



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 peintre en bâtiment.

## Livrable 3.1.a relatif au métier de peintre en bâtiment

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](mailto:laura-gaillard@cnidep.com)

**Anne-Lise HEROLD**, Chargée de mission environnement (CNIDEP), [anne-lise-herold@cnidep.com](mailto:anne-lise-herold@cnidep.com)

- **CORRESPONDANTS**

**AFB:** Pierre François STAUB, Interlocuteur projet [pierre-françois.staub@afbiodiversite.fr](mailto:pierre-françois.staub@afbiodiversite.fr)

**Partenaire :** Claire RIOU, Interlocuteur projet, [claire.riou@eau-rhin-meuse.fr](mailto:claire.riou@eau-rhin-meuse.fr) et Roger FLUTSCH, interlocuteur projet, [roger.flutsch@eau-rhin-meuse.fr](mailto:roger.flutsch@eau-rhin-meuse.fr)

- **AUTRES CONTRIBUTEURS**


**Maxime POMIES**, Responsable de projet (Eurométropole de Strasbourg), [maxime.pomies@strasbourg.eu](mailto: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 :** professionnels.

<p><b>AGENCE FRANÇAISE POUR LA BIODIVERSITÉ</b> MINISTÈRE DE L'ENVIRONNEMENT</p>	<p>Réduction des rejets en micropolluants dans les entreprises de l'artisanat : étude du métier de peintre en bâtiment. – Livrable 3.1.a relatif au métier de peintre en bâtiment. Validé Laura GAILLARD, Anne-Lise HEROLD</p>	<p><b>LUMIEAU-STRA</b> 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, 4 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 auprès d'artisans peintres en bâtiments. Elle s'est déroulée en collaboration avec 3 entreprises artisanales. Ce document explique tout d'abord, la méthodologie mise en œuvre pour identifier les entreprises participantes, les démonstrateurs de traitement et les produits de substitution. Ensuite, les outils permettant l'évaluation des solutions de réduction sont présentés : analyses (physicochimique et bioessais), 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 peintres en bâtiments sont les machines de nettoyage des outils de peintures. Les produits de substitution sont des peintures contenant moins de substances chimiques que les peintures conventionnelles, dont notamment celles dites écodurables. 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, une adaptation de l'organisation du travail des salariés est nécessaire.

## • MOTS CLES (THEMATIQUE ET GEOGRAPHIQUE)

Artisanat, peintres en bâtiment, changement de pratiques, machine de nettoyage des outils de peinture, substitution, CNIDEP, Eurométropole de Strasbourg.

<p><b>AGENCE FRANÇAISE POUR LA BIODIVERSITÉ</b> MINISTÈRE DE L'ENVIRONNEMENT</p>	<p>Réduction des rejets en micropolluants dans les entreprises de l'artisanat : étude du métier de peintre en bâtiment. – Livrable 3.1.a relatif au métier de peintre en bâtiment. Validé Laura GAILLARD, Anne-Lise HEROLD</p>	<p><b>LUMIEAU-STRA</b> 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 construction painters. We have collaborated with 3 small businesses. Firstly, this report explains the methodology chosen to identify participants, treatment processes 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 processes for the construction painter field are painting tool cleaning machine. Substitution products are paints containing less chemical substances than conventional ones, particularly, paints called "sustainable". 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 of solutions relatively simple to use, an adaptation of work organization is a necessity.

## • KEY WORDS

Small businesses, construction painter, change of practices, cleaning painting tool machines, substitution, CNIDEP, Eurometropole of Strasbourg.

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

## • SYNTHÈSE POUR L'ACTION 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 8 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<sup>er</sup> 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 3 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 terme de micropolluants non rejetés et en terme d'amélioration de l'impact sur les milieux), qu'économique et sociologique (acceptabilité, satisfaction de l'efficacité, facilité d'utilisation...). Pour chaque métier, 3 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 3 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 peintres en bâtiment. Le contexte de travail, la méthodologie appliquée et l'exploitation des résultats y sont présentés.

### Synthèse sur le travail fait sur les démonstrateurs

L'étude a porté sur 3 démonstrateurs (de même technologie mais de marque différente). Cela ne permet pas d'extrapoler des conclusions sur l'ensemble des démonstrateurs de type « machine de nettoyage d'outils de peinture », néanmoins des tendances ont été mises en évidence. En effet, on peut noter que dans les trois entreprises participantes, l'utilisation des démonstrateurs a permis de réduire les concentrations de micropolluants et de faire que les rejets respectent le règlement d'assainissement de l'Eurométropole de Strasbourg.

Les trois démonstrateurs testés permettent de réduire de manière conséquente les flux de paramètres chimiques rejetés au réseau d'assainissement. En effet :

- entre 9 et 22% des paramètres dont le rendement a pu être calculé sont moyennement retenus (rendement compris entre 30 et 70%)
- entre 23 et 35% des paramètres dont le rendement a pu être calculé sont bien retenus (rendement supérieur à 70%).

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 filtration : le rendement sur les MES est compris entre 86 et 99%, à l'exception de celui mesuré pour l'entreprise 2 – seulement 22% - ce qui s'explique par une mauvaise utilisation du floculant.

Il est aussi important de retenir que sur les 88 substances recherchées dans les eaux, peu sont quantifiées. En effet, entre 43 et 55% des substances recherchées ne sont pas quantifiées dans les eaux analysées en phase démonstrateur. En phase substitution, entre 33 et 56% des substances recherchées ne sont pas quantifiées.

Par rapport au règlement d'assainissement de l'Eurométropole de Strasbourg, les trois démonstrateurs permettent d'améliorer nettement les rejets. En effet, dans la première entreprise en partie démonstrateur, cinq paramètres ont des concentrations supérieures aux seuils en amont et seulement un (l'aluminium) reste supérieur au seuil en aval. De même, dans la première entreprise en partie substitution, cinq paramètres ont des concentrations supérieures aux seuils en amont et seulement un (le pH) reste supérieur au seuil en aval. En entreprise 2, en partie démonstrateur, les concentrations du seul paramètre dont les concentrations sont supérieures aux seuils du règlement en amont (le cuivre) passent sous les seuils du règlement d'assainissement de l'EMS suite à l'utilisation de la machine. En entreprise 3, en partie démonstrateur, deux paramètres ont des concentrations supérieures aux seuils en amont et aucune concentration ne reste supérieure au seuil en aval. En entreprise 3, en partie substitution, seul un paramètre a une concentration supérieure aux seuils du règlement d'assainissement de l'Eurométropole de Strasbourg en amont et cette concentration est suffisamment réduite en aval pour passer sous les seuils du règlement de l'Eurométropole de Strasbourg.

Les bioessais permettent d'étudier les rejets sous un autre angle et complètent donc ainsi les observations faites via les analyses physico-chimiques. En phase démonstrateur, les bioessais réalisés tendent à montrer que la toxicité des effluents ne diminue pas clairement grâce à l'utilisation du démonstrateur.

Concernant l'efficacité de nettoyage, qui est un critère essentiel pour les entreprises désirant investir dans une machine de nettoyage de leurs outils, on peut noter que les trois entreprises sont plutôt satisfaites. Cependant, dans deux des trois entreprises, on peut relever qu'il y a eu des problèmes dans le dosage des floculants, ce qui a altéré la qualité de nettoyage des outils sur un ou plusieurs cycles de lavage.

De manière générale, les machines de nettoyage des outils mises en test dans les trois entreprises de peinture ont une prise en main facile. Il est cependant nécessaire de prévoir un espace suffisant dans l'atelier, des raccordements pour l'apport et l'évacuation d'eau et une organisation adaptée pour inclure le nettoyage des outils dans le temps de travail des salariés. De plus, en cas de mauvais usage de la machine, l'entreprise peut ne pas se rendre compte du problème et être donc déçu de l'efficacité de la machine. L'étape d'accompagnement aux changements de pratiques et à l'appropriation de la machine en entreprise est donc primordiale. De nombreux commerciaux réalisent ces étapes sur les premières semaines voire mois d'utilisation de la machine en entreprise afin d'apporter aux chefs d'entreprise les informations de base nécessaire à la bonne utilisation et au bon entretien de ces technologies.

De plus, l'utilisation de la machine entraîne la formation de boues de peinture qui doivent être gérées comme un déchet dangereux. La gestion de ce type de déchets représente un coût non négligeable pour les entreprises artisanales. Si les boues ne sont pas gérées en déchets dangereux, l'utilisation de la machine aura donc entraîné un transfert de pollution : amélioration de la qualité des eaux mais pollution via les déchets produits. Il est donc très important que les chefs d'entreprise soient sensibilisés à ces flux de déchets et que des filières de gestion adaptées aux spécificités des entreprises artisanales (dont par exemple les faibles quantités de production de déchets qui peuvent être un frein pour les prestataires) soient existantes sur le territoire d'implantation de l'entreprise.

Les retours d'expérience des 3 artisans volontaires ont donc permis de déterminer certains freins au changement de pratiques. Nous avons pu voir que les principaux freins à l'utilisation des machines de nettoyage des outils de peintures sont le changement de pratiques et les habitudes de lavages qui nécessitent un suivi et des rappels fréquents aux différents utilisateurs de la machines, la prise en main de la machine mais aussi les coûts d'investissement et de fonctionnement des machines. L'utilisation d'une machine de nettoyage des outils de peinture, et les bonnes pratiques permettant le fonctionnement optimal de cette machine sont donc nécessaires pour avoir des rejets en conformité avec le règlement d'assainissement de l'Eurométropole de Strasbourg.

Afin d'encourager la mise en place de technologies propres dans les entreprises artisanales, il est nécessaire de soutenir les entreprises désirant investir dans ces machines. En effet, les coûts engendrés par l'investissement en lui-même mais aussi par les coûts liés à l'utilisation de la machine (coût d'achat des filtres, floculants... et coût de gestion des déchets dangereux) peuvent freiner certains chefs d'entreprise à se tourner vers ces technologies. Des subventions financières pourraient faciliter l'accès à ces technologies propres.

De plus, des programmes d'accompagnements adaptés aux entreprises artisanales pourraient faciliter ces changements de pratiques. Ces accompagnements pourraient être réalisés par les fournisseurs des démonstrateurs mais aussi par les institutionnels. Une sensibilisation à ces technologies pourraient aussi être mises en place dans les Centres de Formation des Apprentis afin d'inculquer aux futurs artisans les bonnes pratiques qu'ils pourront reproduire en entreprises.

### Synthèse sur le travail fait sur la substitution des produits

L'étude a porté sur 3 peintures de substitution. On ne peut pas extrapoler les résultats à toute la gamme de peinture de substitution possible, mais des enseignements importants peuvent être retirés.

Concernant les analyses de produits bruts, on observe que sur les 88 paramètres recherchés, il y a autant de paramètres quantifiés dans les produits classiques que dans les produits de substitution (de 30 à 40 selon les produits). Par rapport aux substances dangereuses prioritaires et aux substances prioritaires de la DCE, il est intéressant de noter que les deux produits de substitution analysés ont des concentrations moins importantes que les produits classiques pour le benzène dans un cas, le naphthalène et le cadmium dans un des cas. Cependant, pour 11 des substances dangereuses prioritaires et prioritaires, ce sont les produits de substitution qui ont les concentrations les plus élevées.



Il n'est pas possible de faire de conclusions générales en se basant sur ces analyses physico-chimiques de produits bruts. Sur les produits bruts testés, il n'est pas possible de conclure que les produits de substitution contiennent moins de substances chimiques 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 1, 39% des paramètres ont des concentrations plus élevées dans la peinture de substitution que dans la peinture classique et 5% des paramètres ont des concentrations plus faibles.
- pour l'entreprise 3, seulement 18% des paramètres ont des concentrations plus élevées dans la peinture de substitution que dans la peinture classique et 25% des paramètres ont des concentrations plus faibles.

Les retours d'expérience des chefs d'entreprise ont montré une satisfaction globale des produits de substitution testés. L'entreprise 1 a même indiqué un pouvoir couvrant plus important et un meilleur rendu des couleurs qu'avec un produit classique. Cependant, afin d'éviter des problèmes de séchage sur les supports particuliers ou des problèmes de rendu, il est nécessaire de bien connaître son produit. Cela passe par des formations et accompagnements des fournisseurs notamment. Un élément important pour développer l'usage des produits de substitution est aussi, selon les chefs d'entreprise, de développer les gammes de produits proposés, afin de pouvoir répondre à toutes les attentes des clients.

Le critère de réduction de l'impact sur la santé des salariés est un point qui semble important aux chefs d'entreprise interrogés et le premier chef d'entreprise était même sensible à l'émission de COV par les peintures de substitution.

Enfin, le critère coût semble important pour les chefs d'entreprise et il est nécessaire de garder en tête 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 ces surcoûts aux clients mais actuellement, peu de clients (particuliers et donneurs d'ordre) semblent favorables à accepter de participer financièrement à ces surcoûts.

Les retours d'expérience des 3 artisans volontaires ont permis de déterminer certains freins au changement de pratiques. Pour les produits de substitution, les principaux freins sont la qualité du rendu final, le prix et la concordance de ces produits par rapport aux attentes des clients.

Les comparaisons faites ici ne peuvent pas s'appliquer à toutes les entreprises de peintures de la zone de l'Eurométropole de Strasbourg puisque toutes n'utilisent pas les mêmes produits. L'utilisation seule des peintures de substitution ne semble pas être suffisante pour supprimer les impacts des rejets des eaux de nettoyage des outils. Cependant, on peut noter que les peintures dites « de substitution » testées dans ce projet présentent des avantages en termes de santé pour les utilisateurs.

- **SOMMAIRE**

<b>1. Introduction .....</b>	<b>13</b>
<b>2. Le projet LUMIEAU-Stra et le volet artisanat .....</b>	<b>13</b>
<b>2.1. Contexte général du projet LUMIEAU-Stra.....</b>	<b>13</b>
<b>2.2. Contexte général des entreprises artisanales .....</b>	<b>14</b>
2.2.1. Généralités [4, 5].....	14
2.2.2. Points forts de l'artisanat dans la tenue d'un projet de type LUMIEAU .....	16
2.2.3. Point faibles de l'artisanat dans la tenue d'un projet de type LUMIEAU ...	16
<b>2.3. Cadres du volet artisanal.....</b>	<b>17</b>
2.3.1. Objectifs .....	17
2.3.2. Etude DCE Artisanat .....	18
2.3.3. Définition des objectifs chiffrés pour le travail de terrain .....	18
<b>3. Définition de la méthodologie de travail .....</b>	<b>20</b>
<b>3.1. La recherche des entreprises artisanales participantes .....</b>	<b>21</b>
<b>3.2. Le choix des technologies ou démonstrateurs.....</b>	<b>21</b>
<b>3.3. Etape de substitution.....</b>	<b>22</b>
3.3.1. Réalisation du diagnostic produits .....	22
3.3.2. Sélection du produit de substitution.....	22
3.3.3. Utilisation en entreprise des produits de substitution .....	24
<b>3.4. La réalisation des prélèvements.....</b>	<b>24</b>
3.4.1. Sur équipement démonstrateur avec le produit classique .....	24
3.4.2. Sur les produits bruts classiques et de substitution.....	25
3.4.3. Sur équipement démonstrateur avec le produit de substitution .....	25
<b>3.5. La réalisation des analyses.....</b>	<b>26</b>
3.5.1. Analyses physico-chimiques.....	26
3.5.2. Bioessais .....	30
<b>3.6. Méthodologie pour le traitement des résultats .....</b>	<b>31</b>
3.6.1. Généralités .....	31
3.6.2. Traitement des données d'analyses (physico-chimique et bioessais) .....	32
3.6.3. Exploitation des données qualitatives .....	33
<b>4. Phase opérationnelle et exploitation des résultats.....</b>	<b>35</b>
<b>4.1. Spécificités du travail de terrain pour les peintres en bâtiment.....</b>	<b>35</b>
4.1.1. Eléments généraux .....	35
4.1.2. Pré-requis pour la compréhension des analyses .....	36
<b>4.2. Entreprise 1 .....</b>	<b>37</b>
4.2.1. Présentation générale/Fonctionnement général de l'entreprise.....	37
4.2.2. Phase démonstrateur .....	38
4.2.2.1. Présentation de la machine.....	38
4.2.2.2. Exploitation des résultats : analyses physico-chimiques et bioessais ..	40
4.2.2.3. Exploitation du retour d'expérience.....	46
4.2.3. Phase substitution.....	49
4.2.3.1. Présentation du produit de substitution .....	49
4.2.3.2. Exploitation des résultats : analyses physico-chimiques et bioessais ..	51
4.2.3.3. Exploitation du retour d'expérience.....	56
4.2.4. Comparaison des résultats obtenus dans l'entreprise 1 entre phase démonstrateur et phase substitution .....	58
4.2.4.1. Comparaison des résultats des analyses physico-chimiques obtenus dans l'entreprise 1 entre phase démonstrateur et phase substitution .....	58
4.2.4.2. Comparaison des résultats des bioessais obtenus dans l'entreprise 1 entre phase démonstrateur et phase substitution .....	58

<b>4.3. Entreprise 2</b>	<b>61</b>
4.3.1. Présentation générale de l'entreprise	61
4.3.2. Phase démonstrateur	61
4.3.2.1. Présentation de la machine	61
4.3.2.2. Exploitation des résultats : analyses physico-chimiques et bioessais	63
4.3.2.3. Exploitation du retour d'expérience	67
4.3.3. Phase substitution	69
4.3.3.1. Présentation du produit de substitution	69
4.3.3.2. Exploitation des résultats : analyses physico-chimiques et bioessais	70
4.3.3.3. Exploitation du retour d'expérience	71
<b>4.4. Entreprise 3</b>	<b>71</b>
4.4.1. Présentation générale	71
4.4.2. Phase démonstrateur	72
4.4.2.1. Présentation de la machine	72
4.4.2.2. Exploitation des résultats : analyses physico-chimiques et bioessais	73
4.4.2.3. Exploitation du retour d'expérience	78
4.4.3. Phase substitution	79
4.4.3.1. Présentation du produit de substitution	79
4.4.3.2. Exploitation des résultats : analyses physico-chimiques et bioessais	80
4.4.4. Comparaison des résultats obtenus dans l'entreprise 3 entre phase démonstrateur et phase substitution	85
<b>4.5. Bilan</b>	<b>85</b>
4.5.1. Bilan de la mise en place des changements de pratiques	85
4.5.2. Bilan de la phase démonstrateur	87
4.5.2.1. Comparaison des résultats généraux par démonstrateur	88
4.5.2.2. Comparaison des résultats par démonstrateur et par famille de substances recherchées	89
4.5.2.3. Compilation des différents retours utilisateurs	96
4.5.3. Bilan des analyses de la phase substitution	97
4.5.3.1. Comparaison des analyses des différents produits bruts	98
4.5.3.2. Comparaison des résultats généraux par démonstrateur suite à l'utilisation de produits de substitution	99
4.5.3.3. Comparaison des résultats obtenus en phase substitution par démonstrateur et par famille de substances recherchées entre les trois entreprises	100
4.5.3.4. Compilation des différents retours utilisateurs	105
4.5.4. Mise en parallèle des paramètres quantifiés par rapport aux résultats de l'étude DCE	106
<b>5. Conclusion</b>	<b>108</b>
<b>6. Glossaire</b>	<b>110</b>
<b>7. Liste des sigles et abréviations</b>	<b>111</b>
<b>8. Bibliographie</b>	<b>113</b>
<b>9. Table des illustrations</b>	<b>115</b>
<b>10. Annexe 01 : Chiffre clés Artisanat CMA67</b>	<b>117</b>
<b>11. Annexe 02 : Etude de flux artisanat LUMIEAU : Méthodologie</b>	<b>119</b>
<b>12. Annexe 03 : Etude de flux artisanat LUMIEAU : Exemple de la feuille de calcul pour l'activité de peinture</b>	<b>126</b>
<b>13. Annexe 04 : Grille de critères de sélection des peintres participants au projet</b>	<b>127</b>
<b>14. Annexe 05 : Tableau de suivi d'utilisation du démonstrateur avec des peintures classiques</b>	<b>128</b>
<b>15. Annexe 06 : Trame de diagnostic produits</b>	<b>129</b>
<b>16. Annexe 07 : Exemple de tableau de résultats de l'outil de hiérarchisation du risque chimique</b>	<b>132</b>
<b>Annexe 08 : Tableau de suivi d'utilisation du démonstrateur avec des peintures de substitution</b>	<b>132</b>

17. Annexe 09 : Argumentaire à destination des organisations professionnelles.	134
18. Annexe 10 : Résultats des analyses physico-chimiques obtenus dans l'entreprise 1.	136
19. Annexe 11 : Partie du rapport de Tronico Vigicell présentant les résultats chiffrés obtenus pour les bioessais en entreprise 1	142
20. Annexe 12 : Résultats des analyses faites sur les produits bruts en entreprise 1.	146
21. Annexe 13 : Résultats des analyses physico-chimiques obtenus dans l'entreprise 2.	150
22. Annexe 14 : Résultat des analyses faites sur la peinture brute classique utilisée en entreprise 2.	158
23. Annexe 15 : Résultats des analyses physico-chimiques faites l'entreprise 3.	163
24. Annexe 16 : Résultats des analyses physico-chimiques faites sur les produits bruts en entreprise 3	171
25. Annexe 17 : comparaison chiffré des résultats obtenus en phase démonstrateurs dans les trois entreprises.	176
26. Annexe 18 : Comparaison des résultats d'analyses des différents produits bruts dans les trois entreprises.	177
27. Remerciements	184

## **REDUCTION DES REJETS EN MICROPOLLUANTS DANS LES ENTREPRISES DE L'ARTISANAT : ETUDE DU METIER DE PEINTRE EN BATIMENT.**

### **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 entreprises de peinture représentent un fort pourcentage des entreprises artisanales du territoire de l'Eurométropole de Strasbourg. De plus, les activités de peinture 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 concernant le nettoyage des outils. Ce rapport comporte des machines et des termes techniques propres aux activités de peintures, une connaissance de ce secteur d'activité permet donc de cerner au mieux ce document.

Ce rapport présente dans un premier temps le contexte général dans lequel ce projet s'inclut. Ensuite, les méthodologies définies avec les différents partenaires sont détaillées. Enfin, ce rapport présente le travail effectué avec les entreprises de peinture : 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 de 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 bioessais ;
- 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 NAFA<sup>1</sup> 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 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.

---

<sup>1</sup> 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.

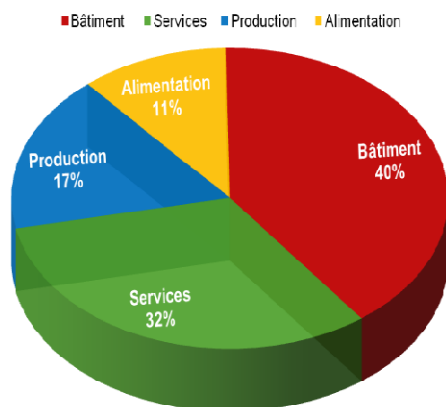


Figure 1: Répartition des entreprises artisanales par secteur d'activité au niveau national en 2013. Source : Artisanat.fr.

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

- le bâtiment : les électriciens, les plombiers, les maçons, les menuisiers....
- 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....

Au niveau national, c'est le secteur du bâtiment qui est le plus représenté, comme cela est représenté dans la Figure 1 ci-dessus. 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.

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.

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.

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 de peinture, les eaux de lavage de pièces mécaniques, les bains de traitement...), 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 déversement<sup>2</sup>. 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 un 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 général 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 (pas de traçabilité, pas de technologie propre mise en place...). Ce sont des « cibles » compliquées pour un projet de type LUMIEAU car il peut être particulièrement complexe de les impliquer dans des changements de leurs pratiques. Ce statut va faire prochainement l'objet d'évolution en termes de seuils de chiffre d'affaire.

---

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



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, comme nous l'avons développé dans les parties précédentes, 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 peuvent 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**

En 2015, le CNIDEP a réalisé une étude sur la Directive Cadre sur l'Eau et l'artisanat [6]. 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 | - Mécanique et carrosserie automobile |
| - Menuiserie           | - Laboratoire de prothèse dentaire    |
| - Imprimerie           | - Pressing et aquanettoyage           |
| - Salon de coiffure    | - Nettoyage de toitures et façades    |
| - Nettoyage de locaux  |                                       |
| - Carénage à sec       |                                       |

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 AQUAREF<sup>3</sup> pour les prélèvements dans le cadre du programme RSDE<sup>4</sup>.

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.

Des cadres ont été fixés pour limiter le travail du CNIDEP en quantité et dans le temps tout en permettant d'avoir un minimum de données pour répondre aux objectifs fixés dans le projet. 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).

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.

<sup>3</sup> AQUAREF : laboratoire national de référence pour la surveillance des milieux aquatiques

<sup>4</sup> RSDE : programme de recherche de substances dangereuses dans les eaux.

Des hypothèses de calcul ont été prises sur plusieurs critères de caractérisation des activités : le type de procédés émetteurs de micropolluants dans le réseau (lavage de pièces, lavages de sols...), 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. Un exemple des résultats de l'étude de flux pour l'activité de peinture est présenté en exemple dans l'annexe 03 : étude de flux LUMIEAU\_Exemple de la fiche de calcul faite pour l'activité de peinture. 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, par rapport au nombre d'entreprises et par rapport à leurs 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 pressings 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.

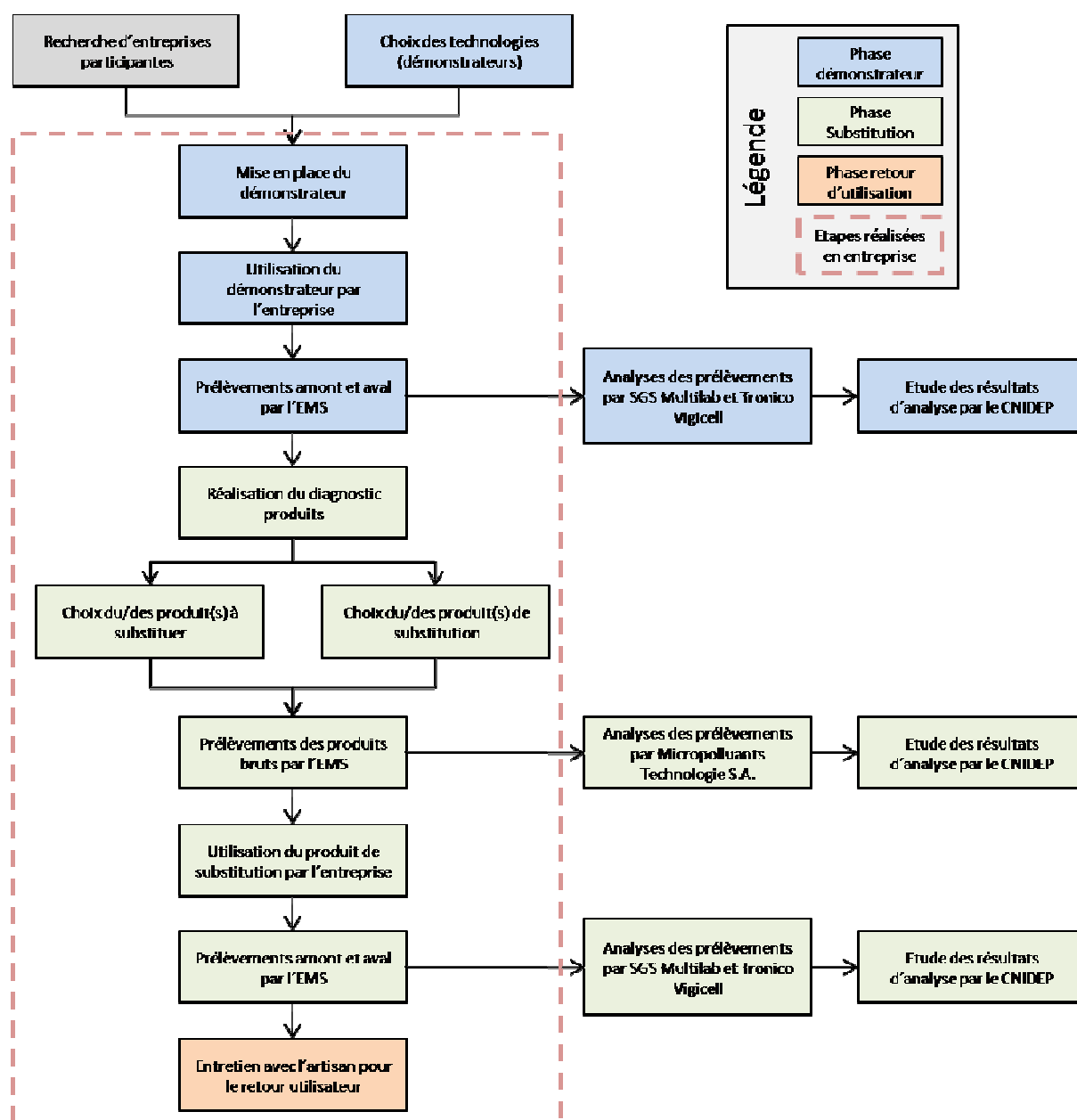


Figure 2: Schéma de l'organisation générale appliquée dans chaque entreprise artisanale sélectionnée. Source : CNIDEP

### 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 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	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, notamment pour le métier de peintre dont vous trouverez la grille de critères en 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 sur le projet et le cadre de sa participation.

### 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 chacun des quatre métiers étudiés, l'équipement est spécifique à l'activité professionnelle et doit, théoriquement du moins, permettre d'abattre les polluants émis par cette activité précisément.

Ainsi, le CNIDEP a identifié pour chaque métier un démonstrateur à mettre en place chez chacun des artisans volontaires, soit trois démonstrateurs par métier étudié. Pour cela, le CNIDEP a recherché des équipements de dépollution et contacté les fournisseurs de ces équipements afin de leur proposer d'intégrer le projet. La recherche des démonstrateurs s'est effectuée selon différentes voies : par les artisans eux-mêmes, grâce à des technologies déjà connues du CNIDEP, mais aussi via une veille documentaire (internet, presse spécialisée...). Conformément aux souhaits de l'Eurométropole de Strasbourg et du CNIDEP, et, afin de respecter les règles de la concurrence, des modèles différents de démonstrateurs ont été sélectionnés : ainsi, dans chaque entreprise participante était installé un démonstrateur de technologie similaire mais d'un modèle et donc d'une conception et d'un fonctionnement différents des autres.

Les fournisseurs sélectionnés ont mis à disposition des artisans volontaires les démonstrateurs à étudier, pour une durée déterminée selon la technologie et l'entreprise volontaire (charge de travail, répartition annuelle des commandes et des chantiers, etc.). Lors de chacune des installations de démonstrateurs, l'Eurométropole et le CNIDEP étaient présents en entreprise afin de superviser la mise en place de la machine, faire le lien entre le fournisseur et l'artisan, et vérifier que ce dernier ait bien compris le fonctionnement de la machine. En effet, pour la détermination du nombre de technologies à tester, il a été fixé qu'il serait pertinent de tester une technologie différente par entreprise d'une même activité. Le seul point attendu a été de pouvoir analyser l'utilisation des machines et il a donc été considéré comme un plus de prendre des machines déjà testées par le CNIDEP dans les années passées.

La technologie installée pour le test a été ensuite utilisée dans des conditions réelles par l'artisan : lui-même et ses salariés ont dû inclure la machine dans le déroulement normal de l'activité, tout en respectant les consignes d'utilisation expliquées par le fournisseur. Afin de suivre le degré d'utilisation du démonstrateur, un tableau de suivi a été fourni par le CNIDEP à l'entreprise afin que celle-ci puisse consigner toutes les utilisations de la machine et la nature des produits utilisés. Vous trouverez en annexe 05 ce tableau de suivi.

### **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.

La phase 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 06.

#### **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 (Persistant, 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

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			
<b>Détermination de la classe d'impact risque chimique</b> <b>Sources d'informations :</b> 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 »				
Classe de danger: présence de substances	3 Non préoccupante	2 Moyennement Préoccupante	1 Préoccupante	0 Fortement Préoccupante
Classe d'impact santé - env - danger physique niveau 1 avec PBT vPvB				
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

élevé).

Figure 3 : Extraction de l'outil de hiérarchisation du risque chimique: tableau de résultat final. Source: CNIDEP

Les résultats obtenus par le produit pour chaque classe de danger ainsi que la note finale sont ainsi rapportées dans un tableau de synthèse (voir annexe 07). 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.

Suite au diagnostic produits et à l'identification de un ou 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, le fabricant ou le cas échéant par l'Eurométropole, 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. De même que pour le démonstrateur, un tableau de suivi pour l'utilisation des produits de substitution devait être rempli par l'artisan (annexe 08).

## ***3.4. La réalisation des prélèvements***

Les prélèvements d'échantillons à analyser ont été réalisés par les agents de l'Eurométropole de Strasbourg 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 la technologie tant en termes d'évolution des concentrations en micropolluants avant et après passage dans le démonstrateur qu'en termes de variations d'impacts toxiques de 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 une machine de nettoyage des outils de peinture fonctionnant en circuit ouvert, l'amont correspond aux rejets émis lors d'un lavage des pinceaux à l'évier (en circuit fermé, l'amont correspond au flux de pollution des cycles de lavages réalisés avant le prélèvement), tandis que l'aval correspond aux rejets de la machine une fois installée et utilisée. En revanche, chez un garagiste, l'amont pour un séparateur d'hydrocarbures correspond aux eaux de lavage du garage, tandis que l'aval correspond aux eaux en sortie du séparateur.

Pour des raisons pratiques et pour déranger le moins possibles les entreprises participantes, les prélèvements amont et aval ont été réalisés le même jour : ainsi, environ 10 cycles d'utilisation après l'installation de la machine, une phase de lavage d'outil a été réalisé devant l'équipe de prélèvement afin de réaliser le prélèvement amont, de faire fonctionner la machine (étape de floculation ou filtration selon les machines) puis de faire le prélèvement aval.

### 3.4.2. Sur les produits bruts classiques et de substitution

Un prélèvement de produit brut est 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.

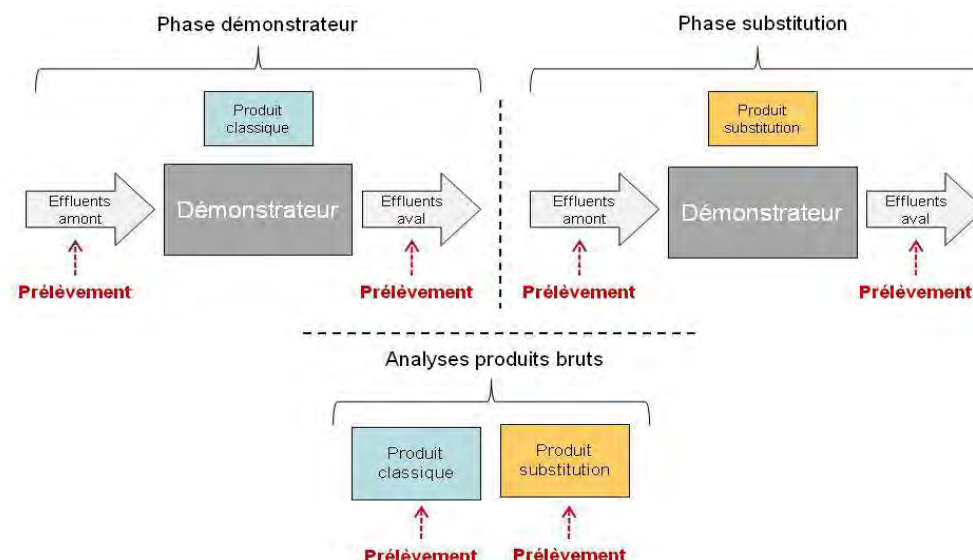
### 3.4.3. Sur équipement démonstrateur avec le produit de substitution

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, comme cela est indiqué dans la Figure 4 ci-dessous, plusieurs phases de prélèvements sont prévues par entreprise : deux sur démonstrateur seul, afin de démontrer l'efficacité de celui-ci ; deux sur démonstrateur avec utilisation du produit de substitution, afin de démontrer l'efficacité de celui-ci combiné au démonstrateur; et deux par couple de produits bruts, classique et de substitution, afin de comparer leur composition.

Figure 4 : Schéma résumant le positionnement des six prélèvements. 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 bioessais 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. Par exemple, la demande chimique en oxygène a été classée en paramètre indiciaire, le titane a été classé dans la famille des métaux et le di(éthylhexyl)phtalate a été classé dans la famille des plastifiants. Pour les analyses physico-chimiques, des prélèvements de 8L par analyses ont été nécessaires pour rechercher les 88 paramètres.

Voici la liste des substances analysées pour le métier de la peinture (Tableau 2) :

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

LEGENDE pour les substances recherchées	
paramètre	Substance classée dangereuse prioritaire (directive 2013/39/CEE modifiant les directives 2000/60/CE et 2008/105/CE)
paramètre	Substance classée prioritaire (directive 2013/39/CEE modifiant les directives 2000/60/CE et 2008/105/CE)
paramètre	Substance présente dans les listes I et II de la Directive 76/464/CEE
paramètre	Substance présente dans la liste de la circulaire DEB du 29 septembre 2010 (RSDE 2 <sup>ème</sup> phase STEU)
paramètre	Substance non classée dans la DCE

Famille	Code SANDRE	Paramètre	Unité	LQ	Seuil de concentration maximal fixé par le règlement d'assainissement de l'EMS
Paramètre indiciaire	1551	Azote global (NTK + NO3 + NO2)	mg/l	1	150
	1319	Azote Kjeldahl	mg/l	0,5	non concerné
	1340	Nitrates	µg/l	1000	non concerné
	1339	Nitrites	µg/l	10	non concerné
	1302	pH à température ci-dessous	pH	1	9,5
	nc	Température à prise du pH	°C	/	30
	nc	Température de mesure	°C	/	non concerné

	1304	Conductivité à 25°C	µS/cm	1	non concerné
	1106	Aox	mg/l	0,01	1
	1305	Matières en suspension	mg/l	2	600
	1314	Demande chimique en oxygène	mg/l	30	2000
	1313	Demande biologique en oxygène 5 jours	mg/l	3	non concerné
	nc	DCO/DBO5	SANS UNITE	/	non concerné
	1337	Chlorures	mg/l	5	750
	1338	Sulfate	mg/l	1	non concerné
	1390	Cyanure total	mg/l	0,005	0,1
	7073	Fluorure	mg/l	0,1	15
	1440	Indice phénol	mg/l	0,01	0,3
	7009	Indice hydrocarbure	mg/l	0,02	5
Alkylphénol	1959	Para-tertoctylphénol = 4-TER-OCTYLPHENOL	µg/l	0,195	non concerné
	1920	4-n-octylphénol	µg/l	0,195	non concerné
	6366	NP1OE	µg/l	0,3897	non concerné
	6369	NP2OE	µg/l	0,3897	non concerné
	6370	OP1OE	µg/l	0,3897	non concerné
	6371	OP2OE	µg/l	0,3897	non concerné
	6598 (1957+1958)	Nonylphénols	µg/l	0,3897	non concerné
	6600 (1920+1959)	Octylphénols	µg/l	0,1	non concerné
PBDE	1815	BDE 209 (2,2',3,3',4,4',5,5',6,6'- Décabromodiphényl éther)	µg/l	0,05	non concerné
BTEX	1114	Benzène	µg/l	1	non concerné
	1633	Isopropylbenzène	µg/l	1	non concerné
	2925	M+p-xylène	µg/l	1	non concerné
	1292	O_xylène	µg/l	1	non concerné
	1780	Somme des xylènes	µg/l	2	non concerné
	1278	Toluène	µg/l	1	non concerné
	1497	Ethylbenzène	µg/l	1	non concerné

chlorobenzène	1467	Chlorobenzène	µg/l	1	non concerné
	1165	1,2-dichlorobenzène	µg/l	1	non concerné
	1164	1,3-dichlorobenzène	µg/l	1	non concerné
	1166	1,4-dichlorobenzène	µg/l	1	non concerné
	1630	1,2,3-trichlorobenzène	µg/l	1	non concerné
	1283	1,2,4-trichlorobenzène	µg/l	1	non concerné
	1629	1,3,5-trichlorobenzène	µg/l	1	non concerné
HAP	1115	Benzo_a_pyrène	µg/l	0,0111	non concerné
	1116	Benzo_b_fluoranthène	µg/l	0,0111	non concerné
	1117	Benzo_k_fluoranthène	µg/l	0,0111	non concerné
	1118	Benzo_ghi_perylène	µg/l	0,0111	non concerné
	1191	Fluoranthène	µg/l	0,0111	non concerné
	1204	Indeno_123cd_pyrène	µg/l	0,0111	non concerné
	1453	Acenaphtène	µg/l	0,0111	non concerné
	1458	Anthracène	µg/l	0,0111	non concerné
	1517	Naphtalène	µg/l	0,0611	non concerné
	1524	Phenanthrène	µg/l	0,005	non concerné
organoétain	2542	Monobutyl étain cation	µg/l	0,0333	non concerné
	7074	Dibutyl étain cation	µg/l	0,0333	non concerné
	2879	Tributyl étain cation	µg/l	0,0333	non concerné
	6372	Triphenyl étain cation	µg/l	0,0333	non concerné
PCB	1239	Pcb_28	µg/l	0,0128	non concerné
	1241	Pcb_52	µg/l	0,0128	non concerné
	1242	Pcb_101	µg/l	0,0128	non concerné
	1243	Pcb_118	µg/l	0,0128	non concerné
	1244	Pcb_138	µg/l	0,0128	non concerné

	1245	Pcb_153	µg/l	0,0128	non concerné
	1246	Pcb_180	µg/l	0,0128	non concerné
COHV	1702	Formaldéhyde	µg/l	1	non concerné
Plastifiants	6616	DEHP : di(éthylhexyl)phtalate	µg/l	1,0001	non concerné
Autres	6561	PFOS : acide perfluorooctanesulfonique	µg/l	0,01	non concerné
Métaux	1370	Aluminium	µg/l	10	2500
	1376	Antimoine	µg/l	0,1	non concerné
	1368	Argent	µg/l	1	non concerné
	1369	Arsenic	µg/l	5	50
	1377	Beryllium	µg/l	0,1	non concerné
	1388	Cadmium	µg/l	0,1	200
	1371	Chrome	µg/l	5	500
	1379	Cobalt	µg/l	0,5	non concerné
	1392	Cuivre	µg/l	5	500
	1380	Etain	µg/l	5	non concerné
	1393	Fer	µg/l	10	2500
	1394	Manganèse	µg/l	10	1000
	1387	Mercure	µg/l	0,5	50
	1395	Molybdène	µg/l	0,1	non concerné
	1386	Nickel	µg/l	10	500
	1382	Plomb	µg/l	2	500
	1385	Sélénium	µg/l	0,5	non concerné
	2555	Thallium	µg/l	0,5	non concerné
	1373	Titane	µg/l	50	non concerné
	2558	Uranium	µg/l	1	non concerné
	1384	Vanadium	µg/l	50	non concerné
	1383	Zinc	µg/l	10	2000

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.

On observe que pour le métier de peintre, il y a 15 substances dangereuses prioritaires, 13 substances dangereuses, 15 substances présentes dans les listes I et II de la circulaire 67/464/CEE, 15 substances présentes dans la liste de la circulaire DEB du 29 septembre 2010 et 30 substances non classées dans la DCE.

### 3.5.2. Bioessais

Les bioessais 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 bioessais, des prélèvements d'1L 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...).

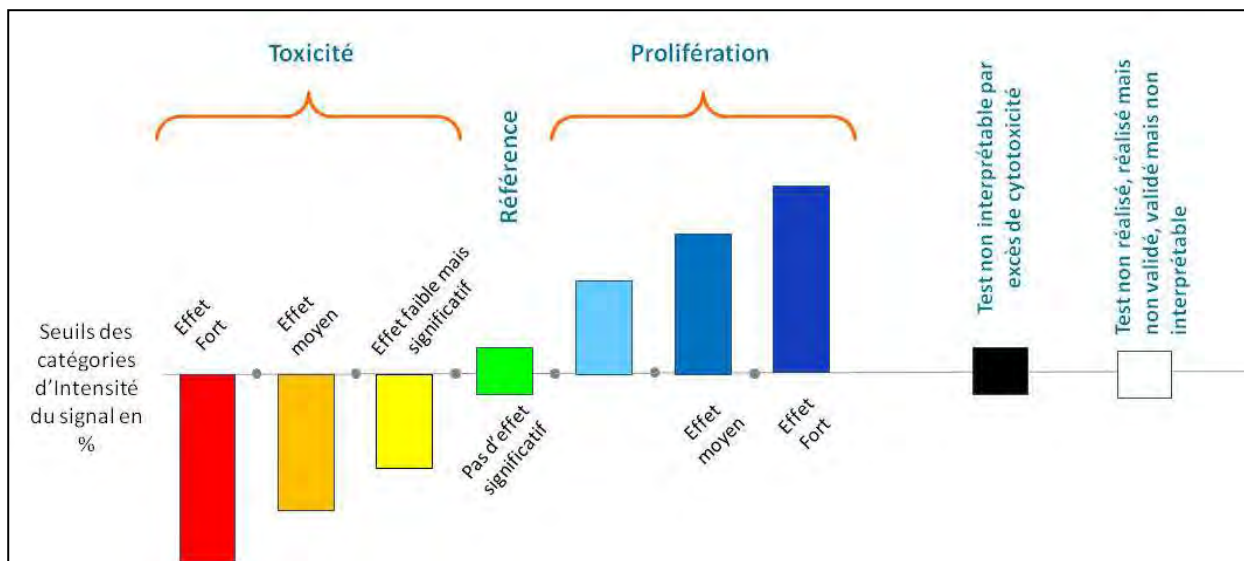
Voici ci-dessous la liste des tests biologiques réalisés pour le métier de la peinture (Figure 5) :

Toxicité générale sur panel d'organismes			
Modèles biologiques	Effets observés	Nombre de tests	Réalisation
Bactéries (2 souches <i>Escherichia coli</i> Sauvage + Sensible)	<i>Croissance (DO)</i>	2	oui
Algue (2 souches <i>Chlamydomonas reinhardtii</i> Sauvage + Sensible)	<i>Croissance (DO)</i>	2	oui
Cryptogames eucaryotes (2 souches <i>Saccharomyces cerevisia</i> Sauvage + Sensible)	<i>Croissance (DO)</i>	2	oui
Ascomycète (1 souche <i>Septoria tritici</i> )	<i>Croissance (DO)</i>	1	oui
Cellules animales/humaines (1 modèle primaire : PBMC)	<i>Croissance (ATPmétrie)</i>	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)	<i>Interaction avec le récepteur (luminescence)</i>	2	oui
Lignée cellulaire humaine modifiée (récepteur androgène)	<i>Interaction avec le récepteur (luminescence)</i>	2	oui
Lignée cellulaire humaine modifiée (récepteur thyroïdien)	<i>Interaction avec le récepteur (luminescence)</i>	2	oui
Nombre total d'informations		6	6
Génotoxicité			
Modèles biologiques	Effets observés	Nombre de tests	Réalisation
Lignées cellulaires humaines (+/-métabolisation)	<i>Phosphorylation de l'histone H2AX (fluorescence)</i>	2	oui
Bactérie (souche <i>Escherichia coli</i> )	<i>Signal bioluminescent</i>	1	oui
Nombre total d'informations		3	3
Reprotoxicité			
Modèles biologiques	Effets observés	Nombre de tests	Réalisation
Culture primaire de tubes séminifères (rats males pré-pubère Sprague Dawley)	<i>Intégrité de la barrière hémato-testiculaire évaluée par mesures de la résistance électrique transépithéliale</i>	1	oui
	<i>Expression génique des gènes spécifiques des spermatozoïdes ronds</i>	3	oui
Nombre total d'informations		4	4

Figure 5 : Bio-essais réalisés pour le métier Peinture par Tronico-VigiCell. Source: Rapport d'analyses de Tronico-VigiCell.



Les 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 pour les résultats de bioessais (Figure 6) :



### 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 le mieux possible tout en tenant compte d'un certain nombre d'incertitudes, liées par exemple aux conditions de prélèvements, aux spécificités du cadre de ces prélèvements (dans de véritables entreprises en activité), ainsi qu'aux méthodes analytiques employées.

Suite au travail de terrain fait avec les entreprises artisanales, on obtient trois types de résultats : les résultats d'analyses physico-chimiques, les résultats des bioessais et les résultats de retour d'expérience par rapport à l'utilisation de la machine et des produits de substitution. Ces résultats doivent être traités de manière conjointe pour analyser au mieux les démonstrateurs et les produits de substitution testés. En effet, ces trois démarches sont complémentaires.

De manière générale, il faut 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.

### 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 bioessais, ont été exploitées en étudiant les différentes substances recherchées entre amont et aval en terme de concentration puis en terme 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. En effet, comme cela a été présenté plus tôt, l'exploitation des bioessais 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 d'un groupe de travail avec des partenaires techniques du projet LUMIEAU-Stra. 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 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 notre jeu de données ne provient que d'un seul site à la fois.

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 > LQ*5	LQ*5 ≥ Amont ≥ LQ	Amont < LQ
Aval > 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
	Si Amont = aval : Pas d'évolution		
	Si Amont < aval : Augmentation de la concentration de la substance		
LQ*5 ≥ Aval ≥ LQ	Réduction de la concentration de la substance	Rendement non consolidé	Rendement non consolidé
Aval < LQ	Réduction ou disparition de la substance (calcul avec LQ/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 :

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

Tous les rendements calculés sont exprimés en pourcentage.

Ce calcul de rendement doit être fait pour chaque entreprise suite à l'installation du 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 concernée entre le prélèvement fait en aval et celui fait en amont.



- **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 compris entre 30% et 70% indiquent qu'il y a eu un abattement moyen de la substance concernée.
- **rendements supérieurs à 70%** : les rendements supérieurs à 70% indiquent qu'il y a eu un abattement fort de la substance concernée.

Ces calculs de rendement permettront d'exploiter les résultats d'analyses obtenus et permettront aussi de comparer au sein d'une même entreprise entre phase démonstrateur et phase substitution mais aussi entre les trois entreprises, les résultats obtenus aux différentes étapes du projet. 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. Les trois démonstrateurs étant des modèles différents de machines ayant les mêmes fonctions principales, la comparaison de ces résultats doit permettre de comparer ces trois démonstrateurs les uns aux autres. Il en est de même pour les produits de substitution.

