flux nuisibles pour la santé, la flore et la faune dans les eaux pluviales, l'artisanat, dans les PME & industries ainsi qu'auprès des ménages de l'agglomération strasbourgeoise.

Concernant l'artisanat, l'objectif du projet LUMIEAU est de réduire l'empreinte de l'activité des métiers étudiés sur le système d'assainissement notamment en maîtrisant les flux de pollution, dont les micropolluants, entrant dans les réseaux afin de préserver la ressource en eau.

2) Intérêt des entreprises artisanales à s'engager dans le projet

L'objectif de cette étude n'est pas de stigmatiser les métiers étudiés mais bien d'aider les entreprises artisanales à mieux maîtriser leurs rejets.

L'intervention des différents intervenants au sein de l'entreprise ne vise pas à effectuer des contrôles réglementaires et ne revêt aucun côté répressif.

Au travers de leur participation volontaire, les entreprises pourront soit choisir l'anonymat, soit être mises en avant et bénéficier de toute la communication qui sera faite autour du projet.

Les entreprises participantes bénéficieront aussi d'un accompagnement technique qui leur permettra :

- de connaître leur positionnement en matière de protection de l'environnement et de bonnes pratiques en vigueur dans le métier,
- de se voir apporter des solutions en termes de traitement des rejets et de tests de nouveaux produits plus vertueux tant au niveau de l'environnement que de la santé.

L'opération sera la plus neutre possible en termes financier pour l'entreprise :

- Le CNIDEP souhaite que les fournisseurs mettent à disposition les équipements de prétraitement proposés pendant la durée du test. Suite à ce test, l'artisan choisira ou non d'investir dans l'équipement en fonction des résultats obtenus.
- Le CNIDEP souhaite mettre en test de nouveaux produits en substitution de produits qui contiennent des substances dangereuses. Celui-ci se rapprochera des fournisseurs afin d'obtenir des produits tests.

En termes d'organisation, les visites seront groupées afin de perturber le moins possible l'activité de l'entreprise et les interventions devraient durer deux jours en temps cumulé répartis à raison de :

- ½ journée de diagnostic
- ½ journée pour l'installation d'un équipement de prétraitement
- ½ journée de prélèvement
- ½ journée pour la substitution

La présence de l'artisan n'est pas nécessaire en continue, le CNIDEP réalisera en autonomie la plupart des étapes. Le prélèvement sera réalisé par un organisme extérieur spécialisé. Les analyses seront également réalisées par un laboratoire indépendant.



Au final, l'objectif est d'améliorer la situation de l'entreprise sur ses rejets au réseau d'assainissement et de proposer une évolution concernant les produits utilisés qui permettront d'agir positivement en termes de prévention sur la santé au travail.

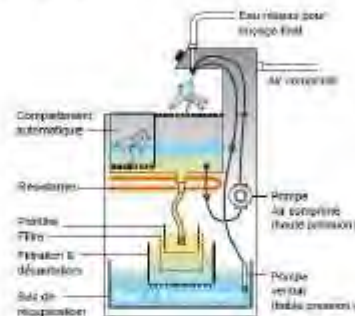
De plus, l'entreprise pourra ainsi développer des échanges avec des partenaires locaux tels que les partenaires de l'artisanat, les collectivités, le monde de la recherche, les fabricants de matériel et de produits qui œuvrent pour les accompagner aux évolutions du métier.

3) Exemples d'équipement de prétraitement pour les métiers de l'automobile

Mêmes si les métiers de l'automobile sont déjà bien engagés dans une démarche de protection de l'environnement, il reste malgré tout encore des rejets et l'utilisation de produits qui peuvent poser des problèmes.

La profession des métiers de l'automobile étant dynamique, c'est une des raisons qui a conduit à la sélection de ce métier dans le cadre de ce projet.

Machine de nettoyage de Pistolets de peinture:

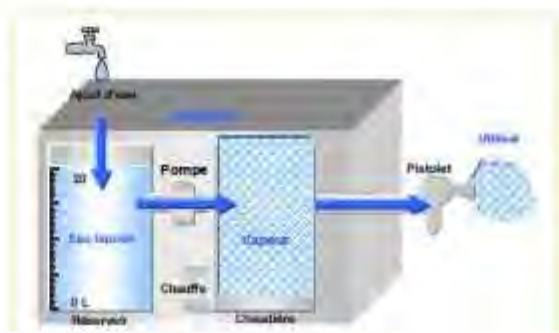


Fontaine de dégraissage biologique :

Le test de fontaine lessivante ou à éco-solvant n'est pas exclu.



Machine à vapeur pour le nettoyage de véhicules sans détergent :



17. Annexe 08 : Résultats des analyses physico-chimiques obtenus dans l'entreprise 1 en phases démonstrateur et substitution

Famille	Code SANDRE	Paramètre	Unité	Seuil de concentration maximal RAEMS	Phase démonstrateur			Phase substitution		
					Concentration amont	Concentration aval	Rendement (%)	Concentration amont	Concentration aval	Rendement (%)
Paramètre indiciaire	1551	AZOTE GLOBAL (NTK + NO3 + NO2)	MG/L	150	86,8	21,1	75,7	28,4	7,5	73,6
	1319	AZOTE KJELDAHL	MG/L	non concerné	81,1	21,1	74,0	26	7,4	71,5
	1340	NITRATES	µg/l	non concerné	18189	<1000	97,3	9352	<1000	94,7
	1339	NITRITES	µg/l	non concerné	5383,2	<10	99,9	1131	<10	99,6
	1106	AOX	MG/L	0,001	<200	<100	substance non quantifiée	0,18	<0,1	72,2
	1305	MATIERES EN SUSPENSION	MG/L	600	3 446	15	99,6	1522	149	90,2
	1841	CARBONE ORGANIQUE TOTAL	MG/L	non concerné		220	substance non recherchée	550	140	74,5
	1314	DEMANDE CHIMIQUE EN OXYGENE	MG/L	2 000	5 968	612	89,7	2770	490	82,3
	1313	DEMANDE BIOLOGIQUE EN OXYGENE 5 JOURS	MG/L	non concerné	2870	260	90,9	700	170	75,7
	non concerné	DCO/DBO5		2	2,1	2,4	calcul non exploitable	3,96	2,88	27,2

	1337	CHLORURES	MG/L	750	62	43	30,6	42	44	-4,8
	1338	SULFATE	MG/L	non concerné	68000	8720	87,2	48	2	95,8
	1390	CYANURE TOTAL	MG/L	0,1	<5	<5	substance non quantifiée	<0,005	<0,005	substance non quantifiée
	7073	FLUORURE	MG/L	15	0,5	0,2	calcul non exploitable	0,2	0,2	calcul non exploitable
	1440	INDICE PHÉNOL	MG/L	0,3	0,19	0,04	78,9	0,32	<0,1	84,4
	2962	INDICE HYDROCARBURE	MG/L	5	33	0,98	97,0	54	8,2	84,8
Chlorophénols	1471	2-CHLOROPHENOL	µg/l	non concerné	< 0,1053	<0,1	substance non quantifiée	< 0,1086	<0,1	substance non quantifiée
	1486	2,4-DICHLOROPHENOL	µg/l	non concerné	< 0,1085	0,17	calcul non exploitable	< 0,1186	0,1	calcul non exploitable
	1548	2,4,5-TRICHLOROPHENOL	µg/l	non concerné	< 0,1053	<0,1	substance non quantifiée	< 0,14	<0,1	substance non quantifiée
	1549	2,4,6-TRICHLOROPHENOL	µg/l	non concerné	< 0,1053	<0,1	substance non quantifiée	< 0,14	<0,1	substance non quantifiée
	1651	3-CHLOROPHENOL	µg/l	non concerné	< 0,1053	<0,1	substance non quantifiée	< 0,14	<0,1	substance non quantifiée
	1650	4-CHLOROPHENOL	µg/l	non concerné	< 0,1053	<0,1	substance non quantifiée	< 0,14	<0,1	substance non quantifiée
	1636	4-CHLORO-3-METHYLPHENOL	µg/l	non concerné	< 0,7553	<0,1	substance non quantifiée	< 2,22	<0,1	substance non quantifiée
	1235	PENTACHLOROPHENOL	µg/l	non concerné		<0,1	substance non recherchée		0,12	Substance non recherchée

Alkylphénol	5474	4-N-NONYLPHENOL	µg/l	non concerné	< 0,6394	<0,3	substance non quantifiée	< 0,401	<0,3	substance non quantifiée
	1959	Para-tertoctylphenol = 4-TER-OCTYLPHENOL	µg/l	non concerné		5,05	substance non recherchée		6,54	Substance non recherchée
	1920	4-N-OCTYLPHENOL	µg/l	non concerné	< 0,3894	<0,05	substance non quantifiée	< 0,151	<0,05	substance non quantifiée
	6366	NP1OE	µg/l	non concerné	4,22	1,2	71,6	< 0,7154	1	-562,0
	6369	NP2OE	µg/l	non concerné	5,31	<0,1	99,1	0,388	<0,1	calcul non exploitable
	6370	OP1OE	µg/l	non concerné	< 0,7789	14	-3494,8	< 0,3021	5,8	-3739,8
	6371	OP2OE	µg/l	non concerné	< 0,7789	<0,1	substance non quantifiée	< 0,3021	<0,1	substance non quantifiée
	6598	NONYLPHENOLS	µg/l	non concerné	13,7	2,1	84,7	2,27	2,2	3,1
	6600	OCTYLPHENOLS	µg/l	non concerné	5,7	5,1	10,5	0,804	6,5	-708,5
PBDE	1815	BDE 209 (2,2',3,3',4,4',5,5',6,6'-Décabromodiphényl éther)	µg/l	non concerné	31,9	<0,05	99,9	0,17	<0,05	calcul non exploitable
BTEX	1114	BENZENE	µg/l	non concerné	<1	<1	substance non quantifiée	<1	<1	substance non quantifiée
	1633	ISOPROPYLBENZENE	µg/l	non concerné	<1	<1	substance non quantifiée	<1	<1	substance non quantifiée
	2925	M+P-XYLENE	µg/l	non concerné	1,88	27,39	-1356,9	3,54	213,4	-5928,2
	1292	O_XYLENE	µg/l	non concerné	1,06	12,28	-1058,5	1,97	106,5	-5306,1

	1780	SOMME DES XYLENES	µg/l	non concerné	2,94	39,67	-1249,3	5,51	319,9	-5705,8
	1278	TOLUENE	µg/l	non concerné	1,82	6,9	-279,1	3,51	2,65	calcul non exploitable
	1497	ETHYLBENZENE	µg/l	non concerné	<1	5,16	-932,0	<1	55,13	-10926,0
HAP	1115	BENZO_A_PYRENE	µg/l	non concerné	0,42	0,02	95,2	0,44	0,1	77,3
	1116	BENZO_B_FLUORANTHENE	µg/l	non concerné	0,73	0,04	94,5	0,77	0,17	77,9
	1117	BENZO_K_FLUORANTHENE	µg/l	non concerné	0,16	<0,01	96,9	0,12	0,05	58,3
	1118	BENZO_GHI_PERYLENE	µg/l	non concerné	1,64	0,03	98,2	1,27	0,12	90,6
	1191	FLUORANTHENE	µg/l	non concerné	2,21	0,08	96,4	1,96	0,3	84,7
	1204	INDENO_123CD_PYRENE	µg/l	non concerné	0,04	0,01	calcul non exploitable	0,36	0,07	80,6
	1453	ACENAPHTENE	µg/l	non concerné	0,43	0,1	76,7	0,75	0,11	85,3
	1458	ANTHRACENE	µg/l	non concerné	0,66	0,09	86,4	4,53	0,18	96,0
	1517	NAPHTALENE	µg/l	non concerné	0,18	0,78	-333,3	1,18	1,34	-13,6
	1524	PHENANTHRENE	µg/l	non concerné	0,66	0,47	28,8	16,21	0,71	95,6
Organoétain	2542	MONOBUTYL ETAIN CATION	µg/l	non concerné	2,331	0,077	96,7	0,192	<0,02	94,8