### **3.6.3. Exploitation des données qualitatives**

En plus des analyses physico-chimiques et des bioessais, les phases démonstrateurs et les phases de substitution de produits ont donné lieu à des retours d'expérience de la part des entreprises testeuses par rapport à l'utilisation du démonstrateur mais aussi par rapport aux produits de substitution utilisés. Cette étape permet d'étudier l'utilisation concrète de la machine et des produits de substitution et donc de voir, en plus des résultats d'analyses, si les entreprises seraient prêtes à changer leurs pratiques pour passer à ces machines et produits moins impactant pour l'environnement (et la santé des salariés). L'objectif d'exploiter les données qualitatives est de synthétiser les avis de terrain mais aussi de les représenter graphiquement afin de permettre une compréhension rapide et une mise en parallèle simple de ces éléments.

Pour obtenir les données qualitatives sur les machines installées, nous avons croisé les retours terrain émis par les chefs d'entreprises et leurs salariés avec les données mises à disposition par les fournisseurs via leurs documentations techniques. 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 du chef d'entreprise, 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. Ainsi chaque information obtenue est classée dans les thématiques des évaluations de matériels. Cinq critères ont été sélectionnés pour représenter les retours de terrain faits par les entreprises. Les critères diffèrent selon qu'il s'agisse d'un retour utilisateur sur les démonstrateurs ou d'un retour utilisateur sur les produits de substitution :

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

Une « note » globale de 1 à 5 est donnée à chaque critère.

Pour les évaluations de machine, le critère efficacité tient compte des informations concernant le nombre d'outils qui peut être nettoyé dans la machine, l'état des différentes parties (fibres, virole...) des outils après nettoyage. Le critère praticité tient compte des différents temps d'utilisation de la machine (lavage, floculation...), de la mobilité de la machine, de la possibilité d'adapter la machine aux besoins de l'entreprise (ajout de matériel, modulation du débit d'eau...). Le critère environnement se base sur les calculs de rendement faits en phase démonstrateur dans chaque entreprise. Le critère coûts englobe les coûts de fonctionnement et le coût d'investissement de la machine.

Par exemple, la thématique durabilité est constituée de 5 éléments d'avis :

- l'avis de l'entreprise sur la fréquence de colmatage des filtres.
- l'avis de l'entreprise sur la fréquence d'entretien des filtres.
- l'avis de l'entreprise sur la stabilité des différents modules constituant la machine.
- l'avis de l'entreprise sur la possibilité d'adapter la machine.
- l'avis de l'entreprise sur la fréquence de changement de pièces de la machine.

Pour les évaluations de produits de substitution, le critère efficacité tient compte du rendu de la peinture après séchage, du nombre de couche à passer, de la nécessité d'une couche de protection... Le critère praticité tient compte d'éléments tels que la compatibilité du produit avec plusieurs types d'outils, la facilité d'application, l'étendue de la gamme de produits de substitution... Le critère santé tient, par exemple, compte des EPI à porter, de la possibilité de récupérer les FdS pour l'entreprise,... Le critère environnement tient compte de la quantité de COV émis, de la présence ou non de perturbateurs endocriniens... Le critère coût tient compte du coût d'achat et des coûts cachés par rapport au temps d'application de la peinture.

Le risque de la phase retour utilisateur 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 suite à l'utilisation des machines ou des produits de substitution, ces informations sont complétées par des recherches bibliographiques et par les éléments obtenus dans d'anciennes évaluations de machines (lorsque des EVEMAT ont déjà été faites sur des machines semblables) pour les critères non objectifs : coûts, éléments de durabilité, ... Cela n'a pas été possible pour les produits de substitution.

Vous pouvez retrouver un exemple de la grille mise en place pour les démonstrateurs et pour les produits de substitution étudiés en entreprise de peinture en Figure 7.

	Critères	Signification	Raison 1	Raison 2	Raison 3	Raison 4	Raison 5
Durabilité	1	Très peu durable	les filtres se colmatent après chaque lavage	Les filtres doivent être entretenus après chaque lavage	Différents modules ne tiennent pas	La machine ne peut pas s'adapter	Les différentes pièces et modules de la machine doivent être changés tous les ans
	2	Peu durable					
	3	Moyennement durable	les filtres se colmatent après 5 lavages	Les filtres doivent être entretenus après 10 lavages	Différents modules ne sont pas stables	Possibilité d'ajouter du matériel de nettoyage	Les différentes pièces et modules de la machine doivent être changés tous les 5 ans
	4	Durable					
	5	Très durable	les filtres se colmatent après 10 lavages	Les filtres doivent être entretenus après 20 lavages	Les différents modules sont stables	La machine peut s'adapter aux besoins de l'entreprise	Les différentes pièces et modules de la machine doivent être changés tous les 10 ans ou plus

Figure 7 : Exemple des éléments de notation utilisés pour le critère durabilité. Source: CNIDEP.

Afin de visualiser les résultats, les retours de terrain obtenus sont représentés sous forme de graphiques étoilés. Des notes (de 1 à 5) ont été données à chaque critère en fonction des avis obtenus. Pour plus de lisibilité, différents graphiques ont été réalisés :

- des graphiques étoilés présentant les notations individuelles de chaque machine. Ainsi, un graphique a été obtenu par machine pour laquelle le retour d'expérience a pu être fait. Les graphiques ainsi réalisés étant faits selon les mêmes critères, l'objectif est de comparer les retours utilisateurs d'un démonstrateur à l'autre.
- des graphiques étoilés présentant les notations individuelles de chaque produit de substitution. Ainsi, un graphique a été obtenu par produits substitués pour lesquels le retour d'expérience a pu être fait. Les graphiques ainsi réalisés étant faits selon les mêmes critères, l'objectif est de comparer les retours utilisateurs d'un produit de substitution à l'autre.

Les graphiques étoilés permettent de représenter la notation obtenue par une machine à chaque critère. Par exemple, on peut voir sur la Figure 8 ci-dessous que la machine Aquacleanor a obtenu la note de 4 en terme d'efficacité, 4 en praticité, 3 en durabilité, 3 en environnement et 4 en coût : l'efficacité et la praticité de la machine sont donc bonnes et satisfaisantes d'après l'entreprise utilisatrice, la machine a une durabilité moyenne, ses impacts sur l'environnement sont moyens et les coûts liés à l'achat et à l'utilisation d'une telle machine sont relativement élevés. En regroupant ces cinq critères, on observe, que la machine est globalement satisfaisante pour le chef d'entreprise qui l'a testée.

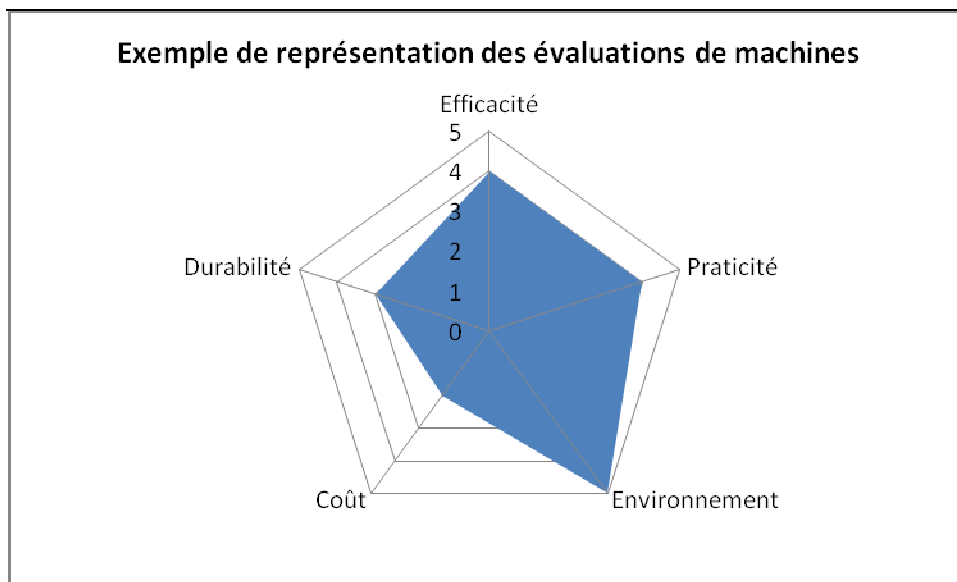


Figure 8 : Exemple de graphique étoilé permettant de représenter la notation obtenue par une machine. Source: CNIDEP

## 4. Phase opérationnelle et exploitation des résultats

### 4.1. Spécificités du travail de terrain pour les peintres en bâtiment

#### 4.1.1. Éléments généraux

Le travail sur les peintres a débuté en juillet 2015. Les premiers échanges avec la chambre locale de la Fédération française du bâtiment (FFB67) ont été organisés début juillet 2015 afin de présenter le projet LUMIEAU et mettre en place une stratégie permettant de mobiliser les peintres en bâtiment dans ce projet. Cette rencontre a été l'occasion de définir plusieurs éléments :

- les critères de sélection des entreprises : activité de peinture intérieure, entreprises localisées sur le territoire de l'Eurométropole et motivées par la démarche pour s'assurer au mieux de leur implication.
- les rôles de chacun.

En parallèle de cette première réunion de travail sur la thématique du recrutement des entreprises, une liste des arguments pour inciter les entreprises de peinture du bâtiment à s'impliquer dans le projet a été faite. Vous pouvez retrouver ce document en annexe 09 : Argumentaire à destination des organisations professionnelles.

Ce travail de recherche des entreprises a permis d'identifier trois entreprises intéressées dans la démarche. Ainsi, une première visite a été réalisée le 26 novembre 2015 pour rencontrer individuellement les trois entreprises, leur présenter le projet et s'assurer de la conformité de leur entreprise par rapport aux critères de LUMIEAU-Stra.

Chez chaque peintre volontaire, l'étude s'est déroulée sur environ vingt semaines. Tout au long de cette période, nous sommes intervenus ponctuellement, lors de plusieurs étapes de la procédure, impliquant du temps de travail du peintre : temps pour l'installation, temps pour faire un retour d'utilisation de la machine, temps pour faire les prélèvements, temps pour faire le diagnostic produit, temps pour utiliser les produits de substitution, et temps pour faire un retour d'utilisation des produits de substitution.

Concernant les prélèvements faits pour les analyses dans l'activité de peinture, le prélèvement amont a pour objectif de représenter les rejets de l'entreprise sans utilisation de la machine (rinçage des outils d'application de peinture à l'eau). Le prélèvement aval a pour objectif de représenter les rejets après utilisation de la machine.

Les analyses biologiques prévues pour l'activité de peinture ont été réalisées dans la même entreprise : sur les prélèvements amont et aval lors de la phase démonstrateur et sur les prélèvements amont et aval lors de la phase substitution.

#### **4.1.2. Pré-requis pour la compréhension des analyses**

Pour le métier de peintre en bâtiment, une liste de 88 substances a été déterminée (cf 2.3.2.). Elles appartiennent à plusieurs familles de paramètres:

- 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 (DBO<sub>5</sub>), la concentration en matières en suspension (MES), la concentration en chlorures, ... Dans le cadre de LUMIEAU, 20 paramètres indiciaires ont été recherchés. [9]
- les alkylphénols : les nonylphénols à chaîne linéaire ainsi que les octylphénols à chaîne linéaire sont biodégradables dans l'environnement. Cependant, les alkylphénols à longue chaîne se dégradent en alkylphénols à chaîne plus courte, qui sont de moins en moins biodégradables. Les alkylphénols sont utilisés dans les peintures pour leurs propriétés tensioactives. Dans le cadre de LUMIEAU, huit alkylphénols (trois nonylphénols et cinq octylphénols) ont été recherchés. [10, 11]
- les PBDE : les polybromodiphényléthers sont des substances hautement bioaccumulables et toxiques. Ces substances sont en général utilisées comme retardateurs de flammes. Dans le cadre de LUMIEAU, un PBDE a été recherché : le BDE 209. [12, 13]
- les BTEX : les BTEX regroupent les benzène, toluène, éthylbenzène et xylène. Ces substances peuvent être utilisées comme solvants dans les peintures. Dans le cadre de LUMIEAU, sept BTEX ont été recherchés. [14, 15]
- la famille des chlorobenzènes : les chlorobenzènes sont utilisés comme des solvants dans les peintures, mais ils sont aussi utilisés pour fabriquer du phénol. Dans le cadre de LUMIEAU, sept chlorobenzènes ont été recherchés. [16]
- les HAP : les hydrocarbures aromatiques polycycliques sont une sous famille des Hydrocarbures Aromatiques. Les HAP peuvent être utilisés comme solvants dans les peintures. 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. Par exemple, le pyrène peut donner des produits de dégradation divers qui peuvent conduire à la formation du phénanthrène. [17, 18]

- les organoétains : les organoétains sont des substances produites par l'Homme. Ils peuvent être retrouvés dans des produits phytosanitaires, certaines peintures pour leur propriété d'agent biocide, des produits de protection du bois... Dans le cadre de LUMIEAU, quatre organoétains ont été recherchés. [19,20]

Les organoétains, et plus particulièrement le tributylétain, étaient utilisées dans les peintures antisalissure pour bateaux (appelée peinture « antifouling »). Depuis 2003, une réglementation européenne a interdit l'utilisation de tributylétain. Depuis l'année 2016, les formules des peintures antifouling doivent être présentées aux autorités avant d'être mises sur le marché. [21]

- les PCB : les polychlorobiphényles regroupent les substances organiques chlorés qui sont utilisées pour leur stabilité thermique et leurs propriétés électriques. Les PCB étaient utilisés dans certaines peintures mais sont toxiques pour l'Homme et l'environnement. Dans le cadre de LUMIEAU, sept PCB ont été recherchés. [22, 23]

La fabrication et l'utilisation des PCB sont interdites en France depuis 1987.

- les COHV : les composés organiques halogènes volatils sont produits par l'Homme et regroupent des hydrocarbures chlorés, bromés ou fluorés. Dans le cadre de LUMIEAU, un COHV (le formaldéhyde) a été recherché. Le formaldéhyde peut être utilisé comme liant dans les peintures. [24]

- 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 ou les laques. Dans le cadre de LUMIEAU, un plastifiant a été recherché : le di(ethylhexyl)phtalate. [25,26]

- les autres : cette catégorie concerne le PFOS, l'acide perfluoro-octane sulfonique car il n'a pas pu être classé dans une des catégories précédentes. Cette substance est utilisée pour ses propriétés de tensioactif. [27]

- les métaux : les métaux sont utilisés dans les peintures en tant que pigments principalement. Dans le cadre de LUMIEAU, 22 métaux ont été recherchés. [28]

## 4.2. Entreprise 1

### 4.2.1. Présentation générale/Fonctionnement général de l'entreprise

La première entreprise de peinture qui a été identifiée sera désignée par « Entreprise 1 » dans la suite de ce rapport. Cette entreprise est localisée sur le territoire de l'Eurométropole de Strasbourg et est enregistrée au répertoire des métiers de la CMA d'Alsace. Elle employait à l'époque du test quatre salariés et deux stagiaires et est installée à proximité d'une zone d'habitation. L'entreprise fonctionne cinq jours par semaine et est fermée cinq semaines par an. Concernant ses clients, l'entreprise travaille fréquemment avec des particuliers mais aussi des collectivités et d'autres donneurs d'ordre publics et privés. Les chantiers peuvent être en intérieur et en extérieur, pour du neuf et de la rénovation. L'entreprise a la spécificité d'avoir développé un savoir-faire dans les chantiers de rénovation de bâtiments classés.

Avant de participer au projet et donc avant l'installation d'une machine de nettoyage des outils, l'entreprise ramenait ses pinceaux en entreprises pour les laver à l'évier. Pour simplifier cette phase de lavage, les pinceaux étaient conservés dans des sacs plastiques le temps du transport afin de limiter le séchage des pinceaux. Les lavages d'outils étaient organisés une à deux fois par semaine et étaient faits dans un seau à part puis tout était rejeté au réseau, via les toilettes. Le nettoyage était toujours fait jusqu'à ce que l'eau dans le seau soit de l'eau claire.

Concernant les pratiques d'achat, les produits sont choisis après des essais de produits des fournisseurs. C'est le chef d'entreprise qui est responsable de l'achat et de la gestion des produits dans l'entreprise. Les Fiches de Données de Sécurité (FDS) sont demandées par l'entreprise mais elles ne sont pas toujours données par les fournisseurs.

Ces outils sont importants aux yeux du chef d'entreprise car les FDS lui permettent de se renseigner sur la nocivité des produits que son entreprise utilise mais aussi sur tous les EPI à avoir si cela est nécessaire. La transmission de ces informations de danger se fait oralement à ses salariés.

D'un point de vue stockage des produits, l'entreprise stocke les peintures à l'eau à même le sol. Pour les peintures contenant des produits de type acétone, elles sont stockées dans un local spécifique au stockage de produits dangereux. Ce local n'est pas directement dans l'entreprise puisqu'il s'agit d'un local d'une entreprise partenaire. Le chef d'entreprise a mis en place ce stockage particulier car il sait que les peintures contenant des produits de type acétone sont des produits dangereux. Quel que soit le produit concerné, le stockage se fait toujours avec le couvercle fermé.

Le terme de « produits de substitution » n'est pas quelque chose qui parlait au chef d'entreprise avant la participation au projet, même s'il est personnellement sensibilisé et très intéressé par l'utilisation de produits moins impactant pour l'environnement. Pour le chef d'entreprise, les critères les plus importants dans le choix d'un nouveau produit sont le pouvoir couvrant du produit et son coût d'achat. Le chef d'entreprise a donc peur que l'utilisation de produit de substitution soit limitée par la rentabilité liée au pouvoir couvrant de ces produits de substitution. De son expérience, le prix d'un produit de substitution peut dépasser d'environ 35% le prix d'un produit classique mais il y a aussi le temps humain passé sur le chantier pour l'application du produit qui risque d'augmenter le prix des chantiers. En effet, avec un pouvoir couvrant moins important, il est nécessaire de faire plus de couches et le temps de main-d'œuvre est donc plus important. De plus, le chef d'entreprise estime que, pour être rentable, il faut de plus en plus mécaniser et donc faire de plus en plus de tâches au pistolet à peinture. Or, il a pu observer que les pistolets ne marchent pas bien avec les peintures minérales qui doivent encore être faites au pot. Pour les chantiers extérieurs, le chef d'entreprise trouve que ce sont les peintures minérales les plus efficaces. Il connaît des chantiers faits il y a 20 ans en peinture minérale pour l'extérieure qui tiennent toujours et dont les couleurs sont toujours stables.

Les déchets dangereux sont déposés chez un prestataire privé. L'entreprise a fait le choix de passer par un système d'apport sur site du prestataire plutôt qu'en collecte en entreprise afin de réduire les coûts de gestion de ces déchets.

De manière générale, le chef d'entreprise est convaincu par la nécessité de traiter ses eaux de nettoyage. En effet, le fait de voir les résidus récupérés après une dizaine de lavage l'a fait prendre conscience du besoin de prétraitements de ses effluents. De plus, le chef d'entreprise était plutôt positif par rapport à la démarche et à l'utilisation d'un démonstrateur puisque l'entreprise était déjà en réflexion pour acheter une machine avant de participer au projet LUMIEAU. Au vu de son implication personnelle, de sa connaissance de la thématique et du fait que l'entreprise utilise déjà quelques produits de substitution, on peut estimer que le chef d'entreprise est très sensibilisé à la thématique

#### **4.2.2. Phase démonstrateur**

##### **4.2.2.1. Présentation de la machine**

La machine installée est une Aquacleanor AS 50K de la marque NESPOLI (Figure 9). C'est une machine de nettoyage des outils (rouleaux et pinceaux) de peinture qui peut fonctionner en circuit ouvert (avec un rejet au réseau) ou en circuit fermé. Elle a été installée en circuit fermé dans le cadre du projet LUMIEAU. Après un lavage, l'eau est donc réutilisable pour les lavages suivants.

Les étapes de fonctionnement de cette machine sont le lavage des outils, le rinçage, la floculation et la filtration. Après la mise en route de la machine, le rinçage s'effectue dans la partie supérieure de la machine, qui est le bac de lavage dans le fond et est bouché avec une bonde adaptée (qui s'actionne avec une manette). Les pinceaux peuvent être rincés avec une douchette et les rouleaux peuvent être lavés dans un compartiment spécifique équipé de buses

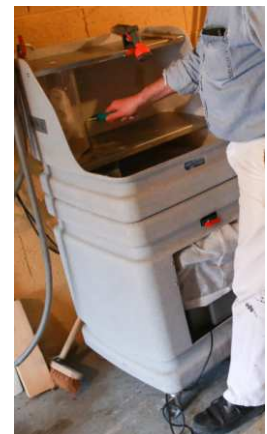


Figure 9 : Photo de la machine installée dans l'entreprise de peinture n°1. Source : CNIDEP.



d'aspersion. L'apport en eau se fait avec une pédale placée au sol.

Les eaux sont collectées dans le bac de lavage. Une fois le nettoyage fini, le floculant est ajouté dans le bac de lavage et l'agitateur est enclenché (durée automatique de 12 minutes). La manette permet d'ouvrir la bonde. Les eaux floculées s'écoulent par gravité dans la partie inférieure, composée d'un bac en plastique percé garni d'un filtre textile de porosité moyenne (non précisée par le fournisseur).

La filtration retient les particules en suspension, tandis que la phase liquide traverse le filtre jusque dans le bac situé dans la partie basse. Ce bac constitue la réserve d'eau de la machine (50 litres) (Figure 10).

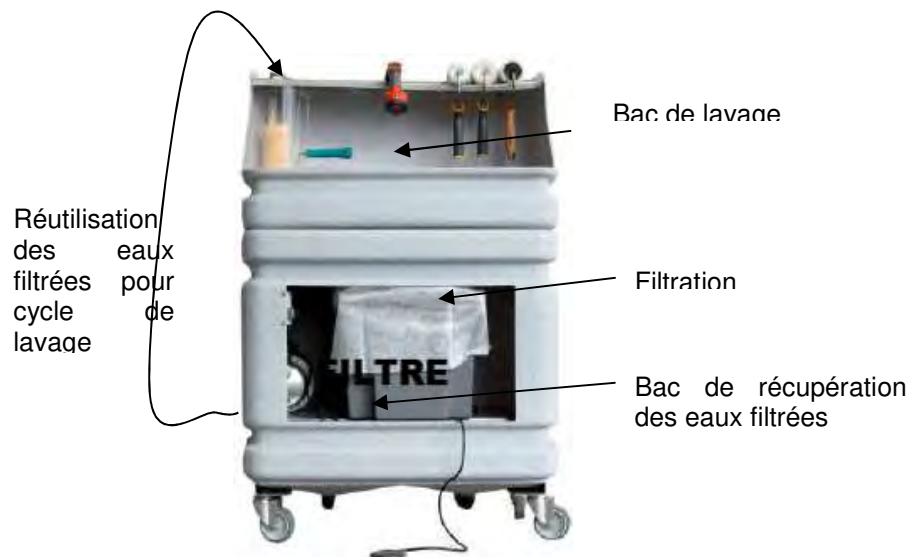


Figure 10 : Schéma simplifié du fonctionnement de la machine Nespoli Aquacleanor AS 50K. Source: CNIDEP

Les résidus filtrés présents sur le filtre doivent être récupérés dans un contenant dédié à ce matériau et devront être évacués en tant que déchet dangereux professionnels. En pratique, il est préférable de laisser sécher ces résidus pour pouvoir les récupérer par grattage plus facilement. Si une utilisation très régulière de la machine est prévue, il est possible d'avoir 2 filtres textiles : un en utilisation et un autre qui est laissé de côté pour séchage. Ces deux filtres seraient à alterner.

Lors de l'installation de la machine dans l'entreprise 1, le fournisseur a donné quelques précautions d'emploi. Ainsi, pour assurer un bon fonctionnement de la machine, il est nécessaire de retirer mécaniquement au maximum les restes de peinture sur les outils avant de les nettoyer dans la machine, afin d'éviter de la saturer. De plus, avant la phase de floculation, il faut veiller à ce que la totalité de la réserve d'eau soit présente dans le bac de lavage. Cela signifie que si le lavage nécessite moins d'eau que la contenance de l'évier, il faut ajouter de l'eau dans l'évier. En effet, la hauteur de l'agitateur n'est pas réglable : si le niveau d'eau est trop bas, il y a des risques de projection. Si des grumeaux se forment dans le bac de lavage, il faut les laisser sécher pour pouvoir les gratter pour les enlever.

La machine a été installée le 05/02/2016 et retirée le 29/07/2016. Pour permettre cette installation, l'entreprise a dû adapter quelque peu son local afin de faire de la place à ladite machine. L'encombrement est relativement limité (environ 1m<sup>2</sup> de surface et une hauteur de 1,5m). La machine nécessite un raccordement électrique standard ainsi qu'un raccordement à l'eau potable pour son alimentation et un branchement au réseau d'assainissement pour ses rejets. Chez ce peintre, la machine était installée dans son atelier qui ne possède ni raccordement à l'eau potable, ni raccordement au réseau d'assainissement. Le peintre a donc dû remplir la machine avec des seaux d'eau. Seul le chef d'entreprise a utilisé la machine pendant toute la durée du projet. En effet, les salariés de l'entreprise n'ont pas présenté d'intérêt pour la machine.

#### 4.2.2.2. Exploitation des résultats : analyses physico-chimiques et bioessais

La première campagne de prélèvement amont/aval a été réalisée le 30/03/2016 sur site lors du 11ème cycle de lavage. Lors des lavages, les outils avaient été utilisés pour huit lavages de peintures acryliques et trois lavages de peintures minérales. Avant le début des prélèvements, les préleveurs ont remplacé le filtre en utilisation par le deuxième filtre sec fourni avec la machine.



Figure 11 : Réalisation des prélèvements sur la machine mise en place dans la première entreprise. Source : CNIDEP

D'un point de vue visuel, l'échantillon amont possède un trouble blanchâtre et donc de nombreuses particules en suspension, comme on peut le voir sur la Figure 12 ci-contre. L'échantillon aval ne présente plus qu'un faible trouble blanchâtre. Les deux échantillons ont un fort pouvoir de moussage à l'agitation qui peut être dû à la présence de tensio-actifs.

Le prélèvement amont a pour objectif de représenter la phase de lavage des outils et donc l'entrée dans la machine. Ainsi, il a été réalisé après le lavage d'outils dans le bac de lavage, avant l'ajout de floculant. Notons que l'eau utilisée pour le rinçage a été utilisée lors des 10 précédents cycles de lavages, puisque la machine fonctionne en circuit fermé, qui ont servi à nettoyer de nombreux outils différents.

Le prélèvement aval a pour objectif de représenter les rejets après utilisation de la machine. Ainsi, l'eau a été prélevée dans le bac inférieur (après l'étape de filtration). Pour ce prélèvement, l'eau prélevée a donc été utilisée lors de 11 cycles de lavages.



Figure 12 : Photographie de l'échantillon amont à gauche et aval à droite chez le premier peintre. Source : CNIDEP

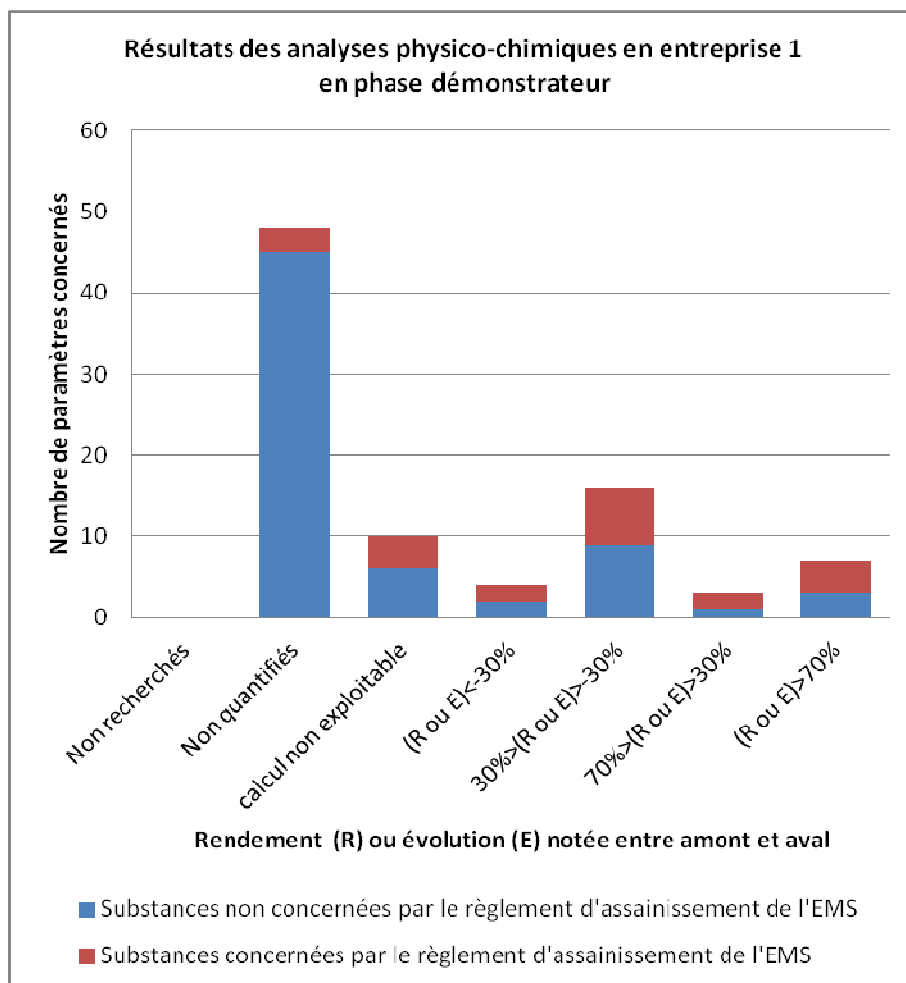
Les analyses ont été faites pour détecter en amont et en aval la présence des substances identifiées initialement et rappelées dans la partie méthodologie de ce rapport. Dans le cas de la première entreprise, des analyses physico-chimiques ainsi que des bioessais ont été réalisés. L'objectif de ces analyses est d'étudier si le démonstrateur mis en place permet de retenir certaines de ces substances et si oui dans quelles mesures ces substances sont retenues.

##### *Exploitation des résultats des analyses physico-chimiques*

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. 88 paramètres ont été recherchés.

Les résultats chiffrés obtenus dans l'entreprise 1 en phase démonstrateur sont présentés en annexe 10 : vous pouvez ainsi retrouver les concentrations amont, les concentrations aval et les rendements calculés pour les paramètres recherchés. Les limites de quantification ont été indiquées par le laboratoire qui a réalisé les analyses. L'exploitation des résultats a conduit au regroupement par type de résultat présenté en Figure 13 ci-dessous.





*Figure 13 : Synthèse de l'exploitation des résultats d'analyse physico-chimique en entreprise 1 en phase démonstrateur. Source : CNIDEP*

Sur les 88 paramètres recherchés, 48 substances n'ont pas été quantifiées (que ce soit dans le prélèvement amont ou aval). Pour ces 48 substances (dont trois sont concernées par le règlement d'assainissement de l'EMS : le cyanure total, le fluorure et le mercure), 12 sont classées dangereuses prioritaires et 10 sont prioritaires.

Pour 10 des 40 paramètres restants, les règles de calcul de rendement ne nous permettent pas de déterminer un rendement robuste (les incertitudes liées aux données sont trop importantes). Parmi ces 10 paramètres, une seule substance est classée prioritaire et 4 sont concernés par le règlement d'assainissement de l'EMS.

Un rendement, ou tendance d'évolution, a pu être calculé pour 30 paramètres. Pour rappel, les rendements positifs indiquent que la substance étudiée est retrouvée en moins grande quantité dans les eaux après son passage dans la machine et qu'il y a donc eu une réduction du paramètre étudié dans les eaux aval par rapport aux eaux amont. A l'inverse, les rendements négatifs indiquent que la substance étudiée est retrouvée en plus grande quantité dans les eaux après son passage dans la machine.

Quatre des paramètres, soit 5% de l'ensemble des paramètres recherchés et soit 13% des paramètres dont le rendement a pu être calculé, ont un rendement négatif élevé :

- l'antimoine qui un métal présent dans la liste de la circulaire DEB du 29 septembre 2010 mais qui n'est pas concerné par le règlement d'assainissement de l'EMS.
- le cadmium qui est un métal prioritaire d'après la directive cadre sur l'eau et qui est concerné par le règlement d'assainissement de l'EMS. On observe pour le cadmium que les concentrations restent très inférieures au seuil maximal fixé dans le règlement d'assainissement de l'EMS, même malgré ce rendement négatif élevé.

- les AOX qui est une substance présente dans la liste de la circulaire DEB du 29 septembre 2010 et qui est concerné par le règlement d'assainissement de l'EMS. On observe que les concentrations amont et aval restent inférieures à la concentration maximale fixée par le règlement d'assainissement de l'EMS.
- le molybdène qui est un métal non listé dans l'étude DCE et non concerné par le règlement d'assainissement de l'EMS.

Une augmentation des concentrations peut être due à un apport (élément dans la composition du floculant) ou à une contamination de l'échantillon aval.

Onze des paramètres, mais aussi 5 éléments (la température à prise du pH, la température de mesure, le pH, la conductivité et le rapport DCO/DBO5), soit 18% de l'ensemble des paramètres recherchés et soit 53% au total des paramètres dont le rendement a pu être calculé ou pour lesquelles une évolution a pu être notée, ont un rendement très faible ou non significatif. :

- l'azote global<sup>5</sup>, qui est un paramètre non listé dans l'étude DCE et qui est concerné par le règlement d'assainissement de l'EMS. On observe que les concentrations amont et aval restent bien inférieures à la concentration maximale fixée dans le règlement d'assainissement de l'EMS.
- l'azote kjeldahl, qui est un paramètre non listé dans l'étude DCE et non concerné par le règlement d'assainissement de l'EMS.
- les nitrites qui est une substance non listée dans l'étude DCE et non concernée par le règlement d'assainissement de l'EMS.
- la DBO5, qui est un paramètre non listé dans l'étude DCE et non concerné par le règlement d'assainissement de l'EMS.
- les chlorures, qui sont présents dans la liste de la circulaire DEB du 29 septembre 2010 et par le règlement d'assainissement de l'EMS. On observe que les concentrations amont et aval restent inférieures à la concentration maximale fixée par le règlement d'assainissement de l'EMS.
- les sulfates, qui sont présents dans la liste de la circulaire DEB du 29 septembre 2010 mais pas dans le règlement d'assainissement de l'EMS.
- le formaldéhyde (un COHV) qui est une substance non listée dans l'étude DCE et non concernée par le règlement d'assainissement de l'EMS.
- l'aluminium qui est un métal présent dans la liste de la circulaire DEB du 29 septembre 2010 et qui est concerné par le règlement d'assainissement de l'EMS. On observe que les concentrations amont et aval sont supérieures au seuil de concentration maximal fixé par le règlement d'assainissement de l'EMS : en effet, même après réduction de la concentration en aluminium entre l'amont et l'aval, les concentrations d'aluminium restent quasiment deux fois plus élevées que la concentration maximale de ce règlement.
- le cobalt qui est un métal présent dans la liste de la circulaire DEB du 29 septembre 2010 mais qui n'est pas concerné par le règlement d'assainissement de l'EMS.
- le nickel qui est un métal prioritaire d'après la directive 2013/39/CEE et qui est concerné par le règlement d'assainissement de l'EMS. On observe que les concentrations amont et aval sont inférieures au seuil fixé par ce règlement.
- le zinc qui est un métal présent dans la liste I de la directive 76/464/CEE et qui est concerné par le règlement d'assainissement de l'EMS. On observe que les concentrations amont et aval sont bien inférieures à la concentration maximale fixée par ce règlement.

---

<sup>5</sup> L'azote global correspond à la somme de l'azote kjeldahl total (NTK), l'azote l'azote nitrique (N-NO<sub>3</sub>) et l'azote nitreux (N-NO<sub>2</sub>).

Les évolutions de concentrations de ces 11 paramètres sont faibles. Cela peut signifier que le démonstrateur mis en place n'a pas d'incidence notable sur ces paramètres.

Trois des paramètres, soit 3% de l'ensemble des paramètres recherchés et soit 10% des paramètres dont le rendement a pu être calculé, ont un rendement positif moyen :

- la DCO, qui est un paramètre non listé comme prioritaire dans l'étude DCE et qui est concerné par le règlement d'assainissement de l'EMS. On observe que la concentration amont est supérieure à la concentration maximale fixée dans ce règlement et que la concentration aval est inférieure à cette concentration maximale : le démonstrateur installé dans l'entreprise 1 semble donc permettre d'abattre suffisamment la DCO pour respecter le règlement d'assainissement de l'EMS.
- les nonylphénols qui sont des alkylphénols listés comme dangereux prioritaire et non concernés par le règlement d'assainissement de l'EMS.
- le cuivre (un métal) qui est une substance présente dans la liste I de la directive 76/464/CEE et qui est concernée par le règlement d'assainissement de l'EMS. On observe que les concentrations amont et aval sont inférieures à la concentration maximale fixée par ce règlement.

Cela peut signifier que le démonstrateur mis en place a une incidence sur ces paramètres mais que cette incidence est relativement moyenne. Le démonstrateur peut donc potentiellement réduire la quantité de ces substances dans les effluents de nettoyage des eaux.

Sept des paramètres, soit 8% de l'ensemble des paramètres recherchés et soit 23% des paramètres dont le rendement a pu être calculé, ont un rendement positif élevé :

- les matières en suspension, qui est un paramètre non listé comme prioritaire dans l'étude DCE et qui est concerné par le règlement d'assainissement de l'EMS. On observe que la concentration amont est supérieure à la concentration maximale fixée dans ce règlement et que la concentration aval est inférieure à cette concentration maximale : le démonstrateur installé dans l'entreprise 1 semble donc permettre d'abattre suffisamment les MES pour respecter le règlement d'assainissement de l'EMS.
- le monobutyl étain cation qui est un organoétain présent dans la liste I de la directive 76/464/CEE et qui n'est pas concerné par le règlement d'assainissement de l'EMS.
- le tributyl étain cation qui est un organoétain classé dangereux prioritaire et qui n'est pas concerné par le règlement d'assainissement de l'EMS.
- le chrome, qui est un métal présent dans la liste de la circulaire DEB du 29 septembre 2010 et qui est concerné par le règlement d'assainissement de l'EMS. On observe que les concentrations amont et aval sont bien inférieures à la concentration maximale fixée par ce règlement.
- le fer qui est un métal présent dans la liste de la circulaire DEB du 29 septembre 2010 et qui est concerné par le règlement d'assainissement de l'EMS. On observe que la concentration amont est supérieure à la concentration maximale fixée dans ce règlement et que la concentration aval est inférieure à cette concentration maximale : le démonstrateur installé dans l'entreprise 1 semble donc permettre d'abattre suffisamment le fer pour rendre leur concentration valable concernant le règlement d'assainissement de l'EMS.
- le manganèse qui est un métal présent dans la liste de la circulaire DEB du 29 septembre 2010 et qui est concerné par le règlement d'assainissement de l'EMS. On observe que la concentration amont est supérieure à la concentration maximale fixée dans ce règlement et que la concentration aval est inférieure à cette concentration maximale : le démonstrateur installé dans l'entreprise 1 semble donc permettre d'abattre suffisamment le manganèse pour rendre leur concentration valable concernant le règlement d'assainissement de l'EMS.

- le titane qui est un métal présente dans la liste de la circulaire DEB du 29 septembre 2010 mais qui n'est pas concernée par le règlement d'assainissement de l'EMS.

Cela peut signifier que le démonstrateur mis en place a une incidence sur ces sept paramètres et que l'utilisation du démonstrateur peut réduire la concentration de ces sept paramètres dans les effluents de lavage des outils de peinture. Notons que les substances les mieux retenues font partie de celles qui ont tendance à s'adsorber sur les matières en suspension. Ainsi, plus la filtration est efficace, plus ces substances sont retenues.

Au vue des différents comportements et du nombre de paramètres non quantifiés, il n'est pas possible de tirer de conclusions 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. Par exemple, on observe que pour les huit alkyl phénols recherchés, seul un type a pu être étudié (les nonylphénols). Les résultats sur les alkyl phénols ne sont donc pas significatifs. De manière générale, on peut cependant noter que les évolutions les plus nombreuses et les plus marquées sont observées pour les paramètres globaux et pour les métaux.

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, on note que l'utilisation de la machine permet de suffisamment réduire des concentrations pour les faire passer sous les seuils fixés dans le règlement d'assainissement pour quatre substances (DCO, MES, fer et manganèse). Cependant, une substance reste en concentration supérieure au seuil fixé par le règlement même après passage dans la machine : l'aluminium.

On note aussi que certaines substances prioritaires sont non quantifiées ou ne permettent pas un calcul de leur rendement. Parmi les substances classées dangereuses prioritaires, seules trois ont été quantifiées : tributylétain cation au rendement positif élevée, nonylphénols au rendement positif moyen et cadmium au rendement négatif élevé.

Parmi les substances prioritaires, seules deux ont été quantifiées : le plomb dont le calcul de rendement n'est pas exploitable et le nickel dont le rendement est très faible ou non significatif.

On peut donc noter que la machine de nettoyage des outils ne permet pas de retenir toutes les substances analysées mais qu'elle en améliore nettement la qualité.

#### **A RETENIR : entreprise 1, phase démonstrateur**

Lorsqu'on se focalise sur les paramètres qui ont pu être quantifiés et pour lesquels un rendement a pu être calculé, on peut faire les conclusions chiffrées suivantes :

- environ 13% des paramètres ont un rendement négatif élevé.
- environ 53% des paramètres ont un rendement non significatif ou une évolution non significative.
- environ 10% des paramètres ont un rendement positif moyen.
- environ 23% des paramètres ont un rendement positif élevé.

Sur les 88 paramètres recherchés, la machine permet d'abaisser les concentrations dans les rejets en dessous du seuil du règlement d'assainissement de l'Eurométropole de Strasbourg pour quatre substances.

### Exploitation des résultats des bioessais

Dans le cadre des bioessais, les eaux prélevées en amont et en aval avec le démonstrateur mis en place et l'utilisation de produits « classiques » ont été testées:

- du point de vue de leur toxicité générale, via des bioessais sur des algues, des bactéries, des champignons et des cellules humaines ;
- Sous l'angle de leur potentiel perturbateur endocrinien, via des bioessais sur des cellules humaines ;
- Pour leur génotoxicité, via des bioessais sur des bactéries et des cellules humaines ;
- Au niveau de leur toxicité sur la reproduction, via des bioessais 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. Vous pouvez trouver des extraits de ce rapport en annexe 11.

Les résultats des bioessais ont été présentés par Tronico Vigicell par des schémas en respectant un code couleur précis (cf méthodologie) comme vous pouvez le voir sur la Figure 14 ci-dessous.

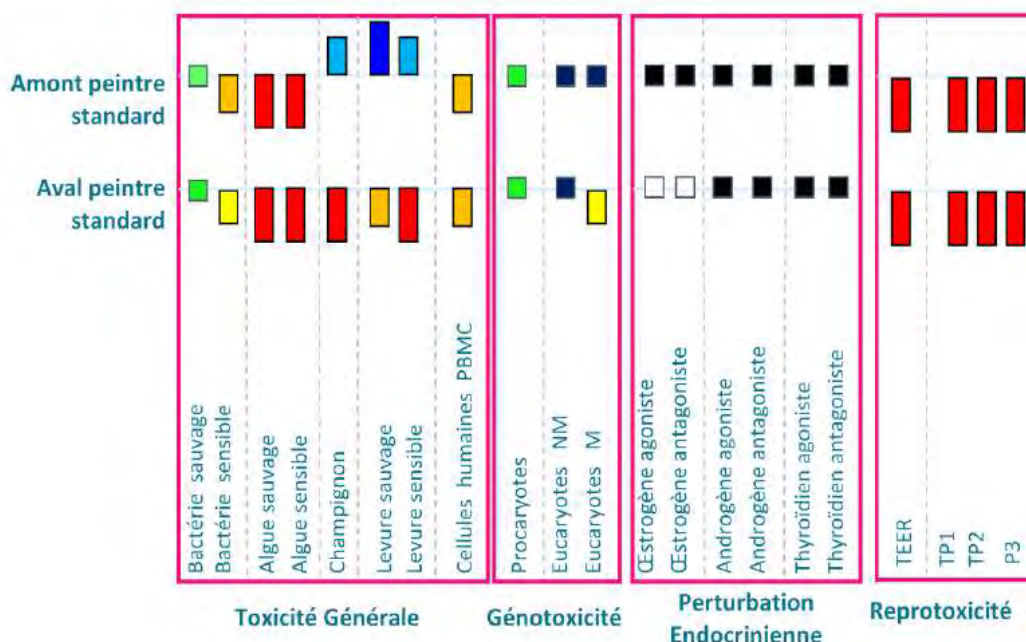


Figure 14 : Résultats des bio-essais pour les prélèvements faits en entreprise 1 en phase démonstrateur. Source : Tronico Vigicell, 2016

Les résultats des bioessais ont été explicités dans un rapport par Tronico Vigicell. Les éléments clés de ces résultats ont été synthétisés ci-dessous.

Pour le critère toxicité générale, on observe que les échantillons amont et aval ont une forte toxicité, tous milieux test confondus. De réelles variations sont notées pour les champignons, les levures sauvages et les levures sensibles qui se développent tous les trois dans l'échantillon amont alors que l'échantillon aval leur est toxique. Tronico Vigicell souligne donc qu'il est possible d'en déduire que le démonstrateur mis en place pourrait permettre de diminuer la quantité d'éléments servant à la croissance des champignons et levures tels que la matière organique nutritive. Concernant les bactéries sauvages et sensibles, les algues sauvages et sensibles ainsi que les cellules humaines PBMC, il n'y a pas d'évolution significative à relever. Cela peut mettre en avant que pour ces critères, le démonstrateur ne réduit pas ou peu ces impacts toxiques. Cela peut aussi mettre en avant, sauf pour les résultats sur les bactéries sauvages, que les substances initialement présentes dans les eaux de lavage amont ont un impact toxique important sur le vivant.

Pour le critère génotoxicité, on observe qu'il n'y a quasiment aucune modification des résultats entre les prélèvements amont et aval. L'impact du démonstrateur sur ces critères est donc soit nul soit non perceptible. On note cependant une évolution pour la cellule humaine avec capacité métabolique (noté Eucaryotes M sur la Figure 14). Tronico Vigicell indique donc que cela signifie qu'entre l'amont et l'aval, il y a eu une augmentation de substances au potentiel génotoxique indirecte, comme les HAP par exemple. Cependant, il est rappelé qu'au vu des incertitudes liées à la méthodologie mise en place, il n'est pas possible de définir si ces substances au potentiel génotoxique étaient présentes dès l'amont ou si elles se sont formées lors des cycles de lavages (en provenant du floculant par exemple).

Pour le critère perturbation endocrinienne, on observe que les tests ne sont pas interprétables à cause d'un excès de cytotoxicité. Pour les œstrogènes agonistes et antagonistes sur les prélèvements aval, les tests ont été réalisés mais ne sont pas interprétables.

Pour le critère reprotoxité, on observe qu'il y a un fort impact reprotoxique autant en amont qu'en aval. De plus, l'entreprise Tronico Vigicell a ajouté avoir noté sur toute la durée des tests sur le critère reprotoxique que les impacts apparaissent rapidement (au bout de trois jours), qu'ils sont intenses et qu'ils durent sur toute la durée du test (22 jours). De manière générale, il n'y a pas de différences entre les observations faites entre l'amont et l'aval. Ces observations appuient donc les conclusions proposées pour le critère de toxicité générale.

#### 4.2.2.3. Exploitation du retour d'expérience



Suite à l'utilisation de la machine, l'entreprise a fait un retour d'expérience pour donner son avis sur les principaux critères d'utilisation de la machine : son point de vue concernant l'efficacité de la machine, la praticité, la durabilité et les éléments de coût. Nous avons pu ordonner ces éléments afin de définir des « notes » d'évaluation à la machine mise en test dans l'entreprise 1 (comme cela a été présenté dans la partie méthodologie).

Avant d'utiliser la machine, le chef d'entreprise a fait part de sa crainte concernant le temps de travail que le nettoyage des outils allait rajouter à ses salariés.

Figure 15 : Photographie du lavage d'un outil. Source : CNIDEP.

Suite à l'utilisation de la machine, le chef d'entreprise estime qu'il serait très bénéfique que les grandes surfaces investissent dans ces machines en les mettant à disposition des clients. Le chef d'entreprise estime qu'il faut 1 ou 2 lavages pour trouver la bonne manière de faire. Selon lui, la machine n'est pas adaptée à des particuliers car il faut savoir utiliser la machine. Il conseille donc qu'il y ait une personne dédiée à l'usage de la machine dans la structure. Par rapport à son idée d'installer des machines dans les centres commerciaux, il pense donc qu'il faudrait que les particuliers puissent déposer leurs outils mais que ce soit quelqu'un du magasin qui fasse le nettoyage. L'installation de machines en grandes surfaces permettrait de travailler sur les rejets des particuliers mais aussi de sensibiliser une partie des particuliers à ces bonnes pratiques de nettoyage des outils.

##### *Critère efficacité*

D'après le chef d'entreprise : la machine n'est pas optimale dans le cas du nettoyage des grands rouleaux car ils demandent, d'après lui, plus d'eau que pour les petits rouleaux. Il en est de même pour les brosses badigeons, qui demandent une grande quantité d'eau. Une version avec une réserve d'eau supérieure serait plus adaptée aux outils de son entreprise d'après le chef d'entreprise.

Les pinceaux peuvent être nettoyés sur la grille avec le pommeau. Le nettoyage est efficace mais le chef d'entreprise avait fait le choix de nettoyer à nouveau l'outil une seconde fois après le lavage en machine pour être certain que même le fond de la virole était bien propre. Pour tous les types d'outils, le chef d'entreprise les passe d'abord dans l'eau sale dans le bac de la machine avant de les passer au pommeau.



Figure 16 : Photographie du rendu de nettoyage d'un outil. Source : CNIDEP

De manière générale, le chef d'entreprise estime que le nettoyage est efficace. Le chef d'entreprise juge le nettoyage au moins aussi efficace qu'avant. En plus des différents outils, il est possible de nettoyer les seaux à l'aide du pommeau.

Le nettoyage de quelques rouleaux prend environ trente minutes. Par conséquent, une phase de lavage (constituée du nettoyage et de la floculation) prend environ 1h. Le chef d'entreprise a relevé qu'un cycle de lavage permet de nettoyer, en moyenne, deux rouleaux ou un rouleau et trois pinceaux. Pour rappel, la phase de floculation ne nécessite pas d'action pendant les 12 minutes d'agitation. L'utilisateur peut effectuer une autre tâche en parallèle. A la fin de la floculation, une fois que l'évacuation du bac de rinçage est ouverte, la phase de filtration peut s'effectuer sans intervention ni surveillance de l'utilisateur.