	7074	DIBUTYL ETAIN CATION	µg/l	non concerné	0,467	<0,02	97,9	< 0,0992	<0,02	substance non quantifiée
	2879	TRIBUTYL ETAIN CATION	µg/l	non concerné	< 0,1227	<0,02	substance non quantifiée	0,163	<0,02	93,9
	6372	TRIPHENYL ETAIN CATION	µg/l	non concerné	< 0,1227	<0,02	substance non quantifiée	< 0,0752	<0,02	substance non quantifiée
PCB	1239	PCB_28	µg/l	non concerné	< 0,0272	<0,01	substance non quantifiée	< 0,0106	<0,01	substance non quantifiée
	1241	PCB_52	µg/l	non concerné	< 0,0272	<0,01	substance non quantifiée	< 0,0106	<0,01	substance non quantifiée
	1242	PCB_101	µg/l	non concerné	< 0,0272	<0,01	substance non quantifiée	< 0,0143	<0,01	substance non quantifiée
	1243	PCB_118	µg/l	non concerné	< 0,0272	<0,01	substance non quantifiée	< 0,013	<0,01	substance non quantifiée
	1244	PCB_138	µg/l	non concerné	< 0,0272	<0,01	substance non quantifiée	< 0,0183	<0,01	substance non quantifiée
	1245	PCB_153	µg/l	non concerné	< 0,0272	<0,01	substance non quantifiée	< 0,0121	<0,01	substance non quantifiée
	1246	PCB_180	µg/l	non concerné	< 0,0272	<0,01	substance non quantifiée	< 0,0112	<0,01	substance non quantifiée
Plastifiants	6616	DEHP DI(ETHYLHEXYL)PHTALATE	µg/l	non concerné	28,24	31,55	-11,7	190,25	25,11	86,8
Autres	6561	PFOS Acide Perfluorooctanesulfonique	µg/l	non concerné	<0,01	<0,1	substance non quantifiée		0,02	Substance non recherchée
	1168	DICHLOROMETHANE	µg/l	non concerné	<5	<5	substance non quantifiée	<5	<5	substance non quantifiée
	2052	METHANOL	µg/l	non concerné		<5000	substance non recherchée	34300	<5000	92,7

	1702	FORMALDEHYDE	µg/l	non concerné	3	120	-3900,0	130	2	98,5
Métaux	1370	ALUMINIUM	µg/l	2 500	13 818	630	95,4	7931	689,8	91,3
	1376	ANTIMOINE	µg/l	non concerné	299	6,04	98,0	150,6	12,47	91,7
	1368	ARGENT	µg/l	non concerné	<1	<1	substance non quantifiée	0,73	0,08	89,0
	1369	ARSENIC	µg/l	50	17,84	<5	calcul non exploitable	6,9	1,14	83,5
	1377	BERYLLIUM	µg/l	non concerné	0,37	<0,1	calcul non exploitable	0,27	<0,02	96,3
	1388	CADMIUM	µg/l	200	2,56	0,21	91,8	1	0,25	75,0
	1389	CHROME	µg/l	500	418,05	10,32	97,5	118,3	17,74	85,0
	1379	COBALT	µg/l	non concerné	12,21	2,84	76,7	7,44	1,69	77,3
	1392	CUIVRE	µg/l	500	8 153	206	97,5	3100	202,24	93,5
	1380	ETAIN	µg/l	2 000	2 061	23,89	98,8	388,1	33,92	91,3
	1393	FER	µg/l	2 500	160 565	13 447	91,6	53218	21858	58,9
	1394	MANGANESE	µg/l	1 000	1 742	194,4	88,8	584,1	329,18	43,6
	1387	MERCURE	µg/l	50	<0,5	<0,5	substance non quantifiée	<0,5	<0,5	substance non quantifiée

1395	MOLYBDENE	µg/l	non concerné	527,8	29	94,5	189,3	35,09	81,5
1386	NICKEL	µg/l	500	540	28,67	94,7	71,4	15,98	77,6
1382	PLOMB	µg/l	500	522	7,29	98,6	86,14	6,87	92,0
1385	SELENIUM	µg/l	non concerné	1,21	<0,5	calcul non exploitable	0,42	<0,4	calcul non exploitable
2555	THALLIUM	µg/l	non concerné	<0,5	<0,5	substance non quantifiée	<0,2	<0,2	substance non quantifiée
1373	TITANE	µg/l	non concerné	403,8	10,93	97,3	171	12,52	92,7
1371	URANIUM	µg/l	non concerné	2,06	<1	calcul non exploitable	1,61	0,36	77,6
1384	VANADIUM	µg/l	non concerné	36,27	4,87	86,6	17,88	3,6	79,9
1383	ZINC	µg/l	2 000	10 390	303	97,1	6050	328,8	94,6

18. Annexe 09 : Extraits du rapport de Tronico Vigicell présentant les résultats obtenus pour les bio-essais en entreprises 1 et 2

LumFeau : Essai contre les micropolluants des eaux urbaines en le respect de la Mémoire de Strasbourg

Conformément aux modalités retenues, les échantillons sont parvenus au laboratoire sous 24 heures après leur expédition. Le transport des flacons de verre blanc/brun de 500 ml ou 1 litre contenant les eaux s'est effectué à 4°C dans des glacières contenant des pains de glace.

6 Résultats

Les résultats numériques détaillés des analyses sont fournis en annexe 1.