La machine a été utilisée pour toutes les peintures acryliques, peinture bois-acrylique et les peintures minérales : chaque outil a été correctement nettoyé. Cependant, la peinture acrylique semble être retirée plus vite des outils par l'eau de nettoyage que la peinture minérale. De plus, le chef d'entreprise a observé que la filtration est plus lente lorsque les outils nettoyés contenaient de la peinture minérale. Il a aussi noté que le filtre se colmate très vite avec les peintures minérales.

Après 5 lavages, le chef d'entreprise trouve que le nettoyage se fait plus facilement et il pense que cela peut être un effet des résidus de floculant qui se trouve dans l'eau de lavage. L'entreprise a pu utiliser deux types de floculant : avec le premier, la peinture minérale bouchait les filtres : le niveau de l'eau montait haut dans le filtre de la partie inférieure et il y avait un dépôt en fond avec le développement de mousse. Avec le deuxième floculant (une nouvelle version de floculant développée entre temps par le fournisseur), pas de problème noté. Il n'y a que des peintures de substitution qui ont été utilisées avec le deuxième floculant. Le chef d'entreprise trouve que le deuxième floculant marche mieux que le premier, notamment avec les peintures à base de chaux. Cependant, même avec le deuxième floculant, il restait un voile blanc dans l'évier.

A la première utilisation, il y a eu un mauvais dosage de floculant. De plus, dans le but d'accélérer le temps de floculation, le chef d'entreprise rajoutait du floculant après floculation. Le chef d'entreprise n'a donc pas été convaincu par la fonction dépolluante de la machine. En effet, après les 10 lavages, il a observé que le bac de rétention contenant des substances poisseuses, comme un dépôt translucide dans le fond du bac.

#### *Critère durabilité*

Le chef d'entreprise trouve qu'il serait utile d'améliorer le guide métallique pour placer le rouleau de manière optimale et ainsi faciliter les phases de nettoyage pour les rouleaux.

Suite à l'installation de la machine, le chef d'entreprise a été déçu de la fixation de la partie évier qui ne lui a pas semblée suffisamment stable.

Afin de compléter les éléments obtenus dans l'entreprise 1 concernant la durabilité de cette machine, nous avons utilisé les données obtenues en 2012 lors de l'évaluation d'une machine Aquacleanor AS 50K.

#### *Critère praticité*

Pour les petits rouleaux et les pattes de lapin, le nettoyage est plus compliqué car il est difficile de trouver l'endroit adapté sur la machine : ces deux types d'outils, étant plus petits que la moyenne, ne s'enfoncent pas bien sur l'axe. Pour les pattes de lapin, le chef d'entreprise avait donc pris le parti de les mettre dans un bac puis de les passer au pommeau.



La machine est indiquée comme « mobile » car elle est équipée de roulettes pour la déplacer facilement. Cependant, pour le chef d'entreprise une machine mobile est une machine qui pourrait se déplacer facilement, sur chantier par exemple. Cependant, le chef d'entreprise trouve que la machine n'est pas encombrante puisque les dimensions de la machine ne sont pas problématiques. Pour sa part, la machine mise en test lui paraît sous dimensionnée par rapport à l'activité de son entreprise.

A la première utilisation, la machine n'a pas paru pratique d'utilisation au chef d'entreprise. En effet, il trouve qu'il est nécessaire de faire quelques lavages afin d'arriver à une bonne prise en main de la machine, notamment pour bien placer le rouleau afin d'utiliser l'eau de manière optimale. De plus, le chef d'entreprise a souligné que l'utilisation de la pédale pour actionner l'arrivée d'eau, envoie selon lui trop d'eau car l'eau gicle. Cela s'explique d'après lui par le fait que la pédale n'est pas progressive et qu'elle envoie directement un gros jet d'eau. Au bout de plusieurs utilisations, le chef d'entreprise a trouvé la position intermédiaire de la pédale permettant un flux d'eau moins fort. Une phase d'adaptation est donc nécessaire pour arriver au bon usage de la machine.

La machine est silencieuse et ne génère donc pas de gênes auditives pour ses salariés ou lui-même.

Le chef d'entreprise pense qu'il serait nécessaire d'avoir une encoche, un support ou des marques pour que le rouleau commence à tourner directement à l'arrivée d'eau afin de ne pas perdre d'eau.

D'un point de vue organisation interne, le chef d'entreprise ne veut pas comptabiliser le temps de lavage des rouleaux dans le temps de travail de ses salariés : gros freins au changement des pratiques de ses salariés. De plus, quel que soit le floculant utilisé, le chef d'entreprise a été gêné par l'attente engendrée par l'agitation du floculant, qui est pour lui une perte de temps.

L'installation de la machine a donné lieu à des consignes d'utilisation données par le fournisseur. Cependant, le chef d'entreprise n'a pas retrouvé toutes les informations dont il a eu besoin par la suite. Cela a donc compliqué la prise en main de la machine. Il regrette aussi que la démonstration faite à l'installation n'a pas été faite en cas réel avec un rouleau de l'entreprise, très chargé après un chantier. Afin d'aider la prise en main de la machine, l'entreprise aurait aimé obtenir plus de documentation sur la machine avec, surtout, des explications imagées des différentes étapes de fonctionnement de la machine.

#### *Critère coûts*

Le chef d'entreprise a apprécié le fait que la machine soit installée en circuit fermé car il estime que cela lui a permis des économies d'eau et de floculant.

Cette machine représente un coût réel d'investissement de 3 500€ HT pour la version 50L (et 4 500€ HT pour la version 100L). D'après le chef d'entreprise, ce coût n'inclut pas l'installation de la machine et la formation nécessaire à son utilisation optimum.

Les coûts de fonctionnement englobent la gestion des boues de peintures en déchets dangereux, le remplacement des « filtres à peinture » et le feutre filtrant, les consommations énergétiques de la machine, les consommations de floculant et les consommations d'eau de la machine. Cependant, vu la durée du test, l'entreprise n'a pas pu avoir le recul nécessaire pour répondre à ces éléments. Afin de compléter les éléments obtenus dans l'entreprise 1 concernant les coûts de fonctionnement, nous avons utilisé les données obtenues en 2012 lors de l'évaluation d'une machine Aquacleanor AS 50K.

En croisant ces informations avec les résultats des analyses ainsi que les paramètres de comparaison dont le CNIDEP dispose et en s'appuyant sur l'expertise du service, on peut utiliser les trames de notation déterminées par le CNIDEP, et présentées dans la partie méthodologique de ce rapport, pour évaluer la machine sur les cinq principaux critères étudiés. Ainsi, en utilisant ces trames de notation, on obtient les notes suivantes pour les cinq critères étudiés pour le démonstrateur mis en place dans l'entreprise n°1 (Figure 17) :



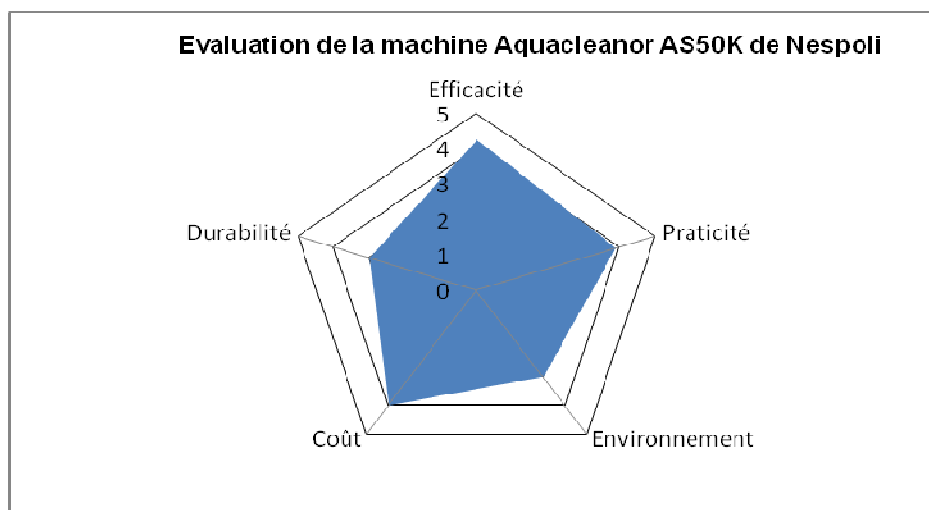


Figure 17 : Représentation de l'évaluation faite sur la machine Aquacleanor AS 50K de Nespoli. Source : CNIDEP

Vous pouvez trouver un autre retour d'expérience sur ce type de démonstrateur dans un rapport d'évaluation de matériel réalisé par le CNIDEP en 2008 sur une machine Aquacleanor AS 80K. Le test présenté dans ce rapport a été réalisé en dehors du projet LUMIEAU et dans une entreprise différente de l'entreprise n°1 mais vous pourrez y retrouver un retour d'expérience sur l'utilisation de cette machine de nettoyage des outils de peinture.

### 4.2.3. Phase substitution

#### 4.2.3.1. Présentation du produit de substitution

Le diagnostic produit a permis de répertorier tous les produits en phase aqueuse utilisés par l'entreprise n°1. Il a été choisi de ne pas inclure les produits en phase solvant afin de se focaliser sur les produits lavables dans la machine mise en test. Ce travail a ainsi mis en avant que l'entreprise n°1 utilise:

Tableau 4 : Liste des principaux produits utilisés dans l'entreprise de peinture n°1. Source: CNIDEP

Produit	Fournisseur	Fréquence d'utilisation	Quantité des contenants	Usages
Base Keim	Keim	2 pots/mois	15L	Peinture minérale intérieure
Innotop blanc	Keim	2 pots/mois	12,5L	Peinture minérale extérieure et intérieure
Base mega silikat	Keim	2 pots/mois	15L	Peinture minérale extérieure
fassaden farben	Keim	1 pot/mois	20kg	Chaux intérieure
Keim Soldalit	2IP, Obernai	3 pots/mois	15L	Acrylique intérieure
Calcit color	Peppler	3 pots/mois	15L	Fond et plafond intérieur
geocolor Creutol	Peppler	1 pot/mois	15L	Peinture intérieure
Satinea velours	Peppler	1 pot/mois	3L	Laque à l'eau intérieure, pour porte par exemple
Guittet	Guittet	1 pot/mois	5 kg	Laque à l'eau intérieure
Mat acrylique	Grupp	1 pot/mois	2,5L	Laque à l'eau, pour boiserie
Guittet	Peppler	1 pot/mois	2,5L	Acrylique extérieure, pour boiserie
Montyl Guittet mat blanc				
Horus				
satin blanc				
Aqualaque				
satinée Grupp				
Lasure aqua bois				
ébène Grupp				
Sigma coatings				
contour PU satin				

A partir de cette liste de produits utilisés en entreprise, nous avons identifié un produit de substitution à mettre en place dans l'entreprise grâce aux outils détaillés dans la partie méthodologie de ce rapport. Nous avons choisi de substituer de la peinture acrylique blanche. Le produit choisi est la peinture minérale blanche Innnotop de la marque KEIM. Ce produit est une peinture pour bâtiment, destinée à couvrir des surfaces intérieures : murs, plafonds... Elle n'est pas destinée à des usages extérieurs.

La peinture ici substituée est une peinture dite minérale, à double liant sol-silicate. D'après le fabricant, elle répond aux exigences de la norme NFT 30808 et est classée extra-mat avec une granulométrie fine. D'après la fiche technique, cette peinture est prête à l'emploi et peut s'appliquer au pinceau, au rouleau et au pistolet. D'après l'outil de hiérarchisation du risque chimique du CNIDEP, la peinture Innnotop ne présente pas de danger particulier.

La Fiche de Données de Sécurité signale cependant que la peinture Innnotop contient 2 composants qui nécessitent un suivi des VLEP par l'employeur. La VLEP est la Valeur Limite d'Exposition Professionnelle, mentionnée dans le Code du Travail :

- Le quartz est soumis à la VLEP de 0,1 mg/m<sup>3</sup> (sur une durée de 8 heures) quand il est contenu dans la silice cristalline (article R.4412-149). Or dans la peinture Innnotop, il est inclus dans le liquide pâteux de la peinture, et non sous forme de silice à l'état cristallin pouvant être inhalé. Il y a donc peu de risques d'inhalation du quartz contenu dans la peinture, puisque le quartz n'est pas un composé volatil dans Innnotop.
- Le calcaire, ou carbonate de calcium, est soumis à une VLEP de 10 mg/m<sup>3</sup> (sur une durée de 8 heures). Au vu de sa présence dans la peinture, on fera la même remarque que pour le quartz : le risque d'inhalation du calcaire présent dans Innnotop est très faible.

A noter aussi qu'Innnotop est alcaline, et qu'il faut veiller à se protéger pour cela. Le fabricant considère qu'elle peut être irritante en cas de contact direct prolongé. Elle contient entre zéro et un gramme de Composés Organiques Volatils par litre de peinture.

De plus, en comparaison avec des peintures acryliques couramment utilisées par des peintres, on note qu'il y a une présence plus élevée de certains HAP. Parmi les HAP recherchés, quelques molécules dangereuses pour l'homme mais aussi pour l'environnement ont été trouvées (HAP à 5 cycles notamment). Il faut cependant noter que la quantité présente de ces molécules n'est pas suffisante pour provoquer le classement de la peinture. Rappelons que la peinture Innnotop elle-même n'est classée ni cancérogène ni dangereuse pour l'environnement. [29, 30]

On peut donc conclure que la peinture de substitution utilisée en entreprise 1 présente des avantages en termes de santé pour les utilisateurs. Cependant, tout comme les peintures « classiques », elle contient des substances dangereuses.

En effet, des analyses ont été réalisées sur la peinture de substitution et les quatre-vingt-neuf paramètres recherchés dans la phase démonstrateur ont été recherchés dans les produits bruts. Les résultats d'analyse sont présentés en annexe 12 permettent de noter que dans les 22 substances concernées par le règlement d'assainissement de l'EMS, certains seuils sont dépassés dans les deux types de peintures. En effet, douze seuils sur vingt-deux sont dépassés dans les deux cas. Cela n'est cependant pas réellement impactant puisqu'il s'agit ici des produits bruts et non des effluents.

De plus, on peut noter que la peinture de substitution mise en test dans l'entreprise n°1 contient des substances dangereuses au sens de la DCE. Par exemple, différents métaux dont le titane sont présents, cela peut s'expliquer par les propriétés de pouvoir couvrant de cet élément. Cette peinture de substitution contient une proportion de titane équivalente à celle des peintures acryliques classiques.

De manière plus globale, on note que des substances dangereuses prioritaires et dangereuses sont contenues dans la peinture de substitution. En effet, on observe que sur les 15 substances dangereuses prioritaires :

- un des paramètres n'est pas recherché.
- neuf ne sont quantifiées dans aucunes des deux peintures.
- un paramètre n'est quantifié que dans la peinture « classique » : le cadmium.
- trois des paramètres ne sont quantifiés que dans la peinture « de substitution » : les nonylphénols, le benzo-a-pyrène et le benzo-b-fluoranthène.
- un paramètre est quantifié dans les deux peintures : le benzo-k-fluoranthène.

Pour les 13 substances prioritaires, on observe que :

- un des paramètres n'est pas recherché : le 1,2,4-trichlorobenzène.
- quatre ne sont quantifiées dans aucunes des deux peintures.
- aucun des paramètres n'est quantifié que dans la peinture « classique ».
- six des paramètres ne sont quantifiés que dans la peinture « de substitution » : le para-tertoctylphenol, le OP1OE, les octylphénols, le 1,3,5-trichlorobenzène, le fluoranthène et le naphthalène.
- deux paramètres sont quantifiés dans les deux peintures : le nickel et le plomb.

#### **4.2.3.2.                    Exploitation des résultats : analyses physico-chimiques et bioessais**

Les prélèvements en phase substitution ont été réalisés dans les mêmes conditions que les prélèvements en phase démonstrateur.

##### *Analyses physico-chimiques*

Les analyses physico-chimiques ont été faites sur les prélèvements en amont et en aval du démonstrateur, avec utilisation de peintures de substitution uniquement (peintures à la chaux et peinture minérale dans ce cas). 88 paramètres ont été recherchés sur ces fractions.

Les résultats chiffrés obtenus dans l'entreprise 1 en phase substitution sont présentés en annexe 10. Les limites de quantification ont été indiquées par le laboratoire qui a réalisé les analyses. L'exploitation des résultats a conduit au regroupement par type de résultat présenté en Figure 18 ci-dessous.

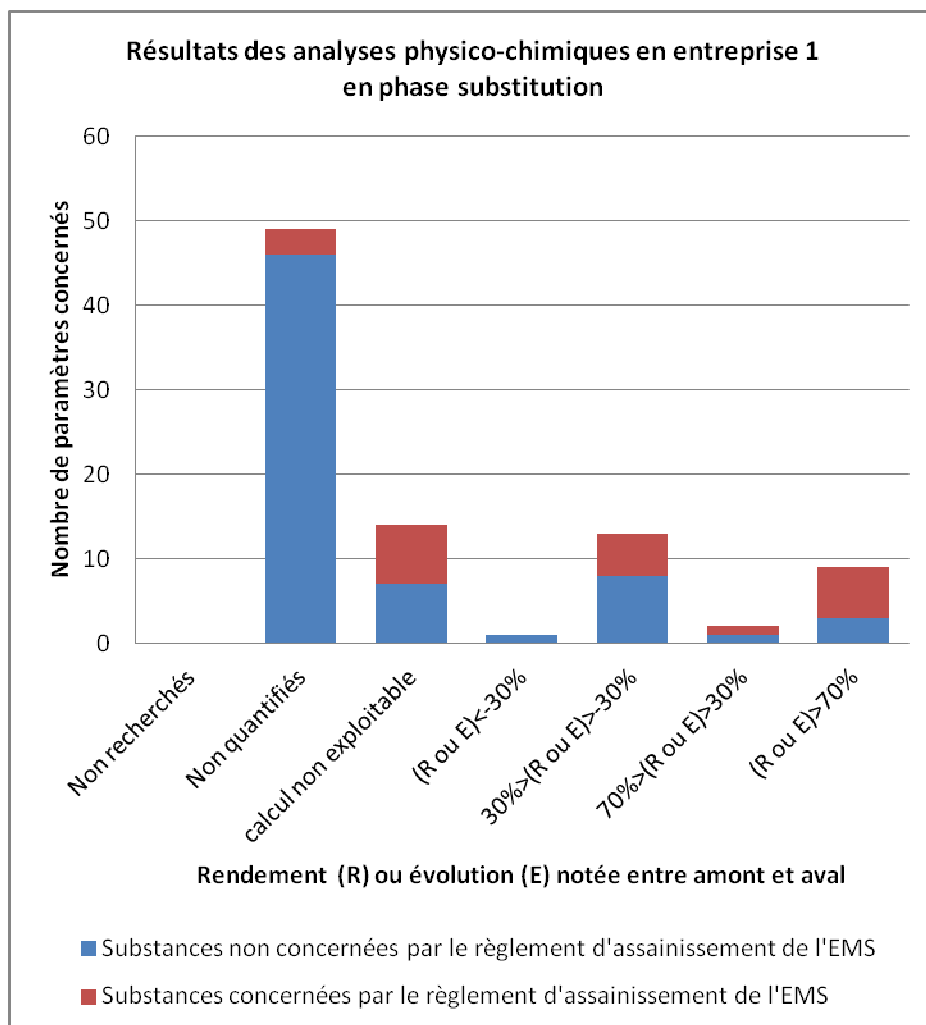


Figure 18 : Représentation des résultats d'analyses physico-chimiques en entreprise 1 en phase substitution. Source: CNIDEP.

Sur les 88 paramètres recherchés, 49 substances se situent sous leurs limites de quantification et n'ont donc pas été quantifiées (que ce soit dans le prélèvement amont ou aval, le paramètre est inférieur à sa limite de quantification). Pour ces 49 substances, 13 sont dangereuses prioritaires et 9 sont prioritaires.

En utilisant la méthodologie présentée dans les parties précédentes sur les 39 substances restantes, on peut étudier les évolutions de concentration entre l'amont et l'aval d'une même substance. Pour 14 paramètres, le calcul de rendement n'est pas exploitable (les incertitudes liées aux données sont trop importantes pour calculer les rendements).

Il reste donc 25 paramètres, soit environ 28% des paramètres initialement testés, dont le rendement peut être calculé entre l'amont et l'aval du démonstrateur installé en entreprise n°1. Les rendements positifs indiquent que la substance étudiée est retrouvée en moins grande quantité dans les eaux après son passage dans la machine et qu'il y a donc eu une réduction du paramètre étudié dans les eaux aval par rapport aux eaux amont. A l'inverse, les rendements négatifs indiquent que la substance étudiée est retrouvée en plus grande quantité dans les eaux après son passage dans la machine.

Un des paramètres, soit 1% de l'ensemble des paramètres recherchés et soit 5% des paramètres dont le rendement a pu être calculé, a un rendement négatif élevé :

- les nonylphénols, qui est une substance dangereuse prioritaire d'après la DCE et non concerné par le règlement d'assainissement de l'EMS.

Cela peut signifier que le démonstrateur mis en place n'a pas d'incidence sur ce paramètre, voire qu'il y a eu une contamination des eaux.

Neuf des paramètres, mais aussi la température à prise du pH, la température de mesure, le pH et la conductivité, soit 15% de l'ensemble des paramètres recherchés et soit 52% des paramètres dont le rendement a pu être calculé ou pour lesquels une évolution a pu être notée, ont un rendement, ou une évolution, très faible ou non significatif :

- l'azote global, qui est un paramètre non listé dans l'étude DCE et qui est concerné par le règlement d'assainissement de l'EMS. On observe que les concentrations amont et aval restent bien inférieures à la concentration maximale fixée dans le règlement d'assainissement de l'EMS.
- l'azote kjeldahl, qui est un paramètre non listé dans l'étude DCE et non concerné par le règlement d'assainissement de l'EMS.
- les nitrates, qui est un paramètre non listé dans l'étude DCE et non concerné par le règlement d'assainissement de l'EMS.
- les nitrites, qui est un paramètre non listé dans l'étude DCE et non concerné par le règlement d'assainissement de l'EMS.
- la DBO<sub>5</sub>, qui est un paramètre non listé dans l'étude DCE et non concerné par le règlement d'assainissement de l'EMS.
- les chlorures qui est un paramètre présent dans la liste de la circulaire du 29 septembre 2010 et qui est concerné par le règlement d'assainissement de l'EMS. On observe que les concentrations relevées en amont et en aval sont bien inférieures au seuil fixé par ce règlement.
- Les sulfates, qui est un paramètre présent dans la liste de la circulaire du 29 septembre 2010 mais qui n'est pas concerné par le règlement d'assainissement de l'EMS.
- Le cuivre qui est un métal présent dans la liste I des substances prioritaires selon la directive 76/464/CEE et qui est concerné par le règlement d'assainissement de l'EMS. On observe que
- Le molybdène qui est un métal non listé dans l'étude DCE et non concerné par le règlement d'assainissement de l'EMS.

Cela peut signifier que le démonstrateur mis en place n'a pas d'incidence notable sur ces paramètres : il ne semble pas favoriser leur développement mais ne semble pas non plus bloquer ces substances.

Un des paramètres et le rapport DCO/DBO<sub>5</sub>, soit 2% de l'ensemble des paramètres recherchés et soit 9% des paramètres dont le rendement a pu être calculé ou pour lesquels une évolution a pu être notée, ont un rendement, ou une évolution, positif moyen :

- la DCO, qui est un paramètre non listé comme prioritaire dans l'étude DCE et qui est concerné par le règlement d'assainissement de l'EMS. On observe que les concentrations relevées en amont et en aval sont inférieures au seuil fixé dans ce règlement.

Cela peut signifier que le démonstrateur mis en place a une incidence sur ces paramètres mais que cette incidence est relativement faible. Le démonstrateur peut donc potentiellement réduire la quantité de ces substances dans les effluents de nettoyage des eaux.

Neuf des paramètres, soit 10% de l'ensemble des paramètres recherchés et soit 36% des paramètres dont le rendement a pu être calculé, ont un rendement positif élevé :

- les matières en suspension, qui est un paramètre non présent dans les listes de substances dangereuses mais qui est concerné par le règlement d'assainissement de l'EMS. On observe que la concentration relevée en amont est supérieure au seuil fixé dans ce règlement et que la concentration en aval est inférieure à cette concentration. On peut donc en déduire que l'utilisation de la machine a permis de suffisamment abattre les concentrations de ce paramètre pour que les rejets soient cohérents avec le règlement d'assainissement de l'EMS.

- le dibutylétain cation qui est une substance présente dans la liste I de la directive 76/464/CEE et qui n'est pas concernée par le règlement d'assainissement de l'EMS.
- le chrome qui est un métal présent dans la liste de la circulaire du 29 septembre 2010 et qui est concerné par le règlement d'assainissement de l'EMS. On observe que les concentrations relevées en amont et en aval sont inférieures au seuil fixé dans ce règlement.
- le cobalt qui est un métal présent dans la liste de la circulaire du 29 septembre 2010 et qui n'est pas concerné par le règlement d'assainissement de l'EMS.
- le fer qui est un métal présent dans la liste de la circulaire du 29 septembre 2010 et qui est concerné par le règlement d'assainissement de l'EMS. On observe que la concentration relevée en amont est supérieure au seuil fixé dans le règlement et que la concentration relevée en aval est inférieure au seuil fixé dans ce règlement. On peut donc en déduire que l'utilisation de la machine a permis de suffisamment abattre les concentrations de ce paramètre pour que les rejets soient cohérents avec le règlement d'assainissement de l'EMS.
- le manganèse qui est un métal présent dans la liste de la circulaire du 29 septembre 2010 et qui est concerné par le règlement d'assainissement de l'EMS. On observe que la concentration relevée en amont est supérieure au seuil fixé dans le règlement et que la concentration relevée en aval est inférieure au seuil fixé dans ce règlement. On peut donc en déduire que l'utilisation de la machine a permis de suffisamment abattre les concentrations de ce paramètre pour que les rejets soient cohérents avec le règlement d'assainissement de l'EMS.
- le nickel qui est un métal présent dans la liste des substances prioritaires et qui est concerné par le règlement d'assainissement de l'EMS. On observe que la concentration relevée en amont est bien supérieure au seuil fixé dans le règlement et que la concentration relevée en aval est inférieure au seuil fixé dans ce règlement. On peut donc en déduire que l'utilisation de la machine a permis de suffisamment abattre les concentrations de ce paramètre pour que les rejets soient cohérents avec le règlement d'assainissement de l'EMS.
- le titane qui est un métal présent dans la liste de la circulaire du 29 septembre 2010 et qui n'est pas concerné par le règlement d'assainissement de l'EMS.
- le zinc qui est un métal présent dans la liste des substances prioritaires et qui est concerné par le règlement d'assainissement de l'EMS. On observe que les concentrations relevées en amont et en aval sont inférieures au seuil fixé dans ce règlement.

Cela peut signifier que le démonstrateur mis en place a une incidence sur ces 9 substances et que l'utilisation du démonstrateur peut réduire la quantité de ces 9 substances dans les effluents de lavage des outils de peinture. Notons que les substances les mieux retenues font partie de celles qui ont tendance à s'adsorber sur les matières en suspension. Ainsi, plus la filtration est efficace, plus ces substances sont retenues.

Les évolutions les plus nombreuses et les plus marquées sont donc observées pour les paramètres globaux et pour les métaux. Cependant, au vue des différents comportements et du nombre de paramètres non quantifiés, il est difficile de tirer de conclusions 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. Par exemple, on observe que pour les huit alkylphénols recherchés, un seul a pu être étudié (les nonylphénols).

De manière générale, on note que l'utilisation de la machine permet de suffisamment réduire des concentrations pour les faire passer sous les seuils fixés dans le règlement d'assainissement pour quatre paramètres (MES, fer, manganèse et nickel). Les rejets sont ainsi moins impactants. Cependant, un paramètre reste supérieur au seuil fixé par le règlement même après passage dans la machine : le pH.

On note aussi que certaines substances prioritaires ne sont pas quantifiées ou ne permettant pas un calcul de leur rendement. Sur les 15 substances classées dangereuses prioritaires, seules deux ont été quantifiées : les nonylphénols qui ont un rendement négatif élevé et le cadmium dont le calcul de rendement n'est pas exploitable.

Sur les 13 substances prioritaires, seules trois ont été quantifiées : et le nickel dont le rendement est positif élevé et le plomb et les octylphénols dont les calculs de rendement ne sont pas exploitables.

On peut donc noter que la machine de nettoyage des outils ne permet pas de bloquer toutes les substances analysées mais qu'elle permet une meilleure adéquation du rejet au règlement d'assainissement de l'EMS.

#### A retenir : entreprise 1, phase substitution

Lorsqu'on se focalise sur les paramètres qui ont pu être quantifiés et pour lesquels un rendement a pu être calculé, on peut faire les conclusions chiffrées suivantes :

- environ 5% des paramètres ont un rendement négatif élevé.
- environ 52% des paramètres ont un rendement non significatif.
- environ 9% des paramètres ont un rendement positif moyen.
- environ 36% des paramètres ont un rendement positif élevé.

Sur les 88 paramètres recherchés, la machine permet de faire passer les concentrations de quatre substances en dessous du seuil du règlement d'assainissement de l'Eurométropole de Strasbourg.

#### Bioessais

Dans le cadre des bioessais, les eaux prélevées en amont et en aval ont été testées sur leur toxicité générale, sur les perturbations endocriniennes, sur la génotoxicité et sur la reprotoxicité. D'un point de vue visuel, l'échantillon amont possède un trouble blanchâtre et donc de nombreuses particules en suspensions tandis que l'échantillon aval est limpide avec un agglomérat de particule en fond de flacon.

Les résultats des bioessais ont été présentés par Tronico Vigicell par des schémas en respectant un code couleur précis (cf méthodologie) comme vous pouvez le voir sur la Figure 19 ci-dessous et par un rapport afin d'explicitier ces résultats.

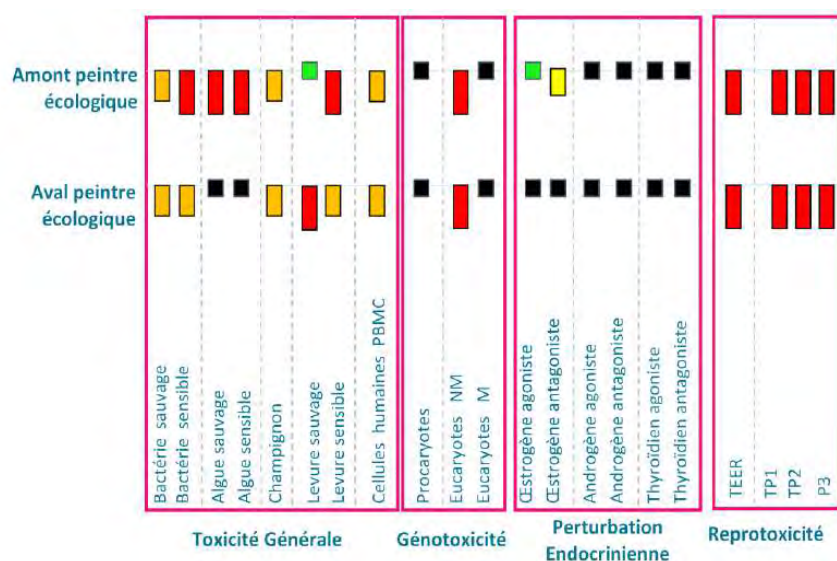


Figure 19 : Résultats des bio-essais pour les prélèvements faits en entreprise 1 en phase substitution. Source: Tronico Vigicell, 2016

Pour le critère de toxicité générale, un fort impact, autant en amont qu'en aval, est noté. Il n'y a que pour les levures sauvages que l'échantillon amont permet une prolifération de la substance. Pour les autres critères, l'échantillon est toxique dès l'amont.

Pour le critère de génotoxicité, on observe que les tests ne sont pas interprétables à cause d'une trop forte cytotoxicité pour les procaryotes et les eucaryotes pouvant métaboliser. Pour les eucaryotes ne métabolisant pas, on note qu'il y a un fort effet génotoxique en amont et en aval et que cet effet n'évolue pas entre l'amont et l'aval. Tronico Vigicell indique que cela peut mettre en avant que le démonstrateur n'a pas d'effet sur le critère de génotoxicité ou que l'eau de nettoyage utilisée dans le cas du prélèvement aval a accumulé cycle par cycle un résidu de toxicité non bloqué par la machine.

Pour le critère de perturbation endocrinienne, on observe que les tests ne sont pas interprétables à cause d'un excès de cytotoxicité. Pour les œstrogènes agonistes et antagonistes, on observe qu'il y a un faible effet toxique pour le prélèvement amont.

Pour le critère de reprotoxicité, on observe qu'il y a un fort impact reprotoxique autant en amont qu'en aval. De plus, l'entreprise Tronico Vigicell a ajouté avoir noté sur toute la durée des tests sur le critère reprotoxique que les impacts apparaissent rapidement (au bout de trois jours), qu'ils sont intenses et qu'ils durent sur toute la durée du test (22 jours). De manière générale, il n'y a pas de différence entre les observations faites entre l'amont et l'aval. Ces observations appuient donc les conclusions proposées pour le critère de toxicité générale.

#### **4.2.3.3. Exploitation du retour d'expérience**

Suite à l'utilisation de la peinture de substitution identifiée, le chef d'entreprise a fait un retour détaillé de son ressenti sur ce produit.

##### *Critère efficacité*

Malgré ses craintes initiales, le chef d'entreprise est satisfait du pouvoir couvrant des produits de substitution. En effet, il trouve même que les produits de substitution utilisés ont un meilleur pouvoir couvrant que les dernières générations de peinture acrylique. Cela pourrait s'expliquer, selon lui, par l'augmentation de titane dans leur composition.

Cependant, sur certains supports, notamment les supports non sains, le chef d'entreprise a observé un problème de séchage. Par exemple, l'utilisation de chaux de substitution sur les murs intérieurs d'une église a entraîné une différence de teintes (qui pourrait d'après lui s'expliquer par l'humidité du plâtre et le fait que les pigments sont remontés à la surface). Cela a aussi été observé pour des peintures minérales de substitution utilisées sur support très humide, support pour lequel deux couches ont été nécessaires au lieu d'une en produits classiques.

Le chef d'entreprise estime que le rendu des couleurs est meilleur. Il pense que cela est dû à la présence de pigments naturels qui se dénaturent moins. En effet, les peintures naturelles ne sont pas statiques et les poussières ne se posent donc pas dessus. Dans les peintures classiques, il est nécessaire d'ajouter de la silicone pour empêcher ce phénomène.

Dans certains anciens chantiers (pendant lesquels le chef d'entreprise avait déjà eu l'occasion d'utiliser des peintures de substitution), le chef d'entreprise a dû rajouter une couche de vernis sur une peinture de substitution pour la rendre assez résistante.

##### *Critère praticité*

Les produits de substitution utilisés semblent aussi pratiques au chef d'entreprise que les produits classiques. Cependant, ces produits sont des produits mats et leur utilisation ainsi que leur entretien sont durs. Le chef d'entreprise ne connaît pour l'instant que des produits de substitution mats. Le seul produit dont il a entendu parler et étant comptabilisé comme « rendu velours » se rapproche trop du mat pour ses chantiers.

Le chef d'entreprise trouve que le temps de lavage des produits de substitution est plus long qu'avec des produits classiques. Cela peut s'expliquer par le fait que les peintures minérales ont été appliquées avec des rouleaux aux poils plus longs et plus épais.



D'un point de vue praticité, les peintures minérales sont de plus en plus prêtes à l'emploi et elles sont donc plus faciles à utiliser. Il faut par contre faire attention au séchage du support.

Par son expérience, le chef d'entreprise souligne que les peintures à l'argile sont assez dures à appliquer car il est difficile d'estimer la quantité mise sur le support. Une formation complémentaire est donc nécessaire afin d'apprendre à mettre la bonne quantité correspondant au rendu désiré.

Pour la chaux, le chef d'entreprise n'a pas été convaincu par la machine. En effet, le nettoyage des outils ayant été utilisés pour l'application de la chaux (brosse à badigeon notamment) est compliqué : le plateau de lavage est trop petit pour les outils concernés et le nettoyage demande une grande quantité d'eau. De plus, de par ses caractéristiques, la chaux peut abîmer les parties vitrées et les parties plastiques de la machine.

#### *Critère coûts*

De manière générale, le chef d'entreprise estime que les peintures minérales sont plus chères (de 10 à 15% environ d'après son expérience) et la chaux est aussi plus chère que les produits classiques (de 30% environ). Les surcoûts entraînés par l'utilisation de ces produits de substitution proviennent du moins bon pouvoir couvrant qui oblige à faire plusieurs couches pour un même rendu.

#### *Autre*

Les produits de substitution ont été utilisés en chantier extérieure pour les peintures minérales et pour un chantier intérieur en église pour la chaux. De manière générale, les peintures minérales sont utilisées en extérieures et la chaux n'est pas utilisée chez les particuliers. Ces deux types de chantier sont représentatifs de l'activité de l'entreprise.

Le chef d'entreprise trouvent que ces produits sont meilleurs pour l'environnement et produisent moins de COV.

Pour le chef d'entreprise, ses clients demandent surtout des produits satinés. L'utilisation de produits de substitution chez les particuliers est donc plus complexe à mettre en place car ils n'offrent pas la possibilité d'avoir un rendu satiné. Le chef d'entreprise n'a donc pas trop de retour clients de particuliers : ce sont plutôt des communes ou des églises qui lui font des demandes spécifiques de produits de substitution pour leurs chantiers.

En croisant ces informations avec les informations techniques sur la peinture de substitution, on peut utiliser les trames du CNIDEP pour « noter » le produit de substitution selon les cinq principaux critères étudiés. Ainsi, en utilisant ces trames de notation, on obtient la représentation suivante pour les cinq critères étudiés pour le démonstrateur mis en place dans l'entreprise n°1 (Figure 20) :

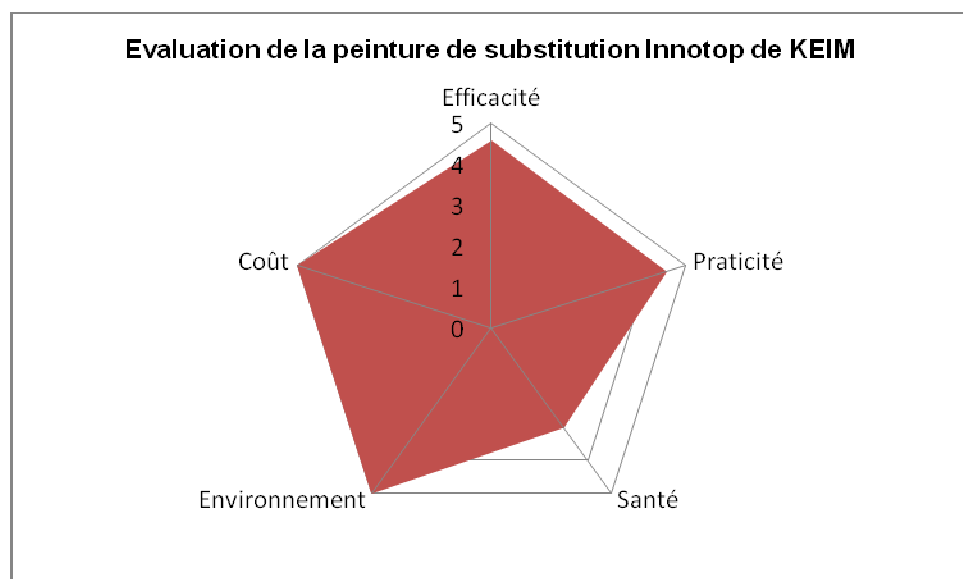


Figure 20 : Représentation de l'évaluation faite sur la peinture de substitution Innotop de KEIM. Source: CNIDEP.

#### **4.2.4. Comparaison des résultats obtenus dans l'entreprise 1 entre phase démonstrateur et phase substitution**

##### **4.2.4.1. Comparaison des résultats des analyses physico-chimiques obtenus dans l'entreprise 1 entre phase démonstrateur et phase substitution**

Comme cela a été présenté dans les parties précédentes, des analyses ont été réalisées sur les eaux amont et aval par rapport à l'utilisation de la machine en phase démonstrateur (donc avec l'utilisation de produits « classiques ») et en phase substitution (donc avec l'utilisation de produits dits de substitution).

En étudiant en parallèle les calculs de rendement obtenus en phase démonstrateur et en phase substitution dans l'entreprise 1, présentés en Figure 13 et Figure 18 et en annexe 10, on observe en premier lieu qu'il y a les mêmes tendances dans la répartition des différents rendements entre les deux phases étudiées. Cela peut donc mettre en avant que, quel que soit le type de peintures utilisées (« classiques » ou de substitution), le démonstrateur a la même efficacité. On note cependant que le nombre de substances visées par le règlement d'assainissement a diminué entre la phase démonstrateur et la phase substitution pour les rendements négatifs élevés, les rendements non significatifs et les rendements positifs moyens et que ce nombre a augmenté pour les calculs non exploitables et les rendements positifs élevés. Cela signifie donc qu'avec les produits de substitution, l'utilisation de la machine de nettoyage des outils de peinture permet de bloquer plus de substances visées par le règlement d'assainissement de l'EMS qu'avec les produits « classiques ».

On note aussi que ces « familles » de résultats ne concernent pas forcément les mêmes substances. Par exemple, pour les rendements négatifs, on note qu'avec les produits de substitution, on ne retrouve aucune substance concernée par le règlement d'assainissement de l'EMS. Par exemple, les AOX qui ont un rendement négatif en phase démonstrateur ont été retrouvés en concentration plus faible que la LQ en aval et en amont de la phase substitution, ce qui ne permet pas de conclure sur le rendement des AOX en phase substitution. On peut aussi prendre l'exemple du cuivre, qui a un rendement positif élevé dans la phase démonstrateur et un rendement non significatif en phase substitution.

Un point important est aussi le lien entre les concentrations amont/aval et donc les rendements calculés. Si on reprend l'exemple du cuivre, on note que même si le rendement est plus faible en phase substitution qu'en phase démonstrateur, les concentrations aval dans les deux phases sont assez proches puisque la concentration amont en phase substitution est inférieure à la concentration amont de la phase démonstrateur.

Ces cas de variations dans les résultats entre la phase démonstrateur et la phase substitution peuvent s'expliquer par la variation de composition entre les produits nettoyés en phase démonstrateur et les produits nettoyés en phase de substitution, comme cela a été mis en évidence dans les parties ci-dessus.

##### **4.2.4.2. Comparaison des résultats des bioessais obtenus dans l'entreprise 1 entre phase démonstrateur et phase substitution**

Comme cela a été présenté dans les parties précédentes, des bioessais ont été réalisés en amont et en aval de la machine avec l'utilisation de produits « classiques » et l'utilisation de produits de substitution. En comparant ces résultats par type de critères étudiés (toxicité générale, génotoxicité, perturbation endocrinienne et reprotoxicité) (Figure 21), on note quelques différences entre l'amont peinture standard et l'amont peinture écologique, l'aval peinture standard et l'aval peinture écologique mais aussi entre l'évolution notée entre amont et aval pour la peinture standard et l'évolution notée entre amont et aval pour la peinture de substitution.

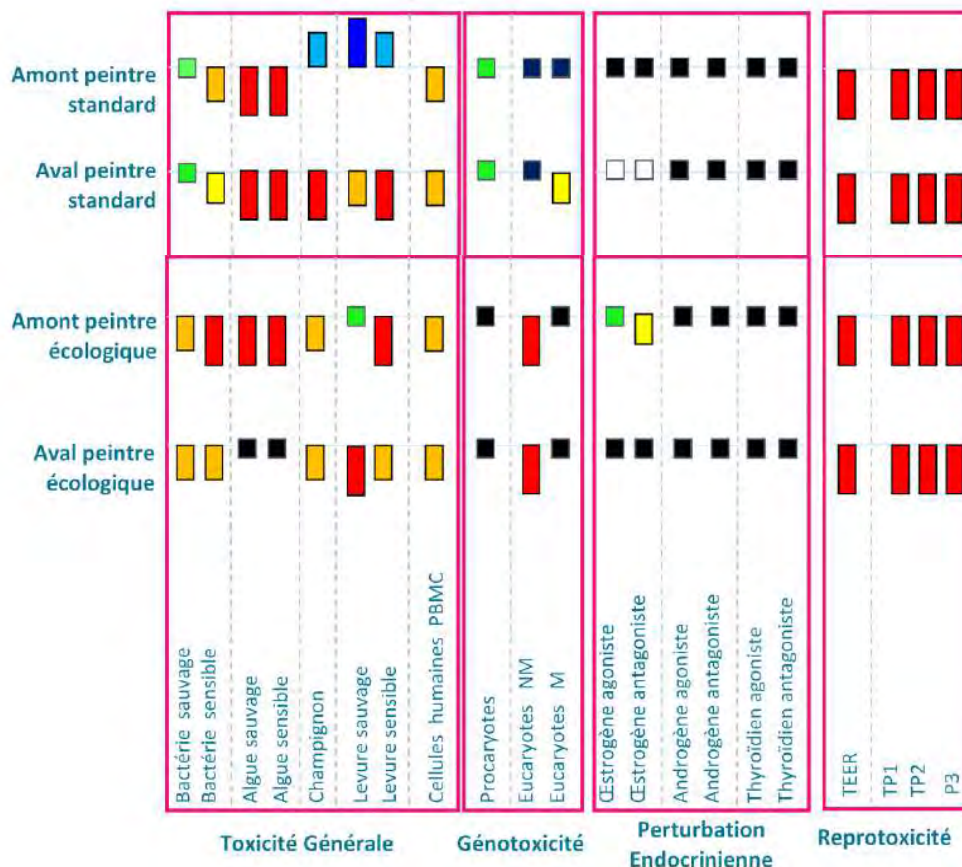


Figure 21 : Résultats des bio-essais entre peinture standard et peinture écologique. Source: Tronico-Vigicell

#### Critère de toxicité générale,

En comparant les résultats obtenus pour l'amont de la peinture standard et pour l'amont de la peinture écologique, on observe principalement que la peinture classique permet la prolifération de trois catégories d'êtres vivants (les champignons, les levures sauvages et les levures sensibles) pour lesquels l'échantillon de peintures écologiques est toxique ou ne présente pas un effet significatif (les levures sauvages).

En comparant les résultats obtenus pour l'aval de la peinture standard et pour l'amont de la peinture écologique, on observe moins de différences que les deux échantillons amont puisque, quel que soit le milieu testé et le type de peinture, il y a eu une forte toxicité voir des résultats non exploitables par excès de cytotoxicité.

Enfin, en comparant les évolutions selon le type de peintures, on constate dans les deux cas une évolution de la toxicité entre l'amont et l'aval. Dans les deux cas, la toxicité s'accroît entre l'amont et l'aval. La différence entre les deux peintures réside dans les types de cellules vivantes impactées par cet accroissement de toxicité. Au-delà du fait que ce dernier constat illustre les différences existantes en termes de composition des effluents, l'évolution de la toxicité entre l'amont et l'aval quel que soit le type de peinture, pose question quant à l'efficacité des démonstrateurs au regard de la réduction du potentiel d'impact toxique des effluents.

#### Critère de génotoxicité,

A l'instar du panel de toxicité général, on constate que la comparaison entre l'amont de la peinture standard et l'amont de la peinture écologique, met en évidence des signaux d'impact sur l'ADN (critère génotoxicité). Néanmoins, la cytotoxicité rend la comparaison de l'intensité et de la nature des impacts des effluents des deux type de peinture assez difficile. En effet, la peinture classique a un effet non significatif sur les procaryotes et des résultats non interprétables sur les deux types d'eucaryotes alors que la peinture de substitution a, en amont, des résultats non interprétables pour les procaryotes et les eucaryotes métabolisant mais un fort effet génotoxique pour les eucaryotes ne métabolisant pas.

Il en est de même pour les prélèvements en aval puisque la peinture classique a un effet non significatif sur les procaryotes, une toxicité faible mais significative sur les eucaryotes métabolisant et des résultats non interprétables sur les eucaryotes ne métabolisant pas alors que c'est le seul bio-essai pour lequel il y a des résultats interprétables pour les peintures de substitution en aval avec un fort effet génotoxique (mis en évidence pas les résultats non interprétables pour les procaryotes et les eucaryotes métabolisant)

Enfin, en comparant les évolutions selon le type de peintures, on observe que, compte tenu de la forte cytotoxicité, très peu d'évolutions pour la peinture standard sont à noter puisque seuls les résultats pour les cellules eucaryotes évoluent (en passant de non interprétable à une toxicité faible mais significative). Pour la peinture de substitution, on ne note pas d'évolution entre l'amont et l'aval.

#### *Critère de perturbation endocrinienne*

En comparant l'amont de la peinture standard et l'amont de la peinture écologique, on note que pour les peintures standard, les tests ont été réalisés mais ne sont pas interprétables du fait d'une cytotoxicité excessive, sauf en ce qui concerne les œstrogènes agonistes et antagonistes sur les prélèvements en peintures écologiques. Dans tous les autres cas, notamment en aval des démonstrateurs, les tests ne sont pas interprétables à cause d'un excès de cytotoxicité. Dans les deux cas, les résultats ne sont pas exploitables, mais témoignent néanmoins, là encore, d'une inefficacité des démonstrateurs.

Enfin, en comparant les évolutions selon le type de peintures, on observe que les résultats ne sont pas exploitables entre l'amont et l'aval et il est donc impossible de conclure sur une potentielle évolution en rapport avec le type de peinture utilisée.

#### *Critère de reprotoxicité*

En comparant l'amont de la peinture standard et l'amont de la peinture écologique, on observe qu'il n'y a pas de différence dans les résultats : les deux types de peintures concernées ont un fort impact reprotoxique.

Il en est de même pour les échantillons aval de la peinture standard et de la peinture écologique.

Enfin, on observe que l'évolution amont/aval de la peinture standard est la même que l'évolution amont/aval de la peinture écologique puisque l'impact reprotoxique est aussi fort en amont qu'en aval, quel que soit la peinture analysée. De plus, Tronico Vigicell a indiqué, dans les deux cas, que les impacts reprotoxiques sont apparus de manière forte au bout de quelques jours et qu'ils ont durés toute la durée du test.

## **4.3. Entreprise 2**

### **4.3.1. Présentation générale de l'entreprise**

La deuxième entreprise de peinture qui a été identifiée sera dénommée « entreprise 2 » dans la suite de ce rapport. Cette entreprise est localisée sur le territoire de l'EMS et est enregistrée au répertoire des métiers de la CMA d'Alsace. Elle employait, à l'époque du test, cinq salariés et un apprenti et réalise la plus grande partie de son travail sur chantier. L'entreprise est installée en ville, près du centre-ville de Strasbourg. L'entreprise a tout type de clients : particuliers, professionnels et collectivités. Elle s'est spécialisée dans les chantiers de rénovation, autant intérieur qu'extérieur.

Concernant les produits utilisés en entreprise, c'est le chef d'entreprise qui est responsable de l'achat et de la gestion des produits dans l'entreprise. Les produits sont stockés dans une étagère sur rétention. La compatibilité entre les produits est respectée, tous les récipients sont fermés, tous les produits sont rangés lorsqu'ils ne servent plus et l'accès aux produits est réservé. Les Fiches de Données de Sécurité sont récupérées chez les fournisseurs et elles sont utilisées ponctuellement pour se renseigner sur les dangers des produits. Si un produit présente un danger, le chef d'entreprise transmet l'information aux salariés et il leur rappelle les EPI à porter.

L'entreprise utilise essentiellement des peintures à l'eau comme des peintures acrylique polyuréthane. Les peintures vinyliques sont de moins en moins utilisées. Même si les couleurs utilisées dépendent des chantiers en cours et des périodes, le chef d'entreprise estimait à l'époque du test que les chantiers en blanc représentaient environ 80% de la totalité de ses chantiers. Sa gamme de produits utilisée étant établie, l'entreprise n'avait pas besoin de rencontrer différents fournisseurs pour la faire évoluer. Pour le chef d'entreprise, les critères importants dans le choix des produits sont le prix, la qualité et les exigences clients, même si ce dernier point est assez rare.

Au vu de l'organisation spatiale interne de l'entreprise, l'entreprise n'a pas pu jusqu'à présent installer une machine. De plus, l'entreprise est installée dans une zone qui est en réseau unitaire. Cela peut en partie expliquer pourquoi l'entreprise lave beaucoup ses outils sur chantiers. Le lavage sur chantier est aussi un moyen de simplifier les nombreux lavages rendu obligatoire par les nombreux changements de couleurs sur un même chantier. Quand les outils sont transportés du chantier à l'entreprise, les salariés utilisent un système de fermeture ou stockent les outils dans des seaux vides pour éviter que les outils ne sèchent trop vite et ainsi simplifier leur nettoyage une fois en entreprise.

Le chef d'entreprise a conscience de la nécessité de prétraiter les effluents et il sait ce qu'est un produit de substitution. Il estime que la limite des produits de substitution réside dans le prix et la qualité. De son expérience, les produits de substitution peuvent répondre à des demandes de clients privés mais pas à des demandes de clients particuliers car ces derniers demandent des produits écologiques mais à un prix inférieur à la réalité. La question du prix pour le client est donc, d'après le chef d'entreprise, le premier frein au développement de ces produits.

Les déchets dangereux sont déposés en déchèterie professionnelle. Le chef d'entreprise estime que cela représente entre dix et douze euros par passage additionné au prix au kilo appliqué dans la déchèterie professionnelle concernée.

### **4.3.2. Phase démonstrateur**

#### **4.3.2.1. Présentation de la machine**

La machine installée en démonstrateur dans l'entreprise 2 est une machine de nettoyage des outils (rouleaux et pinceaux) de peinture de la marque ROTAPLAST, le modèle Rotaclean WWA50 (Figure 22).

Le fonctionnement général de cette machine est commun à celui du premier démonstrateur testé. La principale différence réside dans la présence d'un deuxième filtre.

Le lavage des outils se fait dans l'évier en partie supérieure de la machine. Les eaux sont collectées au fond de l'évier qui est bouché par une bonde. Une fois le nettoyage fini, il faut mettre le floculant dans l'évier et enclencher l'agitateur. La phase d'agitation s'arrête automatique après quinze minutes. Les eaux floculées s'écoulent dans la partie inférieure, composée d'un bac en plastique percé garni de deux filtres en textile : l'un à porosité élevée et l'autre à porosité fine. Ceux-ci retiennent les particules en suspension, tandis que le reste s'écoule dans le compartiment en-dessous. Ce compartiment assure aussi le rôle de réserve d'eau de la machine (cinquante litres).



Figure 22 : Photo de la machine de nettoyage des outils Rotaclean WWA50 de Rotaplast installée dans l'entreprise de peinture n°2 et identification des différents éléments. Source : CNIDEP

La machine fonctionne en circuit fermé. Après un lavage, l'eau est donc réutilisable pour les lavages suivants. Cependant, la machine peut également fonctionner en circuit ouvert (rejet dans le réseau d'assainissement).

Dans l'entreprise n°2 de peinture, la machine était installée dans son atelier à un endroit où il n'était pas possible de la raccorder à l'eau potable, ni au réseau d'assainissement. Le peintre a rempli la machine avec des seaux d'eau.

Le fournisseur a indiqué plusieurs précautions d'usage pour assurer le bon fonctionnement de la machine. En effet, avant la phase de floculation, il faut veiller à ce que la totalité de la réserve d'eau soit passée dans l'évier. Cela signifie que si le lavage nécessite moins d'eau que la contenance de l'évier, il faut ajouter de l'eau dans l'évier.

#### 4.3.2.2. Exploitation des résultats : analyses physico-chimiques et bioessais

Les prélèvements amont et aval pour la phase démonstrateur ont été faits en entreprise, lors du 5ème cycle de lavage. En effet, la personne utilisant la machine dans l'entreprise 2 ne laissait pas le filtre sécher entre deux utilisations de la machine : les résidus n'avaient donc pas le temps de sécher et la personne ne pouvait donc pas retirer ces résidus. Le filtre a donc été colmaté plus rapidement que la moyenne ce qui a entraîné un débordement de l'eau. Le chef d'entreprise a, suite à cela, réduit son utilisation de la machine et le prélèvement a tout de même été fait malgré ce faible nombre de lavage.



Figure 23: Photographie de l'eau du prélèvement amont dans l'entreprise 2. Source : CNIDEP



Figure 24: Photographie de l'eau du prélèvement aval dans l'entreprise 2. Source : CNIDEP.

Le prélèvement amont (Figure 23) a été réalisé après un 5e lavage, dans l'évier supérieur avant l'ajout de floculant et la vidange de l'évier. Le prélèvement a été fait avec un entonnoir servant de contenant fourni par les préleveurs. Les flacons ont été remplis à l'aide de cet entonnoir.

Le prélèvement aval (Figure 24) a été fait après ajout du floculant, agitation et passage de l'eau souillée floculée dans la partie inférieure par les filtres puis dans le bac inférieur. Le prélèvement aval a donc été fait dans le bac inférieur, avec l'eau utilisée en circuit fermé. Il représente les 5 lavages. Là aussi, le prélèvement a été fait avec un entonnoir fourni par les préleveurs, pour remplir les flacons.

#### *Exploitation des résultats des analyses physico-chimiques*

Les analyses physico-chimiques ont été faites sur les prélèvements en amont et en aval, pour la phase démonstrateur (donc avant la mise en place des produits de substitution). Ainsi, les analyses ont été uniquement faites sur des fractions d'eaux brutes amont et d'eaux brutes aval. 87 paramètres ont été recherchés. L'aluminium n'a pas été recherché ni pour les prélèvements amont, ni pour les prélèvements aval.

Les résultats chiffrés obtenus dans l'entreprise 2 en phase démonstrateur sont présentés en annexe 13 : vous pouvez ainsi retrouver les concentrations amont, les concentrations aval et les rendements calculés pour les paramètres recherchés. Les limites de quantification ont été indiquées par le laboratoire qui a réalisé les analyses. L'exploitation des résultats a conduit au regroupement par type de résultat présenté en Figure 25 ci-contre.



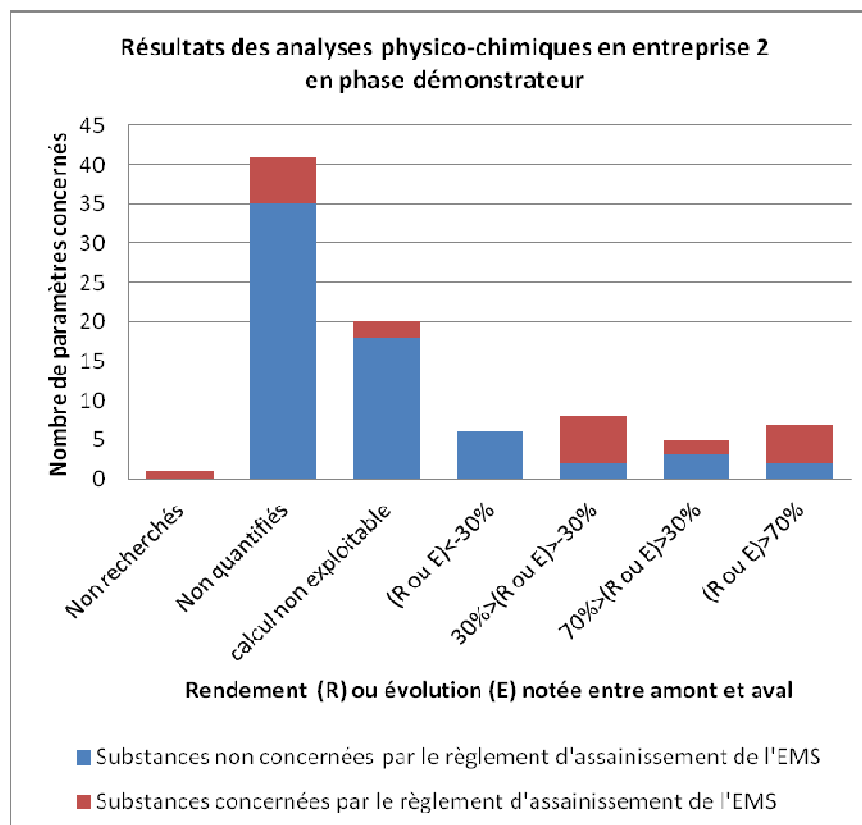


Figure 25 : Représentation des résultats des analyses physico-chimiques en entreprise 2 en phase démonstrateur.  
Source : CNIDEP

Sur les 87 paramètres recherchés, 41 substances n'ont pas été quantifiées (que ce soit dans le prélèvement amont ou le prélèvement aval, le paramètre est inférieur à sa limite de quantification). Pour ces 41 substances, 11 sont dangereuses prioritaires et 7 sont prioritaires.

En utilisant la méthodologie présentée dans les parties précédentes sur les 46 substances restantes, on peut étudier les évolutions de concentration entre l'amont et l'aval de 20 paramètres. Pour 20 paramètres, le calcul de rendement n'est pas exploitable.

Il reste donc 26 paramètres, soit environ 30% des paramètres initialement testés, dont le rendement peut être calculé entre l'amont et l'aval du démonstrateur installé en entreprise n°2. Les rendements positifs indiquent que la substance étudiée est retrouvée en moins grande quantité dans les eaux après son passage dans la machine et qu'il y a donc eu une réduction du paramètre étudié dans les eaux aval par rapport aux eaux amont. A l'inverse, les rendements négatifs indiquent que la substance étudiée est retrouvée en plus grande quantité dans les eaux après son passage dans la machine.

5 des paramètres, et aussi la conductivité, soit 7% de l'ensemble des paramètres recherchés et soit 23% des paramètres dont le rendement a pu être calculé ou pour lesquels une tendance d'évolution a pu être notée, ont un rendement, ou une évolution, négatif élevé :

- la DBO<sub>5</sub>, qui est un paramètre non présent dans les listes de substances prioritaire du projet DCE et qui n'est pas concerné par les seuils définis dans le règlement d'assainissement de l'EMS.
- le sulfate, qui est une substance présente dans la liste de la circulaire du 29 septembre 2010 mais qui n'est pas concerné par le règlement d'assainissement de l'EMS.
- l'antimoine, qui est un métal présent dans la liste de la circulaire du 29 septembre 2010 mais qui n'est pas concerné par le règlement d'assainissement de l'EMS.



- l'OP2OE (un alkylphénol) qui est une substance prioritaire selon la directive 76/464/CEE mais qui n'est pas concerné par le règlement d'assainissement de l'EMS.
- le molybdène, qui est un métal non présent dans les listes de substances dangereuses dans l'étude DCE et qui n'est pas concerné par le règlement d'assainissement de l'EMS.

Cela peut signifier que le démonstrateur mis en place n'a pas d'incidence sur ces paramètres, voire qu'il y a eu un phénomène de contamination.

Cinq des paramètres, mais aussi la température à prise du pH, la température de mesure et le pH, soit 9% de l'ensemble des paramètres recherchés et soit 31% des paramètres dont le rendement a pu être calculé ou pour lesquels une tendance d'évolution a pu être notée, ont un rendement, ou une évolution, très faible ou non significatif :

- l'azote global qui est un paramètre non listé dans la DCE et qui est concernée par le règlement d'assainissement de l'EMS. On observe que les concentrations amont et aval restent inférieures à la concentration maximale fixée dans le règlement d'assainissement de l'EMS.
- l'azote kjeldahl, qui est un paramètre non présent dans les listes de substances dangereuses dans l'étude DCE et qui n'est pas concerné par le règlement d'assainissement de l'EMS.
- les matières en suspension, qui est un paramètre non présent dans les listes de substances dangereuses dans l'étude DCE mais qui est concerné par le règlement d'assainissement de l'EMS. On observe que les concentrations de MES en amont et en aval restent inférieures à la concentration seuil fixée dans ce règlement.
- la DCO, qui est un paramètre non présent dans les listes de substances dangereuses dans l'étude DCE mais qui est concerné par le règlement d'assainissement de l'EMS. On observe que les DCO mesurées en amont et en aval restent inférieures à la valeur seuil fixée dans ce règlement.
- les chlorures, qui sont des substances présentes dans la liste de la circulaire du 29 septembre 2010 et qui sont concernées par le règlement d'assainissement de l'EMS. On observe que les concentrations relevées en amont et en aval sont inférieures à la valeur seuil définie dans ce règlement.

Cela peut signifier que le démonstrateur mis en place n'a pas d'incidence notable sur ces paramètres : il ne semble pas y avoir de contamination mais le démonstrateur ne semble pas non plus abattre de manière significative les concentrations de ces substances.

Quatre des paramètres, ainsi que le rapport DCO/DBO<sub>5</sub>, soit 6% de l'ensemble des paramètres recherchés et soit 19% des paramètres dont le rendement a pu être calculé ou dont une évolution a pu être notée, ont un rendement, ou une évolution, positif moyen :

- les nitrites, qui est un paramètre non présent dans les listes de substances dangereuses dans l'étude DCE et qui n'est pas concerné par le règlement d'assainissement de l'EMS.
- le phénanthrène, qui est un HAP non présent dans les listes de substances dangereuses dans l'étude DCE et qui n'est pas concerné par le règlement d'assainissement de l'EMS.
- le chrome, qui est une substance présente dans la liste de la circulaire du 29 septembre 2010 et qui est concerné par le règlement d'assainissement de l'EMS. On remarque que les concentrations relevées en amont et en aval sont bien inférieures au seuil maximal fixé dans ce règlement.

- le nickel, qui est un métal présent dans la liste des substances prioritaires de la directive 2013/39/CE et qui est concerné par le règlement d'assainissement de l'EMS. On remarque que les concentrations relevées en amont et en aval sont bien inférieures au seuil maximal fixé dans ce règlement.

Cela peut signifier que le démonstrateur mis en place a une incidence sur ces paramètres mais que cette incidence est relativement faible. Le démonstrateur peut donc potentiellement réduire la quantité de ces substances dans les effluents de nettoyage des eaux.

Sept des paramètres, soit 8% de l'ensemble des paramètres recherchés et soit 27% des paramètres dont le rendement a pu être calculé, ont un rendement positif élevé :

- le cobalt, qui est un métal présent dans la liste de la circulaire du 29 septembre 2010 et qui n'est pas concerné par le règlement d'assainissement de l'EMS.
- le cuivre, qui est un métal présent dans la liste I des substances prioritaires selon la directive 76/464/CEE et qui est concerné par le règlement d'assainissement de l'EMS. On observe que la concentration relevée en amont est supérieure au seuil maximal et que la concentration relevée en aval est inférieure à ce seuil. Ainsi, l'utilisation du démonstrateur a permis de réduire la concentration en cuivre et donc de rendre les rejets en accord avec le règlement d'assainissement de l'EMS.
- le fer, qui est un métal présent dans la liste de la circulaire du 29 septembre 2010 et qui est concerné par le règlement d'assainissement de l'EMS. On observe que les concentrations relevées en amont et en aval sont inférieure au seuil fixé dans ce règlement.
- le manganèse, qui est un métal présent dans la liste de la circulaire du 29 septembre 2010 et qui est concerné par le règlement d'assainissement de l'EMS. On observe que les concentrations relevées en amont et en aval sont inférieures au seuil fixé dans ce règlement.
- le plomb, qui est un métal présent dans la liste des substances prioritaires dans l'étude DCE et qui est concerné par le règlement d'assainissement de l'EMS. On observe que les concentrations relevées en amont et en aval sont inférieure au seuil fixé dans ce règlement.
- le titane qui est un métal présent dans la liste de la circulaire du 29 septembre 2010 mais qui n'est pas concerné par le règlement d'assainissement de l'EMS.
- le zinc, qui est un métal présent dans la liste I des substances prioritaires selon la directive 76/464/CEE et qui est concerné par le règlement d'assainissement de l'EMS. On observe que les concentrations relevées en amont et aval sont bien inférieures au seuil maximal fixé dans ce règlement.

Cela peut signifier que le démonstrateur mis en place a une incidence sur ces sept métaux et que l'utilisation du démonstrateur peut réduire la quantité de ces sept métaux dans les effluents de lavage des outils de peinture. Notons que les substances les mieux retenues font partie de celles qui ont tendance à s'adsorber sur les matières en suspension. Ainsi, plus la filtration est efficace, plus ces substances sont retenues.

Les évolutions les plus nombreuses et les plus marquées sont donc observées pour les paramètres globaux et pour les métaux. Cependant, au vue des différents comportements et du nombre de paramètres non quantifiés, il n'est pas possible de tirer de conclusions par famille de substances. Par exemple, pour la famille des HAP, sur les douze étudiés, seul le phénanthrène se prête à un calcul de rendement. Il n'est donc pas possible de conclure sur cette famille de substances.

De manière générale, au vue de ces éléments, l'utilisation du démonstrateur permet dans un cas (les concentrations en cuivre) de suffisamment réduire les concentrations pour correspondre aux seuils fixés dans le règlement d'assainissement de l'EMS. Cela est d'autant plus important que la concentration en cuivre est la seule qui dépasse les valeurs seuils de ce règlement dans les prélèvements amont. Par conséquent, après utilisation du démonstrateur, aucune de substances concernées par le règlement d'assainissement de l'EMS ne dépassent leurs valeurs seuils.

On note aussi que certaines substances prioritaires sont non quantifiées ou ne permettant pas un calcul de leur rendement. Sur les 15 substances classées dangereuses prioritaires, seules quatre ont été quantifiées mais les calculs de rendement ne sont pas exploitables (l'anthracène, les nonylphénols, le DEHP et le cadmium).

Sur les 13 substances prioritaires dans l'étude DCE, six ont été quantifiées : l'OP1OE, le fluoranthène et le naphthalène donc les calculs de rendement ne sont pas exploitables, l'OP2OE dont le rendement est négatif élevé, le nickel dont le rendement est positif moyen et le plomb dont le rendement est positif élevé.

On peut donc noter que quel que soit la famille de paramètres et quel que soit la dangerosité du paramètre recherché, la machine de nettoyage des outils ne permet pas de bloquer toutes les substances analysées mais qu'elle permet d'améliorer légèrement l'adéquation des rejets par rapport au règlement d'assainissement de l'EMS.

#### **A RETENIR : entreprise 2, phase démonstrateur**

Lorsqu'on se focalise sur les paramètres qui ont pu être quantifiés et pour lesquels un rendement a pu être calculé, on peut faire les conclusions chiffrées suivantes :

- environ 23% des paramètres ont un rendement négatif élevé.
- environ 31% des paramètres ont un rendement non significatif.
- environ 19% des paramètres ont un rendement positif moyen.
- environ 27% des paramètres ont un rendement positif élevé.

Sur les 88 paramètres recherchés, la machine permet de faire passer les concentrations d'une substance en dessous du seuil du règlement d'assainissement de l'Eurométropole de Strasbourg.

#### *Exploitation des résultats des bioessais*

Les bioessais n'ont pas été réalisés pour l'entreprise 2.

#### **4.3.2.3. Exploitation du retour d'expérience**

Suite à l'utilisation de la machine, l'entreprise a fait un retour d'expérience pour donner son avis sur les principaux critères d'utilisation de la machine : son point de vue sur l'efficacité de la machine, la praticité, la durabilité et les éléments de coût.

Concernant l'entreprise n°2, il est important de prendre en compte que la machine n'a pas été utilisée en respectant tous les conseils d'utilisation du fournisseur. En effet, le chef d'entreprise n'utilisait pas systématiquement du floculant afin de faire des économies en réduisant les coûts de fonctionnement lié à la machine. Au bout de quatre lavages, les filtres de la machine étaient entièrement colmatés.

### *Critère efficacité*

Après les deux premiers lavages, le chef d'entreprise était satisfait du résultat en terme d'efficacité de nettoyage de ses outils. Cependant, après quatre lavages, le chef d'entreprise a trouvé que les pinceaux sont moyennement bien lavés et qu'il n'est pas possible de laver les laves bacs car il n'y a pas assez de quantité d'eau. De plus, le filtre semble colmaté puisque de l'eau reste dans le bac. Cela peut être dû à la mauvaise utilisation du floculant.

En un cycle de lavage, la machine peut laver en moyenne trois à cinq rouleaux.

### *Critère durabilité*

L'entreprise n'a pas pu nous faire de retour sur les éléments constituant le critère durabilité par manque de recul vu le court laps de temps d'utilisation de la machine en entreprise.

Afin de compléter les éléments concernant le critère durabilité, nous avons utilisé les données obtenues en 2015 lors de l'évaluation d'une machine WWA50 Rotaclean de la marque Rotaplast.

### *Critère praticité*

D'un point de vue pratique, le chef d'entreprise a fait part de sa crainte concernant le temps que l'utilisation d'une telle machine va ajouter : en effet, cela obligera ses salariés à repasser au local en début ou en fin de journée pour laver ses pinceaux alors qu'actuellement, beaucoup de lavages sont faits sur chantiers et les salariés n'ont pas à repasser tous les jours à l'entreprise. Pour pallier à cela, le chef d'entreprise a décidé qu'il serait le seul à utiliser la machine. Ainsi ses salariés ont comme consignes de ramener leurs outils au local et c'est le chef d'entreprise qui les nettoie. Le problème est que ses salariés ne passent pas toujours dans le local et ils vont souvent directement en chantier. Cependant, le chef d'entreprise avait indiqué avant la mise en place du démonstrateur qu'il ne souhaitait pas tester une machine mobile, pouvant être installée sur chantier car il craignait de se faire voler ce type de machine.

Afin d'optimiser l'utilisation de la machine, il est nécessaire de vider de temps en temps le filtre. Pour cela il suffit de le taper pour enlever le surplus de produits filtré. La manipulation n'est pas complexe mais augmente les tâches à effectuer dans ce changement de pratiques.

### *Critère coûts*

Le modèle mis en test dans l'entreprise n°2 vaut 2650€HT. Cela correspond au prix de la machine et à sa « mise en route ».

Le chef d'entreprise a choisi de ne pas mettre du floculant à chaque fois car il estime que sinon ce serait trop cher.

Concernant la consommation d'eau, le chef d'entreprise a évalué que la consommation d'eau est proportionnelle au nombre d'outils utilisés et non au nombre de salariés.

Les coûts de fonctionnement englobent la gestion des boues de peintures en déchets dangereux, le remplacement des « filtres à peinture » et le feutre filtrant, les consommations énergétiques de la machine, les consommations de floculants et les consommations d'eau de la machine. Cependant, vu la durée du test, l'entreprise n'a pas pu avoir le recul nécessaire pour répondre à ces éléments. Afin de compléter les éléments obtenus dans l'entreprise 2 concernant les coûts de fonctionnement, nous avons utilisé les données obtenues en 2015 lors de l'évaluation d'une machine WWA50 Rotaclean de la marque Rotaplast (Figure 26).

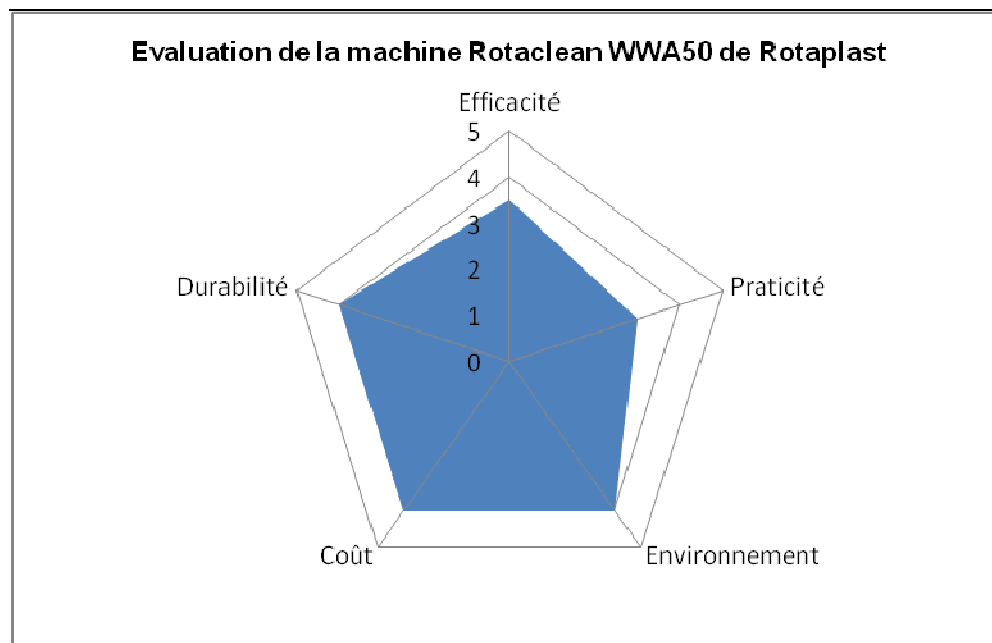


Figure 26 : Représentation de l'évaluation de la machine mise en test dans l'entreprise 2. Source : CNIDEP

Vous pouvez trouver de plus amples informations sur ce type de démonstrateur dans le rapport d'évaluation de matériel réalisé par le CNIDEP en 2015 sur une machine Rotaclean WWA50 de Rotaplast. Le test présenté dans ce rapport d'évaluation de matériel a été réalisé en dehors du projet LUMIEAU et dans une entreprise différente de l'entreprise n°2 mais vous pourrez y retrouver un retour d'expérience sur l'utilisation de cette machine de nettoyage des outils de peinture.

### 4.3.3. Phase substitution

#### 4.3.3.1. Présentation du produit de substitution

Le 30/05/2016, une liste des produits utilisés dans l'entreprise a été réalisée suite au diagnostic produit. Ce diagnostic produit a donné les éléments suivants :

Tableau 5 : Liste des principaux produits utilisés dans l'entreprise de peinture n°2.

Produit	Fournisseur	Fréquence d'utilisation	Quantité	Usages
Unikalo O2 LAK Velours semi brillant	SPE	Moins d'une fois par mois	NC	Bois intérieur et extérieur
Unikalo O2 LAK Satin	SPE	NC	NC	Bois intérieur et extérieur
Unikalo aquaprim Isolant	SPE	Quotidien	NC	Acrylique pour murs intérieurs
Unikalo micro impress	SPE	Quotidien	NC	Acrylique teintable pour bois et métal
Unikalo aqualine impress Evo	SPE	Quotidien	NC	Acrylique pour murs
Unikalo Aqualine Mat Evo	SPE	Quotidien	NC	Acrylique pour murs intérieurs
Unikalo Aqualine Satin Evo	SPE	NC	NC	Acrylique pour murs intérieurs
Unikalo Aqualine Velours Evo	SPE	Quotidien	NC	Acrylique pour murs intérieurs

Unikalo Mat+	Aquaryl	SPE	Quotidien	NC	Remplace les aquaryl et aqualine
Unikalo Satin	Aquaryl	SPE	Hebdomadaire	NC	Remplace les aquaryl et aqualine
Unikalo velours	Aquaryl	SPE	Quotidien	NC	Remplace les aquaryl et aqualine
Alligator Mat Acryl 2000		SPE	2 fois par an	NC	Acrylique pour murs intérieurs, caves
Plasdox Atlantis		SPE	1 chantier	100L	Acrylique pour murs extérieurs, chantier Racing club
Unikalo Unilox fer		SPE	Hebdomadaire	NC	Métaux
Plasdox Régulex Satin		SPE	Quotidien	NC	Glycéro en remplacement de l'Unikalo O2 LAK

Suite à cet état des lieux des produits utilisés, une exploitation des différentes FDS et des échanges avec le principal fournisseur ont eu pour objectif d'identifier les produits qu'il serait possible de substituer. A partir de cette liste de produits utilisés en entreprise, il a été possible d'identifier les produits de substitution à mettre en place dans l'entreprise grâce aux outils détaillés dans la partie méthodologie de ce rapport. Il a ainsi été décidé de mettre en test dans l'entreprise une peinture de substitution de la marque UNIKALO, la peinture NAE Mat.

Cette peinture est une peinture blanche mate pour des chantiers d'intérieur. Elle n'a pas de classement de danger et est caractérisée par un classement d'émissions dans l'air A+ et contient moins d'un gramme par litre de COV. Le liant utilisé est une résine alkyde végétale. De plus, cette peinture possède l'écolabel européen et est biosourcée à 92%. [31, 32] D'après l'outil de hiérarchisation du CNIDEP, cette peinture possède la note la plus élevée et ne semble donc pas présenter de danger pour l'Homme et l'Environnement.

D'après le fournisseur, cette peinture peut être appliquée avec tout type d'outils (pinceaux, rouleaux mais aussi pistolet). Il est précisé dans la fiche technique que pour le nettoyage des outils ayant servi à l'application de cette peinture, il est conseillé de les nettoyer avec de l'eau savonneuse afin d'enlever le résidu huileux qui pourrait être trouvé sur les outils.

Des analyses ont été faites sur la peinture classique. Les résultats de ces analyses sont présentés en annexe 14. Ces résultats mettent en avant que la peinture analysée présente, de manière normale puisqu'il s'agit ici de produits bruts, des concentrations supérieures à certains des seuils fixés par le règlement d'assainissement de l'Eurométropole de Strasbourg. En effet, cinq des vingt-deux seuils fixés dans ce règlement sont dépassés dans la peinture classique utilisée dans l'entreprise n°2.

On observe aussi que sur les 15 substances dangereuses prioritaires recherchées dans les analyses faites dans le cadre de ce projet, deux des paramètres ne sont pas recherchés, 12 autres paramètres ne sont pas quantifiés dans la peinture « classique » et seuls les nonylphénols sont quantifiés dans cette peinture.

Pour les 13 substances prioritaires, on observe que seuls deux paramètres sont quantifiés : le nickel et le plomb. En effet, trois des paramètres ne sont pas recherchés et huit des paramètres ne sont pas quantifiés dans la peinture « classique ».

#### **4.3.3.2. Exploitation des résultats : analyses physico-chimiques et bioessais**

Les prélèvements nécessaires pour les analyses physico-chimiques n'ont pas pu être faits pour la deuxième entreprise de peinture du projet LUMIEAU. En effet, avant la fin de la phase de substitution, le fournisseur du démonstrateur a dû récupérer sa machine installée dans l'entreprise 2. Nous n'avons donc pas pu réaliser les prélèvements.

Les bioessais n'ont pas été réalisés pour l'entreprise n°2 en phase substitution puisque les deux bioessais prévus pour l'activité de peinture ont été faits dans l'entreprise n°1 et n'étaient donc pas prévus pour les entreprises 2 et 3.

Il n'y a donc pas de résultats d'analyses, ni physico-chimiques, ni bioessais, à exploiter pour la phase substitution de l'entreprise n°2.

#### **4.3.3.3. Exploitation du retour d'expérience**

Après avoir identifié les produits de substitution possibles, le chef d'entreprise n'a pas souhaité les utiliser car il craint les problèmes de tenue et les problèmes de compatibilité avec les anciens produits appliqués (les fonds). Il estime que ces produits ne sont pas pertinents pour un usage professionnel. Le retour utilisateur sur les produits de substitution dans la deuxième entreprise n'a donc pas pu être fait.

Cependant, le chef d'entreprise a bien voulu donner son point de vue sur les produits de substitution au sens large. Ainsi, il estime que les produits utilisés étaient beaucoup plus polluants il y a 30 ou 40 ans et donc, même si une entreprise n'utilise pas des peintures de substitution, elle a quand même un impact bien moins important qu'il y a 30-40 ans.

Le chef d'entreprise souligne que pour utiliser une gamme de produits biologiques et/ou une nouvelle gamme de produits, la première étape est que les clients l'acceptent. Le changement de pratique peut venir des clients. En effet, la majorité des clients n'acceptent plus les peintures glycérophtaliques (dites peintures glycéro, qui sont des peintures solvantées). Les architectes aussi deviennent de plus en plus exigeants et cela se transcrit dans les appels d'offre. Un changement des pratiques à grande échelle ne sera possible que si cela est nécessaire pour avoir des chantiers et des clients.

Au vu du peu de retour et données obtenues pour le retour d'expérience, il n'est pas possible d'attribuer une « note » aux produits de substitution utilisés dans l'entreprise n°2.

### **4.4. Entreprise 3**

#### **4.4.1. Présentation générale**

La troisième entreprise de peinture qui a été identifiée sera dénommée « entreprise 3 » dans la suite de ce rapport. Cette entreprise est localisée sur le territoire de l'EMS et est enregistrée au répertoire des métiers de la CMA d'Alsace. Elle employait à l'époque du test douze salariés dont un apprenti et réalise la plus grande partie de son travail sur chantier, aussi bien intérieurs qu'extérieurs. L'entreprise est installée en ville.

L'entreprise possédait déjà une machine de nettoyage des outils de peinture avant sa participation au projet LUMIEAU, machine acquise notamment grâce aux aides de l'agence de l'Eau. Cet investissement s'est fait sous l'impulsion du chef d'entreprise en 2009 qui souhaitait ne plus rejeter à l'égout les eaux usées suite au lavage des outils de son entreprise. En effet, le chef d'entreprise a réellement conscience de la nécessité de prétraiter les effluents de son entreprise. Ainsi, avant même l'investissement dans la machine de nettoyage des outils, le chef d'entreprise avait mis en place le lavage des outils dans un seau et non à même l'évier pour limiter la quantité d'eau utilisée. La machine est utilisée et entretenue régulièrement pour optimiser son usage. Le temps de nettoyage est compté dans le temps de travail afin de ne pas installer un potentiel frein au lavage des outils par ses salariés.

La machine installée dans l'entreprise est une machine de la marque PUTZMEISTER, modèle WA et WAB800. Le floculant employé est celui produit par l'entreprise Aquacleanor, le même floculant que celui utilisé dans la première entreprise en premier floculant.

C'est le chef d'entreprise qui est responsable des produits dans l'entreprise (gestion des stocks, achats, gestion des conditions de stockage...). Les produits sont stockés dans une armoire dédiée au stockage des produits en respectant la compatibilité des produits les uns avec les autres. Tous les récipients sont fermés et tous les produits sont rangés lorsqu'ils ne servent plus. L'accès à l'armoire de stockage est libre pour tous les salariés de l'entreprise. Le choix des produits se fait en fonction des produits habituellement achetés et sur les conseils des fournisseurs si cela est nécessaire. Pour le chef d'entreprise, le principal critère de choix de l'achat des produits est la qualité.

Les FdS sont demandées aux fournisseurs et sont conservées dans l'entreprise. Le chef d'entreprise les lit afin de cerner les dangers des produits utilisés et pouvoir, si besoin, prévenir ses salariés. Il ne se réfère pas vraiment à l'étiquetage de sécurité indiqué sur les produits. Les salariés doivent porter les EPI transmis par le chef d'entreprise et, si ce n'est pas le cas, le chef d'entreprise les sanctionne.



Dans son mode de fonctionnement, l'entreprise ne conserve pas de peinture après un chantier alors que c'est une obligation réglementaire pour avoir la « garantie de parfait achèvement ». La « garantie de parfait achèvement » correspond à la garantie pour le client qu'en cas de problèmes suite à son chantier, l'entreprise qui s'est occupée du chantier doit réparer en nature le problème observé.

Les déchets de l'entreprise sont déposés en déchèterie professionnelle. De manière générale, le chef d'entreprise essaye de limiter les quantités de déchets produits. Ainsi, les produits restants après un chantier sont utilisés en sous-couche pour les chantiers suivants.

La notion de produit de substitution est une notion assez vague pour le chef d'entreprise. Il est intéressé dans la démarche de substitution en grande partie par sa sensibilité personnelle à la question mais aussi par l'image positive que l'utilisation de tels produits peut avoir sur sa clientèle. Sa majeure crainte par rapport aux produits de substitution est le fait de ne pas retrouver la même qualité qu'avec les produits classiques. Il estime qu'un prix supérieur de 5 à 7% par rapport aux gammes classiques des mêmes produits pourrait être acceptable. A la demande d'un client, l'entreprise a déjà utilisé une peinture « biologique » (de marque Rheingoldcher Area). Il n'était pas satisfait car la peinture a coûté beaucoup plus cher que ses produits classiques et la peinture a abîmé les poils de ses rouleaux.

#### **4.4.2. Phase démonstrateur**

##### **4.4.2.1. Présentation de la machine**

La machine installée en démonstrateur dans la troisième entreprise est une machine de nettoyage des outils (rouleaux et pinceaux) de peinture de la marque PUTZMEISTER, modèle Strober WA (pour l'unité de lavage) et Strober WAB (pour l'unité de traitement) 800 (Figure 27).



*Figure 27 : Photo de la machine de nettoyage des outils Putzmeister Strober WA et WAB800 installée dans l'entreprise de peinture n°3.  
Source : CNIDEP*

Le lavage des outils se fait dans le bac de rinçage (partie droite de la machine sur la Figure 27). Les eaux sont collectées au fond de l'évier qui est bouché et qui possède des capteurs de niveau. Une fois le niveau maximum atteint, l'évier est vidangé et les eaux souillées sont acheminées vers le compartiment en bas où se déroule une première filtration (préfiltration).

Ensuite les eaux sont acheminées jusqu'à l'unité de traitement à gauche. L'eau est d'abord stockée dans un premier compartiment, en attendant d'avoir la quantité d'eau requise. Ensuite elle est transférée dans le second compartiment où se déroule la floculation. Après agitation, les eaux floculées partent dans le compartiment de filtration où se trouve un filtre textile. Les eaux filtrées sont rejetées aux égouts.

Ce système de fonctionnement est représenté dans la Figure 28 ci-dessous :

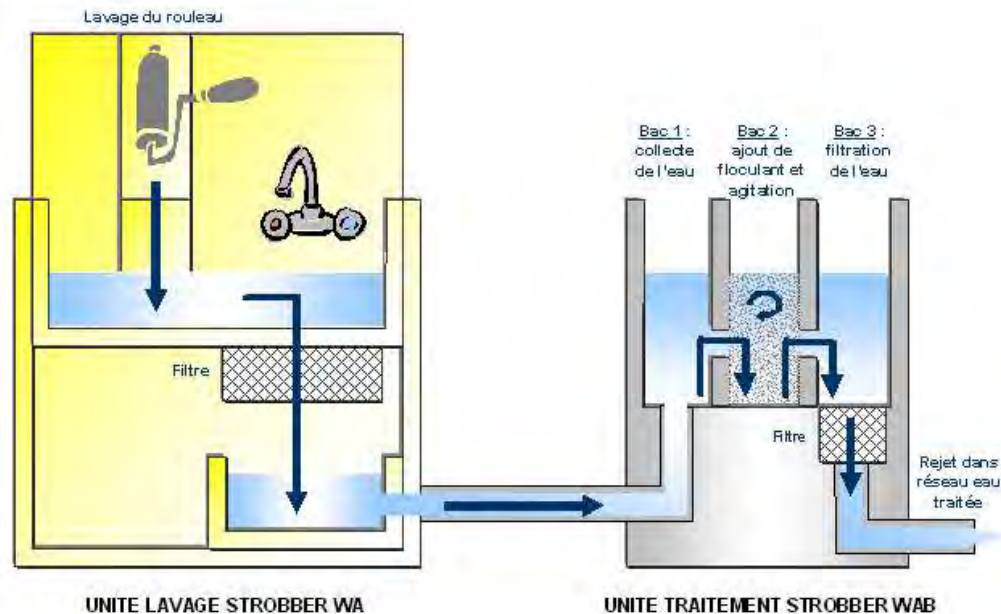


Figure 28 : Représentation du fonctionnement des machines Putzmeister Strobber WA/Strobber WAB. Source : Rapport VEMAT CNIDEP 2009.

La machine fonctionne en circuit ouvert (rejet dans le réseau d'assainissement), mais ce modèle peut également être utilisé en circuit fermé à condition d'avoir les raccordements adéquats.

#### 4.4.2.2. Exploitation des résultats : analyses physico-chimiques et bioessais

Les prélèvements amont et aval ont été réalisés en entreprises lors d'un cycle de lavage.



Figure 29: Agitation de l'eau pour le prélèvement amont dans l'entreprise 3. Source : CNIDEP

Le prélèvement amont a été réalisé après ce lavage, dans le premier compartiment de l'unité de traitement, donc avant floculation. Il s'agit donc de l'eau d'un lavage (réalisé avec de l'eau provenant du réseau d'adduction). L'eau présente a été agitée avec un mélangeur fixé à une perceuse par un préleveur (Figure 29), avant d'être prélevée avec un entonnoir fourni par les préleveurs. Les flaconnages ont été remplis à l'aide de cet entonnoir.

Le prélèvement aval a été fait après floculation, agitation puis filtration. Afin de retenir l'eau dans le dernier compartiment (puisque la machine est reliée au réseau d'assainissement), la bonde a été obturée (avec un gant souple rempli comme on peut le voir sur la photo ci-contre en Figure 30). Ce prélèvement représente donc l'unique lavage réalisé dans le cadre du projet LUMIEAU. Là aussi, le prélèvement a été fait avec un entonnoir fourni par les préleveurs, pour remplir les flaconnages.



Figure 30: Installation mise en place pour prélèvement aval dans l'entreprise 3. Source : CNIDEP

### Exploitation des résultats des analyses physico-chimiques

Les analyses physico-chimiques ont été faites sur les prélèvements en amont et en aval, pour la phase démonstrateur. Les résultats chiffrés obtenus dans l'entreprise 3 en phase démonstrateur sont présentés en annexe 15 : vous pouvez ainsi retrouver les concentrations amont, les concentrations aval et les rendements calculés pour les paramètres recherchés. Les limites de quantification ont été indiquées par le laboratoire qui a réalisé les analyses. L'exploitation des résultats a conduit au regroupement par type de résultat présenté en Figure 31 ci-contre.

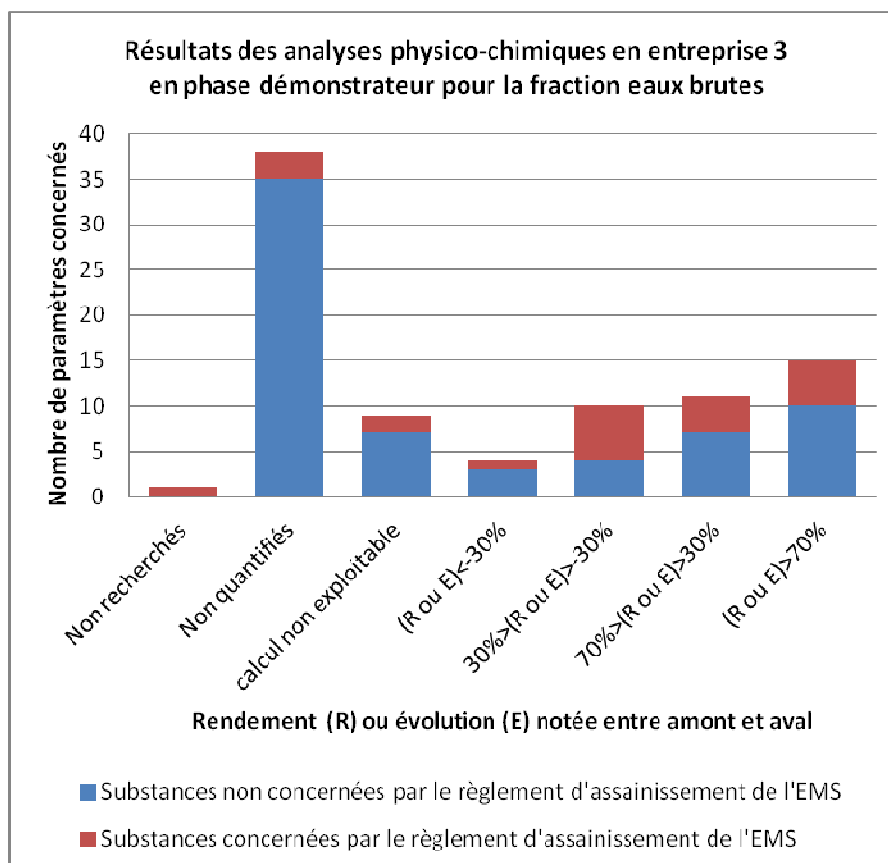


Figure 31 : Représentation des résultats des analyses physico-chimiques en entreprise 3 en phase démonstrateur sur les trois fractions analysées. Source : CNIDEP

Sur les 88 paramètres recherchés, on note qu'une substance n'a pas été recherchés (l'aluminium) et que 38 se situent sous leur limite de quantification et n'ont donc pas été quantifiées (que ce soit dans le prélèvement amont ou aval, le paramètre est inférieur à sa limite de quantification). Pour ces 38, 11 sont dangereuses prioritaires et 8 sont prioritaires.

En utilisant la méthodologie présentée dans les parties précédentes sur les 49 substances restantes, on peut étudier les évolutions de leurs concentrations entre l'amont et l'aval. Pour 8 paramètres, le calcul de rendement n'est pas exploitable. Cela signifie que pour ces 8 paramètres les incertitudes liées aux données sont trop importantes pour calculer les rendements.

Il reste donc 41 substances, soit environ 47% des paramètres initialement recherchés, dont le rendement peut être calculé entre l'amont et l'aval du démonstrateur installé en entreprise n°3. Les rendements positifs indiquent que la substance étudiée est retrouvée en moins grande quantité dans les eaux après son passage dans la machine et qu'il ya donc eu une réduction du paramètre étudié dans les eaux aval par rapport aux eaux amont. A l'inverse, les rendements négatifs indiquent que la substance étudiée est retrouvée en plus grande quantité dans les eaux après son passage dans la machine.

Trois des paramètres, ainsi que la conductivité, soit 5% de l'ensemble des paramètres recherchés et soit 10% des paramètres dont le rendement a pu être calculé ou dont une évolution a pu être notée, ont un rendement, ou une évolution, négatif élevé :

- les nitrites qui sont des substances non présentes dans la liste des substances dangereuse de la DCE et qui ne sont pas concernés par le règlement d'assainissement de l'EMS.
- les AOX qui sont présents dans la liste de la circulaire DEB du 29 septembre 2010 et qui sont concernés par le règlement d'assainissement de l'EMS. On observe que les concentrations relevées en amont et en aval restent inférieures au seuil fixé dans ce règlement.
- le sulfate qui sont présents dans la liste de la circulaire DEB du 29 septembre 2010 et qui ne sont pas concernés par le règlement d'assainissement de l'EMS.

Cela peut signifier que le démonstrateur mis en place n'a pas d'incidence sur ces paramètres, voire qu'il y a eu une contamination des eaux.

Sept des paramètres, ainsi que le pH, la température à prise du pH et la température de mesure, soit 11% de l'ensemble des paramètres recherchés et soit 25% des paramètres dont le rendement a pu être calculé ou dont une évolution a pu être étudiée, ont un rendement, ou une évolution, très faible ou non significatif :

- l'azote global qui est un paramètre non listé dans la DCE et qui est concernée par le règlement d'assainissement de l'EMS. On observe que les concentrations amont et aval restent inférieures à la concentration maximale fixée dans le règlement d'assainissement de l'EMS.
- l'azote kjeldahl qui est un paramètre non listé dans la DCE et non concerné par le règlement d'assainissement de l'EMS.
- les chlorures qui est un paramètre présent dans la liste de la circulaire du 29 septembre 2010 et qui est concerné par le règlement d'assainissement de l'EMS. On observe que les concentrations relevées en amont et en aval sont bien inférieures au seuil fixé par ce règlement.
- L'indice phénol qui est un paramètre présent dans la liste de la circulaire du 29 septembre 2010 et qui est concerné par le règlement d'assainissement de l'EMS. On observe que les concentrations relevées en amont et en aval sont inférieures au seuil fixé par ce règlement.
- Le naphthalène qui est un HAP classé prioritaire dans la DCE mais qui n'est pas concerné par le règlement d'assainissement de l'EMS.
- L'antimoine qui est un métal présent dans la liste de la circulaire DEB du 29 septembre 2010 mais qui n'est pas concerné par le règlement d'assainissement de l'EMS.
- Le manganèse qui est un métal présent dans la liste de la circulaire DEB du 29 septembre 2010 et qui est concerné par le règlement d'assainissement de l'EMS. On observe que la concentration amont et la concentration aval sont inférieures au seuil fixé par ce règlement.

Cela peut signifier que le démonstrateur mis en place n'a pas d'incidence notable sur ces paramètres : il ne semble pas favoriser leur développement mais ne semble pas non plus bloquer ces substances.

Dix des paramètres, ainsi que le rapport DCO/DBO<sub>5</sub>, soit 13% de l'ensemble des paramètres recherchés et soit 28% des paramètres dont le rendement a pu être calculé ou dont une évolution a pu être notée, ont un rendement, ou une évolution, positif moyen :

- La DBO<sub>5</sub> qui est une substance présente dans la liste I de la directive 76/464/CEE et qui n'est pas concernée par le règlement d'assainissement de l'EMS.