6.1 Aspect, pH et conductance à réception

Dès réception, les échantillons ont été filtrés sous vide à 0,22 micromètre sur des membranes synthétiques en PES (réf SCGPU10RE) après que leur pH et leur conductance aient été mesurés. Ces mesures ont été réalisées via une sonde de paillasse multi paramètre Hanna Instrument (HI 98121) calibrée à la réception de chaque lot d'échantillon complétés d'une mesure en papier pH.

Un aliquotage des échantillons ainsi conditionnés et stérilisés a ensuite été réalisé.

Les bio-essais ont été mis en œuvre sur ces aliquots, tandis qu'une partie d'entre eux était conservée à 4 et à -20°C.

N°	pH réel	pH ajustée	Conductance	Aspect
Eau sortie HC	6.75		0.87	Trouble, noir, mousse
Eau lavage sol	8.2		HS	Trouble marrons noir, opaque, mousse à la filtration
Eau lavage sol	8.38	7.53	HS	Trouble verdâtre boue mousse
Eau sortie HC	<4	6.61	HS	Limpide avec agglomérat

L'aspect

Les deux échantillons d'eau de lavage de sol se caractérisent par de fortes colorations, une propension à mousser et d'importantes quantités de particules en suspension. Ces particules sédimentent en partie et constituent une sorte de boue au fond des flacons.

Les échantillons en sortie HC sont d'aspect assez différents. L'un est coloré, l'autre pas, l'un mousse l'autre pas et l'un présente des matières en suspension, l'autre pas.

La filtration

Sans présenter de difficultés particulières, la filtration des échantillons a cependant mis en évidence une propension à mousser chez 3 d'entre eux.

Le pH

Les échantillons des deux garagistes se différencient nettement du point de vue de ce paramètre. En effet dans un cas (garage) aucun des échantillons n'a nécessité un ajustement de son pH alors que dans le cas du garage , les deux échantillons ont dû subir un ajustement du pH.

En outre, au delà de cette observation, on constate aussi que si les échantillons de lavage des sols ont des pH assez proches (plutôt basiques), les échantillons de sortie d'HC (plutôt acides) présentent de différences significatives. Le pH de la sortie HC du garage de étant notamment très acide.

La conductivité

Ce paramètre n'a pas pu être mesuré sur les échantillons compte tenu de la défaillance de la sonde en cours d'étude.

6.2 Bio-essais

Dans le respect de la procédure et dans un souci d'économie, il a été décidé de ne pas réaliser de caractérisation en gamme de dilution. Les échantillons ont donc été mis en œuvre au maximum de concentration possible dans la limite des conditions expérimentales de chaque bio-essais (voir § 4.2 en Page 8) puis au cas par cas des travaux sur des concentrations en échantillons plus faibles ont été conduits (Panel Génotox). En outre, des travaux sur un bioessai spécialement dédié à la détection des HAP a été ponctuellement conduit complémentairement au reste des travaux.

9.2 Synthèse résultats des dilutions

(% = taux de dilution)

Panel de génotoxicité cellules humaines

Cytotoxicité	Eucaryote humain M	Eucaryote humain NM
Eau lavage sols	Oui à 50 %	Ø et Oui (10 %) ????
Eau sortie séparateur HC	Ø	Oui (à 50 % et 10 %)
Eau lavage sols	Oui à 50 %	Oui à 50 % et 20 %
Eau sortie HC	Oui à 50 %	Ø

Génotoxicité	Eucaryote humain M	Eucaryote humain NM
Eau lavage sols	Ø (à 10 %)	Ø
Eau sortie séparateur HC	Ø	Non interprétable
Eau lavage sols	Ø (à 20 et 10 %)	Ø (à 10 %)
Eau sortie HC	Oui à 20%	Oui à 50 %

19. Annexe 10 : Résultats des analyses physico-chimiques obtenus dans l'entreprise 2 en phases démonstrateur et substitution

Famille	Code SANDRE	Paramètre	Unité	Seuil de concentration maximal RAEMS	Phase démonstrateur			Phase substitution		
					Concentration amont	Concentration aval	Rendement (%)	Concentration amont	Concentration aval	Rendement (%)
Paramètre indiciaire	1551	AZOTE GLOBAL (NTK + NO3 + NO2)	MG/L	150	50,7	3,7	92,7	31,8	2	93,7
	1319	AZOTE KJELDAHL	MG/L	non concerné	47,1	3,5	92,6	30,5	1,9	93,8
	1340	NITRATES	µg/l	non concerné	7069	<1000	92,9	3258	<1000	calcul non exploitable
	1339	NITRITES	µg/l	non concerné	6582,5	<10	99,9	2077,8	<10	99,8
	1106	AOX	MG/L	0,001	1	0,03	97,0	0,44	0,06	86,4
	1305	MATIERES EN SUSPENSION	MG/L	600	1419	31	97,8	705	6	99,1
	1841	CARBONE ORGANIQUE TOTAL	MG/L	non concerné	1400	1200	14,3	840	790	6,0
	1314	DEMANDE CHIMIQUE EN OXYGENE	MG/L	2 000	6520	3185	51,2	3477	3040	12,6
	1313	DEMANDE BIOLOGIQUE EN OXYGENE 5 JOURS	MG/L	non concerné	2090	2090	0,0	1100	2000	-81,8
	non concerné	DCO/DBO5		2	3,1	1,5	51,2	3,16	1,52	51,9

	1337	CHLORURES	MG/L	750	185,0	<5	98,6	76	5	93,4
	1338	SULFATE	MG/L	non concerné	141	7	95,0	115	5	95,7
	1390	CYANURE TOTAL	MG/L	0,1	0,014	<0,005	calcul non exploitable	0,009	0,005	calcul non exploitable
	7073	FLUORURE	MG/L	15	1	0,2	80,0	1,1	0,1	90,9
	1440	INDICE PHÉNOL	MG/L	0,3	0,3	<0,01	98,3	0,1	0,06	40,0
	2962	INDICE HYDROCARBURE	MG/L	5	64,11	5,6	91,3	7,39	0,44	94,0
Chlorophénols	1471	2-CHLOROPHENOL	µg/l	non concerné	< 0,126	<0,1	substance non quantifiée	< 0,1231	<0,1	substance non quantifiée
	1486	2,4-DICHLOROPHENOL	µg/l	non concerné	< 0,126	<0,1	substance non quantifiée	< 0,2231	<0,1	substance non quantifiée
	1548	2,4,5-TRICHLOROPHENOL	µg/l	non concerné	< 0,126	<0,1	substance non quantifiée	< 0,1231	<0,1	substance non quantifiée
	1549	2,4,6-TRICHLOROPHENOL	µg/l	non concerné	< 0,126	<0,1	substance non quantifiée	<0,1231	<0,1	substance non quantifiée
	1651	3-CHLOROPHENOL	µg/l	non concerné	< 0,1416	<0,1	substance non quantifiée	< 8,9981	<0,1	substance non quantifiée
	1650	4-CHLOROPHENOL	µg/l	non concerné		<0,1	Substances non recherchées	< 0,5231	<0,1	substance non quantifiée
	1636	4-CHLORO-3-METHYLPHENOL	µg/l	non concerné		0,61	Substances non recherchées		0,28	calcul non exploitable
	1235	PENTACHLOROPHENOL	µg/l	non concerné	< 0,1478	<0,1	substance non quantifiée	< 0,1231	<0,1	substance non quantifiée

Alkylphénol	5474	4-N-NONYLPHENOL	µg/l	non concerné	< 1,0071	<0,3	substance non quantifiée	< 0,827	<0,3	substance non quantifiée
	1959	Para-tertoctylphenol = 4-TER-OCTYLPHENOL	µg/l	non concerné		<0,05	Substances non recherchées	< 0,827	<0,05	substance non quantifiée
	1920	4-N-OCTYLPHENOL	µg/l	non concerné	< 0,7571	<0,05	substance non quantifiée	< 0,827	<0,05	substance non quantifiée
	6366	NP1OE	µg/l	non concerné	13,1	7,3	44,3	11,8	2,6	78,0
	6369	NP2OE	µg/l	non concerné	16,5	1	93,9	6,64	<0,1	99,2
	6370	OP1OE	µg/l	non concerné	< 1,5142	<0,1	substance non quantifiée	35,5	<0,1	99,9
	6371	OP2OE	µg/l	non concerné	< 1,6142	<0,1	substance non quantifiée	< 1,1539	<0,1	substance non quantifiée
	6598	NONYLPHENOLS	µg/l	non concerné	2,78	4,1	-47,5	4,04	0,9	77,7
	6600	OCTYLPHENOLS	µg/l	non concerné	1,6	<0,1	96,9	<1,654	<0,1	substance non quantifiée
PBDE	1815	BDE 209 (2,2',3,3',4,4',5,5',6,6'-Décabromodiphényl éther)	µg/l	non concerné	0,23		Substances non recherchées	<0,05		calcul non exploitable
BTEX	1114	BENZENE	µg/l	non concerné	<1	<1	substance non quantifiée	<1	<1	substance non quantifiée
	1633	ISOPROPYLBENZENE	µg/l	non concerné	<1	<1	substance non quantifiée	<1	<1	substance non quantifiée
	2925	M+P-XYLENE	µg/l	non concerné	<1	8,86	-1672,0	<1	6,17	-1134,0
	1292	O_XYLENE	µg/l	non concerné	<1	7,4	-1380,0	<1	4,14	calcul non exploitable

	1780	SOMME DES XYLENES	µg/l	non concerné	<2	16,26	-1526,0	<2	10,31	-931,0
	1278	TOLUENE	µg/l	non concerné	8,9	3,35	62,4	<1	<1	substance non quantifiée
	1497	ETHYLBENZENE	µg/l	non concerné	<1	2,29	calcul non exploitable	<1	1,43	calcul non exploitable
HAP	1115	BENZO_A_PYRENE	µg/l	non concerné	0,26	0,05	80,8	0,04	<0,01	calcul non exploitable
	1116	BENZO_B_FLUORANTHENE	µg/l	non concerné	0,1	0,07	30,0	0,2	0,02	90,0
	1117	BENZO_K_FLUORANTHENE	µg/l	non concerné	0,04	0,03	calcul non exploitable	0,04	<0,01	calcul non exploitable
	1118	BENZO_GHI_PERYLENE	µg/l	non concerné	0,08	0,06	25,0	0,27	0,01	96,3
	1191	FLUORANTHENE	µg/l	non concerné	0,43	0,09	79,1	0,42	0,03	92,9
	1204	INDENO_123CD_PYRENE	µg/l	non concerné	0,32	0,04	87,5	0,07	<0,01	92,9
	1453	ACENAPHTENE	µg/l	non concerné	0,1	0,13	-30,0	0,03	0,05	calcul non exploitable
	1458	ANTHRACENE	µg/l	non concerné	0,42	0,02	95,2	0,2	<0,01	97,5
	1517	NAPHTALENE	µg/l	non concerné	0,15	<0,05	calcul non exploitable	< 0,0603	<0,05	substance non quantifiée
	1524	PHENANTHRENE	µg/l	non concerné	0,94	0,09	90,4	1,22	0,03	97,5
Organoétain	2542	MONOBUTYL ETAIN CATION	µg/l	non concerné	7,769	<0,02	99,9	3,205	<0,02	99,7