- le M+P-xylène qui est un BTEX non listé dans la DCE et non concerné par le règlement d'assainissement de l'EMS.
- le O-xylène qui est un BTEX présent dans la fraction d'eaux brutes et qui n'est pas listé dans l'étude DCE et non concerné par le règlement d'assainissement de l'EMS.
- la somme des xylènes qui est un BTEX présent dans la liste I de la directive 76/464/CEE et qui n'est pas concerné par le règlement d'assainissement de l'EMS.
- le chrome qui est un métal présent dans la liste de la circulaire DEB du 29 septembre 2010 et qui est concerné par le règlement d'assainissement de l'EMS.
- le cobalt qui est un métal présent dans la liste de la circulaire DEB du 29 septembre 2010 mais qui n'est pas concernée par le règlement d'assainissement de l'EMS.
- le cuivre qui est un métal présent dans la liste I de la Directive 76/464/CEE et qui est concerné par le règlement d'assainissement de l'EMS.
- le fer qui est un métal présent dans la liste de la circulaire DEB du 29 septembre 2010 et qui est concerné par le règlement d'assainissement de l'EMS.
- le molybdène qui est un métal non listé dans la DCE et non concerné par le règlement d'assainissement de l'EMS.
- le nickel qui est un métal prioritaire d'après la directive 2013/39/CEE et qui est concernée par le règlement d'assainissement de l'EMS. On observe que les concentrations amont et aval sont inférieures au seuil fixé dans ce règlement.

Cela peut signifier que le démonstrateur mis en place a une incidence sur ces paramètres mais que cette incidence est relativement faible. Le démonstrateur peut donc potentiellement réduire la quantité de ces substances dans les effluents de nettoyage des eaux. On observe que plus de la moitié de ces substances sont des métaux.

Quinze des paramètres, soit 17% de l'ensemble des paramètres recherchés et soit 38% des paramètres dont le rendement a pu être calculé, ont un rendement positif élevé :

- les matières en suspension qui est un paramètre non listé comme prioritaire dans l'étude DCE et qui est concerné par le règlement d'assainissement de l'EMS. On observe que dans le prélèvement amont, la concentration de matières en suspension est supérieure au seuil fixé dans le règlement d'assainissement de l'EMS et que dans le prélèvement aval, cette concentration est inférieure au seuil.
- la DCO qui est un paramètre non listé comme prioritaire dans la DCE et qui est concerné par le règlement d'assainissement de l'EMS. On observe que la concentration amont est supérieure à la concentration maximale fixée dans ce règlement et que la concentration aval est inférieure à cette concentration maximale : le démonstrateur installé dans l'entreprise 3 semble donc permettre d'abattre suffisamment la DCO pour la rendre valable concernant le règlement d'assainissement de l'EMS.
- l'indice hydrocarbure qui est un paramètre présente dans la liste de la circulaire DEB du 29 septembre 2010 et qui est concernée par le règlement d'assainissement de l'EMS.
- l'isopropylbenzène qui est un BTEX non listé dans la DCE et non concernée par le règlement d'assainissement de l'EMS.
- le chlorobenzène qui est une substance non listée dans la DCE et non concernée par le règlement d'assainissement de l'EMS.
- l'éthylbenzène qui est un HAP présent dans la liste I de la directive 76/464/CEE et qui n'est pas concerné par le règlement d'assainissement de l'EMS.

- le benzo-k-fluoranthène qui est un HAP classé dangereux prioritaire d'après la directive cadre sur l'eau et qui est concerné par le règlement d'assainissement de l'EMS.
- le fluoranthène qui est un HAP classé prioritaire d'après la directive cadre sur l'eau et qui n'est pas concerné par le règlement d'assainissement de l'EMS.
- le toluène qui est un BTEX présent dans la liste I de la directive 76/464/CEE et non concerné par le règlement d'assainissement de l'EMS.
- le phénanthrène qui est un HAP non listé dans l'étude DCE et non concerné par le règlement d'assainissement de l'EMS.
- le monobutyl étain cation qui est un organoétain présent dans la liste I de la directive 76/464/CEE et non concerné par le règlement d'assainissement de l'EMS
- le dibutyl étain cation qui est un organoétain présent dans la liste I de la directive 76/464/CEE et non concerné par le règlement d'assainissement de l'EMS.
- le cadmium qui est un métal classé prioritaire d'après la directive cadre sur l'eau et concerné par le règlement d'assainissement de l'EMS.
- le titane qui est un métal présent dans la liste de la circulaire DEB du 29 septembre 2010 et non concerné par le règlement d'assainissement de l'EMS.
- le zinc qui est un métal présent dans la liste I de la directive 76/464/CEE et concerné par le règlement d'assainissement de l'EMS.

Cela peut signifier que l'utilisation du démonstrateur peut réduire la concentration de ces paramètres dans les effluents de lavage des outils de peinture. Notons que les substances les mieux retenues font partie de celles qui ont tendance à s'adsorber sur les matières en suspension. Ainsi, plus la filtration est efficace, plus ces substances sont retenues.

Au vu des différents comportements et du nombre de paramètres non quantifiés, il est difficile de tirer de conclusions 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. Par exemple, on observe que la famille des chlorobenzènes, seul un des sept paramètres recherchés a pu être quantifié : le chlorobenzène et il a un rendement positif élevé. Au vu du nombre de substances non quantifiées dans cette famille, il n'est donc pas possible d'exprimer des généralités sur la famille des chlorobenzènes.

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, on observe que l'utilisation de la machine permet de suffisamment réduire des concentrations pour les faire passer sous les seuils fixés dans le règlement d'assainissement pour deux paramètres (DCO, MES). Les rejets sont ainsi moins impactant par rapport au règlement d'assainissement de l'EMS. De plus, en aval, aucune substance n'est relevée en concentration supérieure au seuil fixé par ce règlement.

On note aussi que certaines substances prioritaires dans la DCE ne sont pas étudiables, car non quantifiées ou ne permettant pas un calcul de leur rendement. Sur les 15 substances classées dangereuses prioritaires dans la fraction d'eau brutes, seules quatre ont été quantifiées (anthracène et nonylphénols dont les calculs de rendement ne sont pas exploitables et benzo-k-fluoranthène et cadmium au rendement positif élevé).

Sur les treize substances prioritaires dans la DCE et recherchés dans la fraction d'eau brutes, cinq ont été quantifiées : le plomb et le BDE209 dont le calcul de rendement n'est pas exploitable, le naphthalène qui a un rendement très faible ou non significatif, le nickel dont le rendement est positif moyen et le fluoranthène dont le rendement est positif élevé.

On peut donc noter que quel que soit la famille de paramètres et quel que soit la dangerosité du paramètre recherché, la machine de nettoyage des outils ne permet pas de bloquer toutes les substances analysées mais qu'elle permet d'améliorer l'adéquation du rejet par rapport au règlement d'assainissement de l'EMS.

### **A RETENIR : entreprise 3, phase démonstrateur**

Lorsqu'on se focalise sur les paramètres qui ont pu être quantifiés et pour lesquels un rendement a pu être calculé, on peut faire les conclusions chiffrées suivantes :

- environ 10% des paramètres ont un rendement négatif élevé.
- environ 25% des paramètres ont un rendement non significatif.
- environ 28% des paramètres ont un rendement positif moyen.
- environ 38% des paramètres ont un rendement positif élevé.

Sur les 88 recherchés, la machine permet de faire passer les concentrations d'une substance en dessous du seuil du règlement d'assainissement de l'Eurométropole de Strasbourg.

#### *Exploitation des résultats des bioessais*

Les bioessais n'ont pas été réalisés pour l'entreprise 3 en phase démonstrateur puisque les deux bioessais prévus pour l'activité de peinture ont été faits dans l'entreprise n°1 et n'étaient donc pas prévu pour les entreprises 2 et 3.

#### **4.4.2.3. Exploitation du retour d'expérience**

Suite à l'utilisation de la machine, l'entreprise a fait un retour d'expérience pour donner son avis sur les principaux critères d'utilisation de la machine : son point de vue concernant l'efficacité de la machine, la praticité, la durabilité et les éléments de coût. La particularité du retour expérience de l'entreprise 3 réside dans le fait que l'entreprise avait déjà la machine depuis sept ans avant le projet LUMIEAU. Son point de vue sur la machine provient donc de l'utilisation en entreprise depuis sept ans.

##### *Critère efficacité*

Le chef d'entreprise et ses salariés sont très satisfaits du nettoyage des outils via la machine. Le chef d'entreprise a indiqué qu'il peut nettoyer tout type d'outils dans sa machine de nettoyage : les éléments sont bien adaptés aux différents outils.

##### *Critère durabilité*

Le chef d'entreprise n'a pas noté de problème mécanique sur la machine et ce depuis son utilisation. Il trouve donc que la machine tient bien dans le temps.

##### *Critère praticité*

Tous les salariés l'utilisent : la prise en main n'a pas été complexe et il a surtout été nécessaire de prendre des nouvelles habitudes. Par exemple, depuis que l'entreprise a la nouvelle machine, chaque salarié doit mettre des protections sur les outils en fin de journée pour éviter que la peinture ne sèche et pouvoir ainsi laver facilement les outils le lendemain en revenant dans l'entreprise.

##### *Critère coûts*

Le coût d'investissement de la machine Strobber WA et WAB800 de Putzmeister n'a pas été communiqué. A titre indicatif, on peut se baser sur les coûts en pratiques en 2009 pour une machine du même fournisseur mais d'un modèle différent. Les données sont les suivantes : 3600€HT pour le module WA1500 et 3000€HT pour le module WAB.

Afin de compléter les éléments concernant le retour utilisateur obtenu en entreprise, nous avons utilisé les données obtenues en 2009 lors de l'évaluation d'une machine Putzmeister de modèle WA1500 et WAB. Le fonctionnement de ces deux modèles est similaire, leur différence réside dans les dimensions de l'unité de lavage (largeur de 80 cm pour le strobber WA80 et de 150 cm pour le strobber WA1500). Ainsi, en croisant les retours utilisateurs obtenus dans l'entreprise 3, les données techniques relatives à la machine et les informations utilisables de l'EVEMAT de 2009, nous obtenons l'évaluation ci-dessous (Figure 32) :

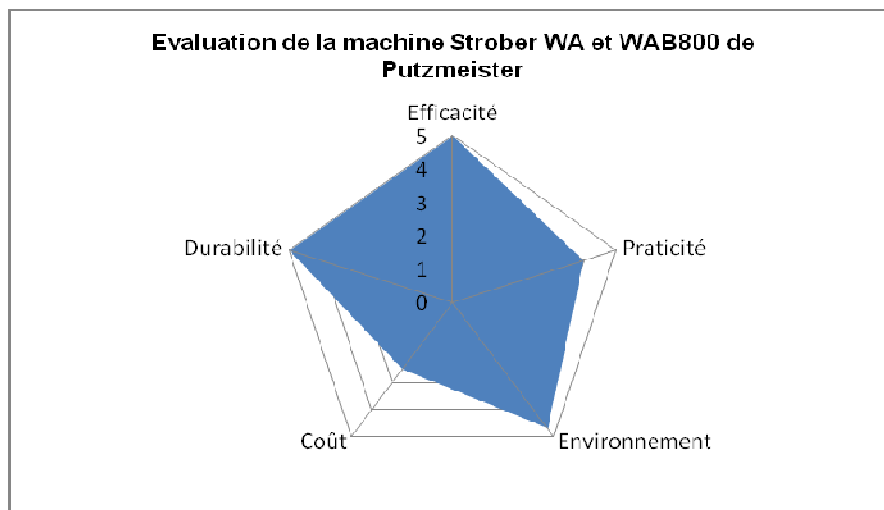


Figure 32 : Evaluation de la machine mise en test en entreprise 3. Source : CNIDEP.

Vous pouvez trouver de plus amples informations sur ce type de démonstrateur dans un rapport d'évaluation de matériel réalisé par le CNIDEP en 2009 sur une machine Strobber WA et WAB de Putzmeister. Le test présenté dans ce rapport a été réalisé en dehors du projet LUMIEAU et dans une entreprise différente de l'entreprise n°3 mais vous pourrez y retrouver un retour d'expérience sur l'utilisation de cette machine de nettoyage des outils de peinture.

Il est important de noter que ces modèles de machines ne sont actuellement plus commercialisés.

#### 4.4.3. Phase substitution

##### 4.4.3.1. Présentation du produit de substitution

La réalisation du diagnostic produit en entreprise a permis d'identifier les produits les plus utilisés dans l'entreprise 3 :

Tableau 6 : Liste des principaux produits utilisés dans l'entreprise de peinture n°3.

Produit	Fournisseur	Fréquence d'utilisation	Quantité	Usages
MATHYS Mathys-cryl Velours	D6	5-6 pots par semaines	15L	Acrylique pour intérieur
MATHYS Paracem Deco Mat	D6	3-4 pots par semaines	4L	Acrylique pour intérieur et teintes soutenues
MATHYS Paracem Deco Semi-mat	D6	5-6 pots par semaines	15L	Acrylique pour intérieur
MATHYS Mathys-Cryl mat	D6	2-3 pots par semaine	15L	Acrylique pour intérieur
MATHYS Fairtex mat		2-3 pots par semaine	15L	Acrylique pour intérieur et plafond
QUELYD Colle toile	Quelyd	4-5 pots par jours	20 kg	Colle toile



A partir de cette liste de produits utilisés en entreprise, il a été possible d'identifier les produits de substitution à mettre en place dans l'entreprise grâce aux outils détaillés dans la partie méthodologie de ce rapport. Il a donc été décidé de substituer une peinture acrylique. Le produit de substitution mis en place est une peinture blanche VEIA Nature de la marque HB Peint.

Cette peinture est une peinture blanche mate pour des chantiers d'intérieur. Cette peinture qui n'a pas de classement de danger est caractérisée par un classement d'émissions dans l'air A+ et contient moins d'un gramme de COV par litre de peinture. Le liant utilisé est une résine alkyde végétale qui est biosourcée à 92%. De plus, cette peinture possède l'écolabel européen et est certifiée Zone Verte Excell. La zone verte Excell est un label visant à attester le niveau de dangerosité de certains produits en étudiant leurs critères écologiques et de durabilité [33, 34]. D'après l'outil de hiérarchisation du CNIDEP, cette peinture possède la note de 3 et semble donc présenter de faibles dangers pour l'Homme et l'Environnement.

D'après le fournisseur, cette peinture peut être appliquée avec tout type d'outils (pinceaux, rouleaux mais aussi pistolet). Il est précisé dans la fiche technique que pour le nettoyage des outils ayant servi à l'application de cette peinture, il est conseillé de les nettoyer avec de l'eau savonneuse afin d'enlever le résidu huileux qui pourrait être trouvé sur les outils.

Des analyses ont été faites sur la peinture classique et sur la peinture de substitution mise en test dans l'entreprise n°3. Les résultats de ces analyses (que vous pouvez retrouver en annexe 16) mettent en avant que les deux peintures analysées présentent, de manière normale puisqu'il s'agit de produits bruts, des concentrations supérieures à certains seuils fixés par le règlement d'assainissement de l'Eurométropole de Strasbourg. En effet, treize des seuils sont dépassés dans la peinture classique et douze dans la peinture de substitution.

On observe aussi que sur les 15 substances dangereuses prioritaires recherchées dans les analyses faites dans le cadre de ce projet :

- un des paramètres n'est recherché dans aucune des deux peintures.
- Un des paramètres n'est pas quantifié dans la peinture classique et n'est pas recherché dans la peinture de substitution.
- Un des paramètres n'est quantifié que dans la peinture « de substitution » : les nonylphénols.
- 12 des paramètres ne sont quantifiées dans aucune des deux peintures.

Pour les 13 substances prioritaires, on observe que :

- un des paramètres n'est pas recherché : le 1,3,5-trichlorobenzène.
- deux des paramètres ne sont pas quantifiés dans une des deux peintures.
- Trois des paramètres ne sont quantifiées dans aucune des deux peintures.
- trois des paramètres n'est quantifié que dans la peinture « classique » : les octylphénols, le benzène et le naphthalène.
- aucun des paramètres n'est quantifié que dans la peinture « de substitution ».
- deux paramètres sont quantifiés dans les deux peintures : le nickel et le plomb.

#### **4.4.3.2. Exploitation des résultats : analyses physico-chimiques et bioessais**

Les prélèvements en phase substitution ont été réalisés dans les mêmes conditions que les prélèvements en phase démonstrateur.

### Exploitation des résultats des analyses physico-chimiques

Les analyses physico-chimiques ont été faites sur les prélèvements en amont et en aval, pour la phase substitution. Cependant, les volumes d'eau prélevés ont été légèrement trop faibles par rapport aux volumes d'eaux nécessaires pour la réalisation de toutes les analyses. Il a alors été décidé de prioriser certains paramètres par rapport à d'autres. Ainsi, sept des paramètres indiciaires, les huit alkylphénols, le PBDE, les quatre organoétains, le COHV, l'acide perfluorooctanesulfonique et l'aluminium n'ont pas été recherchés dans le prélèvement aval. Par conséquent, sur les 88 paramètres classiquement recherchés en fraction d'eau brute, seuls 62 ont été recherchés dans les deux prélèvements amont et aval.

Les résultats chiffrés obtenus dans l'entreprise 3 en phase substitution sont présentés en annexe 15. Les limites de quantification ont été indiquées par le laboratoire qui a réalisé les analyses. L'exploitation des résultats a conduit au regroupement par type de résultat présenté en Figure 33 ci-contre.

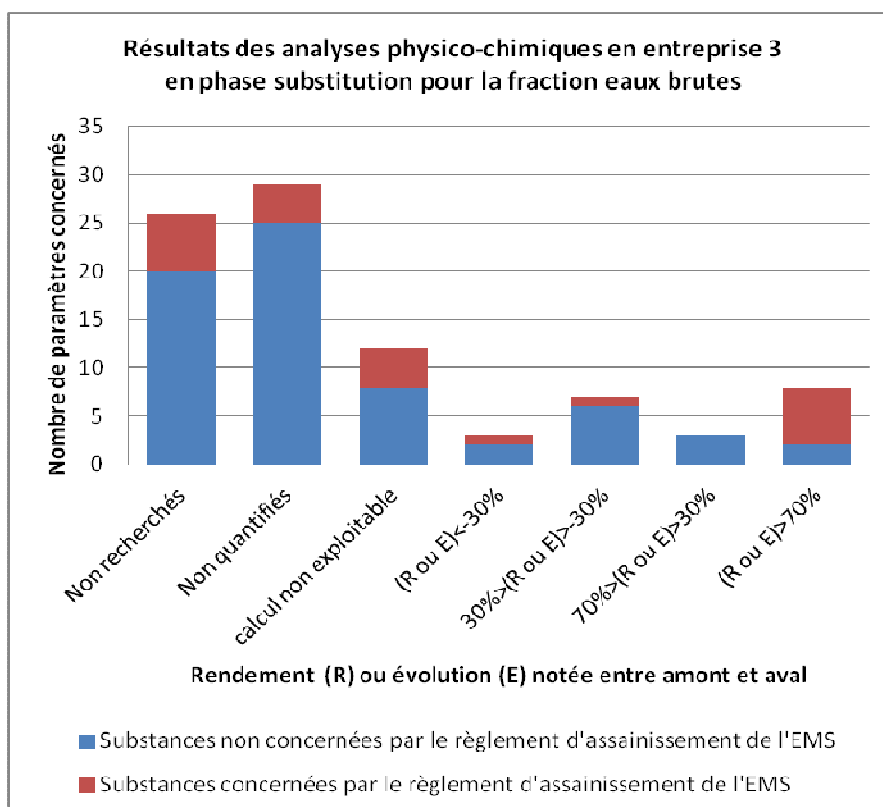


Figure 33 : Représentation des résultats d'analyses physico-chimiques en entreprise 3 en phase substitution. Source : CNIDEP

Sur les 62 paramètres recherchés, 29 substances n'ont pas été quantifiées. Pour ces 29 substances, 9 sont dangereuses prioritaires et 5 sont prioritaires.

En utilisant la méthodologie présentée dans les parties précédentes sur les 33 substances restantes, on peut étudier les évolutions des concentrations entre l'amont et l'aval. Pour 12 paramètres, le calcul de rendement n'est pas exploitable. Cela signifie que pour ces 12 paramètres les incertitudes liées aux données sont trop importantes pour calculer les rendements.

Il reste donc 21 paramètres, soit environ 34% des paramètres initialement testés, dont le rendement peut être calculé entre l'amont et l'aval du démonstrateur installé en entreprise n°3 suite à l'utilisation des produits de substitution. Les rendements positifs indiquent que la substance étudiée est retrouvée en moins grande quantité dans les eaux après son passage dans la machine et qu'il y a donc eu une réduction du paramètre étudié dans les eaux aval par rapport aux eaux amont. A l'inverse, les rendements négatifs indiquent que la substance étudiée est retrouvée en plus grande quantité dans les eaux après son passage dans la machine.

Trois paramètres, soit 3% de l'ensemble des paramètres recherchés et soit 14% des paramètres dont le rendement a pu être calculé, ont un rendement négatif élevé :

- l'azote global qui est un paramètre indiciaire non listé dans la DCE et qui est concernée par le règlement d'assainissement de l'EMS. On observe que les concentrations amont et aval restent inférieures à la concentration maximale fixée dans le règlement d'assainissement de l'EMS.
- l'azote kjeldahl, qui est un paramètre indiciaire non listé dans la DCE et non concerné par le règlement d'assainissement de l'EMS.
- le molybdène qui est un métal non listé dans la DCE et non concerné par le règlement d'assainissement de l'EMS.

Cela peut signifier que le démonstrateur mis en place n'a pas d'incidence sur ces paramètres, voire qu'il y a eu une contamination des eaux.

Sept des paramètres, soit 8% de l'ensemble des paramètres recherchés et soit 33% des paramètres dont le rendement a pu être calculé, ont un rendement très faible ou non significatif :

- les nitrates, qui est un paramètre non listé dans la DCE et non concerné par le règlement d'assainissement de l'EMS.
- les nitrites, qui est un paramètre non listé dans la DCE et non concerné par le règlement d'assainissement de l'EMS.
- les chlorures qui est un paramètre présent dans la liste de la circulaire du 29 septembre 2010 et qui est concerné par le règlement d'assainissement de l'EMS. On observe que les concentrations relevées en amont et en aval sont bien inférieures au seuil fixé par ce règlement.
- Le M+p-xylène qui est un paramètre non présent dans les listes de substances dangereuses dans la DCE et qui n'est pas concerné par le règlement d'assainissement de l'EMS.
- Le O-xylène qui est un paramètre non présent dans les listes de substances dangereuses dans la DCE et qui n'est pas concerné par le règlement d'assainissement de l'EMS.
- La somme des xylènes qui est un paramètre présent dans la liste I de la directive 76/464/CEE et qui n'est pas concernée par le règlement d'assainissement de l'EMS.
- L'antimoine, qui est une substance présente dans la liste de la circulaire DEB du 29 septembre 2010 mais qui n'est pas concernée par le règlement d'assainissement de l'EMS.

Cela peut signifier que le démonstrateur mis en place n'a pas d'incidence notable sur ces paramètres : il ne semble pas favoriser leur développement mais ne semble pas non plus bloquer ces substances.

Trois des paramètres, soit 3% de l'ensemble des paramètres recherchés et soit 14% des paramètres dont le rendement a pu être calculé, ont un rendement positif moyen :

- Le toluène, qui est un BTEX présent dans la liste I de la directive 76/464/CEE et qui n'est pas concernée par le règlement d'assainissement de l'EMS.
- L'éthylbenzene, qui est un BTEX présent dans la liste I de la directive 76/464/CEE et qui n'est pas concernée par le règlement d'assainissement de l'EMS.
- Le phénanthrène, qui est un HAP non présent dans les listes de substances dangereuses dans l'étude DCE et qui n'est pas concerné par le règlement d'assainissement de l'EMS.

Cela peut signifier que le démonstrateur mis en place a une incidence sur ces trois paramètres et que l'utilisation du démonstrateur peut réduire la concentration de ces sept métaux dans les effluents de lavage des outils de peinture.

Huit des paramètres, soit 9% de l'ensemble des paramètres recherchés et soit 38% des paramètres dont le rendement a pu être calculé, ont un rendement positif élevé :

- Les matières en suspension, qui est un paramètre non listé comme prioritaire dans la DCE et qui est concerné par le règlement d'assainissement de l'EMS. On observe que la concentration amont est supérieure à la concentration maximale fixée dans ce règlement et que la concentration aval est inférieure à cette concentration maximale : le démonstrateur installé dans l'entreprise 3 semble donc permettre d'abattre suffisamment le MES pour rendre leur concentration valable concernant le règlement d'assainissement de l'EMS.
- Le chrome, qui est un métal présent dans la liste de la circulaire DEB du 29 septembre 2010 et qui est concerné par le règlement d'assainissement de l'EMS. On observe que les concentrations relevées en amont et en aval sont bien inférieures au seuil fixé par ce règlement.
- Le cuivre, qui est un métal présent dans la liste I de la directive 76/464/CEE et qui est concerné par le règlement d'assainissement de l'EMS. On observe que les concentrations relevées en amont et en aval sont bien inférieures au seuil fixé par ce règlement.
- Le fer, qui est un métal présente dans la liste de la circulaire DEB du 29 septembre 2010 et qui est concerné par le règlement d'assainissement de l'EMS. On observe que les concentrations relevées en amont et en aval sont inférieures au seuil fixé par ce règlement.
- Le nickel, qui est une substance prioritaire d'après la directive 2013/39/CEE et qui est concerné par le règlement d'assainissement de l'EMS. On observe que les concentrations amont et aval sont inférieures au seuil fixé par ce règlement.
- Le titane, qui est un métal présent dans la liste de la circulaire DEB du 29 septembre 2010 mais qui n'est pas concerné par le règlement d'assainissement de l'EMS.
- Le vanadium, qui est un métal non présent dans les listes de substances dangereuses dans la DCE et qui n'est pas concerné par le règlement d'assainissement de l'EMS.
- Le zinc, qui est un métal présent dans la liste I de la directive 76/464/CEE et qui est concernée par le règlement d'assainissement de l'EMS. On observe que les concentrations amont et aval sont bien inférieurs à la concentration maximale fixée par ce règlement.

Cela peut signifier que le démonstrateur mis en place a une incidence sur ces huit paramètres et que l'utilisation du démonstrateur peut réduire leurs concentrations dans les effluents de lavage des outils de peinture. Notons que les substances les mieux retenues font partie de celles qui ont tendance à s'adsorber sur les matières en suspension. Ainsi, plus la filtration est efficace, plus ces substances sont retenues.

Les évolutions les plus nombreuses et les plus marquées sont donc observées pour les paramètres globaux et pour les métaux. Cependant, au vu des différents comportements et du nombre de paramètres non quantifiés, il est difficile de tirer de conclusions 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. Par exemple, on observe que pour les 11 HAP recherchés, seul deux ont pu être étudiés.

De manière générale, on note que l'utilisation de la machine permet de suffisamment réduire des concentrations pour les faire passer sous les seuils fixés dans le règlement d'assainissement pour une substance (les MES). Les rejets sont ainsi moins impactant par rapport au règlement d'assainissement de l'EMS. Ainsi, en phase aval, aucun seuil fixé dans le règlement d'assainissement de l'EMS n'est dépassé, parmi les substances qui ont pu être analysées en aval.

On note aussi que certaines substances prioritaires sont non quantifiées ou ne permettent pas un calcul de leur rendement. Sur les 15 substances classées dangereuses prioritaires, cinq n'ont pas été recherchées dans les deux prélèvements et une seule a été quantifiée (le cadmium), mais le calcul de rendement n'est pas exploitable.

Sur les 13 substances prioritaires, cinq n'ont pas été recherchées et seules trois ont été quantifiées : le plomb et le naphthalène dont le calcul de rendement n'est pas exploitable et le nickel dont le rendement est positif élevé.

On peut donc noter que quelques soit la famille de paramètres et quelle que soit la dangerosité du paramètre recherché, la machine de nettoyage des outils ne permet pas de retenir toutes les substances analysées.

#### **A RETENIR : entreprise 3, phase substitution**

Lorsqu'on se focalise sur les paramètres qui ont pu être quantifiés et pour lesquels un rendement a pu être calculé, on peut faire les conclusions chiffrées suivantes :

- environ 14% des paramètres ont un rendement négatif élevé.
- environ 33% des paramètres ont un rendement non significatif.
- environ 14% des paramètres ont un rendement positif moyen.
- environ 38% des paramètres ont un rendement positif élevé.

Sur les 62 paramètres recherchés, la machine permet de faire passer les concentrations d'une substance en dessous du seuil du règlement d'assainissement de l'Eurométropole de Strasbourg.

#### *Exploitation des résultats des bio essais*

Les bioessais n'ont pas été réalisés pour l'entreprise 3 en phase substitution puisque les deux bioessais prévus pour l'activité de peinture ont été faits dans l'entreprise n°1 et n'étaient donc pas prévu pour les entreprises 2 et 3.

##### **4.4.3.1. Exploitation du retour d'expérience**

Suite à l'utilisation des produits de substitution, le chef d'entreprise a fait un retour de son utilisation.

#### *Critère efficacité*

Le chef d'entreprise estime que les produits de substitution sont aussi efficaces que des produits classiques. Cependant, pour avoir un bon rendu, il est nécessaire de bien connaître son produit et de l'utiliser sur des supports et dans des circonstances adaptées, que ce soit un produit classique ou un produit de substitution.

Au vu du peu de retour et données obtenues pour le retour d'expérience, il n'est pas possible d'attribuer une note aux produits de substitution utilisés dans l'entreprise n°3.

#### 4.4.4. Comparaison des résultats obtenus dans l'entreprise 3 entre phase démonstrateur et phase substitution

Les bioessais n'ayant pas été réalisés dans l'entreprise 3, cette partie de comparaison n'abordera que les résultats des analyses physico-chimiques

Pour la comparaison des résultats des analyses physico-chimiques entre phase démonstrateur et phase substitution, toutes les substances n'ont pas pu être analysées en phase substitution pour l'entreprise 3 et cela ne permet donc pas une comparaison totale entre les résultats obtenus en phase démonstrateur et les résultats obtenus en phase substitution.

En dehors des substances non recherchées, on note qu'il y a plus de substances concernées par le règlement d'assainissement en phase substitution qu'en phase démonstrateur dans les substances non quantifiées, dans les calculs non exploitables et dans les rendements positifs élevés. A l'inverse, les rendements non significatifs et les rendements positifs moyens concernent moins de substances visées par le règlement d'assainissement de l'EMS en phase substitution qu'en phase démonstrateur. Ces variations dans les résultats entre la phase démonstrateur et la phase substitution peuvent en partie s'expliquer par la variation de composition entre les produits nettoyés en phase démonstrateur et les produits nettoyés en phase de substitution, comme cela a été mis en évidence dans les parties ci-dessus.

### 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 peinture identifiées pour le projet LUMIEAU (Tableau 7) :

Tableau 7: Récapitulatif des éléments du travail en entreprise dans chaque entreprise. Source : CNIDEP

		Entreprise 1	Entreprise 2	Entreprise 3
Caractéristiques des entreprises participantes	Activité	Peinture intérieure et extérieure	Peinture et revêtement	Peinture, revêtement et isolation
	Nombre de salarié (hors chef d'entreprise)	4 salariés et 2 stagiaires	3 salariés et 1 apprenti	12 salariés
	Lieu d'implantation	à proximité d'une zone d'habitation	en ville	En ville
	Actions déjà mises en place par rapport à l'envt ?	Propose des peintures minérales et à la chaux	non	Possédait déjà la machine de substitution depuis 7 ans.
	Réponse à des appels d'offre	Oui	Oui	Non
Caractéristiques du démonstrateur	Démonstrateur mis en place	Nespoli aquacleanor AS 50K Version 50L	Rotaplast Rotaclean WWA50 Version 50L	Putzmeister Strober WA et WAB800
	Date d'installation	05/02/2016	02/05/2016	Déjà en place avant le test
	Date d'enlèvement de la machine	29/07/2016	04/10/2016	Non concerné
	Circuit fermé ou ouvert ?	Installé en circuit fermé	Installé en circuit fermé	Installé en circuit ouvert
	Utilisation de floculant ?	Oui	Oui	Oui
	Nombre de filtres	Un	Deux	Deux
Caractéristiques des produits de substitution	Date du diagnostic produit	20/04/2016	15/06/2016	17/06/2016
	Type de produits substitués	peinture acrylique blanche	peinture acrylique blanche	peinture acrylique blanche
	Type de produits de substitution	peinture blanche	peinture blanche	peintures blanches

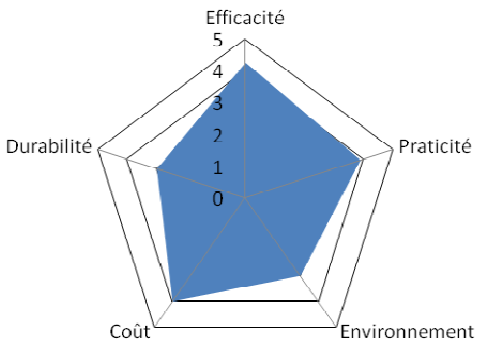
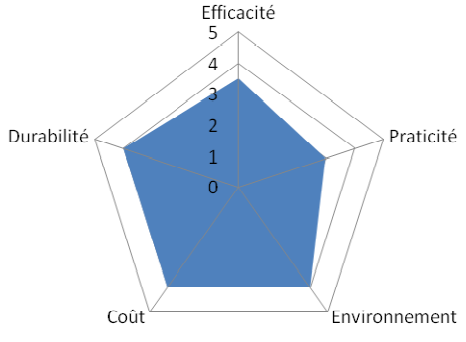
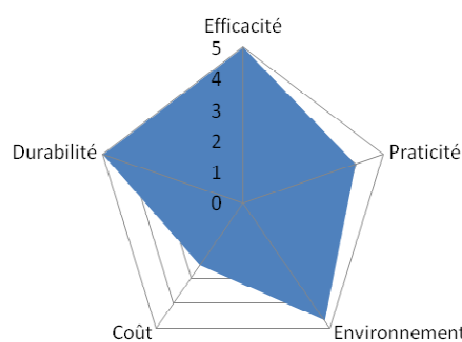
	Marque des produits de substitution	KEIM, peinture INNOTOP	UNIKALO, peinture NAE	Veia Nature
	Quantité de produits de substitution mis à disposition	Peinture déjà utilisée en entreprise	3L	3L

On note donc que les trois entreprises de peinture n'ont pas tout à fait les mêmes profils, n'ont pas testés les mêmes démonstrateurs et n'ont pas testés les mêmes produits de substitution. Ce choix méthodologique a permis d'étudier plus de machine et de produits de substitution mais cela complique les comparaisons et la possibilité de faire des conclusions générales.

#### 4.5.2. Bilan de la phase démonstrateur

Voici un bilan des éléments obtenus lors de la phase démonstrateur dans les entreprises de peinture identifiées pour le projet LUMIEAU (Tableau 8) :

Tableau 8: Récapitulatif des analyses de la phase démonstrateur dans chaque entreprise. Source : CNIDEP.

		Entreprise 1	Entreprise 2	Entreprise 3
Mise en place du démonstrateur	Durée d'utilisation de la machine avant prélèvement	2 mois	2 mois	7 ans
	Nombre de lavage fait avant le premier prélèvement	9 lavages de peintures acryliques et 3 lavages de peintures minérales	5 lavages	1 lavage de 3 peintures acryliques
	Prélèvement aval	Fait le 30/03/2016	Fait le 23/06/2016	Fait le 15/06/2016
	Prélèvement amont	Fait le 30/03/2016	Fait le 23/06/2016	Fait le 15/06/2016
	Prélèvement produit brut classique	Fait sur la peinture acrylique mat de GUITTET	Fait sur la peinture mat aqualine EVO de UNIKALO	Fait sur la peinture paracem Déco semi-mat de MATHYS
Résultats obtenus	Exploitation des analyses physico-chimiques	Voir Figure 13 et annexe 10	Voir Figure 25 et annexe 13	Voir Figure 31 et annexe 14
	Exploitation des bioessais	Démonstrateur inefficace	Non concerné	Non concerné
	Retour utilisateur sur le démonstrateur			



Pour la phase démonstrateur, on note tout d'abord que les machines n'ont pas été utilisées de la même manière avant prélèvement : il n'y a pas eu le même nombre et le même type de lavages. De plus, les machines n'ont pas le même mode de fonctionnement : avec recyclage de l'eau ou sans recyclage de l'eau filtrée.

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 suivant plusieurs critères :

- le nombre de substances non quantifiées,
- le nombre de substances pour lesquelles le calcul du rendement n'a pas été possible,
- le nombre de substances suivant les tranches de rendement calculé,

Vous pouvez trouver ce bilan chiffré dans l'annexe 17 et une représentation graphique de cette comparaison dans la *Figure 34* ci-dessous. Afin d'affiner la comparaison, il est aussi possible de comparer les résultats des rendements obtenus par famille de substances recherchées, comme cela est présenté dans le tableau 9 ci-dessous.

#### 4.5.2.1. Comparaison des résultats généraux par démonstrateur

Grâce à cette mise en parallèle, on observe sur la Figure 34 que les tendances de répartition des substances suivant leur quantification ou leur niveau de rendement sont proches pour les 3 démonstrateurs. Le pourcentage de substances non quantifiées est sensiblement le même dans les 3 cas (entre 43 et 55%). Le calcul du rendement n'est pas exploitable pour 10 à 23% des substances recherchées. La rétention des micropolluants est efficace pour 3 à 13% des micropolluants recherchés ( $30\% < R < 70\%$ ) et très efficaces pour 8 à 17% d'entre eux ( $R > 70\%$ ). On observe que le démonstrateur n°3 permet de retenir davantage de substances différentes que les démonstrateurs n°1 et 2.

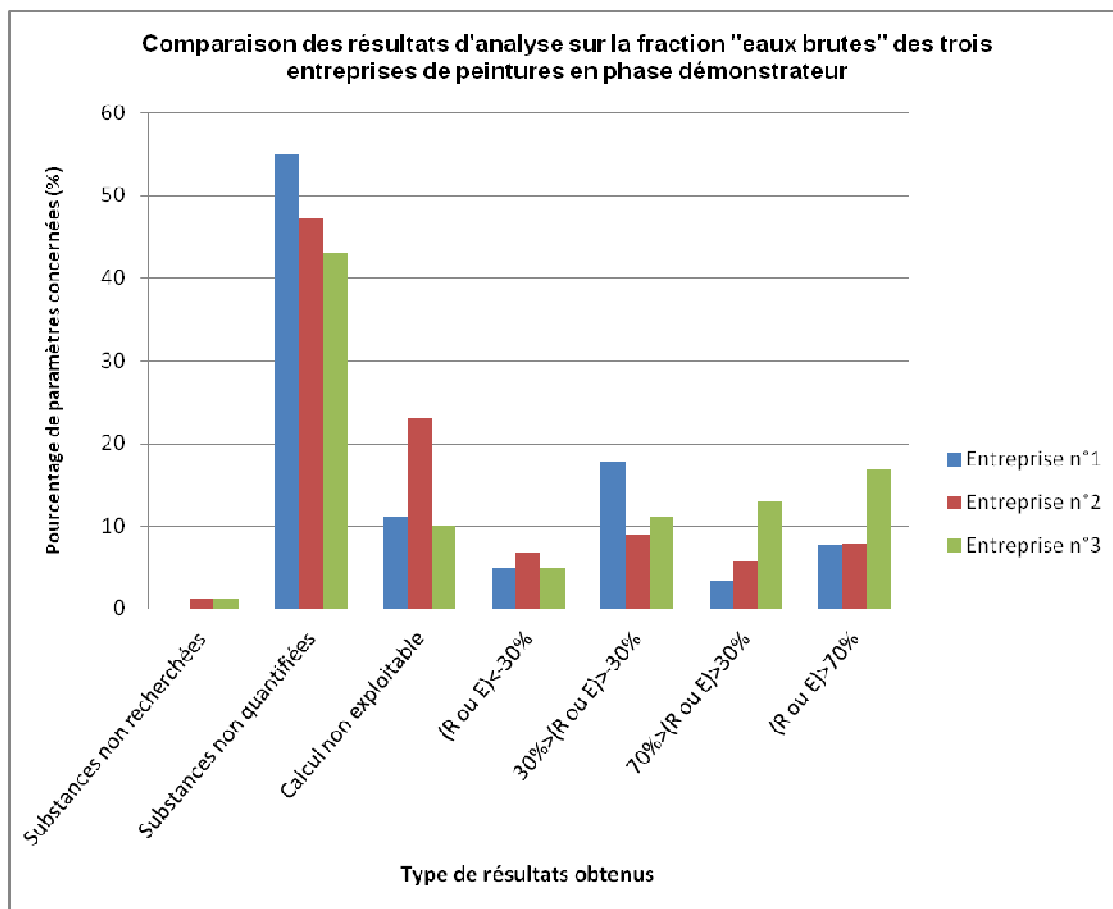


Figure 34: Comparaison des trois démonstrateurs mis en place dans le cadre du projet LUMIEAU. Source : CNIDEP.

La première observation importante est que dans les 3 cas, le nombre de paramètres quantifiés est limité (moins de la moitié des 88 paramètres recherchés). La diversité de micropolluants dans les effluents des 3 entreprises est donc limitée.

De plus, on observe que l'efficacité (et donc le rendement positif significatif et les rendements positifs moyens et élevés) des démonstrateurs est non négligeable mais pas totale : dans le meilleur cas, cela concerne 30% des substances recherchées (démonstrateur n°3) et dans le moins bon des cas, cela concerne 11% de la totalité des substances recherchées (démonstrateur n°1). Par conséquent, au vu des résultats d'analyses obtenus, on observe que les trois démonstrateurs, même s'ils n'ont pas la même efficacité, ont un impact positif pour l'amélioration de la qualité des eaux de nettoyage des outils de peinture.

De manière générale, lorsqu'on focalise l'exploitation des données sur les paramètres pour lesquels un rendement a pu être calculé, on observe que dans les trois entreprises, en partie démonstrateur et en partie substitution, le rôle des machines de nettoyage des outils de peinture est prépondérant. En effet, entre 10 et 22% des paramètres dont le rendement a pu être calculé sont moyennement retenus ( $30\% < R < 70\%$ ) et entre 23 et 27% des paramètres dont le rendement a pu être calculé sont bien retenus ( $R > 70\%$ ).

#### **4.5.2.2. Comparaison des résultats par démonstrateur et par famille de substances recherchées**

Il est aussi possible de comparer ces trois démonstrateurs en étudiant les rendements calculés par paramètres étudiés.

Les tableaux ci-dessous présentent les rendements calculés dans les trois entreprises suites aux analyses réalisées sur les prélèvements faits en entreprise en phase démonstrateur. Pour plus de lisibilité, les résultats sont analysés par famille de paramètres étudiés.

Tableau 9 : Comparaison des rendements calculés par paramètres indiciaires recherchés avec chaque démonstrateur en phase démonstrateur.  
Source : CNIDEP

LEGENDE pour les substances recherchées	
paramètre	Substance classée dangereuse prioritaire (directive 2013/39/CEE modifiant les directives 2000/60/CE et 2008/105/CE)
paramètre	Substance classée prioritaire (directive 2013/39/CEE modifiant les directives 2000/60/CE et 2008/105/CE)
paramètre	Substance présente dans les listes I et II de la Directive 76/464/CEE
paramètre	Substance présente dans la liste de la circulaire DEB du 29 septembre 2010 (RSDE 2 <sup>ème</sup> phase STEU)
paramètre	Substance non classée dans la DCE

LEGENDE pour les rendements	
xxx	Concentration relevée supérieure au seuil maximal fixé par le règlement d'assainissement de l'EMS
rendement	rendements inférieurs à -30%
Rendement	rendements compris entre -30% et 30%
Rendement	rendements compris entre 30% et 70%
Rendement	rendements supérieurs à 70%
Calcul non exploitable	rendement ne pouvant pas être calculé à cause des incertitudes liées aux données
substance non quantifiée	rendement impossible à calculer
	Substance non recherchée dans les analyses

Famille	Code SANDR E	Paramètre	Rendements calculés pour l'entreprise n°1	Rendements calculés pour l'entreprise n°2	Rendements calculés pour l'entreprise n°3
Paramètres indiciaires	1551	Azote global	-30%<R<30%	-30%<R<30%	-30%<R<30%
	1319	Azote kjeldahl	-30%<R<30%	-30%<R<30%	-30%<R<30%
	1340	Nitrates	calcul non exploitable	calcul non exploitable	calcul non exploitable
	1339	Nitrites	-30%<R<30%	30%<R<70%	R<-30%
	1302	pH a température ci-dessous	évolution faible	évolution faible	évolution faible
		Température à prise du pH	évolution faible	évolution faible	évolution faible
		Température de mesure	évolution faible	évolution faible	évolution faible
	1304	Conductivité à 25°C	évolution faible	évolution négative élevée	évolution négative élevée
	1106	AOX	R<-30%		R<-30%
	1305	MES	70%<R	-30%<R<30%	70%<R
	1314	DCO	30%<R<70%	-30%<R<30%	70%<R
	1313	DBO5	-30%<R<30%	R<-30%	30%<R<70%
		DCO/DBO	évolution faible	Evolution positive moyenne	Evolution positive moyenne
	1337	Chlorures	-30%<R<30%	-30%<R<30%	-30%<R<30%

	1338	Sulfate	-30%<R<30%	R<-30%	R<-30%
	1390	Cyanure total			
	7073	Fluorure			calcul non exploitable
	1440	Indice phénol	calcul non exploitable		-30%<R<30%
	7009	Indice hydrocarbure	calcul non exploitable	calcul non exploitable	70%<R
Alkylphénol	1959	4-ter-octylphenol			
	1920	4-n-octylphenol			
	6366	Np1oe			
	6369	Np2oe			
	6370	Op1oe		calcul non exploitable	
	6371	Op2oe		R<-30%	
	6598	Nonylphenols	30%<R<70%	calcul non exploitable	calcul non exploitable
	6600	Octylphenols			
PBDE	1815	BDE 209			calcul non exploitable
BTEx	1114	Benzene			
	1633	Isopropylbenzene			70%<R
		M+p-xylene		calcul non exploitable	30%<R<70%
	1292	O_xylene		calcul non exploitable	30%<R<70%
	1780	Somme des xylenes		calcul non exploitable	30%<R<70%
	1278	Toluene		calcul non exploitable	70%<R
	1497	Ethylbenzene	calcul non exploitable		70%<R
Chlorobenzène	1467	Chlorobenzene			70%<R
	1165	1,2-dichlorobenzene		calcul non exploitable	
	1164	1,3-dichlorobenzene			
	1166	1,4-dichlorobenzene			
	1630	1,2,3-trichlorobenzene			
	1283	1,2,4-trichlorobenzene			
	1629	1,3,5-trichlorobenzene			
HAP	1115	Benzo_a_pyrene			
	1116	Benzo_b_fluoranthene			
	1117	Benzo_k_fluoranthene			
	1118	Benzo_ghi_ptylene			70%<R
	1191	Fluoranthene		calcul non exploitable	70%<R
	1204	Indeno_123cd_pyrene			
	1453	Acenaphtene		calcul non exploitable	
	1458	Anthracene		calcul non exploitable	calcul non exploitable
	1517	Naphtalene		calcul non exploitable	-30%<R<30%
	1524	Phenanthrene	calcul non exploitable	30%<R<70%	70%<R
Organoétain	2542	Monobutyl etain cation	70%<R	calcul non exploitable	70%<R
	7074	Dibutyl etain cation			70%<R
	2879	Tributyl etain cation	70%<R		
	6372	Triphenyl etain cation			
PCB	1239	Pcb_28			
	1241	Pcb_52			

	1242	Pcb_101			
	1243	Pcb_118			
	1244	Pcb_138			
	1245	Pcb_153			
	1246	Pcb_180			
COHV	1702	Formaldehyde	-30%<R<30%	calcul non exploitable	70%<R
Plastifiants	6616	Dehp di(ethylhexyl)phtalate		calcul non exploitable	
Autres	6561	Pfos acide perfluorooctanesulfoniqu ue			
Métaux	1370	Aluminium	-30%<R<30%		
	1376	Antimoine	R<-30%	R<-30%	-30%<R<30%
		Argent	calcul non exploitable		
	1369	Arsenic	calcul non exploitable		
	1377	Beryllium		calcul non exploitable	
	1388	Cadmium	R<-30%	calcul non exploitable	70%<R
	1371	Chrome	70%<R	30%<R<70%	30%<R<70%
	1379	Cobalt	-30%<R<30%	70%<R	30%<R<70%
	1392	Cuivre	30%<R<70%	70%<R	30%<R<70%
	1380	Etain			
	1393	Fer	70%<R	70%<R	30%<R<70%
	1394	Manganèse	70%<R	70%<R	-30%<R<30%
	1387	Mercure			
	1395	Molybdène	R<-30%	R<-30%	30%<R<70%
	1386	Nickel	-30%<R<30%	30%<R<70%	30%<R<70%
	1382	Plomb	calcul non exploitable	70%<R	calcul non exploitable
	1385	Selenium	calcul non exploitable	calcul non exploitable	
	2555	Thallium			
	1373	Titane	70%<R	70%<R	70%<R
	2558	Uranium	calcul non exploitable	calcul non exploitable	calcul non exploitable
	1384	Vanadium			calcul non exploitable
	1383	Zinc	-30%<R<30%	70%<R	70%<R

Pour les substances dangereuses prioritaires, le rendement n'a pu être calculé avec deux des machines que pour une substance : le cadmium. Avec la machine mise en test dans l'entreprise 1, le cadmium a un rendement négatif élevé alors qu'avec la machine mise en test dans l'entreprise 3, cette substance a un rendement positif élevé. Il n'est cependant pas possible de faire de généralités entre ces deux machines par rapport aux substances dangereuses prioritaires de la DCE en ne se basant que sur une comparaison.

Pour les substances prioritaires, le nickel est le seul paramètre dont un rendement a pu être calculé avec l'utilisation des trois machines : cette substance a un rendement très faible ou non significatif avec la machine mise en test dans l'entreprise 1 et un rendement positif moyen avec les machines mises en test en entreprise 2 et 3. Il n'est cependant pas possible de faire de généralités entre ces trois machines par rapport aux substances prioritaires en ne se basant que sur une comparaison.

#### *Paramètres indiciaires*

En comparant les résultats obtenus d'un démonstrateur à l'autre, on observe que les résultats sont très hétérogènes pour les paramètres étudiés d'un démonstrateur à l'autre. Certaines substances ne sont retrouvées dans aucun des démonstrateurs et la majorité des substances dont le calcul de rendement a été calculé ont un rendement non significatif quel que soit le démonstrateur utilisé.