	7074	DIBUTYL ETAIN CATION	µg/l	non concerné	< 0,1023	<0,02	substance non quantifiée	< 0,3462	<0,02	substance non quantifiée
	2879	TRIBUTYL ETAIN CATION	µg/l	non concerné	< 0,0223	<0,02	substance non quantifiée	< 0,3462	<0,02	substance non quantifiée
	6372	TRIPHENYL ETAIN CATION	µg/l	non concerné	< 0,1046	<0,02	substance non quantifiée	< 1,3308	<0,02	substance non quantifiée
PCB	1239	PCB_28	µg/l	non concerné	< 0,0116	<0,01	substance non quantifiée	< 0,0126	<0,01	substance non quantifiée
	1241	PCB_52	µg/l	non concerné	< 0,013	<0,01	substance non quantifiée	< 0,0139	<0,01	substance non quantifiée
	1242	PCB_101	µg/l	non concerné	< 0,0163	<0,01	substance non quantifiée	< 0,0228	<0,01	substance non quantifiée
	1243	PCB_118	µg/l	non concerné	< 0,019	<0,01	substance non quantifiée	< 0,024	<0,01	substance non quantifiée
	1244	PCB_138	µg/l	non concerné	< 0,0226	<0,01	substance non quantifiée	< 0,0352	<0,01	substance non quantifiée
	1245	PCB_153	µg/l	non concerné	< 0,0228	<0,01	substance non quantifiée	< 0,0376	<0,01	substance non quantifiée
	1246	PCB_180	µg/l	non concerné	< 0,0187	<0,01	substance non quantifiée	< 0,0287	<0,01	substance non quantifiée
Plastifiants	6616	DEHP DI(ETHYLHEXYL)PHTALATE	µg/l	non concerné	48,07	33,89	29,5	55,33	7,32	86,8
Autres	6561	PFOS Acide Perfluorooctanesulfonique	µg/l	non concerné	<0,1	<0,1	substance non quantifiée	0,06	0,12	-100,0
	1168	DICHLOROMETHANE	µg/l	non concerné	<5	<5	substance non quantifiée	<5	<5	substance non quantifiée
	2052	METHANOL	µg/l	non concerné	<1000	1300	calcul non exploitable	<1	<1000	substance non quantifiée

	1702	FORMALDEHYDE	µg/l	non concerné	<1	25	-4900,0	200	60	70,0
Métaux	1370	ALUMINIUM	µg/l	2 500	36153	1293	96,4	10396	289,6	97,2
	1376	ANTIMOINE	µg/l	non concerné	692,2	3,53	99,5	152,3	2,59	98,3
	1368	ARGENT	µg/l	non concerné	1,6	<1	calcul non exploitable	0,79	0,08	89,9
	1369	ARSENIC	µg/l	50	35,9	<5	93,0	11,38	0,68	94,0
	1377	BERYLLIUM	µg/l	non concerné	0,68	0,11	83,8	0,41	0,04	90,2
	1388	CADMIUM	µg/l	200	10,88	0,7	93,6	5,94	0,55	90,7
	1389	CHROME	µg/l	500	457,9	6,7	98,5	178,8	27,78	84,5
	1379	COBALT	µg/l	non concerné	22,53	2,24	90,1	10,08	0,55	94,5
	1392	CUIVRE	µg/l	500	10330	30	99,7	4627	13,91	99,7
	1380	ETAIN	µg/l	2 000	1046	12,13	98,8	386,1	1,78	99,5
	1393	FER	µg/l	2 500	215462	215462	0,0	75928	5825	92,3
	1394	MANGANESE	µg/l	1 000	1901	244,4	87,1	630,8	147,08	76,7
	1387	MERCURE	µg/l	50	<0,5	<0,5	substance non quantifiée	<0,5	<0,5	substance non quantifiée

1395	MOLYBDENE	µg/l	non concerné	1254	381,4	69,6	1562	400,2	74,4
1386	NICKEL	µg/l	500	151	17,47	88,4	61,82	3,87	93,7
1382	PLOMB	µg/l	500	337,4	12,19	96,4	222,1	2,71	98,8
1385	SELENIUM	µg/l	non concerné	7,5	<0,5	96,7	1,86	<0,4	calcul non exploitable
2555	THALLIUM	µg/l	non concerné	<0,5	<0,5	substance non quantifiée	0,35	0,38	calcul non exploitable
1373	TITANE	µg/l	non concerné	1786	10,68	99,4	286	3,34	98,8
1361	URANIUM	µg/l	non concerné	3,77	<1	calcul non exploitable	2,8	<0,2	96,4
1384	VANADIUM	µg/l	non concerné	191,7	5,94	96,9	59,2	3,1	94,8
1383	ZINC	µg/l	2 000	9589	216,2	97,7	4038	284,5	93,0

20. Annexe 12 : Résultats des analyses physico-chimiques obtenus dans l'entreprise 3 en phases démonstrateur et substitution

Famille	Code SANDRE	Paramètre	Unité	Seuil de concentration maximal RAEMS	Phase démonstrateur			Phase substitution		
					Concentration amont	Concentration aval	Rendement (%)	Concentration amont	Concentration aval	Rendement (%)
Paramètre indiciaire	1551	AZOTE GLOBAL (NTK + NO3 + NO2)	MG/L	150	9,4	73,4	-680,9	71,4	74,5	-4,3
	1319	AZOTE KJELDAHL	MG/L	non concerné	9,1	73	-702,2	68,8	74,3	-8,0
	1340	NITRATES	µg/l	non concerné	<1000	1278	calcul non exploitable	9529	<1000	94,8
	1339	NITRITES	µg/l	non concerné	840,1	414,9	50,6	1337,4	165,5	87,6
	1106	AOX	MG/L	0,001	0,2	0,23	-15,0	0,1	<0,2	0,0
	1305	MATIERES EN SUSPENSION	MG/L	600	507	151	70,2	424	157	63,0
	1841	CARBONE ORGANIQUE TOTAL	MG/L	non concerné	0,9	5900	-655455,6	160	6200	-3775,0
	1314	DEMANDE CHIMIQUE EN OXYGENE	MG/L	2 000	688	18600	-2603,5	1020	21900	-2047,1
	1313	DEMANDE BIOLOGIQUE EN OXYGENE 5 JOURS	MG/L	non concerné	150	10800	-7100,0	350	7500	-2042,9
	non concerné	DCO/DBO5		2	4,59	1,72	62,5	2,91	2,92	-0,2

	1337	CHLORURES	MG/L	750	86	761	-784,9	129	1597	-1138,0
	1338	SULFATE	MG/L	non concerné	55	116	-110,9	59	162	-174,6
	1390	CYANURE TOTAL	MG/L	0,1	<0,005	<0,01	substance non quantifiée	0,007	<0,005	calcul non exploitable
	7073	FLUORURE	MG/L	15	0,4	<0,1	calcul non exploitable	0,2	<0,1	calcul non exploitable
	1440	INDICE PHÉNOL	MG/L	0,3	0,02	<0,5	calcul non exploitable	<0,2	<0,5	substance non quantifiée
	2962	INDICE HYDROCARBURE	MG/L	5	9,35	12,28	-31,3	4,38	21,14	-382,6
Chlorophénols	1471	2-CHLOROPHENOL	µg/l	non concerné	< 0,1257	<0,1	substance non quantifiée	< 0,14	<0,1	substance non quantifiée
	1486	2,4-DICHLOROPHENOL	µg/l	non concerné	< 0,1257	0,1	calcul non exploitable	< 0,14	0,25	calcul non exploitable
	1548	2,4,5-TRICHLOROPHENOL	µg/l	non concerné	< 0,1257	<0,1	substance non quantifiée	< 0,14	<0,1	substance non quantifiée
	1549	2,4,6-TRICHLOROPHENOL	µg/l	non concerné	< 0,1257	<0,1	substance non quantifiée	< 0,14	<0,1	substance non quantifiée
	1651	3-CHLOROPHENOL	µg/l	non concerné	< 0,1257	<0,1	substance non quantifiée	< 0,14	<0,1	substance non quantifiée
	1650	4-CHLOROPHENOL	µg/l	non concerné	< 0,1257	<0,1	substance non quantifiée	< 0,14	<0,1	substance non quantifiée
	1636	4-CHLORO-3-METHYLPHENOL	µg/l	non concerné	< 1,1457	0,57	-806,9	< 0,14	<0,1	substance non quantifiée
	1235	PENTACHLOROPHENOL	µg/l	non concerné	< 0,1257	0,77	-1125,1	0,84	<0,1	94,0

Alkylphénol	5474	4-N-NONYLPHENOL	µg/l	non concerné	< 0,7328	<0,3	substance non quantifiée	< 0,6533	<0,3	substance non quantifiée
	1959	Para-tertoctylphenol = 4-TER-OCTYLPHENOL	µg/l	non concerné	< 0,5228	0,73	-202,4	< 0,4233	1,31	-549,6
	1920	4-N-OCTYLPHENOL	µg/l	non concerné	< 0,4828	<0,05	substance non quantifiée	< 0,4033	<0,2500	substance non quantifiée
	6366	NP1OE	µg/l	non concerné	< 1,4462	3,6	-397,9	< 0,8067	2,8	-594,2
	6369	NP2OE	µg/l	non concerné	< 1,4462	4,4	-508,5	< 0,8067	3	-643,8
	6370	OP1OE	µg/l	non concerné	< 0,9656	0,1	calcul non exploitable	< 0,8067	0,1	calcul non exploitable
	6371	OP2OE	µg/l	non concerné	< 0,9656	<0,1	substance non quantifiée	< 0,8067	0,2	calcul non exploitable
	6598	NONYLPHENOLS	µg/l	non concerné	< 1,4462	3,1	-328,7	< 0,8067	3,3	-718,1
	6600	OCTYLPHENOLS	µg/l	non concerné	<1	0,7	-1300,0	< 0,126	<1,55	substance non quantifiée
PBDE	1815	BDE 209 (2,2',3,3',4,4',5,5',6,6'-Décabromodiphényl éther)	µg/l	non concerné	<0,05	<0,05	substance non quantifiée	<0,05	<0,05	substance non quantifiée
BTEX	1114	BENZENE	µg/l	non concerné	<1	<1	substance non quantifiée	<1	<1	substance non quantifiée
	1633	ISOPROPYLBENZENE	µg/l	non concerné	<1	<1	substance non quantifiée	<1	<1	substance non quantifiée
	2925	M+P-XYLENE	µg/l	non concerné	<1	4	calcul non exploitable	<1	7,88	-1476,0
	1292	O_XYLENE	µg/l	non concerné	<1	1,26	calcul non exploitable	<1	5,07	-914,0

	1780	SOMME DES XYLENES	µg/l	non concerné	<2	5,27	calcul non exploitable	<2	12,95	-1195,0
	1278	TOLUENE	µg/l	non concerné	<1	1,86	calcul non exploitable	<1	<1	substance non quantifiée
	1497	ETHYLBENZENE	µg/l	non concerné	<1	1,01	calcul non exploitable	<1	2,63	calcul non exploitable
HAP	1115	BENZO_A_PYRENE	µg/l	non concerné	0,06	0,05	16,7	0,26	0,08	69,2
	1116	BENZO_B_FLUORANTHENE	µg/l	non concerné	0,23	0,1	56,5	0,54	0,17	68,5
	1117	BENZO_K_FLUORANTHENE	µg/l	non concerné	0,05	0,02	calcul non exploitable	0,05	0,03	calcul non exploitable
	1118	BENZO_GHI_PERYLENE	µg/l	non concerné	0,37	0,36	2,7	0,4	0,38	5,0
	1191	FLUORANTHENE	µg/l	non concerné	0,43	0,46	-7,0	0,42	0,86	-104,8
	1204	INDENO_123CD_PYRENE	µg/l	non concerné	0,08	0,06	25,0	0,12	0,08	33,3
	1453	ACENAPHTENE	µg/l	non concerné	< 0,0227	0,08	-1328,6	0,06	3,39	-5550,0
	1458	ANTHRACENE	µg/l	non concerné	0,05	0,18	-260,0	0,17	2,08	-1123,5
	1517	NAPHTALENE	µg/l	non concerné	< 0,0733	0,1	calcul non exploitable	0,24	54,73	calcul non exploitable
	1524	PHENANTHRENE	µg/l	non concerné	0,39	1,18	-202,6	0,5	34,59	-6818,0
Organoétain	2542	MONOBUTYL ETAIN CATION	µg/l	non concerné	0,468	<2	97,9	1,863	2,729	-46,5