Pour les paramètres indiciaires, on observe que quel que soit le démonstrateur utilisé, le rendement, ou l'évolution, est plutôt négatif pour la conductivité, les AOX et les sulfates. Pour les MES, la DCO et la relation DCO et DBO<sub>5</sub>, le rendement, ou évolution, est plutôt positif. Par contre, pour les nitrites et la DBO<sub>5</sub>, le rendement varie d'un démonstrateur à l'autre. En effet, pour les nitrites, le rendement est meilleur avec le démonstrateur n°2 et pour la DBO<sub>5</sub>, le rendement est meilleur avec le démonstrateur n°3.

Par rapport au règlement d'assainissement, on observe un rendement négatif fort sur les AOX avec les démonstrateurs 1 et 3 (la substance n'a pas été quantifiée avec le démonstrateur 2). Pour les MES et la DCO, on note des rendements positifs (moyens et élevés) avec les démonstrateurs 1 et 3 (et non significatif avec le démonstrateur 2). Pour les autres paramètres indiciaires concernés par le règlement d'assainissement, les rendements sont très faibles ou non significatifs.

#### *Alkylphénols*

En comparant les résultats obtenus d'un démonstrateur à l'autre, on observe qu'il y a peu de résultats exploitables dans les trois entreprises participant au projet pour les alkylphénols. En effet, des rendements ont pu être calculés seulement pour les nonylphénols et 4 ter octyl phénol diethoxylate (OP2OE). Pour les nonylphénols, le démonstrateur installé dans l'entreprise n°1 permet un léger abattement. Le démonstrateur installé dans l'entreprise n°2 présente un rendement négatif moyen pour l'OP2OE. Ces résultats ne permettent pas de faire de généralités sur la famille des alkylphénols.

Les alkylphénols recherchés dans les analyses n'étant pas concernés par le règlement d'assainissement de l'EMS, aucune conclusion sous cet angle n'est nécessaire.

#### *PBDE*

En comparant les résultats obtenus d'un démonstrateur à l'autre, on observe qu'aucun résultat exploitable n'a été obtenu dans aucune des trois entreprises participant au projet : le BDE 209 est soit non quantifié soit dans des tranches d'incertitude trop élevées pour que les résultats soient exploités.

Le BDE209 n'étant pas concerné par le règlement d'assainissement de l'EMS, aucune conclusion sous cet angle n'est nécessaire.

#### *BTEX*

En comparant les résultats obtenus d'un démonstrateur à l'autre, on observe que des résultats exploitables ont été obtenus dans le démonstrateur installé dans l'entreprise n°3. En effet, le démonstrateur n°3 est le seul permettant un rendement positif (moyen pour trois des paramètres et élevé pour trois autres) sur les BTEX.

Pour les deux autres démonstrateurs, il n'est pas possible de faire de conclusion générale puisque les substances sont soit non quantifiées soit dans des tranches d'incertitude trop élevées pour que les résultats ne soient exploités.

Les BTEX recherchés dans les analyses n'étant pas concernés par le règlement d'assainissement de l'EMS, aucune conclusion sous cet angle n'est nécessaire.

#### *Chlorobenzène*

En comparant les résultats obtenus d'un démonstrateur à l'autre, on observe que quasiment aucun résultat exploitable n'a été obtenu dans aucune des trois entreprises participant au projet. Il n'y a que dans l'entreprise n°3 qu'un rendement positif élevé a pu être calculé pour le chlorobenzène.

Les chlorobenzènes recherchés dans les analyses n'étant pas concernés par le règlement d'assainissement de l'EMS, aucune conclusion sous cet angle n'est nécessaire.

#### *HAP*

En comparant les résultats obtenus d'un démonstrateur à l'autre, on observe que quasiment aucun résultat exploitable n'a été obtenu dans aucune des trois entreprises participant au projet. Quasiment tous les rendements exploitables ont été calculés avec le démonstrateur 3. Seul le phénanthrène a pu être calculé avec deux démonstrateurs.

Les HAP recherchés dans les analyses n'étant pas concernés par le règlement d'assainissement de l'EMS, aucune conclusion sous cet angle n'est nécessaire.

#### *Organoétain*

En comparant les résultats obtenus d'un démonstrateur à l'autre, on observe que quelques résultats exploitables ont été obtenus dans deux des démonstrateurs mis en place. Lorsque les rendements ont pu être calculés, ils sont dans tous les cas positifs élevés. Le monobutyl étain cation, la substance la moins dangereuse de celles recherchées dans la famille des organoétains, est fortement abattues par les démonstrateurs 1 et 3. Le démonstrateur n°2 ne présente aucun résultat exploitable et semble donc légèrement moins efficace que les deux autres démonstrateurs pour la famille des organoétains.

Les organoétains recherchés dans les analyses n'étant pas concernés par le règlement d'assainissement de l'EMS, aucune conclusion sous cet angle n'est nécessaire.

#### *PCB*

En comparant les résultats obtenus d'un démonstrateur à l'autre, on observe qu'aucun PCB dans ceux recherchés n'a été quantifié dans aucune des trois entreprises participant au projet.

Les PCB recherchés dans les analyses n'étant pas concernés par le règlement d'assainissement de l'EMS, aucune conclusion sous cet angle n'est nécessaire.

#### *COHV*

En comparant les résultats obtenus d'un démonstrateur à l'autre, on observe qu'il y a quelques résultats exploitables pour le formaldéhyde. Le démonstrateur n°1 ainsi que le démonstrateur n°3 ont un rendement positif sur cette substance. Il n'y a que dans le cas du deuxième démonstrateur que les données sont trop incertaines pour permettre un calcul du rendement.

Les COHV recherchés dans les analyses n'étant pas concernés par le règlement d'assainissement de l'EMS, aucune conclusion sous cet angle n'est nécessaire.

#### *Plastifiants*

En comparant les résultats obtenus d'un démonstrateur à l'autre, on observe qu'aucun résultat exploitable n'a été obtenus dans aucune des trois entreprises participant au projet : le DEHP est soit non quantifié soit dans des tranches d'incertitude trop élevées pour que les résultats soient exploités.

Le plastifiant recherché dans les analyses n'étant pas concerné par le règlement d'assainissement de l'EMS, aucune conclusion sous cet angle n'est nécessaire.

#### *Autre*

En comparant les résultats obtenus d'un démonstrateur à l'autre, on observe que l'acide PerFluoroOctaneSulfonique n'a été quantifié dans aucune des trois entreprises participant au projet.

Le PFOS recherché dans les analyses n'étant pas concerné par le règlement d'assainissement de l'EMS, aucune conclusion sous cet angle n'est nécessaire.

#### *Métaux*

En comparant les résultats obtenus d'un démonstrateur à l'autre, on observe qu'il y a beaucoup de résultats exploitables pour les métaux et dans les trois démonstrateurs. Pour l'argent, l'arsenic, le beryllium, l'étain, le mercure, le sélénium, le thallium, l'uranium et le vanadium, aucun résultat n'a pu être défini quel que soit le démonstrateur utilisé.

L'aluminium ne peut pas être étudié dans cette comparaison car il n'a été recherché que dans les prélèvements provenant de l'entreprise n°1. Le rendement pour le plomb n'a pu être calculé que dans l'entreprise n°2. Le rendement du cadmium a pu être calculé avec le démonstrateur n°2 et le démonstrateur n°3 mais cela a donné des résultats complètement opposés : un rendement négatif élevé avec le premier démonstrateur et un rendement positif élevé avec le troisième démonstrateur.

Pour les substances qui ont été exploitables dans les trois cas, on note que :

- pour le cobalt, le manganèse, le nickel et le zinc, les rendements calculés sont positifs ou non significatifs.
- pour le chrome, le cuivre, le fer et le titane, les rendements sont positifs quel que soit le démonstrateur utilisé.
- pour l'antimoine, les rendements calculés sont négatifs ou non significatifs.
- pour le molybdène, les rendements sont négatifs élevés avec les deux premiers démonstrateurs et positif moyen avec le troisième démonstrateur.

De manière générale, les démonstrateurs deux et trois ont un effet positif puisqu'ils permettent de réduire les concentrations de métaux recherchés. Pour le démonstrateur n°1, la proportion de rendements positifs est moins marquée. On observe aussi que c'est dans le démonstrateur n°2 qu'on note le plus de rendement positif élevé. Le démonstrateur n°3 n'a que des rendements non significatifs ou positifs.

Par rapport au règlement d'assainissement, on observe une prédominance de rendements positifs. Il n'y a que pour l'aluminium qu'un rendement négatif est à noter. Les trois machines permettent donc d'améliorer les rejets par rapports aux seuils maximum définis dans le règlement d'assainissement de l'EMS. En effet, dans la première entreprise en partie démonstrateur, cinq paramètres ont des concentrations supérieures aux seuils en amont et seulement un (l'aluminium) reste supérieur au seuil en aval. De même, dans la première entreprise en partie substitution, cinq paramètres ont des concentrations supérieures aux seuils en amont et seulement un (le pH) reste supérieur au seuil en aval. En entreprise 2, en partie démonstrateur, les concentrations du seul paramètre dont les concentrations sont supérieures aux seuils du règlement en amont (le cuivre) passent sous les seuils du règlement d'assainissement de l'EMS suite à l'utilisation de la machine. En entreprise 3, en partie démonstrateur, deux paramètres ont des concentrations supérieures aux seuils en amont et aucune concentration ne reste supérieure au seuil en aval. En entreprise 3, en partie substitution, seul un paramètre a une concentration supérieure aux seuils du règlement d'assainissement de l'Eurométropole de Strasbourg en amont et cette concentration est suffisamment réduite en aval pour passer sous les seuils du règlement de l'Eurométropole de Strasbourg.

De manière très générale, on note donc que, quel que soit le démonstrateur étudié, les résultats des analyses ne sont pas concluants sur les familles des alkylphénols, des PBDE, des chlorobenzènes, des PCB, des plastifiants et de l'acide PerFluoroOctaneSulfonique.

Toute famille étudiée confondue, on note que le démonstrateur n°3 présente plus de résultats exploitables que les deux autres démonstrateurs. En effet, le démonstrateur n°3 permet de faire des conclusions sur la famille des BTEX, famille non quantifiée ou non exploitable avec les deux premiers démonstrateurs. Cependant, nous ne pouvons pas conclure sur une meilleure efficacité de ce démonstrateur par rapport aux autres puisque, comme cela a été indiqué dans la partie méthodologique de ce rapport et présenté dans chaque partie dédiée aux entreprises en individuelle, les machines n'ont pas été testées exactement dans les mêmes entreprises ni les mêmes conditions.

Les substances bien éliminées sont essentiellement des substances qui ont tendance à être adsorbées sur les particules. L'efficacité de rétention des micropolluants est donc fortement liée à l'efficacité de la filtration. En effet, dans les trois démonstrateurs mis en test, les rendements des matières en suspension sont très bons : 96% en entreprise 1 avec des produits classiques, 99% en entreprise 1 avec des produits de substitution, 22% en entreprise 2 avec les produits classiques (ce qui peut s'expliquer par les mauvaises utilisations de floculant lors des phases de lavage), 86% en entreprise 3 avec des produits classiques et 99% en entreprise 3 avec des produits de substitution.



#### **4.5.2.3. Compilation des différents retours utilisateurs**

Concernant les retours d'expériences fournis par les entreprises, le niveau et la quantité d'informations données n'étant pas le même d'une entreprise à l'autre, il n'est pas possible de comparer les graphiques étoilés obtenus.

Les remarques qui ont été les plus récurrentes sont la satisfaction globale de l'efficacité des machines, surtout lorsque la machine testée permet de nettoyer différents types d'outils (voir, dans certains cas, des emballages aussi) et différents types de produits.

Le facteur temps est aussi un critère primordial : en effet, le point positif du gain de temps dans les phases de nettoyage des outils est un réel point fort de ces machines mais nous avons pu noter que si ce temps de nettoyage n'est pas compté dans le temps de travail (puisque fait hors chantier), il est alors extrêmement difficile de faire accepter ces nouvelles pratiques de nettoyage aux salariés.

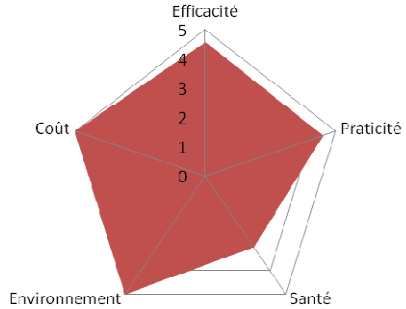
De plus, tout changement de pratiques nécessite un accompagnement pour assurer que le changement se fasse dans de bonnes conditions et qu'il perdure. La mise en place de machine de nettoyage des outils dans une entreprise qui, jusqu'à présent, nettoyait ses outils au robinet est un changement de pratiques conséquent et doit donc être fortement accompagné : par le fournisseur mais aussi par les institutions. Il pourrait même être imaginé de mettre en place des séquences de formation dédiées à ce type de pratiques directement en CFA afin de sensibiliser les futurs artisans, chefs d'entreprises et salariés, aux bonnes pratiques avant même qu'ils ne travaillent en entreprise.

Enfin, l'argument réglementaire de mise en conformité avec les différents règlements d'assainissement ne sera peut-être pas suffisant pour convaincre la majorité des entreprises artisanales à changer leurs pratiques en investissant dans de telles machines. Il est nécessaire de trouver un moyen pour les entreprises de communiquer sur leurs bonnes pratiques et surtout que cela leur permette d'augmenter leur chiffre d'affaire. Par exemple, l'utilisation de machines de nettoyage des outils de peinture pourrait être mise en place dans les clauses des marchés publics et ainsi permettre aux entreprises qui ont changé leurs pratiques de se démarquer par rapport aux entreprises ayant des pratiques classiques.

#### 4.5.3. Bilan des analyses de la phase substitution

Voici un bilan des éléments obtenus lors de la phase substitution dans les trois entreprises de peinture identifiées pour le projet LUMIEAU :

Tableau 10: Récapitulatif des analyses de la phase substitution dans chaque entreprise. Source : CNIDEP.

		Entreprise 1	Entreprise 2	Entreprise 3
Mise en place de la substitution	Prélèvement aval	Fait le 27/07/2016	N'ont pas pu être faits	Fait le 10/03/2017
	Prélèvement amont	Fait le 27/07/2016	N'ont pas pu être faits	Fait le 10/03/2017
	Produit de substitution	Peinture acrylique Innotop de Keim	Peinture acrylique Nae de UNIKALO	Peinture acrylique de Veia Nature
Résultats obtenus	Bilan de l'exploitation des analyses physico-chimiques	Voir Figure 18 et annexe 10	N'ont pas pu être faits	Voir Figure 33 et annexe 14
	Bilan de l'exploitation des bioessais	Démonstrateur inefficace	Non concerné	Non concerné
	Bilan du retour utilisateur		N'a pas pu être fait	N'a pas pu être fait

#### 4.5.3.1. Comparaison des analyses des différents produits bruts

Des prélèvements ont été faits sur les produits bruts classiques utilisés en entreprise mais aussi sur les produits bruts proposés en substitution. Ainsi, 28 familles de paramètres, soit 88 paramètres, ont été recherchés dans les produits bruts analysés. Vous pouvez retrouver les résultats chiffrés de ces analyses en annexe 18.

En mettant en parallèle les résultats des analyses des produits bruts prélevés en entreprise, on observe que quel que soit le produit, de nombreux seuils fixés dans le règlement d'assainissement de l'EMS sont dépassés. En effet, dix paramètres ont leurs seuils dépassés dans les cinq produits bruts analysés : l'azote global, les MES, la DCO, l'aluminium, l'arsenic, le cuivre, le fer, le manganèse, le nickel et le zinc. On peut donc conclure que ces paramètres se retrouvent fréquemment en forte concentration dans les peintures brutes, qu'elles soient « classiques » ou « de substitution », que le risque de les retrouver dans les eaux de nettoyage des outils est plus importants que sur d'autres substances et qu'il est donc nécessaire de mettre en place des technologies propres pour limiter ces concentrations dans le réseau.

Certains seuils ne sont dépassés que dans certaines des peintures testées. Par exemple, les seuils imposés pour le chrome et le plomb sont dépassés dans quatre des peintures analysées. Le seuil imposé pour l'indice hydrocarbure est dépassé dans deux peintures analysées (qui sont deux peintures « classiques »). Les seuils imposés pour le pH et l'indice phénol sont dépassés dans une des peintures testées (qui est la même peinture de substitution dans les deux cas).

On peut aussi observer que pour certains des paramètres recherchés dans ces analyses, les peintures de substitution présentent des concentrations moins élevées ou plus élevées que les peintures « classiques », comme cela est résumé dans la Figure 35 ci-dessous :

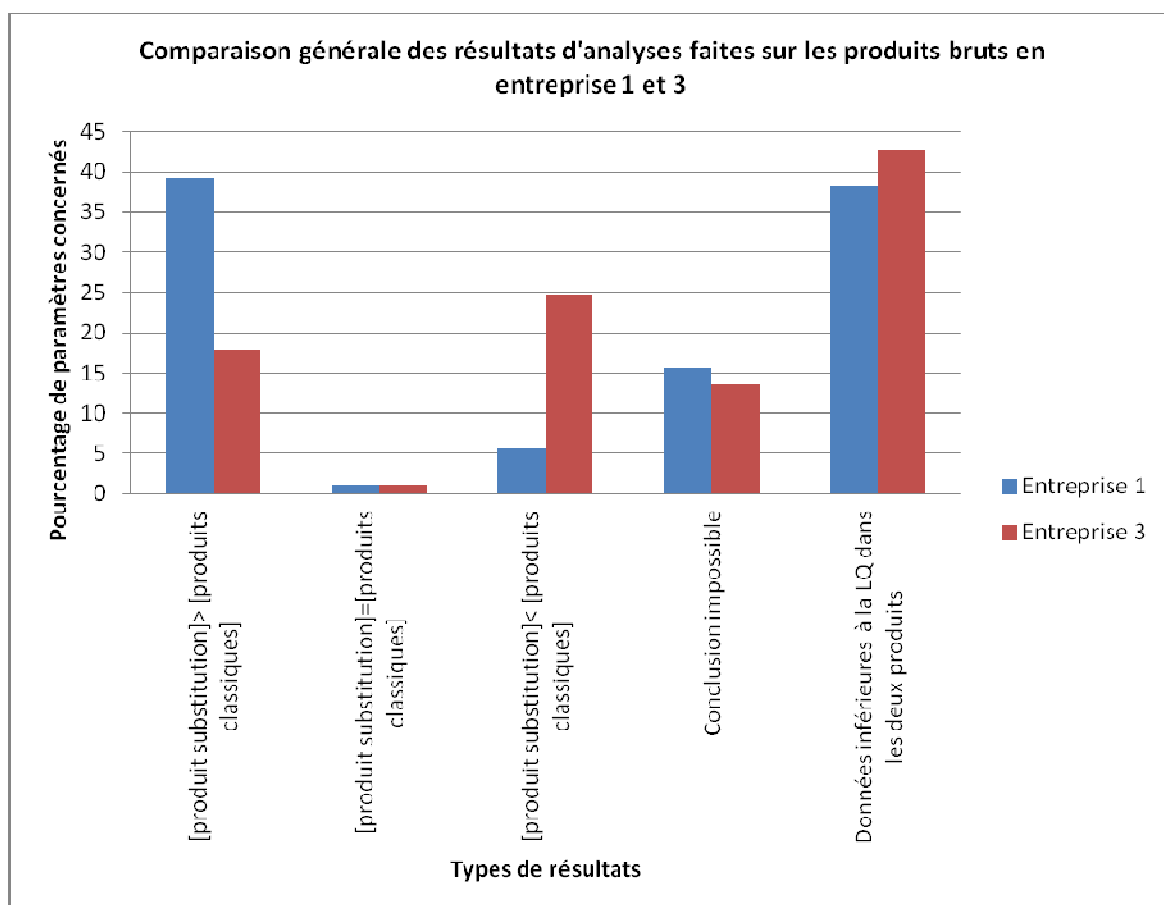


Figure 35 : Comparaison des résultats d'analyses entre produits bruts dans les entreprises 1 et 3. Source: CNIDEP

Par exemple, on note des concentrations en MES supérieures dans la peinture de substitution mise en test dans l'entreprise n°1 que dans la peinture classique utilisée par l'entreprise n°1 et il en est de même pour les peintures de substitution et classique de l'entreprise n°3. On peut tout de même rappeler que les rendements pour les MES suite à l'utilisation des machines de nettoyage des outils de peinture sont assez bons en phase démonstrateur (tableau 09) et en phase substitution (tableau 11). On note que c'est dans le produit de substitution testé dans l'entreprise trois qu'il y a le plus d'évolution positive : 25% des paramètres ont une concentration moins élevée avec le produit de substitution qu'avec le produit « classique ».

Cependant, en croisant les deux types d'observations ci-dessus, il est intéressant de noter qu'un seul des paramètres concernés par le règlement d'assainissement de l'EMS est fortement réduit dans les produits de substitution : l'indice hydrocarbure. En effet, dans l'entreprise n°1 et l'entreprise n°3, les concentrations relevées dans les analyses faites sur les produits bruts « classiques » sont supérieures au seuil fixé par le règlement d'assainissement de l'EMS alors que ces concentrations sont inférieures au seuil dans les produits de « substitution ».

#### 4.5.3.2. Comparaison des résultats généraux par démonstrateur suite à l'utilisation de produits de substitution

La phase substitution a permis de faire des prélèvements sur les mêmes machines et dans les mêmes conditions que dans la phase démonstrateurs mais concernant cette fois-ci les eaux de lavage de produits souillés par des peintures de substitution.

Les résultats d'analyses sont représentés dans la Figure 36 ci-dessous :

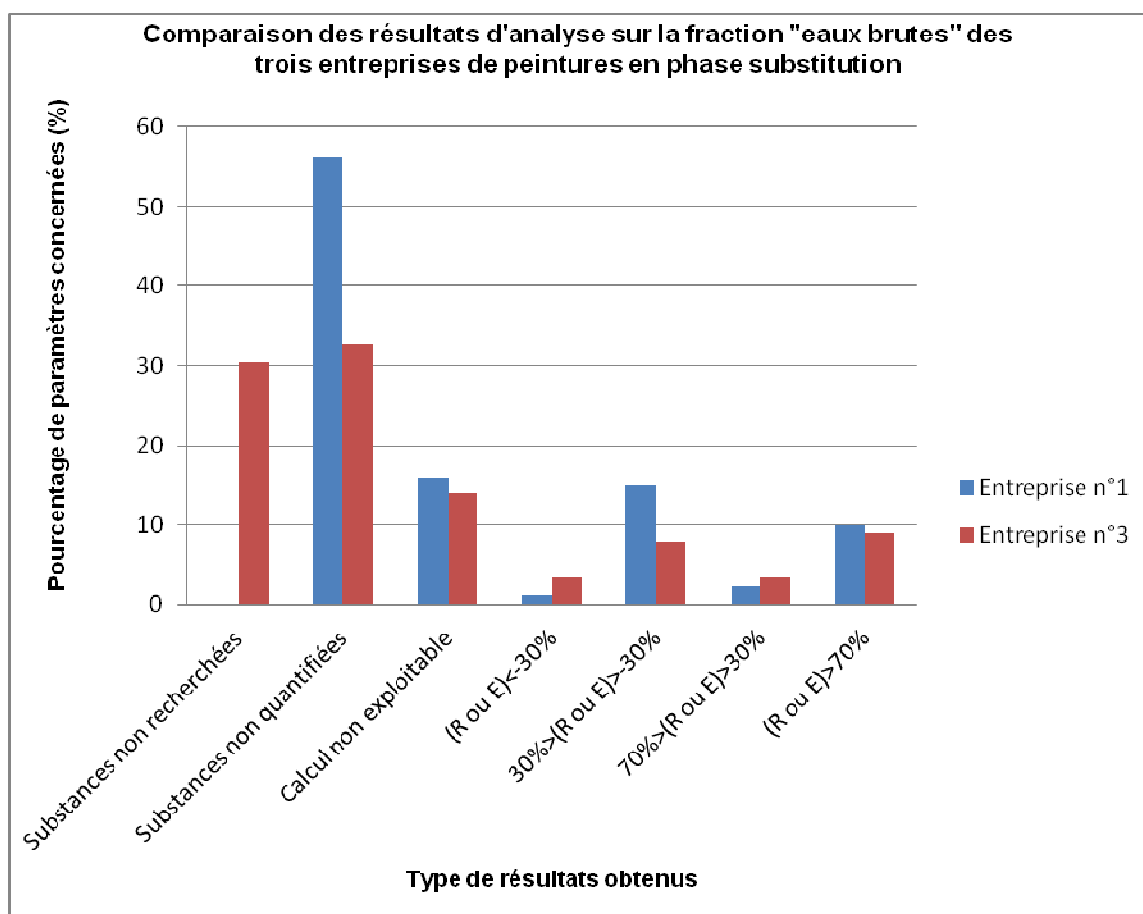


Figure 36 : Comparaison des résultats d'analyses entre les trois entreprises en phase substitution. Source: CNIDEP.

Quel que soit le démonstrateur et les produits de substitution utilisés, on note que le critère qui concerne le plus de paramètres étudiés est la quantité de substances non quantifiées. Cela rend complexe l'émergence de conclusions générales. En effet, pour rappel, les substances non quantifiées sont les substances qui n'ont pas pu être quantifiées par la méthode d'analyse. Cependant, cela ne permet pas de conclure sur la présence ou l'absence de ces substances dans les prélèvements analysés. De plus, on observe que l'efficacité (et donc les rendements positifs moyens et positifs élevés) des démonstrateurs est quelque peu limitée puisque dans les deux entreprises, cela concerne environ 12% des substances initialement recherchées.

On observe aussi que pour les deux démonstrateurs et les deux produits de substitution, il y a peu de rendements négatifs élevés (1% dans l'entreprise n°1 et 3% dans l'entreprise n°3) ce qui est très positif puisque cela signifie que les démonstrateurs, quels qu'ils soient, il y a peu de contamination des eaux.

Par conséquent, au vu des résultats d'analyses obtenus, on observe que les deux démonstrateurs pour lesquels les analyses ont pu être faites, même s'ils n'ont pas la même efficacité, ont un impact positif pour l'amélioration de la qualité des eaux de nettoyage des outils de peinture.

Lorsqu'on focalise l'exploitation des données sur les paramètres pour lesquels un rendement a pu être calculé, on observe que dans les trois entreprises, en partie démonstrateur et en partie substitution, le rôle des machines de nettoyage des outils de peinture est mis en avant. En effet, entre 9 et 14% des paramètres dont le rendement a pu être calculé sont moyennement retenus (rendement compris entre 30 et 70%) et entre 35% et 38% des paramètres dont le rendement a pu être calculé sont bien retenus (rendement supérieur à 70%).

#### **4.5.3.3. Comparaison des résultats obtenus en phase substitution par démonstrateur et par famille de substances recherchées entre les trois entreprises**

Les tableaux ci-dessous présentent les rendements calculés dans les trois entreprises suites aux analyses réalisées sur les prélèvements faits en entreprise en phase substitution. Pour plus de lisibilité, un code couleur a été défini :

LEGENDE pour les substances recherchées	
paramètre	Substance classée dangereuse prioritaire (directive 2013/39/CEE modifiant les directives 2000/60/CE et 2008/105/CE)
paramètre	Substance classée prioritaire (directive 2013/39/CEE modifiant les directives 2000/60/CE et 2008/105/CE)
paramètre	Substance présente dans les listes I et II de la Directive 76/464/CEE
paramètre	Substance présente dans la liste de la circulaire DEB du 29 septembre 2010 (RSDE 2 <sup>ème</sup> phase STEU)
paramètre	Substance non classée dans la DCE

LEGENDE pour les rendements	
xxx	Concentration relevée supérieure au seuil maximal fixé par le règlement d'assainissement de l'EMS
rendement	rendements inférieurs à -30%
Rendement	rendements compris entre -30% et 30%
Rendement	rendements compris entre 30% et 70%
Rendement	rendements supérieurs à 70%
Calcul non exploitable	rendement ne pouvant pas être calculé à cause des incertitudes liées aux données
substance non quantifiée	rendement impossible à calculer
	Substance non recherchée dans les analyses

Tableau 11 : Comparaison des rendements calculés par paramètres indiciaires recherchés avec chaque démonstrateur en phase substitution. Source : CNIDEP

Famille	Code SANDRE	Paramètre	Concentration maximale fixée par règlement assainissement EMS	Rendements calculés pour l'entreprise 1	Rendements calculés pour l'entreprise 2	Rendements calculés pour l'entreprise 3
Paramètres indiciaires	1551	Azote global	150	-30%<R<30%		R<-30%
	1319	Azote kjeldahl	non concerné	-30%<R<30%		R<-30%
	1340	Nitrates	non concerné	-30%<R<30%		-30%<R<30%
	1339	Nitrites	non concerné	-30%<R<30%		-30%<R<30%
	1302	pH a température ci-dessous	9,5	évolution faible		
		Température à prise du pH	30	évolution faible		
		Température de mesure	non concerné	évolution faible		
	1304	Conductivité à 25°C	non concerné	évolution faible		
	1106	AOX	1			calcul non exploitable
	1305	MES	600	70%<R		70%<R
	1314	DCO	2000	30%<R<70%		
	1313	DBO <sub>5</sub>	non concerné	-30%<R<30%		
		DCO/DBO <sub>5</sub>	non concerné	Evolution positive moyenne		
	1337	Chlorures	750	-30%<R<30%		-30%<R<30%
	1338	Sulfate	non concerné	-30%<R<30%		
	1390	Cyanure total	0,1			

	7073	Fluorure	15	calcul non exploitable		
	1440	Indice phénol	0,3	calcul non exploitable		
	7009	Indice hydrocarbure	5	calcul non exploitable		
Alkylphénol	1959	4-ter-octylphenol	non concerné	calcul non exploitable		
	1920	4-n-octylphenol	non concerné			
	6366	Np1oe	non concerné			
	6369	Np2oe	non concerné			
	6370	Op1oe	non concerné			
	6371	Op2oe	non concerné			
	6598	Nonylphenols	non concerné	R<30%		
	6600	Octylphenols	non concerné	calcul non exploitable		
PBDE	1815	BDE 209	non concerné			
BTEX	1114	Benzene	non concerné			
	1633	Isopropylbenzène	non concerné			
		M+p-xylène	non concerné			-30%<R<30%
	1292	O_xylène	non concerné			-30%<R<30%
	1780	Somme des xylènes	non concerné			-30%<R<30%
	1278	Toluène	non concerné			30%<R<70%
	1497	Ethylbenzène	non concerné			30%<R<70%
Chlorobenzène	1467	Chlorobenzene	non concerné			
	1165	1,2-dichlorobenzene	non concerné			
	1164	1,3-dichlorobenzene	non concerné			
	1166	1,4-dichlorobenzene	non concerné			
	1630	1,2,3-trichlorobenzene	non concerné			
	1283	1,2,4-trichlorobenzene	non concerné			
	1629	1,3,5-trichlorobenzene	non concerné			
HAP	1115	Benzo_a_pyrene	non concerné			
	1116	Benzo_b_fluoranthene	non concerné			
	1117	Benzo_k_fluoranthene	non concerné			
	1118	Benzo_ghi_perylene	non concerné			
	1191	Fluoranthene	non concerné			
	1204	Indeno_123cd_pyrene	non concerné			
	1453	Acenaphtene	non concerné	calcul non exploitable		
	1458	Anthracene	non concerné			
	1517	Naphtalene	non concerné			
	1524	Phenanthrene	non concerné	calcul non exploitable		30%<R<70%
Organoétain	2542	Monobutyl etain cation	non concerné			
	7074	Dibutyl etain cation	non concerné	70%<R		
	2879	Tributyl etain cation	non concerné			
	6372	Triphenyl etain cation	non concerné			
PCB	1239	Pcb_28	non concerné			
	1241	Pcb_52	non concerné			
	1242	Pcb_101	non concerné			
	1243	Pcb_118	non concerné			
	1244	Pcb_138	non concerné			

	1245	Pcb_153	non concerné			
	1246	Pcb_180	non concerné			
COHV	1702	Formaldehyde	non concerné			
Plastifiants	6616	Dehp di(ethylhexyl)phtalate	non concerné			
Autres	6561	Pfos acide perfluorooctanesulfonique	non concerné			
Métaux	1370	Aluminium	2500	calcul non exploitable		
	1376	Antimoine	non concerné	calcul non exploitable		-30%<R<30%
		Argent	non concerné			
	1369	Arsenic	50	calcul non exploitable		
	1377	Beryllium	non concerné			
	1388	Cadmium	200	calcul non exploitable		
	1371	Chrome	500	70%<R		70%<R
	1379	Cobalt	non concerné	70%<R		
	1392	Cuivre	500	-30%<R<30%		70%<R
	1380	Etain	non concerné	calcul non exploitable		
	1393	Fer	2500	70%<R		70%<R
	1394	Manganese	1000	70%<R		calcul non exploitable
	1387	Mercure	50			
	1395	Molybdene	non concerné	-30%<R<30%		R<-30%
	1386	Nickel	500	70%<R		70%<R
	1382	Plomb	500	calcul non exploitable		
	1385	Selenium	non concerné	calcul non exploitable		
	2555	Thallium	non concerné			
	1373	Titane	non concerné	70%<R		70%<R
	2558	Uranium	non concerné			
	1384	Vanadium	non concerné			70%<R
	1383	Zinc	2000	70%<R		70%<R

Pour les substances dangereuses prioritaires, il n'est pas possible de faire de comparaison car quel que soit la machine utilisée aucun rendement n'a pu être calculé dans plusieurs des machines mises en test. Seul le rendement des nonylphénols a pu être calculé dans la première machine mise en test.

Pour les substances prioritaires, le nickel est le seul paramètre dont un rendement a pu être calculé : cette substance a un rendement positif élevé avec la machine mise en test dans l'entreprise 1 et la machine mise en test dans l'entreprise 3. Il n'est cependant pas possible de faire de généralités entre ces deux machines par rapport aux substances prioritaires en ne se basant que sur une comparaison.

#### *Paramètres indiciaires*

En comparant les résultats obtenus d'un démonstrateur à l'autre et lorsque plusieurs résultats exploitables permettent de réaliser une comparaison, on observe que les rendements ont les mêmes tendances quel que soit le démonstrateur étudié. Ainsi, les rendements sont positifs avec le démonstrateur 1 et le démonstrateur 3 pour les MES (concernées par le règlement d'assainissement de l'EMS). Pour l'azote global (concerné par le règlement d'assainissement de l'EMS) et l'azote Kjeldahl, on note qu'avec le démonstrateur 1 les rendements sont non significatifs et avec le démonstrateur 3, ils sont négatifs élevés. Pour les nitrates, les nitrites et les chlorures (concerné par le règlement d'assainissement de l'EMS), les résultats sont non significatifs sur les deux démonstrateurs.

Pour les substances concernées par le règlement d'assainissement de l'EMS, on observe une prédominance de rendements et évolutions faibles ou non significatives.



### *Alkylphénols*

Les alkylphénols n'ont pas pu être recherchés dans les entreprises 2 et 3. Les résultats ne sont exploitables que pour 1 alkylphénol dans l'entreprise n°1. Il n'est donc pas possible de faire de comparaison des résultats d'analyses.

Les alkylphénols recherchés dans les analyses n'étant pas concernés par le règlement d'assainissement de l'EMS, aucune conclusion sous cet angle n'est nécessaire.

### *PBDE*

Le BDE209 n'a pas pu être recherché dans les entreprises 2 et 3. Les résultats ne sont exploitables que dans l'entreprise n°1. Il n'est donc pas possible de faire de comparaison des résultats d'analyses.

Le BDE209 n'étant pas concerné par le règlement d'assainissement de l'EMS, aucune conclusion sous cet angle n'est nécessaire.

### *BTEX*

Les BTEX n'ont pas pu être recherchés dans l'entreprise n°2 et aucun paramètre n'a pu être quantifié dans l'entreprise n°1. Les résultats ne sont exploitables que dans l'entreprise n°3. Par conséquent, il n'est pas possible de faire de comparaison des résultats d'analyses.

Les BTEX recherchés dans les analyses n'étant pas concernés par le règlement d'assainissement de l'EMS, aucune conclusion sous cet angle n'est nécessaire.

### *Chlorobenzène*

Les chlorobenzènes n'ont pas pu être recherchés dans l'entreprise n°2 et n'ont pas été quantifiés dans l'entreprise n°1. Les résultats ne sont exploitables que dans l'entreprise n°3. Par conséquent, il n'est pas possible de faire de comparaison des résultats d'analyses.

Les chlorobenzènes recherchés dans les analyses n'étant pas concernés par le règlement d'assainissement de l'EMS, aucune conclusion sous cet angle n'est nécessaire.

### *HAP*

Les HAP n'ont pas pu être recherchés dans l'entreprise n°2 et deux paramètres ont pu être quantifiés dans l'entreprise n°1 mais le calcul de leurs rendements n'est pas exploitable. Les résultats ne sont exploitables que pour un HAP dans l'entreprise n°3. Par conséquent, il n'est pas possible de faire de comparaison des résultats d'analyses.

Les HAP recherchés dans les analyses n'étant pas concernés par le règlement d'assainissement de l'EMS, aucune conclusion sous cet angle n'est nécessaire.

### *Organoétain*

Les organoétains n'ont pas pu être recherchés dans les entreprises 2 et 3. Il n'est donc pas possible de faire de comparaison des résultats d'analyses.

Les organoétains recherchés dans les analyses n'étant pas concernés par le règlement d'assainissement de l'EMS, aucune conclusion sous cet angle n'est nécessaire.

### *PCB*

Les PBC n'ont été quantifiés dans aucun des prélèvements. Il n'est donc pas possible de faire de comparaison des résultats d'analyses.

Les PCB recherchés dans les analyses n'étant pas concernés par le règlement d'assainissement de l'EMS, aucune conclusion sous cet angle n'est nécessaire.

### *COHV*

Le COHV n'a pas pu être recherché dans les entreprises 2 et 3 et n'est pas quantifié avec le démonstrateur 1. Il n'est donc pas possible de faire de comparaison des résultats d'analyses.

Le COHV recherché dans les analyses n'étant pas concerné par le règlement d'assainissement de l'EMS, aucune conclusion sous cet angle n'est nécessaire.

### *Plastifiants*

Le plastifiant n'a pas pu être recherché dans l'entreprise n°2 et n'ont pas été quantifiés dans les entreprises n°1 et n°3. Il n'est donc pas possible de faire de comparaison des résultats d'analyses.

Le plastifiant recherché dans les analyses n'étant pas concerné par le règlement d'assainissement de l'EMS, aucune conclusion sous cet angle n'est nécessaire.

### *Autre*

Le PFOS n'a pas pu être recherché dans les entreprises 2 et 3. Les résultats ne sont pas exploitables dans l'entreprise n°1. Il n'est donc pas possible de faire de comparaison des résultats d'analyses.

Le PFOS recherché dans les analyses n'étant pas concerné par le règlement d'assainissement de l'EMS, aucune conclusion sous cet angle n'est nécessaire.

### *Métaux*

En comparant les résultats obtenus d'un démonstrateur à l'autre, on observe que les rendements sont principalement positifs quelques soit le démonstrateur étudié. Ainsi, pour les paramètres pour lesquels une comparaison entre démonstrateur est possible, on note que le chrome, le fer, le nickel, le titane et le zinc ont des rendements positifs élevés avec les deux démonstrateurs. Le cuivre a un rendement positif élevé avec le démonstrateur 3 mais non significatif avec le démonstrateur 1. Le molybdène est le seul métal pour lequel le rendement calculé est négatif élevé avec le démonstrateur 3 (et non significatif avec le démonstrateur 1).

Par rapport aux paramètres étudiés dans le règlement d'assainissement, on observe une forte prédominance de rendements positifs.

#### **4.5.3.4. Compilation des différents retours utilisateurs**

Concernant les retours d'utilisation des chefs d'entreprise, le niveau et la quantité d'informations données n'étant pas le même d'une entreprise à l'autre, il n'est pas possible de comparer les graphiques étoilés obtenus et présentés dans les parties précédentes.

Les remarques qui ont été les plus récurrentes sont une satisfaction globale des produits de substitution testés. L'entreprise 1 a même indiqué un pouvoir couvrant plus important et un meilleur rendu des couleurs qu'avec un produit classique. Cependant, afin d'éviter des problèmes de séchage sur les supports particuliers ou des problèmes de rendu, il est nécessaire de bien connaître son produit. Cela passe par des formations et accompagnements des fournisseurs notamment. Un élément important pour développer l'usage des produits de substitution est aussi, selon les chefs d'entreprise, de développer les gammes de produits proposés, afin de pouvoir répondre à toutes les attentes des clients.

Le critère de réduction de l'impact sur la santé des salariés est un point qui semble important aux chefs d'entreprise interrogé et le premier chef d'entreprise était même sensible à la production de COV par les peintures de substitution.

Enfin, le critère coût semble important pour les chefs d'entreprise et il est nécessaire de garder en tête 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.

#### 4.5.4. Mise en parallèle des paramètres quantifiés par rapport aux résultats de l'étude DCE

Même si le projet LUMIEAU-Stra et l'étude DCE et artisanat ne se sont pas déroulés de la même manière, il est possible de comparer une partie des résultats de ces deux projets. 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. En exprimant le nombre de quantification en pourcentage, il est possible de comparer le nombre de quantification d'une même substance dans ces deux projets (.

Tableau 12).

Tableau 12 : Comparaison des fréquences de quantification relevés dans l'étude DCE et le projet LUMIEAU. Source : CNIDEP.

Code Sandre	Paramètres	Fréquence de quantification étude DCE Artisanat (%)	Fréquence de quantification phase démonstrateur LUMIEAU (%)	Fréquence de quantification phase substitution LUMIEAU (%)
1458	Anthracène	20	17	0
1115	Benzo (a) pyrène (3,4)	0	0	0
1116	Benzo (b) fluoranthène (3,4)	0	0	0
1118	Benzo (g,h,i) pérylène (1,12)	0	0	0
1117	Benzo (k) fluoranthène (11,12)	0	33	0
1388	Cadmium	10	83	75
1204	Indéno (1,2,3-c,d) pyrène	0	0	0
1387	Mercure	0	0	0
6369	4-nonylphénol-diéthoxylate (NP2OE)	0	0	25
6366	4-nonylphénol-éthoxylate (NP1OE)	0	0	25
6598	Nonylphénols linéaires et ramifiés	70	83	75
1243	PCB 118	0	0	0
2879	Tributylétain cation	40	17	0
1114	Benzène	10	0	0
1815	Décabromodiphényléther-BDE209	10	0	0
1191	Fluoranthène	0	50	50
1517	Naphtalène	60	67	50
1386	Nickel	60	100	100
1959	4-ter-octylphénol	20	0	50
6600	Octylphénols	30	0	25
6370	Octylphénol-éthoxylate (OP1OE)	10	33	25
6371	Octylphénol-diéthoxylate (OP2OE)	20	33	25
1382	Plomb	80	83	50
1630	1,2,3-trichlorobenzène	0	0	0
1283	1,2,4-trichlorobenzène	0	0	0
1629	1,3,5-trichlorobenzène	0	0	0

Ainsi, on observe que, dans les paramètres dangereux prioritaires, les principales différences concernent des substances qu'on pouvait ne pas s'attendre à retrouver d'après les résultats de l'étude DCE :

- le benzo-k-fluoranthène est quantifié en phase démonstrateur du projet LUMIEAU alors qu'il n'est pas quantifié dans l'étude DCE, ni dans la phase substitution de LUMIEAU.
- les NP2OE et NP1OE sont quantifiés en phase substitution du projet LUMIEAU alors qu'ils ne sont pas quantifiés dans l'étude DCE, ni dans la phase démonstrateur de LUMIEAU.

On peut aussi noter que le cadmium est plus fréquemment quantifié dans le projet LUMIEAU que ce qu'il a été dans l'étude DCE. A l'inverse, le tributylétain cation est moins quantifié dans LUMIEAU que dans l'étude DCE.

Dans les paramètres prioritaires d'après la DCE, on observe que le benzène et le BDE 209 n'ont été quantifiés dans aucun des échantillons LUMIEAU-Stra alors qu'ils l'avaient été dans l'étude DCE, même si leur quantification était faible. Il en est de même pour le 4-ter-octylphénol et les octylphénols en phase démonstrateur du projet LUMIEAU. A l'inverse le fluoranthène a été relativement fortement quantifié dans LUMIEAU alors qu'il n'avait pas été quantifié dans l'étude DCE. Le nickel et l'OP1OE ont été plus fortement quantifiés dans LUMIEAU que dans l'étude DCE. Il en est de même pour le 4-ter-octylphénol en phase substitution de LUMIEAU. Le plomb a été moins quantifié en phase substitution du projet LUMIEAU que dans l'étude DCE.

## 5. Conclusion

L'étude sur le métier des peintres a permis de mettre en avant des perspectives intéressantes dans le cadre de ce projet. En effet, à une échelle de métier, il est mis en avant qu'il est possible de mettre en place des technologies innovantes dans des petites entreprises, au niveau du matériel mais aussi au niveau des produits utilisés. Les résultats obtenus sont encourageants, car ils tendent vers une amélioration de la qualité des rejets des entreprises artisanales et une amélioration des pratiques. Il est important de souligner que l'utilisateur doit être formé et sensibilisé à l'usage de ces nouvelles technologies et ce dès la formation initiale en apprentissage.

Le travail de terrain réalisé avec les entreprises de peinture présentées dans ce rapport a donc permis de produire des données intéressantes tant sur l'aspect physico-chimiques des rejets des eaux de nettoyages des outils, que sur les impacts toxiques des rejets et que sur les retours concrets suite à l'utilisation de ces machines. Cependant, que ce soit propre à la méthodologie mise en place (faible nombre d'entreprises suivies, faible nombre de prélèvements) ou à des facteurs hors méthodologie et subit lors du déroulé du projet (démotivation des entreprises, mauvaise utilisation de la machine, contamination possible des eaux par les floculants utilisés, par le flaconnage utilisé dans les prélèvements mais aussi par l'eau utilisée pour le nettoyage) ou encore des caractéristiques directement liées à la technologie testée, de nombreux facteurs font qu'il n'est pas possible de généraliser les observations faites dans une entreprise sur la totalité des entreprises de peinture.

Concernant les démonstrateurs, même s'il n'est pas possible de faire de conclusion générale en ne se basant que sur les trois machines utilisées dans les trois entreprises, on peut noter que dans les trois entreprises participantes, l'utilisation des démonstrateurs a permis de réduire les concentrations de micropolluants. L'utilisation d'une machine de nettoyage des outils de peinture et les bonnes pratiques permettant le fonctionnement optimal de cette machine sont donc nécessaires pour avoir des rejets en conformité avec le règlement d'assainissement de l'EMS, sans pour autant que ces modalités n'assurent une réduction significative du danger des effluents lorsqu'on les considère sous l'angle de leur impact toxique sur le vivant.

Nous avons pu voir que les principaux freins à l'utilisation des machines de nettoyage des outils de peintures sont le changement de pratiques et des habitudes de lavages qui nécessitent un suivi et des rappels fréquents aux différents utilisateurs de la machine, la facilité d'utilisation et d'entretien de la machine mais aussi les coûts d'investissement et de fonctionnement des machines. Les changements de pratiques via l'installation de machines de nettoyage des outils viennent donc actuellement principalement de chefs d'entreprise convaincus et volontaires pour réduire les impacts sur l'environnement de leurs entreprises. Il est nécessaire de soutenir la mise en place de ces technologies propres via des accompagnements en entreprise adaptés et des aides financières, notamment.

Concernant les produits de substitution, il n'est pas possible de faire de conclusion générale en se basant seulement sur les trois peintures mises en test. De plus, les comparaisons faites ici ne peuvent pas s'appliquer à toutes les entreprises de peintures puisque toutes n'utilisent pas les mêmes produits. Cependant, on peut noter que les peintures dites « de substitution » testées dans ce projet présentent des avantages en termes de santé pour les utilisateurs. D'autre part, des substances dangereuses ont été retrouvées dans la composition de ces peintures et il n'est pas possible de conclure sur une réelle amélioration des rejets suite à l'utilisation des peintures de substitution. L'utilisation seule des peintures de substitution ne semble donc pas être suffisante pour supprimer les impacts des rejets des eaux de nettoyage des outils.

Nous avons pu voir que les blocages concernant les habitudes de pratiques s'appliquent aussi sur les peintures de substitution. En effet, les chefs d'entreprises peuvent avoir des difficultés à se tourner vers un nouveau produit et encore plus à se tourner vers un produit innovant dont ils n'ont que difficilement de recul sur sa tenue dans le temps.

Pour les produits de substitution, les principaux freins sont la qualité du rendu final, le prix et la concordance de ces produits par rapport aux attentes des clients. Pour ces produits, un levier fort peut être les demandes de clients : par conséquent, plus les particuliers et autres gestionnaires de chantiers seront sensibilisés et convaincus dans l'usage de produits de substitution, plus les entreprises de peinture se tourneront vers ces produits pour les chantiers de leurs clients.

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 tends 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.

Afin de reproduire un projet de l'ampleur de LUMIEAU-Stra, il est nécessaire de s'appuyer sur le travail fait pour éviter les freins relevés dans ce rapport et ainsi essayer de travailler de manière efficiente, et la plus fluide possible. Pour obtenir des résultats permettant de faire des conclusions globales, il serait nécessaire de multiplier le nombre d'entreprises « témoins » et le nombre de prélèvements réalisés. L'ensemble des difficultés rencontrées 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.

## 6. Glossaire

Cytotoxicité : Se dit des substances nocives pour les cellules, ayant donc la propriété d'engendrer directement leur mort, leur destruction, dans un terme de temps très court (exemple : un médicament cytotoxique).

Diuron : pesticide utilisé pour ses propriétés de désherbant

Peinture « prête à l'emploi » : peinture qui ne nécessite pas de préparation particulière avant utilisation (pas besoin d'ajout de pigments ou de réalisation de la peinture à partir de poudre.

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.

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.