	7074	DIBUTYL ETAIN CATION	µg/l	non concerné	0,152	<2	93,4	0,088	<1	calcul non exploitable
	2879	TRIBUTYL ETAIN CATION	µg/l	non concerné	< 0,1042	<2	substance non quantifiée	< 0,0716	<1	substance non quantifiée
	6372	TRIPHENYL ETAIN CATION	µg/l	non concerné	< 0,4105	<2	substance non quantifiée	< 0,1231	<1	substance non quantifiée
PCB	1239	PCB_28	µg/l	non concerné	< 0,013	<0,01	substance non quantifiée	< 0,0126	<0,01	substance non quantifiée
	1241	PCB_52	µg/l	non concerné	< 0,0131	<0,01	substance non quantifiée	< 0,0126	<0,01	substance non quantifiée
	1242	PCB_101	µg/l	non concerné	< 0,0157	<0,01	substance non quantifiée	< 0,0126	<0,01	substance non quantifiée
	1243	PCB_118	µg/l	non concerné	< 0,0155	<0,01	substance non quantifiée	< 0,0126	<0,01	substance non quantifiée
	1244	PCB_138	µg/l	non concerné	< 0,0196	<0,01	substance non quantifiée	< 0,0149	<0,01	substance non quantifiée
	1245	PCB_153	µg/l	non concerné	< 0,0207	<0,01	substance non quantifiée	< 0,0148	<0,01	substance non quantifiée
	1246	PCB_180	µg/l	non concerné	< 0,0161	<0,01	substance non quantifiée	< 0,0143	<0,01	substance non quantifiée
Plastifiants	6616	DEHP DI(ETHYLHEXYL)PHTALATE	µg/l	non concerné			Substance non recherchées	65,08	77,16	-18,6
Autres	6561	PFOS Acide Perfluorooctanesulfonique	µg/l	non concerné		<0,1	Substance non recherchées	<0,02	<0,05	substance non quantifiée
	1168	DICHLOROMETHANE	µg/l	non concerné	<5	<5	substance non quantifiée	<5	<5	substance non quantifiée
	2052	METHANOL	µg/l	non concerné	<1000	<5000	substance non quantifiée	<5000	358000	-14220,0

	1702	FORMALDEHYDE	µg/l	non concerné	26	350	-1246,2	8	910	-11275,0
Métaux	1370	ALUMINIUM	µg/l	2 500	7993	12032	-50,5	8549	9441	-10,4
	1376	ANTIMOINE	µg/l	non concerné	44,25	59,35	-34,1	26,73	57,19	-114,0
	1368	ARGENT	µg/l	non concerné	0,71	1,12	-57,7	1,28	0,86	32,8
	1369	ARSENIC	µg/l	50	4,79	14,03	-192,9	1,79	8,01	-347,5
	1377	BERYLLIUM	µg/l	non concerné	<0,02	0,21	-2000,0	0,11	0,18	-63,6
	1388	CADMIUM	µg/l	200	2,17	3,03	-39,6	1,6	2,9	-81,3
	1389	CHROME	µg/l	500	98,56	34,92	64,6	17,44	18,34	-5,2
	1379	COBALT	µg/l	non concerné	8,19	20,98	-156,2	2,66	14,95	-462,0
	1392	CUIVRE	µg/l	500	786,7	497,3	36,8	404,5	338,2	16,4
	1380	ETAIN	µg/l	2 000	32,68	21,79	33,3	31,24	11,06	64,6
	1393	FER	µg/l	2 500	28000	63300	-126,1	19580	81300	-315,2
	1394	MANGANESE	µg/l	1 000	345	855,1	-147,9	228,5	990,5	-333,5
	1387	MERCURE	µg/l	50	<0,5	<0,8	substance non quantifiée	<0,5	<0,5	substance non quantifiée

1395	MOLYBDENE	µg/l	non concerné	46,25	274,6	-493,7	28,72	297,9	-937,3
1386	NICKEL	µg/l	500	49,48	118,3	-139,1	15,4	89,41	-480,6
1382	PLOMB	µg/l	500	255,5	172,1	32,6	86,85	142	-63,5
1385	SELENIUM	µg/l	non concerné	0,57	0,88	calcul non exploitable	<0,4	2	calcul non exploitable
2555	THALLIUM	µg/l	non concerné	<0,2	<0,2	substance non quantifiée	<0,2	<0,2	substance non quantifiée
1373	TITANE	µg/l	non concerné	160,5	177,1	-10,3	166	169,5	-2,1
1361	URANIUM	µg/l	non concerné	2,75	2,34	14,9	2,05	1,66	19,0
1384	VANADIUM	µg/l	non concerné	15,24	31,23	-104,9	8,31	21,82	-162,6
1383	ZINC	µg/l	2 000	5572	9377	-68,3	3550	10400	-193,0

21. Remerciements

Suite à la réalisation de ce travail, le CNIDEP tient à remercier :

- Les entreprises 1, 2 et 3 pour leur participation et le temps qu'elles ont pu nous accorder ;
- Les entreprises ayant accepté de participer au projet et pour cela de fournir des échantillons de produits de substitution à disposition des entreprises 1, 2 ou 3 ;
- Les partenaires de l'Eurométropole de Strasbourg et tous les membres du groupe de travail Artisanat pour nous avoir accompagnées dans la réalisation de du travail de terrain et pour avoir relu ce présent rapport ;
- Les collaboratrices et le directeur du CNIDEP pour leur aide, leurs conseils et leurs relectures.

AFB

Hall C – Le Nadar
5, square Félix Nadar
94300 Vincennes

01 45 14 36 00

<http://www.afbiodiversite.fr>



CNIDEP-CMA54

4 rue de la Vologne
54520 Laxou

03 83 95 60 88

www.cnidep.com
www.cma-nancy.fr