## 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](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] **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.
- [11] **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.
- [12] **S. KINANI, S. BOUCHONNET, J. ABJEAN ET C. CAMPARGUE, 2007** : Le point sur les polybromodiphényléthers : contamination environnementale et méthodes physico-chimiques d'analyse, 8p
- [13] **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.
- [14] **INERIS, 2004** : Exposition par inhalation au benzène, toluène, éthylbenzène et xylènes (BTEX) dans l'air, p4 à 6.
- [15] **Air Breizh, 2012** : Surveillance de la qualité de l'air-Evaluation de l'impact de l'activité d'un atelier de peinture sur la qualité de l'air à Ploufragan (22), 22p.
- [16] **INERIS, Fiche de données toxicologique et environnementales des substances chimiques, 2005**: Chlorobenzène.
- [17] **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/>
- [18] **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>
- [19] **IFREMER environnement** : Contaminants chimiques- Les composés organostanniques, source : [http://envlit.ifremer.fr/region/basse\\_normandie/qualite/contaminants\\_chimiques/les\\_composes\\_organostanniques](http://envlit.ifremer.fr/region/basse_normandie/qualite/contaminants_chimiques/les_composes_organostanniques)

- [20] **INERIS-AQUAREF, 2011** : Journée technique – Analyse des organoétains, 118 diaporamas.
- [21] **Fédération des Industries Nautiques**: Les peintures antifouling, source: <https://www.fin.fr/contenus/les-dossiers-du-nautisme/nautisme-durable/maitrise-des-pollutions-marines-et-littorales/les-peintures-antifouling>
- [22] **Actu-environnement**: Dictionnaire environnement, PolyChloroBiphényle (PCB), source: [https://www.actu-environnement.com/ae/dictionnaire\\_environnement/definition/polychlorobiphenyle\\_pcb.php4](https://www.actu-environnement.com/ae/dictionnaire_environnement/definition/polychlorobiphenyle_pcb.php4)
- [23] **Wikipédia** : Polychlorobiphényle, source: <https://fr.wikipedia.org/wiki/Polychlorobiph%C3%A9nyle>
- [24] **SANDRE**, Jeux de données de référence : Groupe de paramètres – COHV, solvants chlorés, fréons, source : <http://id.eaufrance.fr/gpr/60>
- [25] **GreenFacts** : Di(2-ethylhexyl)phtalate (DEHP), source : <https://www.greenfacts.org/fr/glossaire/def/di-ethylhexyl-phtalate-dehp.htm>
- [26] **INERIS, Données technico-économiques sur les substances chimiques en France, 2005**: Di(2-ethylhexyl)phtalate, 32p.
- [27] **INRS, 2013** : Acide perfluorooctanesulfonique et ses sels (PFOS et ses sels), Fiche toxicologique n°298, 13p.
- [28] **Sénat** : Les effets des métaux lourds sur l'environnement et la santé – Les métaux lourds et la santé, source : <https://www.senat.fr/rap/l00-261/l00-26194.html>
- [29] **KEIM** : Fiche technique Keim Innotop, peinture sol-silicate pour l'intérieur, 2p
- [30] **KEIM** : Fiche de données de sécurité Keim Innotop, 8p
- [31] **UNIKALO** : Fiche technique Nae Mat, peinture mural de finition mate à base de résine alkyde végétale en phase aqueuse et de composants renouvelables, 2p.
- [32] **UNIKALO** : Fiche de données de sécurité Nae Mat, 7p
- [33] **HB PEINT** : Veia Mat, peinture murale mate à base de résine végétale en phase aqueuse e de composants renouvelables, 2p.
- [34] **HB PEINT** : Fiche de données de sécurité Veia Mat, 8p

## 9. Table des illustrations

Figure 1: Répartition des entreprises artisanales par secteur d'activité au niveau national en 2013. Source : Artisanat.fr.....	15
Figure 2: Schéma de l'organisation générale appliquée dans chaque entreprise artisanale sélectionnée. Source : CNIDEP.....	20
Figure 3 : Extraction de l'outil de hiérarchisation du risque chimique: tableau de résultat final. Source: CNIDEP.....	23
Figure 4 : Schéma résumant le positionnement des six prélèvements. Source: CNIDEP. ....	25
Figure 5 : Bio-essais réalisés pour le métier Peinture par Tronico-VigiCell. Source: Rapport d'analyses de Tronico-Vigicell.....	30
Figure 6 : Représentation graphique des résultats des bio-essais sur les échantillons fournis. Source: Tronico-Vigicell.....	31
Figure 7 : Exemple des éléments de notation utilisés pour le critère durabilité. Source: CNIDEP.....	34
Figure 8 : Exemple de graphique étoilé permettant de représenter la notation obtenue par une machine. Source: CNIDEP.....	35
Figure 9 : Photo de la machine installée dans l'entreprise de peinture n°1. Source : CNIDEP.....	38
Figure 10 : Schéma simplifié du fonctionnement de la machine Nespoli Aquacleanor AS 50K. Source: CNIDEP.....	39
Figure 11: Réalisation des prélèvements sur la machines mise en place dans la première entreprise. Source: CNIDEP.....	40
Figure 12 : Photographie de l'échantillon amont à gauche et aval à droite chez le premier peintre. Source: CNIDEP.....	40
Figure 13 : Synthèse de l'exploitation des résultats d'analyse physico-chimique en entreprise 1 en phase démonstrateur. Source: CNIDEP.....	41
Figure 14 : Résultats des bio-essais pour les prélèvements faits en entreprise 1 en phase démonstrateur. Source: Tronico Vigicell, 2016.....	45
Figure 15 : Photographie du lavage d'un outil. Source: CNIDEP.....	46
Figure 16 : Photographie du rendu de nettoyage d'un outil. Source: CNIDEP.....	47
Figure 17 : Représentation de l'évaluation faite sur la machine Aquacleanor AS 50K de Nespoli. Source: CNIDEP.....	49
Figure 18 : Représentation des résultats d'analyses physico-chimiques en entreprise 1 en phase substitution. Source: CNIDEP.....	52
Figure 19 : Résultats des bio-essais pour les prélèvements faits en entreprise 1 en phase substitution. Source: Tronico Vigicell, 2016.....	55
Figure 20 : Représentation de l'évaluation faite sur la peinture de substitution Innotop de KEIM. Source: CNIDEP.....	57
Figure 21 : Résultats des bio-essais entre peinture standard et peinture écologique. Source: Tronico-Vigicell.....	59
Figure 22 : Photo de la machine de nettoyage des outils Rotaclean WWA50 de Rotaplast inst0allée dans l'entreprise de peinture n°2 et identification des différents éléments. Source : CNIDEP.....	62
Figure 23: Photographie de l'eau du prélèvement amont dans l'entreprise 2. Source: CNIDEP.....	63
Figure 24: Photographie de l'eau du prélèvement aval dans l'entreprise 2. Source: CNIDEP.....	63
Figure 25 : Représentation des résultats des analyses physico-chimiques en entreprise 2 en phase démonstrateur. Source: CNIDEP.....	64
Figure 26 : Représentation de l'évaluation de la machine mise en test dans l'entreprise 2. Source: CNIDEP.....	69
Figure 27 : Photo de la machine de nettoyage des outils Putzmeister Strober WA et WAB800 installée dans l'entreprise de peinture n°3. Source : CNIDEP.....	72
Figure 28 : Représentation du fonctionnement des machines Putzmeister Strobber WA/Strobber WAB. Source: Rapport VEMAT CNIDEP 2009.....	73
Figure 29: Agitation de l'eau pour le prélèvement amont dans l'entreprise 3. Source: CNIDEP.....	73
Figure 30: Installation mise en place pour prélèvement aval dans l'entreprise 3. Source: CNIDEP....	73
Figure 31 : Représentation des résultats des analyses physico-chimiques en entreprise 3 en phase démonstrateur sur les trois fractions analysées. Source: CNIDEP.....	74
Figure 32 : Evaluation de la machine mise en test en entreprise 3. Source: CNIDEP.....	79

Figure 33 : Représentation des résultats d'analyses physico-chimiques en entreprise 3 en phase substitution. Source: CNIDEP .....	81
Figure 34: Comparaison des trois démonstrateurs mis en place dans le cadre du projet LUMIEAU. Source: CNIDEP.....	88
Figure 35 : Comparaison des résultats d'analyses entre produits bruts dans les entreprises 1 et 3. Source: CNIDEP.....	98
Figure 36 : Comparaison des résultats d'analyses entre les trois entreprises en phase substitution. Source: CNIDEP.....	99

Tableau 1 : Organisation professionnelles sollicitées pour chaque métier étudié. Source : CNIDEP..	21
Tableau 2 : Substances analysées dans le cadre des analyses physico-chimiques du métier Peinture. Source : CNIDEP.....	26
Tableau 3 : Tableau récapitulatif des différents cas possibles pour le traitement des résultats d'analyses. Source: CNIDEP.....	32
Tableau 4 : Liste des principaux produits utilisés dans l'entreprise de peinture n°1. Source: CNIDEP	49
Tableau 5 : Liste des principaux produits utilisés dans l'entreprise de peinture n°2.....	69
Tableau 6 : Liste des principaux produits utilisés dans l'entreprise de peinture n°3.....	79
Tableau 7: Récapitulatif des éléments du travail en entreprise dans chaque entreprise. Source: CNIDEP .....	85
Tableau 8: Récapitulatif des analyses de la phase démonstrateur dans chaque entreprise. Source: CNIDEP.....	87
Tableau 9 : Comparaison des rendements calculés par paramètres indiciaires recherchés avec chaque démonstrateur en phase démonstrateur. Source: CNIDEP .....	90
Tableau 10: Récapitulatif des analyses de la phase substitution dans chaque entreprise. Source: CNIDEP.....	97
Tableau 11 : Comparaison des rendements calculés par paramètres indiciaires recherchés avec chaque démonstrateur en phase substitution. Source: CNIDEP .....	101
Tableau 12 : Comparaison des fréquences de quantification relevés dans l'étude DCE et le projet LUMIEAU. Source : CNIDEP.....	106

## 10. Annexe 01 : Chiffre clés Artisanat CMA67



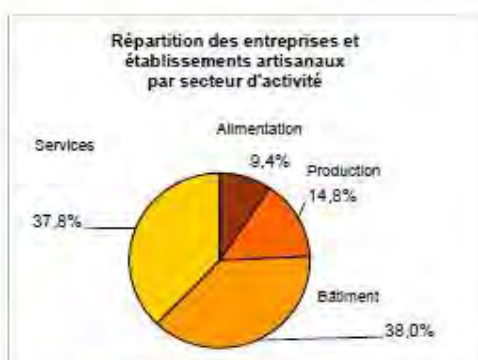
### CHIFFRES CLES ARTISANAT

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/etab. hors zone		0
Nb d'entreprises/etab. hors Alsace		0
% des entr./etab. 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

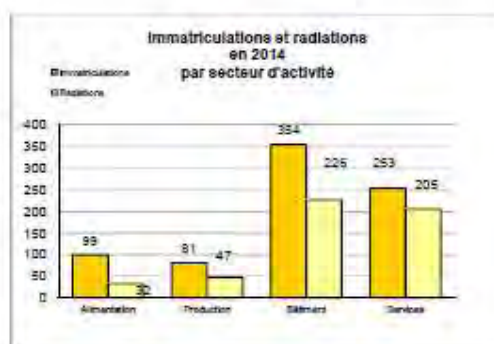
Alimentation		Production		Bâtiment		Services		Total	
Ent + Etab	Actifs	Ent + Etab	Actifs	Ent + Etab	Actifs	Ent + Etab	Actifs	Ent + Etab	Actifs
703	5 835	1 109	6 026	2 840	11 529	2 830	12 845	7 482	36 235

### 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	Solde
		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



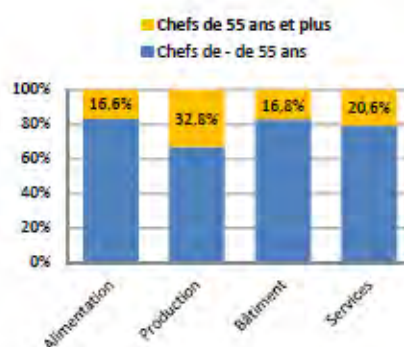


# DETAIL DES ENTREPRISES/ETABLISSEMENTS ARTISANAUX PAR GROUPE D'ACTIVITE

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
<b>Total Alimentation</b>	<b>559</b>	<b>144</b>	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	<b>Total Production</b>	<b>987</b>	<b>122</b>
Réparation véhicules automobiles	435	90			
Mécanique agricole	5	1			
Réparation électro.radio-tv	55	6	<b>BATIMENT</b>	<b>Entr.</b>	<b>Etab.</b>
Réparation de chaussures	33	9	Maçonnerie	402	16
Réparation montres horloges	26	6	Couvert. plomb. chauf. 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	<b>Total Bâtiment</b>	<b>2 737</b>	<b>103</b>
<b>Total Services</b>	<b>2 547</b>	<b>283</b>			

## 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
<b>TOTAL</b>	<b>157</b>	<b>1 648</b>	<b>5 677</b>	<b>7 482</b>
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<sup>re</sup> 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<sup>er</sup> 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"> <li>• Eau + Peinture Acrylique Hydrosoluble couleur</li> <li>• Acrylique hydrosoluble blanc</li> <li>• Eau+ Peinture Glycéro hydrosoluble blanc</li> </ul>	Procédés exclus car marginaux <ul style="list-style-type: none"> <li>• Eau + Peinture Hydrosoluble Ecolabellisée Blanc</li> <li>• Eau + Peinture à base de craie, chaux couleur</li> <li>• Acrylique Ecolabel Couleur</li> <li>• Eaux de vidange du bac machine après 20 cycles</li> </ul>
Codes NAFA présents sur l'EMS	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 4334ZC Travaux de peinture intérieure et peinture plâtrerie (262 entreprises)</li> <li>• 4334ZB Travaux de peinture extérieure (142 entreprises)</li> </ul>	Métiers exclus car peu de réalisation des procédés émetteurs de micro-polluants : <ul style="list-style-type: none"> <li>• 4334ZD Travaux de peinture en lettre sur bâtiments,</li> <li>• 4331ZB Travaux de plâtrerie d'intérieur</li> <li>• 4333ZZ Travaux de revêtements des sols et des murs</li> </ul>
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"> <li>• Révélateur + produit détaché</li> </ul>

		des films provenant de CTF • Fixateur + produit détaché des films provenant de CTF • Révélateur + produit détaché des plaques provenant de CTF
Codes NAFA présents sur l'EMS	• 1812ZA Imprimerie de labeur	
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"> <li>• Lavage des sols de l'atelier</li> <li>• Lavage des véhicules</li> <li>• 4520AA Réparation automobile de véhicules automobiles légers (Entretien)</li> <li>• 4520AB Réparation automobile de véhicules automobiles légers (Méca.)</li> <li>• 4520AC Réparation automobile de véhicules automobiles légers (Carross.)</li> </ul>	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"> <li>• Lavages de sols : 21 / entreprise</li> <li>• Lavage de véhicules : 94 / salarié</li> </ul>	données issue de l'étude « DCE artisanat » du CNIDEP
Quantité d'eau moyenne employée pour un lavage	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Lavage de sol : 250 litres / lavage</li> <li>• Lavage de véhicules : 195 litres</li> </ul>	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"> <li>• 427 (136 garages d'entretien courant de véhicules, 239 garages de mécanique, 52 carrosseries)</li> <li>• Nombre d'entreprises retenu pour le flux de lavage de sols : 215</li> </ul>	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"> <li>• Eau + Colles + Lasures + Vernis hydrodiluable</li> <li>• Eau + Lasure + Vernis hydrodiluable</li> <li>• Eau + Lasures hydrodiluable</li> <li>• Eau + Colle hydrodiluable</li> <li>• Eau + Lasure couleur</li> </ul>	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 hydrodiluable	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 La finition n'est pas l'activité exclusive de la plupart de ces entreprises
Quantité d'eau moyenne employée pour le lavage des outils	11 litres / jour-productif	données calculées à partir des résultats de l'étude « DCE artisanat » du CNIDEP
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)	
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"> <li>• Aquanettoyage (en remplacement d'une technologie de nettoyage à sec)</li> <li>• Lavage en lave-linge</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Le lavage en lave-linge concerne tous les pressings (lave-linges couettes)</li> </ul>
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"> <li>• Aquanettoyage : 7,5 cycles réalisés par semaine</li> <li>• Lave-linge : 5 cycles réalisés par semaine</li> </ul>	données issue de l'étude DCE
Quantité d'eau moyenne employée pour un cycle de lavage	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Aquanettoyage : en moyenne 90 litres / cycle</li> <li>• Lave-linge : en moyenne 45 litres / cycle</li> </ul>	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 peinture

Code Sandre	Paramètres	Unité	REJET RESEA U	REJET RESEA U	REJET RESEA U	REJET RESEA U	REJET RESEA U	REJET RESEA U	REJET RESEA U	nombre d'occurrences du	Minimum	Maximum	Moyenne	écart-type	Unité	Nombre de litres consommés / jour	Nombre annuel de jours travaillé	Nombre de produits sur l'EMS	Facteur de division d'unité	Minimum	Maximum	Moyenne
1305	Matières en suspension	mg/l	1400	4800	2500	1200	2200	1200	4700	7	1200	4800	2571,43	1569,20	kg/l	20	225	1164	1000000	6285,60	25142,40	13469,14
1314	Demande chimique en oxygène	mg O2/l	2670	4700	7350	6640	5500	4870	2360	7	2360	7350	4870,00	1864,10	kg/l	20	225	1164	1000000	12361,68	38499,30	25509,06
1313	Demande biochimique en oxygène	mg O2/l	470	500	290	1090	200	630	340	7	200	1090	502,86	295,96	kg/l	20	225	1164	1000000	1047,60	5709,42	2633,97
1841	Carbone organique total	mg C/l	69,6	718,6	678,6	398,6	178,6	3198,6	858,6	7	69,6	3198,6	871,60	1066,38	kg/l	20	225	1164	1000000	364,56	16754,27	4565,44
1319	Azote Kjeldahl	mg N/l	5,4	21	132	40	5,2	35	48	7	5,2	132	40,94	43,43	kg/l	20	225	1164	1000000	27,24	691,42	214,46
1335	Ammonium	mg N/l	< 0,5	7	2,3	3,5	4,6	5	31	6	2,3	31	8,90	10,94	kg/l	20	225	1164	1000000	12,05	162,38	46,62
1340	Nitrates	mg N/l	< 0,50	< 0,50	< 0,50	< 0,50	< 0,50	7,5	< 0,50	1	7,5	7,5	7,50	Non pertinent	kg/l	20	225	1164	1000000	39,29	39,29	39,29
1339	Nitrites	mg N/l	0,29	0,047	0,097	0,14	0,3	1,4	< 0,010	6	0,047	1,4	0,38	0,51	kg/l	20	225	1164	1000000	0,25	7,33	1,99
1551	Azote global (NTK + NO2 + NO3)	mg N/l	4,59	19,947	130,997	39,04	4,4	43,9	46,9	7	4,4	130,997	41,40	43,31	kg/l	20	225	1164	1000000	23,05	686,16	216,83
1350	Phosphore total	mg P/l	1,2	< 0,5	1,6	0,6	8,4	1	1,3	6	0,6	8,4	2,35	2,98	kg/l	20	225	1164	1000000	3,14	44,00	12,31
1458	Anthracène	µg/l	< 0,008	< 0,007	0,013	< 0,008	< 0,007	< 0,008	< 0,01	1	0,013	0,013	0,01	Non pertinent	kg/l	20	225	1164	1000000000	0,00	0,00	0,00
2916	2,2',4,4',5-pentaBDE (BDE99)	µg/l	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,050	< 0,050	< 0,05	0	< 0,05	< 0,05	Non pertinent		kg/l	20	225	1164	1000000000			
2915	2,2',4,4',6-pentaBDE (BDE100)	µg/l	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,050	< 0,050	< 0,05	0	< 0,05	< 0,05	Non pertinent		kg/l	20	225	1164	1000000000			
6616	2-bis-éthylhexylphthalate	µg/l	< 0,5	< 0,5	< 0,71	12	3	0,52	2,77	4	0,52	12	4,57	5,08	kg/l	20	225	1164	1000000000	0,00	0,06	0,02
1115	Benzo (a) pyrène (3,4)	µg/l	< 0,008	< 0,007	< 0,009	< 0,008	< 0,007	< 0,008	< 0,007	0	< 0,007	< 0,009	Non pertinent		kg/l	20	225	1164	1000000000			
1116	Benzo (b) fluoranthène (3,4)	µg/l	< 0,008	< 0,007	< 0,009	< 0,008	< 0,007	< 0,008	< 0,007	0	< 0,007	< 0,009	Non pertinent		kg/l	20	225	1164	1000000000			
1118	Benzo (g,h,i) perylène (1,12)	µg/l	< 0,008	< 0,007	< 0,009	< 0,008	< 0,007	< 0,008	< 0,007	0	< 0,007	< 0,009	Non pertinent		kg/l	20	225	1164	1000000000			
1117	Benzo (k) fluoranthène (11,12)	µg/l	< 0,008	< 0,007	< 0,009	< 0,008	< 0,007	< 0,008	< 0,007	0	< 0,007	< 0,009	Non pertinent		kg/l	20	225	1164	1000000000			
1388	Cadmium	mg Cd/l	< 0,001	< 0,001	< 0,001	0,003	< 0,001	< 0,001	< 0,001	1	0,003	0,003	0,00	Non pertinent	kg/l	20	225	1164	1000000	0,02	0,02	0,02
1955	Chloroalcanes C10-C13	µg/l	< 3	< 3	< 3	< 12	< 3	< 3	< 11,9	0	< 3	< 12	Non pertinent		kg/l	20	225	1164	1000000000			
7128	Somme	µg/l	< 0,050	< 0,050	< 0,050	< 0,050	< 0,050	< 0,050	< 0,050	0	< 0,050	< 0,050	Non pertinent		kg/l	20	225	1164	1000000000			
1199	Hexachlorobenzène	µg/l	< 0,008	< 0,007	< 0,011	< 0,008	< 0,007	< 0,008	< 0,007	0	< 0,007	< 0,011	Non pertinent		kg/l	20	225	1164	1000000000			
1652	Hexachlorobutadiène	µg/l	< 0,053	< 0,052	< 0,056	< 0,053	< 0,052	< 0,053	< 0,052	0	< 0,052	< 0,056	Non pertinent		kg/l	20	225	1164	1000000000			
1204	Indéno (1,2,3-c,d) pyrène	µg/l	< 0,008	< 0,007	< 0,009	< 0,008	< 0,007	< 0,008	< 0,007	0	< 0,007	< 0,009	Non pertinent		kg/l	20	225	1164	1000000000			
1387	Mercur	mg Hg/l	< 0,0002	< 0,0002	< 0,0002	< 0,0002	< 0,0002	< 0,0002	< 0,0002	0	< 0,0002	< 0,0002	Non pertinent		kg/l	20	225	1164	1000000			
5474	4-n-nonylphénol	µg/l	< 0,10	< 0,10	< 0,55	< 0,58	< 0,10	< 0,10	< 0,10	0	< 0,10	< 0,58	Non pertinent		kg/l	20	225	1164	1000000000			
6369	(NP2OE)	µg/l	< 0,10	< 0,10	< 0,55	< 0,58	< 0,10	< 0,10	< 0,10	0	< 0,10	< 0,58	Non pertinent		kg/l	20	225	1164	1000000000			
6366	(NP1OE)	µg/l	< 0,10	< 0,10	< 0,55	< 0,58	< 0,10	< 0,10	< 0,10	0	< 0,10	< 0,58	Non pertinent		kg/l	20	225	1164	1000000000			
6598	ramifiés	µg/l	0,22	0,28	0,82	1,6	< 0,13	0,31	0,15	6	0,15	1,6	0,56	0,56	kg/l	20	225	1164	1000000000	0,00	0,01	0,00
1243	PCB 118	µg/l	< 0,006	< 0,005	< 0,006	< 0,006	< 0,006	< 0,006	< 0,006	0	< 0,005	< 0,006	Non pertinent		kg/l	20	225	1164	1000000000			
1888	Pentachlorobenzène	µg/l	< 0,01	< 0,01	< 0,02	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	0	< 0,01	< 0,02	#DIV/0!		kg/l	20	225	1164	1000000000			
6561	Sulfonate de perfluorooctane	µg/l	< 0,1	< 0,098	< 0,102	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,108	0	< 0,098	< 0,108	#DIV/0!		kg/l	20	225	1164	1000000000			
2879	Tributylétain cation	µg/l	< 0,02	< 0,02	< 0,02	0,12	0,031	< 0,02	< 0,02	2	0,031	0,12	0,08	0,06	kg/l	20	225	1164	1000000000	0,00	0,00	0,00
1114	Benzène	µg/l	< 0,50	< 0,50	< 0,50	< 0,50	< 0,50	0,57	< 0,50	1	0,57	0,57	0,57	Non pertinent	kg/l	20	225	1164	1000000000	0,00	0,00	0,00
1135	Chloroforme	µg/l	< 1,0	< 1,0	< 1,0	< 1,0	< 1,0	< 1,0	< 1,0	0	< 1,0	< 1,0	Non pertinent		kg/l	20	225	1164	1000000000			
1161	1,2-dichloroéthane	µg/l	< 1,0	< 1,0	< 1,0	< 1,0	< 1,0	< 1,0	< 1,0	0	< 1,0	< 1,0	Non pertinent		kg/l	20	225	1164	1000000000			
1168	Dichlorométhane	µg/l	< 5,0	< 5,0	< 5,0	< 5,0	< 5,0	< 5,0	< 5,0	0	< 1,0	< 1,0	Non pertinent		kg/l	20	225	1164	1000000000			
2919	2,2',4,4',6-tetraBDE-BDE47	µg/l	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,050	< 0,050	< 0,05	0	< 0,05	< 0,05	Non pertinent		kg/l	20	225	1164	1000000000			
2912	2,2',4,4',5,5'-hexaBDE-BDE153	µg/l	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,050	< 0,050	< 0,05	0	< 0,05	< 0,05	Non pertinent		kg/l	20	225	1164	1000000000			
2911	2,2',4,4',5,6'-hexaBDE-BDE154	µg/l	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,050	< 0,050	< 0,05	0	< 0,05	< 0,05	Non pertinent		kg/l	20	225	1164	1000000000			
2910	BDE183	µg/l	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,050	< 0,050	< 0,05	0	< 0,05	< 0,05	Non pertinent		kg/l	20	225	1164	1000000000			
1815	BDE209	µg/l	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,050	< 0,050	3	1	3	3	3,00	Non pertinent	kg/l	20	225	1164	1000000000	0,02	0,02	0,02
1177	Diuron	µg/l	0,13	0,04	< 0,035	< 0,04	< 0,039	< 0,038	0,06	3	0,04	0,13	0,08	0,05	kg/l	20	225	1164	1000000000	0,00	0,00	0,00
1191	Fluoranthène	µg/l	< 0,008	< 0,007	< 0,009	< 0,008	< 0,007	< 0,008	< 0,007	0	< 0,007	< 0,009	Non pertinent		kg/l	20	225	1164	1000000000			
1517	Naphtalène	µg/l	0,23	0,018	0,051	0,19	< 0,012	< 0,0128	0,037	5	0,018	0,23	0,11	0,10	kg/l	20	225	1164	1000000000	0,00	0,00	0,00
1386	Nickel	mg Ni/l	0,02	< 0,005	0,009	< 0,005	0,01	< 0,005	0,48	4	0,009	0,48	0,13	0,23	kg/l	20	225	1164	1000000	0,05	2,51	0,68
1959	4-tert-octylphénol	µg/l	0,15	< 0,10	< 0,55	< 0,58	< 0,10	< 0,10	2,7	2	0,15	2,7</										



### 13. Annexe 04 : Grille de critères de sélection des peintres participants au projet

CRITERES DE CHOIX DES PEINTRES LUMIEAU	Réponse de l'entreprise	COMMENTAIRES
Entreprise localisée sur l'EMS?		
Activité (chantiers intérieurs ET extérieur, tout type de chantier..)?		
Quels produits utilisent-ils? peintures, lasures, vernis, vitrificateurs, teintes		
A quelle fréquence exercent-ils ces activités d'application de produits ?		
Quels sont leurs outils: pinceau, rouleau, pistolet...?		* La présence ou l'absence d'une cabine de peinture (station de pistolage) n'est pas importante, sauf si cabine à rideau d'eau: voir le devenir des eaux souillées.
Comment nettoient-ils leurs outils ?		
Ont-ils une machine de nettoyage des outils ?		Si non, choisir de préférence un artisan qui veut une telle machine S'ils en ont une, pas besoin de solliciter un fournisseur pour un prêt.
Connaissent-ils les machines de nettoyage des outils?		
Font-ils du prétrempage de leurs outils?		
Les outils sont-ils nettoyés sur chantier, à l'entreprise ou les 2?		
Sont-ils d'accord pour tester des produits de substitution ?		
Considèrent-ils qu'ils en utilisent déjà?		



#### 14. Annexe 05 : Tableau de suivi d'utilisation du démonstrateur avec des peintures classiques

N°	Date du nettoyage	Type de peintures utilisées sur le chantier (acrylique, vinylique...) ET/OU usage (salon, cuisine...)	Commentaires (problèmes...)
1			
2			
3			
4			
5			

## 15. Annexe 06 : 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) Connaissez-vous votre obligation d'avoir un (pré-)traitement pour vos effluents ? .....

Connaissez-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

## 16. Annexe 07 : Exemple de tableau de résultats de l'outil de hiérarchisation du risque chimique

LUMIEAU Tableau de synthèse de hiérarchisation des peintures																
Peintre LUMIEAU utilisateur	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										Re mar	
					Classe de danger pour la santé	Classe de danger physique	Classe d'impact d'atteinte à la personne	Classe de danger pour l'environnement	Classe d'exposition des sphères environnement	Classe d'impact santé-environnement	Classe de danger santé-environnement	Classe de danger santé-environnement avec facteur PBT vPvB	Classe de danger : présence de substances LUMIEAU ou prioritaires DCE ou autres dangers	Classe d'impact risque chimique		
Dupont	Peinture silicate en dispersion	Fabricant 1	Peinture intérieure + extérieure minérale silicatée	juin-16	4	3	4	4	1	3	4	4	4	4		
Dupont	Peinture à la chaux	Fabricant 2	Peinture intérieure à la chaux	juin-16	2	3	2	2	1	1	1	1	1	1	1	Contient 1 substance classée H400 H410 (nonylphenol)
Dupont	Peinture minérale à base de double liant sol-silicate	Fabricant 3	Peinture extérieure minérale silicatée	juin-16	4	3	4	4	1	3	4	4	4	4		
Dupont	peinture	Fabricant 4	Peinture intérieure	juin-16	4	3	4	4	1	3	4	4	2	4	Contient 1 substance classée H400	
Dupont	peinture acrylique	Fabricant 5	Peinture intérieure	juin-16	4	3	4	4	1	3	4	4	2	4	Contient 1 substance classée H400	
Dupont	peinture en dispersion à base de styrène-acrylique	Fabricant 6	Peinture intérieure	juin-16	4	3	4	4	1	3	4	4	0	3	Contient 2 substances classées H400 + 1 substance classée H400 et H410	
Morel	peinture acrylique	Fabricant 7	Peinture intérieure	juil-16	4	3	4	4	1	3	4	4	1	3	Contient 1 substance classée H400 + 1 substance classée H400 et H410	
Morel	peinture acrylique	Fabricant 8	Peinture intérieure	juil-16	2	3	2	4	1	3	3	3	1	2	Contient 1 substance classée H400 + 1 substance classée H400 et H410 Contient 2 subst.classée poss.cancérogène par 197 resp. 372 déposants REACH, soumises à VLEP	
Morel	peinture acrylique	Fabricant 9	Peinture intérieure	juil-16	4	3	4	4	1	3	4	4	2	4	Contient 1 substance classée H400 + H410	

### Annexe 08 : Tableau de suivi d'utilisation du démonstrateur avec des peintures de substitution

N°	Date du nettoyage	Type de peintures utilisées sur le chantier (acrylique, vinylique...) ET/OU usage (salon, cuisine...)	Commentaires (problèmes...)
1			
2			
3			
4			
5			



## 17. Annexe 09 : Argumentaire à destination des organisations professionnelles.

### Argumentaire à destination des organisations professionnelles

#### Aide à la sélection d'artisans volontaires dans le métier de : la PEINTURE en Bâtiment



##### 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'après 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 financiers 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 la peinture en bâtiment

Les peintures hydrodiluables sont des produits toxiques compte-tenu du fait qu'elles contiennent :

- Des **liants**, non biodégradables ;
- Des **métaux** (notamment cuivre, zinc et nickel) qui vont accroître le phénomène de bioaccumulation dans les boues de stations d'épuration (qui ne seront plus valorisables en filière agricole) et dans le milieu naturel (au niveau de la faune et de la flore provoquant ainsi des intoxications chroniques et aiguës) ;
- Des **solvants** (en quantités beaucoup plus réduites que les peintures en phase solvantée) qui vont perturber le bon fonctionnement des stations d'épuration et du milieu naturel.



Les machines de nettoyage des outils souillés de peinture testées par le CNIDEP sont adaptées à toutes les entreprises artisanales de peinture en bâtiment.

Ces machines permettent de nettoyer les rouleaux, brosses et autres matériels souillés de peinture.

Les machines de nettoyage des outils souillés de peinture testées par le CNIDEP sont adaptées à toutes les entreprises artisanales de peinture en bâtiment.

Ces machines permettent de nettoyer les rouleaux, brosses et autres matériels de souillés de peinture.

Le principe de traitement ces machines est basé soit :

- sur une floculation-filtration des eaux de nettoyage qui après filtration sont réutilisées en circuit fermé sur une dizaine de cycle de nettoyage avant d'être rejetées dans le réseau d'assainissement,
- sur le nettoyage en circuit fermé par une éco-solution, cette dernière étant filtrée pour permettre sa réutilisation. Quand l'éco-solution a perdu tout pouvoir nettoyant, celle-ci doit être éliminée comme un déchet dangereux.

Machines fonctionnant par floculation et avec un rejet réseau après une dizaine de cycles de lavages :



Machine fonctionnant avec une éco-solution en circuit fermé :





## 18. Annexe 10 : Résultats des analyses physico-chimiques obtenus dans l'entreprise 1.

LEGENDE pour les substances recherchées	
paramètre	Substance classée dangereuse prioritaire (directive 2013/39/CEE modifiant les directives 2000/60/CE et 2008/105/CE)
paramètre	Substance classée prioritaire (directive 2013/39/CEE modifiant les directives 2000/60/CE et 2008/105/CE)
paramètre	Substance présente dans les listes I et II de la Directive 76/464/CEE
paramètre	Substance présente dans la liste de la circulaire DEB du 29 septembre 2010 (RSDE 2 <sup>ème</sup> phase STEU)
paramètre	Substance non classée dans la DCE

LEGENDE pour les rendements	
xxx	Concentration relevée supérieure au seuil maximal fixé par le règlement d'assainissement de l'EMS
rendement	rendements inférieurs à -30%
Rendement	rendements compris entre -30% et 30%
Rendement	rendements compris entre 30% et 70%
Rendement	rendements supérieurs à 70%
Calcul non exploitable	rendement ne pouvant pas être calculé à cause des incertitudes liées aux données
substance non quantifiée	rendement impossible à calculer
	Substance non recherchée dans les analyses

Famille	Code SANDRE	Paramètre	Unité	Seuil de concentration maximal fixé par le règlement d'assainissement de l'EMS	Produits classiques			Produits de substitution		
					Concentration amont	Concentration aval	Rendement (%)	Concentration amont	Concentration aval	Rendement (%)
Paramètre indiciaire	1551	AZOTE GLOBAL (NTK + NO3 + NO2)	mg/l	150	19,4	17,2	11	32,1	29,9	7

1319	AZOTE KJELDAHL	mg/l	nc	18,5	16	13	30	27,9	7
1340	NITRATES	µg/l	nc	1714	3588	calcul non exploitable	9067	8521	6
1339	NITRITES	µg/l	nc	1538,2	1360	12	299,5	292,8	2
1302	pH A TEMPERATURE CI-DESSOUS	PH	9,5	9	7,4	évolution faible	12,6	12,5	évolution faible
	TEMPERATURE A PRISE DU pH	DEGC	30	20,1	20,8	évolution faible	20,3	20,3	évolution faible
	TEMPERATURE DE MESURE	DEGC	nc	20,8	21,2	évolution faible	20,1	19,9	évolution faible
1304	CONDUCTIVITE à 25°C	MS/CM	nc	3730	4040	évolution faible	9370	8230	évolution faible
1106	AOX	mg/l	1	0,06	0,08	-33	<0,04	<0,01	substance non quantifiée
1305	MATIERES EN SUSPENSION	mg/l	600	3034	129	96	3771	36	99
1314	DEMANDE CHIMIQUE EN OXYGENE	mg/l	2000	2290	1575	31	1280	726	43
1313	DEMANDE BIOLOGIQUE EN OXYGENE 5 JOURS	mg/l	nc	450	340	24	450	400	11
	DCO/DBO5		nc	5,1	4,6	9	2,8	1,8	36
1337	CHLORURES	mg/l	750	53	52	2	43	45	-5
1338	SULFATE	mg/l	nc	1972	2081	-5	651	731	-12
1390	CYANURE TOTAL	mg/l	0,1	<0,005	<0,005	substance non quantifiée	<0,005	<0,005	substance non quantifiée
7073	FLUORURE	mg/l	15	<0,1	<0,1	substance non quantifiée	0,1	0,1	calcul non exploitable
1440	INDICE PHÉNOL	mg/l	0,3	0,04	0,05	calcul non exploitable	0,01	0,01	calcul non exploitable
7009	INDICE HYDROCARBURE	mg/l	5	0,04	<0,02	calcul non exploitable	<0,02	0,05	calcul non exploitable

Alkylphénol	1959	Para-tertoctylphenol = 4-TER-OCTYLPHENOL	µg/l	nc	< 0,195	<0,05	substance non quantifiée	0,243	0,3	calcul non exploitable
	1920	4-N-OCTYLPHENOL	µg/l	nc	< 0,195	<0,05	substance non quantifiée	<0,1329	<0,05	substance non quantifiée
	6366	NP1OE	µg/l	nc	< 0,3897	<0,1	substance non quantifiée	<0,3658	<0,1	substance non quantifiée
	6369	NP2OE	µg/l	nc	< 0,3897	<0,1	substance non quantifiée	<0,2658	<0,1	substance non quantifiée
	6370	OP1OE	µg/l	nc	< 0,3897	<0,1	substance non quantifiée	<0,2658	<0,1	substance non quantifiée
	6371	OP2OE	µg/l	nc	< 0,3897	<0,1	substance non quantifiée	<0,2658	<0,1	substance non quantifiée
	6598	NONYLPHENOLS	µg/l	nc	2,7	1	63	1,6	3	-85
	6600	Octylphenols	µg/l	nc	<0,390	<0,1	substance non quantifiée	<0,2534	0,3	calcul non exploitable
PBDE	1815	BDE 209 (2,2',3,3',4,4',5,5',6,6'-Décabromodiphényl éther)	µg/l	nc	<0,05	<0,05	substance non quantifiée	<0,05	<0,05	substance non quantifiée
BTX	1114	BENZENE	µg/l	nc	<1	<1	substance non quantifiée	<1	<1	substance non quantifiée
	1633	ISOPROPYLBENZENE	µg/l	nc	<1	<1	substance non quantifiée	<1	<1	substance non quantifiée
		M+P-XYLENE	µg/l	nc	<1	<1	substance non quantifiée	<1	<1	substance non quantifiée
	1292	O_XYLENE	µg/l	nc	<1	<1	substance non quantifiée	<1	<1	substance non quantifiée
	1780	SOMME DES XYLENES	µg/l	nc	<2	<2	substance non quantifiée	<2	<2	substance non quantifiée
	1278	TOLUENE	µg/l	nc	<1	<1	substance non quantifiée	<1	<1	substance non quantifiée
	1497	ETHYLBENZENE	µg/l	nc	2,2	<1	calcul non exploitable	<1	<1	substance non quantifiée
Chlorobenzène	1467	CHLOROBENZENE	µg/l	nc	<1	<1	substance non quantifiée	<1	<1	substance non quantifiée

	1165	1,2-DICHLOROBENZENE	µg/l	nc	<1	<1	substance non quantifiée	<1	<1	substance non quantifiée
	1164	1,3-DICHLOROBENZENE	µg/l	nc	<1	<1	substance non quantifiée	<1	<1	substance non quantifiée
	1166	1,4-DICHLOROBENZENE	µg/l	nc	<1	<1	substance non quantifiée	<1	<1	substance non quantifiée
	1630	1,2,3-TRICHLOROBENZENE	µg/l	nc	<1	<1	substance non quantifiée	<1	<1	substance non quantifiée
	1283	1,2,4-TRICHLOROBENZENE	µg/l	nc	<1	<1	substance non quantifiée	<1	<1	substance non quantifiée
	1629	1,3,5-TRICHLOROBENZENE	µg/l	nc	<1	<1	substance non quantifiée	<1	<1	substance non quantifiée
HAP	1115	BENZO_A_PYRENE	µg/l	nc	< 0,0111	<0,01	substance non quantifiée	<0,0111	<0,01	substance non quantifiée
	1116	BENZO_B_FLUORANTHENE	µg/l	nc	< 0,013	<0,01	substance non quantifiée	<0,0111	<0,01	substance non quantifiée
	1117	BENZO_K_FLUORANTHENE	µg/l	nc	< 0,0111	<0,01	substance non quantifiée	<0,0111	<0,01	substance non quantifiée
	1118	BENZO_GHI_PERYLENE	µg/l	nc	< 0,0111	<0,01	substance non quantifiée	<0,0111	<0,01	substance non quantifiée
	1191	FLUORANTHENE	µg/l	nc	< 0,0239	<0,01	substance non quantifiée	<0,0164	<0,01	substance non quantifiée
	1204	INDENO_123CD_PYRENE	µg/l	nc	< 0,0111	<0,01	substance non quantifiée	<0,0111	<0,01	substance non quantifiée
	1453	ACENAPHTENE	µg/l	nc	< 0,0166	<0,01	substance non quantifiée	<0,0163	0,02	calcul non exploitable
	1458	ANTHRACENE	µg/l	nc	< 0,0196	<0,01	substance non quantifiée	<0,0126	<0,01	substance non quantifiée
	1517	NAPHTALENE	µg/l	nc	< 0,0611	<0,05	substance non quantifiée	<0,0604	<0,05	substance non quantifiée
	1524	PHENANTHRENE	µg/l	nc	0,1	0,04	calcul non exploitable	0,03	0,04	calcul non exploitable

Organoétain	2542	MONOBUTYL ETAIN CATION	µg/l	nc	0,2	<0,02	94	<0,1638	<0,1	substance non quantifiée
	7074	DIBUTYL ETAIN CATION	µg/l	nc	< 0,0333	<0,02	substance non quantifiée	14,8	0,255	98
	2879	TRIBUTYL ETAIN CATION	µg/l	nc	1,153	<0,02	99	<0,0204	<0,02	substance non quantifiée
	6372	TRIPHENYL ETAIN CATION	µg/l	nc	< 0,0333	<0,02	substance non quantifiée	<0,0238	<0,1	substance non quantifiée
PCB	1239	PCB_28	µg/l	nc	< 0,0128	<0,01	substance non quantifiée	<0,0289	<0,01	substance non quantifiée
	1241	PCB_52	µg/l	nc	< 0,0128	<0,01	substance non quantifiée	<0,0289	<0,01	substance non quantifiée
	1242	PCB_101	µg/l	nc	< 0,0128	<0,01	substance non quantifiée	<0,0289	<0,01	substance non quantifiée
	1243	PCB_118	µg/l	nc	< 0,0128	<0,01	substance non quantifiée	<0,0289	<0,01	substance non quantifiée
	1244	PCB_138	µg/l	nc	< 0,0128	<0,01	substance non quantifiée	<0,0289	<0,01	substance non quantifiée
	1245	PCB_153	µg/l	nc	< 0,0128	<0,01	substance non quantifiée	<0,0289	<0,01	substance non quantifiée
	1246	PCB_180	µg/l	nc	< 0,0128	<0,01	substance non quantifiée	<0,0289	<0,01	substance non quantifiée
COHV	1702	FORMALDEHYDE	µg/l	nc	120	110	8	<1	<1	substance non quantifiée
Phtalates	6616	DEHP DI(ETHYLHEXYL)PHTALATE	µg/l	nc	< 1,8502	<1	substance non quantifiée	<1,3618	<1	substance non quantifiée
Autres	6561	PFOS Acide Perfluorooctanesulfonique	µg/l	nc	<0,01	<0,01	substance non quantifiée	<0,1	<0,3	substance non quantifiée
Métaux	1370	ALUMINIUM	µg/l	2500	6083	4764	22			calcul non exploitable
	1376	ANTIMOINE	µg/l	nc	0,52	1,55	-198	1,4	0,17	calcul non exploitable
		ARGENT	µg/l	nc	1,68	3,75	calcul non exploitable	<1	<1	substance non quantifiée
	1369	ARSENIC	µg/l	50	<5	6,87	calcul non exploitable	12,29	<5	calcul non exploitable

1377	BERYLLIUM	µg/l	nc	<0,1	<0,1	substance non quantifiée	<0,1	<0,1	substance non quantifiée
1388	CADMIUM	µg/l	200	0,56	11	-1864	0,19	<0,1	calcul non exploitable
1371	CHROME	µg/l	500	67,41	10,75	84	14,28	<0,5	98
1379	COBALT	µg/l	nc	50,25	42,84	15	534,5	5,48	98
1392	CUIVRE	µg/l	500	162,2	62,8	61	123,8	87,4	29
1380	ETAIN	µg/l	nc	<5	<5	substance non quantifiée	7,06	<5	calcul non exploitable
1393	FER	µg/l	2500	16098	439,7	97	10972	20,26	99
1394	MANGANESE	µg/l	1000	6407	61,74	99	1361	<5	99
1387	MERCURE	µg/l	50	<0,5	<0,5	substance non quantifiée	<0,5	<0,5	substance non quantifiée
1395	MOLYBDENE	µg/l	nc	11,62	15,4	-32	5,2	5,15	1
1386	NICKEL	µg/l	500	222	176,8	20	1175	157	87
1382	PLOMB	µg/l	500	14,19	8,22	calcul non exploitable	9,16	<2	calcul non exploitable
1385	SELENIUM	µg/l	nc	0,9	1,45	calcul non exploitable	0,62	0,5	calcul non exploitable
2555	THALLIUM	µg/l	nc	<0,5	<0,5	substance non quantifiée	<0,5	<0,5	substance non quantifiée
1373	TITANE	µg/l	nc	441,9	26,07	94	1401	16,26	99
2558	URANIUM	µg/l	nc	2,4	1,18	calcul non exploitable	<1	<1	substance non quantifiée
1384	VANADIUM	µg/l	nc	<50	<50	substance non quantifiée	<0,5	<0,5	substance non quantifiée
1383	ZINC	µg/l	2000	248,4	198,8	20	725,4	13,98	98

## 19. Annexe 11 : Partie du rapport de Tronico Vigicell présentant les résultats chiffrés obtenus pour les bioessais en entreprise 1

### 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 PVDF (réf SCGVU11RE) 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
Amont peintre 1	8.73	7.77	3.42	Trouble opaque beige, mousse à l'agitation
Aval peintre 1	7.73		3.53	Trouble blanchâtre grumeaux, mousse à l'agitation
Amont peintre 2	?	6	7.42	Trouble blanchâtre
Aval peintre 2	?	6.4	6.77	Limpide avec agglomérat

? : pH non mesurable mais hors des limites de travail

#### L'aspect

Les deux échantillons Amont se caractérisent par de très grande quantité de particules en suspensions. Ces particules sédimentent en partie et constitues plus d'1 centimètre de dépôt au fond des flacons.

Néanmoins, seuls les échantillons d'effluents Amont et Aval de peinture dite standard expriment une propension à mousser. Cette propriété est symptomatique de la possible présence de tensioactifs (émulsifiants, antiseptiques, dispersants,...) dont l'effet sur les parois membranaires est connu.

#### La filtration

L'échantillon Amont peintre 1 notamment fût extrêmement difficile à filtrer à cause de ces particules. Cet échantillon à requis la mise en œuvre de plusieurs filtres 11µm (3), 0.8 µm (3) et 0.22 µm (5) au lieu d'un seul filtre 0.22 µm avant de parvenir à un résultat acceptable.( voir photo ci-dessous)



L'échantillon Aval peintre 1 fût légèrement moins difficile à filtrer que l'échantillon Amont peintre 1. Il a néanmoins fallut utiliser 1 filtre à 11  $\mu\text{m}$ , 5 filtres à 0.8  $\mu\text{m}$  et 2 filtres à 0.22  $\mu\text{m}$  au lieu d'un seul filtre 0.22  $\mu\text{m}$  sur effluent entrant en STEP.



*Moyens mobilisés pour conditionner l'échantillon Amont peintre 1*

Les échantillons issus de l'atelier utilisant des peintures dites "écologiques" n'ont pas posés de difficulté à la filtration bien qu'un dépôt de particules était aussi visible dans l'échantillon Amont.

#### Le pH

Dans le cas des échantillons issus de l'atelier utilisant des peintures dites "écologiques", la mesure du pH s'est, en revanche, avérée complexe au point d'être impossible au regard des moyens déployés. Un ajustement du pH au goutte à goutte acide à donc été réalisé afin d'amener ce paramètre dans une zone compatible avec les contraintes des bio-essais.

Dans le cas des échantillons d'effluents de lavage de peintures dites "standards", le pH basique de l'échantillon Amont a été ajusté à l'acide pour l'amener dans la zone compatible avec les contraintes des bio-essais.

Le pH de l'échantillon aval n'a pas eu besoin de subir d'ajustement.

#### La conductivité



Ce paramètre est très différent d'un type d'effluents de lavage de peinture à l'autre et ce bien plus qu'entre l'amont et l'aval pour chaque type d'échantillon.

Seuls les échantillons Peintre 2 expriment une diminution de la charge ionique de l'effluent suite au traitement.

Dans tous les cas, les charges ioniques des échantillons restent très importants, témoignant d'une très fortes présences de substances en solution, donc susceptibles d'avoir un impact sur le vivant.

## 6.2 Bio-essais

Dans le respect de la procédure en aveugle (absence d'informations relatives à ces échantillons) 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 (Panels PE et Génotox).



## 9.2 Synthèse résultats des dilutions (% = taux de dilution)

Panel de génotoxicité cellules humaines

Cytotoxicité	Eucaryote humain M	Eucaryote humain NM
Peintre 1 amont	Oui (à 50 %)	Oui (à 50 % et 20 %)
Peintre 1 aval	Ø	Oui (à 50 % et 20 %)
Peintre 1 aval refiltré	Ø	Oui (à 50 % et 20 %)
Peintre 2 amont	Oui (à 50 % et 20 %)	Ø (à 50 % et 20 %)
Peintre 2 aval	Oui (à 50 %)	Ø (à 50 % et 20 %)

Génotoxicité	Eucaryote humain M	Eucaryote humain NM
Peintre 1 amont	Ø (à 20 %)	Ø (à 10 %)
Peintre 1 aval	Oui (à 50 %)	Ø (à 10 %)
Peintre 1 aval refiltré	Oui (à 50 %)	Ø (à 10 %)
Peintre 2 amont	Non interprétable	Oui (à 50 %)
Peintre 2 aval	Non interprétable	Oui (à 50 %)

Panel de perturbations endocriniennes

Détails P.E cellules humaines

Cytotoxicité	Oestrogène	Androgène	Thyroïdien
Peintre 1 amont	Oui à 64 %	Oui (à 64, 30, 10 et 5%)	Oui (à 64 et 30 %)
Peintre 1 aval	Oui à 64 %	Oui (à 64, 30, 10 et 5%)	Oui (à 64 et 30 %)
Peintre 2 amont	Ø	Oui (à 64, 30, 10 et 5%)	Oui (à 64 et 30 %)
Peintre 2 aval	Oui à 64 %	Oui (à 64, 30, 10 et 5%)	Oui (à 64 et 30 %)

Certains des modèles résistent mieux que d'autres à l'impact cytotoxique, mais.....

P.E	Oestrogène	Androgène	Thyroïdien
Peintre 1 amont	Non interprétable	Non interprétable	Non interprétable
Peintre 1 aval	Non interprétable	Non interprétable	Non interprétable
Peintre 2 amont	Oui à 64 %	Non interprétable	Non interprétable
Peintre 2 aval	Non interprétable	Non interprétable	Non interprétable

...aucun des modèles ne permet de conclure quand à un impact P.E au regard de l'existence d'effets qui, aux concentrations non cytotoxiques, interfèrent avec l'indicateur métabolique suivi.

## 20. Annexe 12 : Résultats des analyses faites sur les produits bruts en entreprise 1.

LEGENDE pour les substances recherchées	
paramètre	Substance classée dangereuse prioritaire (directive 2013/39/CEE modifiant les directives 2000/60/CE et 2008/105/CE)
paramètre	Substance classée prioritaire (directive 2013/39/CEE modifiant les directives 2000/60/CE et 2008/105/CE)
paramètre	Substance présente dans les listes I et II de la Directive 76/464/CEE
paramètre	Substance présente dans la liste de la circulaire DEB du 29 septembre 2010 (RSDE 2 <sup>ème</sup> phase STEU)
paramètre	Substance non classée dans la DCE

				Analyse des produits bruts	
				classiques	substitution
Famille	Code SANDRE	Paramètre	Unité	Substance présente dans le produit brut Guittet (dilué au 10e) si > LQ	Substance présente dans le produit brut Innotop Keim (dilué au 10e) si > LQ
Paramètre indiciaire	1551	AZOTE GLOBAL (NTK + NO3 + NO2)	mg/l	700	1230
	1319	AZOTE KJELDAHL	mg/l	700	1230
	1340	NITRATES	µg/l	< LQ = 73000	<LQ=73000
	1339	NITRITES	µg/l	< LQ = 73000	<LQ=73000
	1302	pH A TEMPERATURE CI-DESSOUS	PH	9	10
		TEMPERATURE A PRISE DU pH	DEGC	nc	nc
		TEMPERATURE DE MESURE	DEGC	21	24
	1304	CONDUCTIVITE à 25°C	MS/CM	0,303 mS/cm	0,397mS/cm
	1106	AOX	mg/l	< LQ = 5	<LQ=5
	1305	MATIERES EN SUSPENSION	mg/l	491000	581230
	1314	DEMANDE CHIMIQUE EN OXYGENE	mg/l	109781	166000
	1313	DEMANDE BIOLOGIQUE EN OXYGENE 5 JOURS	mg/l	739	<LQ=250
		DCO/DBO5		148,5534506	nc
	1337	CHLORURES	mg/l	125	174
	1338	SULFATE	mg/l	739	601
	1390	CYANURE TOTAL	mg/l	< LQ = 2,8	
	7073	FLUORURE	mg/l	< LQ = 73	<LQ=73

	1440	INDICE PHÉNOL	mg/l	< LQ = 7,299	1,781
	7009	INDICE HYDROCARBURE	mg/l	104	<LQ=1
Alkylphénol	1959	Para-tertoctylphenol = 4-TER-OCTYLPHENOL	µg/l	< LQ = 0,5	2,7
	1920	4-N-OCTYLPHENOL	µg/l	< LQ = 3	<LQ=0,5
	6366	NP1OE	µg/l	< LQ = 1	<LQ=1
	6369	NP2OE	µg/l	< LQ = 1	<LQ=1
	6370	OP1OE	µg/l	< LQ = 1	1
	6371	OP2OE	µg/l	< LQ = 1	<LQ=1
	6598	NONYLPHENOLS	µg/l	< LQ = 0,5	12
	6600	Octylphenols	µg/l	< LQ= 0	3
PBDE	1815	BDE 209 (2,2',3,3',4,4',5,5',6,6'- Décabromodiphényl éther)	µg/l	<LQ=0,4	<LQ=0,5
BTEX	1114	BENZENE	µg/l	<LQ=10	<LQ=10
	1633	ISOPROPYLBENZENE	µg/l	<LQ=10	<LQ=10
		M+P-XYLENE	µg/l	nc	nc
	1292	O_XYLENE	µg/l	nc	nc
	1780	SOMME DES XYLENES	µg/l	<LQ=20	12
	1278	TOLUENE	µg/l	<LQ=10	<LQ=10
	1497	ETHYLBENZENE	µg/l	<LQ=0,1	0,458
Chlorobenzène	1467	CHLOROBENZENE	µg/l	<LQ=10	<LQ=10
	1165	1,2-DICHLOROBENZENE	µg/l	nc	nc
	1164	1,3-DICHLOROBENZENE	µg/l	<LQ=10	<LQ=10
	1166	1,4-DICHLOROBENZENE	µg/l	nc	nc
	1630	1,2,3-TRICHLOROBENZENE	µg/l	<LQ=0,1	<LQ=0,1
	1283	1,2,4-TRICHLOROBENZENE	µg/l	nc	nc

	1629	1,3,5-TRICHLOROBENZENE	µg/l	<LQ=10	12
HAP	1115	BENZO_A_PYRENE	µg/l	<LQ=0,1	2,259
	1116	BENZO_B_FLUORANTHENE	µg/l	<LQ=0,1	0,829
	1117	BENZO_K_FLUORANTHENE	µg/l	3,004	4,018
	1118	BENZO_GHI_PERYLENE	µg/l	<LQ=0,1	<LQ=0,1
	1191	FLUORANTHENE	µg/l	<LQ=0,1	1,932
	1204	INDENO_123CD_PYRENE	µg/l	<LQ=10	<LQ=10
	1453	ACENAPHTENE	µg/l	<LQ=0,1	<LQ=0,1
	1458	ANTHRACENE	µg/l	<LQ=0,1	<LQ=0,1
	1517	NAPHTALENE	µg/l	<LQ=0,1	0,193
	1524	PHENANTHRENE	µg/l	<LQ=0,1	<LQ=0,1
Organoétain	2542	MONOBUTYL ETAIN CATION	µg/l	<LQ=0,2	< LQ=0,2
	7074	DIBUTYL ETAIN CATION	µg/l	<LQ=0,2	< LQ=0,2
	2879	TRIBUTYL ETAIN CATION	µg/l	<LQ=0,2	< LQ=0,2
	6372	TRIPHENYL ETAIN CATION	µg/l	<LQ=0,2	< LQ=0,2
PCB	1239	PCB_28	µg/l	<LQ=0,1	<LQ=0,1
	1241	PCB_52	µg/l	<LQ=0,1	<LQ=0,1
	1242	PCB_101	µg/l	<LQ=0,1	<LQ=0,1
	1243	PCB_118	µg/l	<LQ=0,1	<LQ=0,1
	1244	PCB_138	µg/l	<LQ=0,1	<LQ=0,1
	1245	PCB_153	µg/l	<LQ=0,1	<LQ=0,1
	1246	PCB_180	µg/l	<LQ=0,1	<LQ=0,1
COHV	1702	FORMALDEHYDE	µg/l	0,004	0,014
Phtalates	6616	DEHP DI(ETHYLHEXYL)PHTALATE	µg/l	nc	nc
Autres	6561	PFOS Acide Perfluorooctanesulfonique	µg/l	<LQ=10000	<LQ=10000
Métaux	1370	ALUMINIUM	µg/l	1527000	16617000
	1376	ANTIMOINE	µg/l	450	1027
		ARGENT	µg/l	290	<LQ=182



1369	ARSENIC	µg/l	2440	19930
1377	BERYLLIUM	µg/l	<LQ=181	335
1388	CADMIUM	µg/l	70	<LQ=36
1371	CHROME	µg/l	800	<LQ=181
1379	COBALT	µg/l	<LQ=181	984
1392	CUIVRE	µg/l	1900	5230
1380	ETAIN	µg/l	2830	3810
1393	FER	µg/l	130000	2593000
1394	MANGANESE	µg/l	13000	17160
1387	MERCURE	µg/l	<LQ=36	<LQ=36
1395	MOLYBDENE	µg/l	<LQ=182	271
1386	NICKEL	µg/l	1870	3040
1382	PLOMB	µg/l	200	12600
1385	SELENIUM	µg/l	<LQ=360	<LQ=360
2555	THALLIUM	µg/l	<LQ=181	338
1373	TITANE	µg/l	66029000	84312000
2558	URANIUM	µg/l	429	512
1384	VANADIUM	µg/l	1600	8880
1383	ZINC	µg/l	10690	232000

## 21. Annexe 13 : Résultats des analyses physico-chimiques obtenus dans l'entreprise 2.

LEGENDE pour les substances recherchées	
paramètre	Substance classée dangereuse prioritaire (directive 2013/39/CEE modifiant les directives 2000/60/CE et 2008/105/CE)
paramètre	Substance classée prioritaire (directive 2013/39/CEE modifiant les directives 2000/60/CE et 2008/105/CE)
paramètre	Substance présente dans les listes I et II de la Directive 76/464/CEE
paramètre	Substance présente dans la liste de la circulaire DEB du 29 septembre 2010 (RSDE 2 <sup>ème</sup> phase STEU)
paramètre	Substance non classée dans la DCE

LEGENDE pour les rendements	
xxx	Concentration relevée supérieure au seuil maximal fixé par le règlement d'assainissement de l'EMS
rendement	rendements inférieurs à -30%
Rendement	rendements compris entre -30% et 30%
Rendement	rendements compris entre 30% et 70%
Rendement	rendements supérieurs à 70%
Calcul non exploitable	rendement ne pouvant pas être calculé à cause des incertitudes liées aux données
substance non quantifiée	rendement impossible à calculer
	Substance non recherchée dans les analyses



Produits classiques							
Famille	Code SANDRE	Paramètre	Unité	Seuil de concentration maximal fixé par le règlement d'assainissement de l'EMS	Concentration amont	Concentration aval	Rendement (%)
Paramètre indiciaire	1551	AZOTE GLOBAL (NTK + NO3 + NO2)	mg/l	150	16,6	14,5	13
	1319	AZOTE KJELDAHL	mg/l	nc	14,9	13,6	9
	1340	NITRATES	µg/l	nc	7563	4125	calcul non exploitable
	1339	NITRITES	µg/l	nc	115,9	54,2	53
	1302	pH A TEMPERATURE CI-DESSOUS	PH	9,5	7,7	7,5	évolution faible
		TEMPERATURE A PRISE DU pH	DEGC	30	20,2	20,3	évolution faible
		TEMPERATURE DE MESURE	DEGC	nc	19,4	19,4	évolution faible
	1304	CONDUCTIVITE à 25°C	MCS/CM(=µS/cm?)	nc	883	1507	forte augmentation
	1106	AOX	mg/l	1	<0,05	<0,04	substance non quantifiée
	1305	MATIERES EN SUSPENSION	mg/l	600	159	124	22
	1314	DEMANDE CHIMIQUE EN OXYGENE	mg/l	2000	1350	1101	18

	1313	DEMANDE BIOLOGIQUE EN OXYGENE 5 JOURS	mg/l	nc	130	300	-131
		DCO/DBO5		nc	10,38461538	3,67	Evolution positive moyenne
	1337	CHLORURES	mg/l	750	43	46	-7
	1338	SULFATE	mg/l	nc	215	609	-183
	1390	CYANURE TOTAL	mg/l	0,1	<0,005	<0,005	substance non quantifiée
	7073	FLUORURE	mg/l	15	<0,1	<0,1	substance non quantifiée
	1440	INDICE PHÉNOL	mg/l	0,3	<0,05	<0,1	substance non quantifiée
	7009	INDICE HYDROCARBURE	mg/l	5	0,04	0,04	calcul non exploitable
Alkylphénol	1959	Para-tertoctylphenol = 4-TER- OCTYLPHENOL	µg/l	nc	<0,05	<0,05	substance non quantifiée
	1920	4-N-OCTYLPHENOL	µg/l	nc	<0,05	<0,05	substance non quantifiée
	6366	NP1OE	µg/l	nc	<0,1	<0,1	substance non quantifiée
	6369	NP2OE	µg/l	nc	<0,1	<0,1	substance non quantifiée

	6370	OP1OE	µg/l	nc	0,4	1,1	calcul non exploitable
	6371	OP2OE	µg/l	nc	1	1,5	-50
	6598	NONYLPHENOLS	µg/l	nc	0,2	0,2	calcul non exploitable
	6600	Octylphenols	µg/l	nc	<0,1	<0,1	substance non quantifiée
PBDE	1815	BDE 209 (2,2',3,3',4,4',5,5',6,6'- Décabromodiphényl éther)	µg/l	nc	<0,05	<0,05	substance non quantifiée
BTEX	1114	BENZENE	µg/l	nc	<1	<1	substance non quantifiée
	1633	ISOPROPYLBENZENE	µg/l	nc	<1	<1	substance non quantifiée
		M+P-XYLENE	µg/l	nc	1,65	<1	calcul non exploitable
	1292	O_XYLENE	µg/l	nc	1,4	1,43	calcul non exploitable
	1780	SOMME DES XYLENES	µg/l	nc	3,05	<2	calcul non exploitable
	1278	TOLUENE	µg/l	nc	<1	1,27	calcul non exploitable
	1497	ETHYLBENZENE	µg/l	nc	<1	<1	substance non quantifiée
chlorobenzène	1467	CHLOROBENZENE	µg/l	nc	<1	<1	substance non quantifiée

	1165	1,2-DICHLOROBENZENE	µg/l	nc	1,54	<1	calcul non exploitable
	1164	1,3-DICHLOROBENZENE	µg/l	nc	<1	<1	substance non quantifiée
	1166	1,4-DICHLOROBENZENE	µg/l	nc	<1	<1	substance non quantifiée
	1630	1,2,3-TRICHLOROBENZENE	µg/l	nc	<1	<1	substance non quantifiée
	1283	1,2,4-TRICHLOROBENZENE	µg/l	nc	<1	<1	substance non quantifiée
	1629	1,3,5-TRICHLOROBENZENE	µg/l	nc	<1	<1	substance non quantifiée
HAP	1115	BENZO_A_PYRENE	µg/l	nc	<0,01	<0,01	substance non quantifiée
	1116	BENZO_B_FLUORANTHENE	µg/l	nc	<0,01	<0,01	substance non quantifiée
	1117	BENZO_K_FLUORANTHENE	µg/l	nc	<0,01	<0,01	substance non quantifiée
	1118	BENZO_GHI_PERYLENE	µg/l	nc	<0,01	<0,01	substance non quantifiée
	1191	FLUORANTHENE	µg/l	nc	0,02	<0,01	calcul non exploitable
	1204	INDENO_123CD_PYRENE	µg/l	nc	<0,01	<0,01	substance non quantifiée

	1453	ACENAPHTENE	µg/l	nc	0,07	0,02	calcul non exploitable
	1458	ANTHRACENE	µg/l	nc	0,03	<0,01	calcul non exploitable
	1517	NAPHTALENE	µg/l	nc	0,19	0,09	calcul non exploitable
	1524	PHENANTHRENE	µg/l	nc	0,12	0,05	58
organoétain	2542	MONOBUTYL ETAIN CATION	µg/l	nc	0,034	<0,02	calcul non exploitable
	7074	DIBUTYL ETAIN CATION	µg/l	nc	<0,02	<0,02	substance non quantifiée
	2879	TRIBUTYL ETAIN CATION	µg/l	nc	<0,02	<0,02	substance non quantifiée
	6372	TRIPHENYL ETAIN CATION	µg/l	nc	<0,02	<0,02	substance non quantifiée
PCB	1239	PCB_28	µg/l	nc	<0,01	<0,01	substance non quantifiée
	1241	PCB_52	µg/l	nc	<0,01	<0,01	substance non quantifiée
	1242	PCB_101	µg/l	nc	<0,01	<0,01	substance non quantifiée
	1243	PCB_118	µg/l	nc	<0,01	<0,01	substance non quantifiée
	1244	PCB_138	µg/l	nc	<0,01	<0,01	substance non quantifiée

	1245	PCB_153	µg/l	nc	<0,01	<0,01	substance non quantifiée
	1246	PCB_180	µg/l	nc	<0,01	<0,01	substance non quantifiée
COHV	1702	FORMALDEHYDE	µg/l	nc	2	6	calcul non exploitable
Plastifiants	6616	DEHP DI(ETHYLHEXYL)PHTALATE	µg/l	nc	1,33	1,1	calcul non exploitable
Autres	6561	PFOS Acide Perfluorooctanesulfonique	µg/l	nc	<0,1	<0,1	substance non quantifiée
métaux	1370	ALUMINIUM	µg/l	2500	Non analysé	Non analysé	
	1376	ANTIMOINE	µg/l	nc	1	1,87	-87
		ARGENT	µg/l	nc	<1	<1	substance non quantifiée
	1369	ARSENIC	µg/l	50	<5	<5	substance non quantifiée
	1377	BERYLLIUM	µg/l	nc	0,23	<0,1	calcul non exploitable
	1388	CADMIUM	µg/l	200	0,2	<0,1	calcul non exploitable
	1371	CHROME	µg/l	500	7,59	2,44	68
	1379	COBALT	µg/l	nc	34,61	1,27	96
	1392	CUIVRE	µg/l	500	733,7	20,27	97
	1380	ETAIN	µg/l	nc	<5	<5	substance non quantifiée
	1393	FER	µg/l	2500	1507	37,43	97
	1394	MANGANESE	µg/l	1000	62,91	11,89	81

1387	MERCURE	µg/l	50	<0,5	<0,5	substance non quantifiée
1395	MOLYBDENE	µg/l	nc	1,85	2,89	-56
1386	NICKEL	µg/l	500	16,01	6,78	58
1382	PLOMB	µg/l	500	13,86	2,15	84
1385	SELENIUM	µg/l	nc	0,56	<0,5	calcul non exploitable
2555	THALLIUM	µg/l	nc	<0,5	<0,5	substance non quantifiée
1373	TITANE	µg/l	nc	214,3	<10	98
2558	URANIUM	µg/l	nc	3,82	<1	calcul non exploitable
1384	VANADIUM	µg/l	nc	<0,5	<0,5	substance non quantifiée
1383	ZINC	µg/l	2000	531,2	23,6	96



## 22. Annexe 14 : Résultat des analyses faites sur la peinture brute classique utilisée en entreprise 2.

LEGENDE pour les substances recherchées	
paramètre	Substance classée dangereuse prioritaire (directive 2013/39/CEE modifiant les directives 2000/60/CE et 2008/105/CE)
paramètre	Substance classée prioritaire (directive 2013/39/CEE modifiant les directives 2000/60/CE et 2008/105/CE)
paramètre	Substance présente dans les listes I et II de la Directive 76/464/CEE
paramètre	Substance présente dans la liste de la circulaire DEB du 29 septembre 2010 (RSDE 2 <sup>ème</sup> phase STEU)
paramètre	Substance non classée dans la DCE

				classiques
Famille	Code SANDRE	Paramètre	Unité	Substance présente dans le produit brut classique (UNIKALO Aqualine Evo Mat)
Paramètre indiciaire	1551	AZOTE GLOBAL (NTK + NO3 + NO2)	mg/l	1840
	1319	AZOTE KJELDAHL	mg/l	1780
	1340	NITRATES	µg/l	125000
	1339	NITRITES	µg/l	90000
	1302	pH A TEMPERATURE CI-DESSOUS	PH	8,5
		TEMPERATURE A PRISE DU pH	DEGC	
		TEMPERATURE DE MESURE	DEGC	21
	1304	CONDUCTIVITE à 25°C	MCS/CM(=µS/cm?)	0,727
	1106	AOX	mg/l	<LQ=10
	1305	MATIERES EN SUSPENSION	mg/l	407000
	1314	DEMANDE CHIMIQUE EN OXYGENE	mg/l	382979
	1313	DEMANDE BIOLOGIQUE EN OXYGENE 5 JOURS	mg/l	673

		DCO/DBO5		569,062407
	1337	CHLORURES	mg/l	<LQ=66
	1338	SULFATE	mg/l	1096
	1390	CYANURE TOTAL	mg/l	<LQ=2.64
	7073	FLUORURE	mg/l	<LQ=66
	1440	INDICE PHÉNOL	mg/l	<LQ=6,648
	7009	INDICE HYDROCARBURE	mg/l	
Alkylphénol	1959	Para-tertoctylphenol = 4-TER-OCTYLPHENOL	µg/l	<LQ=0,5
	1920	4-N-OCTYLPHENOL	µg/l	<LQ=3
	6366	NP1OE	µg/l	<LQ=1
	6369	NP2OE	µg/l	<LQ=1
	6370	OP1OE	µg/l	<LQ=1
	6371	OP2OE	µg/l	<LQ=1
	6598	NONYLPHENOLS	µg/l	3
	6600	Octylphenols	µg/l	
PBDE	1815	BDE 209 (2,2',3,3',4,4',5,5',6,6'- Décabromodiphényl éther)	µg/l	<LQ=0,5
BTX	1114	BENZENE	µg/l	<LQ=10
	1633	ISOPROPYLBENZENE	µg/l	44
		M+P-XYLENE	µg/l	
	1292	O_XYLENE	µg/l	
	1780	SOMME DES XYLENES	µg/l	1997

	1278	TOLUENE	µg/l	27
	1497	ETHYLBENZENE	µg/l	387
chlorobenzène	1467	CHLOROBENZENE	µg/l	<LQ=10
	1165	1,2-DICHLOROBENZENE	µg/l	<LQ=10
	1164	1,3-DICHLOROBENZENE	µg/l	
	1166	1,4-DICHLOROBENZENE	µg/l	<LQ=10
	1630	1,2,3-TRICHLOROBENZENE	µg/l	<LQ=0,1
	1283	1,2,4-TRICHLOROBENZENE	µg/l	
	1629	1,3,5-TRICHLOROBENZENE	µg/l	
HAP	1115	BENZO_A_PYRENE	µg/l	<LQ=0,1
	1116	BENZO_B_FLUORANTHENE	µg/l	
	1117	BENZO_K_FLUORANTHENE	µg/l	<LQ=0,1
	1118	BENZO_GHI_PERYLENE	µg/l	<LQ=0,1
	1191	FLUORANTHENE	µg/l	<LQ=0,1
	1204	INDENO_123CD_PYRENE	µg/l	<LQ=0,1
	1453	ACENAPHTENE	µg/l	<LQ=0,1
	1458	ANTHRACENE	µg/l	<LQ=0,1
	1517	NAPHTALENE	µg/l	<LQ=0,1
	1524	PHENANTHRENE	µg/l	<LQ=0,1
organoétain	2542	MONOBUTYL ETAIN CATION	µg/l	<LQ=0,2

	7074	DIBUTYL ETAIN CATION	µg/l	<LQ=0,2
	2879	TRIBUTYL ETAIN CATION	µg/l	<LQ=0,2
	6372	TRIPHENYL ETAIN CATION	µg/l	<LQ=0,2
PCB	1239	PCB_28	µg/l	<LQ=0,1
	1241	PCB_52	µg/l	<LQ=0,1
	1242	PCB_101	µg/l	<LQ=0,1
	1243	PCB_118	µg/l	<LQ=0,1
	1244	PCB_138	µg/l	<LQ=0,1
	1245	PCB_153	µg/l	<LQ=0,1
	1246	PCB_180	µg/l	<LQ=0,1
COHV	1702	FORMALDEHYDE	µg/l	0,007
Plastifiants	6616	DEHP DI(ETHYLHEXYL)PHTALATE	µg/l	
Autres	6561	PFOS Acide Perfluorooctanesulfonique	µg/l	<LQ=10000
métaux	1370	ALUMINIUM	µg/l	34091755,3
	1376	ANTIMOINE	µg/l	14640,9574
		ARGENT	µg/l	<LQ=166
	1369	ARSENIC	µg/l	2000
	1377	BERYLLIUM	µg/l	200
	1388	CADMIUM	µg/l	<LQ=33
	1371	CHROME	µg/l	206117,021
	1379	COBALT	µg/l	6117,02128
	1392	CUIVRE	µg/l	5385,6383

1380	ETAIN	µg/l	1313,82979
1393	FER	µg/l	2639627,66
1394	MANGANESE	µg/l	6263,29787
1387	MERCURE	µg/l	<LQ=33
1395	MOLYBDENE	µg/l	755,319149
1386	NICKEL	µg/l	118789,894
1382	PLOMB	µg/l	2619,68085
1385	SELENIUM	µg/l	<LQ=330
2555	THALLIUM	µg/l	<LQ=166
1373	TITANE	µg/l	88497340,4
2558	URANIUM	µg/l	290
1384	VANADIUM	µg/l	34082,4468
1383	ZINC	µg/l	16675,5319

### 23. Annexe 15 : Résultats des analyses physico-chimiques faites l'entreprise 3.

LEGENDE pour les substances recherchées	
paramètre	Substance classée dangereuse prioritaire (directive 2013/39/CEE modifiant les directives 2000/60/CE et 2008/105/CE)
paramètre	Substance classée prioritaire (directive 2013/39/CEE modifiant les directives 2000/60/CE et 2008/105/CE)
paramètre	Substance présente dans les listes I et II de la Directive 76/464/CEE
paramètre	Substance présente dans la liste de la circulaire DEB du 29 septembre 2010 (RSDE 2 <sup>ème</sup> phase STEU)
paramètre	Substance non classée dans la DCE

LEGENDE pour les rendements	
xxx	Concentration relevée supérieure au seuil maximal fixé par le règlement d'assainissement de l'EMS
rendement	rendements inférieurs à -30%
Rendement	rendements compris entre -30% et 30%
Rendement	rendements compris entre 30% et 70%
Rendement	rendements supérieurs à 70%
Calcul non exploitable	rendement ne pouvant pas être calculé à cause des incertitudes liées aux données
substance non quantifiée	rendement impossible à calculer
	Substance non recherchée dans les analyses

Famille	Code SANDRE	Paramètre	Unité	Seuil de concentration maximal fixé par le règlement d'assainissement de l'EMS	Produits classiques			Produits de substitution		
					Concentration amont	Concentration aval	Rendement (%)	Concentration amont	Concentration aval	Rendement
Paramètre indiciaire	1551	AZOTE GLOBAL (NTK + NO3 + NO2)	mg/l	150	83,7	74,5	11	6,2	8,6	-39
	1319	AZOTE KJELDAHL	mg/l	nc	83,2	71,3	14	1,9	4,3	-126
	1340	NITRATES	µg/l	nc	1543	10423	calcul non exploitable	19	19	0
	1339	NITRITES	µg/l	nc	675,7	2496,6	-269	0,08	0,08	0
	1302	pH A TEMPERATURE CI-DESSOUS	PH	9,5	6,9	7,2	évolution faible	7,7		
		TEMPERATURE A PRISE DU pH	DEGC	30	20,1	19,3	évolution faible			
		TEMPERATURE DE MESURE	DEGC	nc	20,1	19,8	évolution faible			
	1304	CONDUCTIVITE à 25°C	mS/CM	nc	947	1237	faible augmentation	725		
	1106	AOX	mg/l	1	<0,1	0,09	calcul non exploitable	0,05	0,04	calcul non exploitable
	1305	MATIERES EN SUSPENSION	mg/l	600	2309	315	86	7259	4	99
	1314	DEMANDE CHIMIQUE EN OXYGENE	mg/l	2000	6774	1398	79	3420		



	1313	DEMANDE BIOLOGIQUE EN OXYGENE 5 JOURS	mg/l	nc	690	450	Evolution positive moyenne	89		
		DCO/DBO5		nc	9,817391304	3,106666667	68			
	1337	CHLORURES	mg/l	750	75	65	13	37,11	45	-21
	1338	SULFATE	mg/l	nc	65	270	-315		296	
	1390	CYANURE TOTAL	mg/l	0,1	<0,005	<0,005	substance non quantifiée		<0,005	
	7073	FLUORURE	mg/l	15	0,1	<0,1	calcul non exploitable	<0,1	<0,1	substance non quantifiée
	1440	INDICE PHÉNOL	mg/l	0,3	0,12	0,13	-8	<0,1	0,01	substance non quantifiée
	7009	INDICE HYDROCARBURE	mg/l	5	1,86	0,1	95	0,42		
Alkylphénol	1959	Para-tertoctylphenol = 4-TER- OCTYLPHENOL	µg/l	nc	< 0,7533	< 0,7857	substance non quantifiée			
	1920	4-N-OCTYLPHENOL	µg/l	nc	< 0,7533	< 0,7857	substance non quantifiée	< 0,0828		
	6366	NP1OE	µg/l	nc	< 1,5069	< 1,5313	substance non quantifiée	2,62		
	6369	NP2OE	µg/l	nc	< 1,5069	< 1,5713	substance non quantifiée	0,28		

	6370	OP1OE	µg/l	nc	< 1,5069	< 1,5713	substance non quantifiée	0,361		
	6371	OP2OE	µg/l	nc	< 1,5069	< 1,5713	substance non quantifiée	1,89		
	6598	NONYLPHENOLS	µg/l	nc	2,75	< 1,5713	calcul non exploitable	13,4		
	6600	Octylphenols	µg/l	nc	<1,5066	<1,5714	substance non quantifiée	< 0,1375		
PBDE	1815	BDE 209 (2,2',3,3',4,4',5,5',6,6'- Décabromodiphényl éther)	µg/l	nc	<0,05		calcul non exploitable	<0,05		
BTEX	1114	BENZENE	µg/l	nc	<1	<1	substance non quantifiée	<1	<1	substance non quantifiée
	1633	ISOPROPYLBENZENE	µg/l	nc	7,95	1,91	76	<1	<1	substance non quantifiée
		M+P-XYLENE	µg/l	nc	1817	578,5	68	232	178,8	23
	1292	O_XYLENE	µg/l	nc	915,1	324,1	65	108,1	80,54	25
	1780	SOMME DES XYLENES	µg/l	nc	2732,1	902,6	67	340,1	259,34	24
	1278	TOLUENE	µg/l	nc	3443	1025	70	79,46	55,18	30
	1497	ETHYLBENZENE	µg/l	nc	326,9	54,71	83	60,11	40,34	33
chlorobenzène	1467	CHLOROBENZENE	µg/l	nc	23,78	4,13	83	<1	<1	substance non quantifiée
	1165	1,2-DICHLOROBENZENE	µg/l	nc	<1	<1	substance non quantifiée	<1	<1	substance non quantifiée

	1164	1,3-DICHLOROBENZENE	µg/l	nc	<1	<1	substance non quantifiée	<1	<1	substance non quantifiée
	1166	1,4-DICHLOROBENZENE	µg/l	nc	<1	<1	substance non quantifiée	<1	<1	substance non quantifiée
	1630	1,2,3-TRICHLOROBENZENE	µg/l	nc	<1	<1	substance non quantifiée	<1	<1	substance non quantifiée
	1283	1,2,4-TRICHLOROBENZENE	µg/l	nc	<1	<1	substance non quantifiée	<1	<1	substance non quantifiée
	1629	1,3,5-TRICHLOROBENZENE	µg/l	nc	<1	<1	substance non quantifiée	<1	<1	substance non quantifiée
HAP	1115	BENZO_A_PYRENE	µg/l	nc	< 0,0182	< 0,0153	substance non quantifiée	< 0,0119	<0,01	substance non quantifiée
	1116	BENZO_B_FLUORANTHENE	µg/l	nc	< 0,0134	< 0,0124	substance non quantifiée	< 0,0129	<0,01	substance non quantifiée
	1117	BENZO_K_FLUORANTHENE	µg/l	nc	0,22	0,05	77	< 0,0119	<0,01	substance non quantifiée
	1118	BENZO_GHI_PERYLENE	µg/l	nc	< 0,0113	< 0,0112	substance non quantifiée	< 0,0119	<0,01	substance non quantifiée
	1191	FLUORANTHENE	µg/l	nc	0,23	0,04	83	0,03	<0,01	substance non quantifiée
	1204	INDENO_123CD_PYRENE	µg/l	nc	< 0,0185	< 0,0157	substance non quantifiée	< 0,0119	<0,01	substance non quantifiée
	1453	ACENAPHTENE	µg/l	nc	< 0,0122	< 0,0113	substance non quantifiée	< 0,0162	<0,01	substance non quantifiée

	1458	ANTHRACENE	µg/l	nc	#REF!	< 0,0115	calcul non exploitable	< 0,0195	<0,01	substance non quantifiée
	1517	NAPHTALENE	µg/l	nc	0,54	0,44	18	0,31	<0,05	calcul non exploitable
	1524	PHENANTHRENE	µg/l	nc	0,06	< 0,032	91	0,08	0,05	37
organoétain	2542	MONOBUTYL ETAIN CATION	µg/l	nc	0,116	< 0,0328	91	< 0,0219		
	7074	DIBUTYL ETAIN CATION	µg/l	nc	0,264	< 0,0287	96	0,046		
	2879	TRIBUTYL ETAIN CATION	µg/l	nc	< 0,0219	< 0,0217	substance non quantifiée	< 1,0105		
	6372	TRIPHENYL ETAIN CATION	µg/l	nc	< 0,0238	< 0,0233	substance non quantifiée	< 0,1038		
PCB	1239	PCB_28	µg/l	nc	< 0,0132	< 0,0131	substance non quantifiée	< 0,0463	<0,01	substance non quantifiée
	1241	PCB_52	µg/l	nc	< 0,0132	< 0,0131	substance non quantifiée	< 0,0463	<0,01	substance non quantifiée
	1242	PCB_101	µg/l	nc	< 0,0132	< 0,0131	substance non quantifiée	<0,0463	<0,01	substance non quantifiée
	1243	PCB_118	µg/l	nc	< 0,0132	< 0,0131	substance non quantifiée	< 0,0463	<0,01	substance non quantifiée
	1244	PCB_138	µg/l	nc	< 0,0132	< 0,0131	substance non quantifiée	0,17	<0,01	calcul non exploitable

	1245	PCB_153	µg/l	nc	< 0,0132	< 0,0131	substance non quantifiée	0,24	<0,01	calcul non exploitable
	1246	PCB_180	µg/l	nc	< 0,0132	< 0,0131	substance non quantifiée	0,32	<0,01	calcul non exploitable
COHV	1702	FORMALDEHYDE	µg/l	nc	40		calcul non exploitable			
Plastifiants	6616	DEHP DI(ETHYLHEXYL)PHTALATE	µg/l	nc	< 1,6602	< 1,8654	substance non quantifiée	< 2,5299	<1	substance non quantifiée
Autres	6561	PFOS Acide Perfluorooctanesulfonique	µg/l	nc	<0,01	<0,01	substance non quantifiée			
métaux	1370	ALUMINIUM	µg/l	2500						
	1376	ANTIMOINE	µg/l	nc	0,69	0,77	-12	1,4	1,32	6
		ARGENT	µg/l	nc	<1	<1	substance non quantifiée	<1	<1	substance non quantifiée
	1369	ARSENIC	µg/l	50	<5	<5	substance non quantifiée	<5	<5	substance non quantifiée
	1377	BERYLLIUM	µg/l	nc	<0,1	<0,1	substance non quantifiée	0,46	<0,1	calcul non exploitable
	1388	CADMIUM	µg/l	200	3,1	0,24	92	0,11	<0,1	calcul non exploitable
	1371	CHROME	µg/l	500	13,19	4,35	67	38,72	3,92	90
	1379	COBALT	µg/l	nc	5	2,95	41	4,7	<0,5	calcul non exploitable
	1392	CUIVRE	µg/l	500	114	52	54	36,44	9,03	75
	1380	ETAIN	µg/l	nc	<5	<5	substance non quantifiée	<5	5,17	calcul non exploitable

1393	FER	µg/l	2500	821,4	513,7	37	1210	29,43	98
1394	MANGANESE	µg/l	1000	32,63	37	-13	24,9	14,69	calcul non exploitable
1387	MERCURE	µg/l	50	<0,5	<0,5	substance non quantifiée	<0,5	<0,5	substance non quantifiée
1395	MOLYBDENE	µg/l	nc	2,44	1,49	39	1,39	2,19	-58
1386	NICKEL	µg/l	500	16,57	9,84	41	24,29	3,06	87
1382	PLOMB	µg/l	500	3,92	<2	calcul non exploitable	12,84	<2	calcul non exploitable
1385	SELENIUM	µg/l	nc	<0,5	<0,5	substance non quantifiée	<0,5	<0,5	substance non quantifiée
2555	THALLIUM	µg/l	nc	<0,5	<0,5	substance non quantifiée	<0,5	<0,5	substance non quantifiée
1373	TITANE	µg/l	nc	129,6	26	80	665	60	91
2558	URANIUM	µg/l	nc	1,26	<1	calcul non exploitable	2,79	<1	calcul non exploitable
1384	VANADIUM	µg/l	nc	3,36	2,07	calcul non exploitable	51,2	4,26	91,6796875
1383	ZINC	µg/l	2000	1861	320,9	83	828	36,7	96

## 24. Annexe 16 : Résultats des analyses physico-chimiques faites sur les produits bruts en entreprise 3

LEGENDE pour les substances recherchées	
paramètre	Substance classée dangereuse prioritaire (directive 2013/39/CEE modifiant les directives 2000/60/CE et 2008/105/CE)
paramètre	Substance classée prioritaire (directive 2013/39/CEE modifiant les directives 2000/60/CE et 2008/105/CE)
paramètre	Substance présente dans les listes I et II de la Directive 76/464/CEE
paramètre	Substance présente dans la liste de la circulaire DEB du 29 septembre 2010 (RSDE 2 <sup>ème</sup> phase STEU)
paramètre	Substance non classée dans la DCE

### Analyse des produits bruts

Famille	Code SANDRE	Paramètre	Unité	classiques	substitution
				Substance présente dans le produit brut classique (MATHYS, dilué au 1/10)	Substance présente dans le produit brut de substitution (VEIA NATURE)
Paramètre indiciaire	1551	AZOTE GLOBAL (NTK + NO <sub>3</sub> + NO <sub>2</sub> )	mg/l	1340	810
	1319	AZOTE KJELDAHL	mg/l	1340	750
	1340	NITRATES	µg/l	<LQ=63000	260000
	1339	NITRITES	µg/l	<LQ=63000	<LQ=69000
	1302	pH A TEMPERATURE CI-DESSOUS	PH	9,1	8
		TEMPERATURE A PRISE DU pH	DEGC	non	non
		TEMPERATURE DE MESURE	DEGC	21	19,6
	1304	CONDUCTIVITE à 25°C	mS/CM	0,705	0,391
	1106	AOX	mg/l	<LQ=5	<LQ=10
	1305	MATIERES EN SUSPENSION	mg/l	441000	661928
	1314	DEMANDE CHIMIQUE EN OXYGENE	mg/l	103558	298569

	1313	DEMANDE BIOLOGIQUE EN OXYGENE 5 JOURS	mg/l	1333	1305,6
		DCO/DBO5		77,687922	228,683364
	1337	CHLORURES	mg/l	<LQ=63	<LQ=69
	1338	SULFATE	mg/l	741	196
	1390	CYANURE TOTAL	mg/l	non	<LQ=2,8
	7073	FLUORURE	mg/l	<LQ=63	<LQ=69
	1440	INDICE PHÉNOL	mg/l	<LQ=6,352	<LQ=5,563
	7009	INDICE HYDROCARBURE	mg/l	1173	3,31
Alkylphénol	1959	Para-tertoctylphenol = 4-TER- OCTYLPHENOL	µg/l	<LQ=0,5	<LQ=0,5
	1920	4-N-OCTYLPHENOL	µg/l	<LQ=3	<LQ=0,5
	6366	NP1OE	µg/l	<LQ=1	<LQ=0,5
	6369	NP2OE	µg/l	<LQ=1	<LQ=0,5
	6370	OP1OE	µg/l	<LQ=1	<LQ=0,5
	6371	OP2OE	µg/l	<LQ=1	<LQ=0,5
	6598	NONYLPHENOLS	µg/l	<LQ=0,5	1,1
	6600	Octylphenols	µg/l	0	<LQ=0,5
PBDE	1815	BDE 209 (2,2',3,3',4,4',5,5',6,6'- Décabromodiphényl éther)	µg/l	<LQ=0,4	<LQ=0,5
BTEX	1114	BENZENE	µg/l	150	<LQ=10



	1633	ISOPROPYLBENZENE	µg/l	2522	<LQ=10
		M+P-XYLENE	µg/l		
	1292	O_XYLENE	µg/l		
	1780	SOMME DES XYLENES	µg/l	28553	<LQ=20
	1278	TOLUENE	µg/l	4645	<LQ=10
	1497	ETHYLBENZENE	µg/l	4869	<LQ=10
chlorobenzène	1467	CHLOROBENZENE	µg/l	<LQ=10	<LQ=10
	1165	1,2-DICHLOROBENZENE	µg/l	<LQ=10	<LQ=10
	1164	1,3-DICHLOROBENZENE	µg/l	non	non
	1166	1,4-DICHLOROBENZENE	µg/l	<LQ=10	<LQ=10
	1630	1,2,3-TRICHLOROBENZENE	µg/l	<LQ=0,1	non
	1283	1,2,4-TRICHLOROBENZENE	µg/l	non	<LQ=0,1
	1629	1,3,5-TRICHLOROBENZENE	µg/l	non	non
HAP	1115	BENZO_A_PYRENE	µg/l	<LQ=0,1	<LQ=0,1
	1116	BENZO_B_FLUORANTHENE	µg/l	<LQ=0,1	non
	1117	BENZO_K_FLUORANTHENE	µg/l	<LQ=0,1	<LQ=0,1
	1118	BENZO_GHI_PERYLENE	µg/l	<LQ=0,1	<LQ=0,1
	1191	FLUORANTHENE	µg/l	<LQ=0,1	<LQ=0,1
	1204	INDENO_123CD_PYRENE	µg/l	<LQ=0,1	<LQ=0,1
	1453	ACENAPHTENE	µg/l	<LQ=0,1	<LQ=0,1
	1458	ANTHRACENE	µg/l	<LQ=0,1	<LQ=0,1

	1517	NAPHTALENE	µg/l	469,193	<LQ=0,1
	1524	PHENANTHRENE	µg/l	<LQ=0,1	<LQ=0,1
organoétain	2542	MONOBUTYL ETAIN CATION	µg/l	<LQ=0,2	<LQ=0,2
	7074	DIBUTYL ETAIN CATION	µg/l	38	<LQ=0,2
	2879	TRIBUTYL ETAIN CATION	µg/l	<LQ=0,2	<LQ=0,2
	6372	TRIPHENYL ETAIN CATION	µg/l	<LQ=0,2	<LQ=0,2
PCB	1239	PCB_28	µg/l	<LQ=0,1	<LQ=0,1
	1241	PCB_52	µg/l	<LQ=0,1	<LQ=0,1
	1242	PCB_101	µg/l	<LQ=0,1	<LQ=0,1
	1243	PCB_118	µg/l	<LQ=0,1	<LQ=0,1
	1244	PCB_138	µg/l	<LQ=0,1	<LQ=0,1
	1245	PCB_153	µg/l	<LQ=0,1	<LQ=0,1
	1246	PCB_180	µg/l	<LQ=0,1	<LQ=0,1
COHV	1702	FORMALDEHYDE	µg/l	0,02	0,019
Plastifiants	6616	DEHP DI(ETHYLHEXYL)PHTALATE	µg/l	non	non
Autres	6561	PFOS Acide Perfluorooctanesulfonique	µg/l	<LQ=10000	<LQ=10000
métaux	1370	ALUMINIUM	µg/l	12144000	24293463,1
	1376	ANTIMOINE	µg/l	1680	445,062587
		ARGENT	µg/l	<LQ=159	182,197497
	1369	ARSENIC	µg/l	17280	1543,81085

1377	BERYLLIUM	µg/l	250	186,369958
1388	CADMIUM	µg/l	<LQ=31	<LQ=35
1371	CHROME	µg/l	520	119429,764
1379	COBALT	µg/l	810	5605,00695
1392	CUIVRE	µg/l	3410	5048,67872
1380	ETAIN	µg/l	7220	1331,0153
1393	FER	µg/l	298000	1981919,33
1394	MANGANESE	µg/l	11330	5883,17107
1387	MERCURE	µg/l	<LQ=31	<LQ=35
1395	MOLYBDENE	µg/l	<LQ=159	445,062587
1386	NICKEL	µg/l	910	109972,184
1382	PLOMB	µg/l	1320	2114,04729
1385	SELENIUM	µg/l	<LQ=368	<LQ=350
2555	THALLIUM	µg/l	<LQ=158	<LQ=174
1373	TITANE	µg/l	95299000	91343532,7
2558	URANIUM	µg/l	630	346
1384	VANADIUM	µg/l	2770	30431,1544
1383	ZINC	µg/l	10550	19568,8456

## 25. Annexe 17 : comparaison chiffré des résultats obtenus en phase démonstrateurs dans les trois entreprises.

Entreprise	Entreprise 1				Entreprise 2				Entreprise 3			
Phase du projet	Phase démonstrateur		Phase substitution		Phase démonstrateur		Phase substitution		Phase démonstrateur		Phase substitution	
Résultats	%	résultats chiffrés	%	résultats chiffrés	%	résultats chiffrés	%	résultats chiffrés	%	résultats chiffrés	%	résultats chiffrés
Nombre de paramètres testés	100	88	100	88	100	88	Prélèvements non réalisés		100	88	100	88
Substances non recherchées	0	0	0	0	1	1			1	1	30	26
substances non quantifiées	55	48	56	49	47	41			43	38	33	29
calcul non exploitable	11	10	16	14	23	20			10	9	14	12
rendement négatif élevé	5	4	1	1	7	6			5	4	3	3
rendement très faible ou non significatif	18	16	15	13	9	8			11	10	8	7
rendement positif moyen	3	3	2	2	6	5			13	11	3	3
rendement positif élevé	8	7	10	9	8	7			17	15	9	8

## 26. Annexe 18 : Comparaison des résultats d'analyses des différents produits bruts dans les trois entreprises.

LEGENDE pour les substances recherchées	
paramètre	Substance classée dangereuse prioritaire (directive 2013/39/CEE modifiant les directives 2000/60/CE et 2008/105/CE)
paramètre	Substance classée prioritaire (directive 2013/39/CEE modifiant les directives 2000/60/CE et 2008/105/CE)
paramètre	Substance présente dans les listes I et II de la Directive 76/464/CEE
paramètre	Substance présente dans la liste de la circulaire DEB du 29 septembre 2010 (RSDE 2 <sup>ème</sup> phase STEU)
paramètre	Substance non classée dans la DCE

Famille	Code SANDRE	Paramètre	Unité	Entreprise 1		Entreprise 2		Entreprise 3	
				Produit brut classique	Produit brut de substitution	Produit brut classique	Produit brut de substitution	Produit brut classique	Produit brut de substitution
				Substance présente dans le produit brut Guittet (dilué au 10e) si > LQ	Substance présente dans le produit brut Innotop Keim (dilué au 10e) si > LQ	Substance présente dans le produit brut classique (UNIKALO Aqualine Evo Mat)	Substance présente dans le produit brut de substitution (UNIKALO Naé)	Substance présente dans le produit brut classique (MATHYS, dilué au 1/10)	Substance présente dans le produit brut de substitution (VEIA NATURE)
Paramètre indiciaire	1551	Azote global (ntk + no3 + no2)	mg/l	700	1230	1840		1340	810
	1319	Azote kjeldahl	mg/l	700	1230	1780		1340	750
	1340	Nitrates	µg/l	< LQ = 73000	<LQ=73000	125000		<LQ=63000	260000
	1339	Nitrites	µg/l	< LQ = 73000	<LQ=73000	90000		<LQ=63000	<LQ=69000

1302	pH à température ci-dessus	PH	9	10	9		9	8
	Température à prise du pH	DEGC	nc	nc	nc		nc	nc
	Température de mesure	DEGC	21	24	21		21	20
1304	Conductivité à 25°C	MS/CM	0,303 mS/cm	0,397mS/cm	1		1	0
1106	Aox	mg/l	< LQ = 5	<LQ=5	<LQ=10		<LQ=5	<LQ=10
1305	Matières en suspension	mg/l	491000	581230	407000		441000	661928
1314	DCO	mg/l	109781	166000	382979		103558	298569
1313	DBO5	mg/l	739	<LQ=250	673		1333	1306
	DCO/DBO5		149	non	569		78	229
1337	Chlorures	mg/l	125	174	<LQ=66		<LQ=63	<LQ=69
1338	Sulfate	mg/l	739	601	1096		741	196
1390	Cyanure total	mg/l	< LQ = 2,8	non	<LQ=2.64		non	<LQ=2,8
7073	Fluorure	mg/l	< LQ = 73	<LQ=73	<LQ=66		<LQ=63	<LQ=69
1440	Indice phénol	mg/l	< LQ = 7,299	2	<LQ=6,648		<LQ=6,352	<LQ=5,563
7009	Indice hydrocarbure	mg/l	104	<LQ=1	non		1173	3

Alkylphénol	1959	Para-tertoctylphenol = 4-TER-OCTYLPHENOL	µg/l	< LQ = 0,5	3	<LQ=0,5	<LQ=0,5	<LQ=0,5
	1920	4-n-octylphenol	µg/l	< LQ = 3	<LQ=0,5	<LQ=3	<LQ=3	<LQ=0,5
	6366	Np1oe	µg/l	< LQ = 1	<LQ=1	<LQ=1	<LQ=1	<LQ=0,5
	6369	Np2oe	µg/l	< LQ = 1	<LQ=1	<LQ=1	<LQ=1	<LQ=0,5
	6370	Op1oe	µg/l	< LQ = 1	1	<LQ=1	<LQ=1	<LQ=0,5
	6371	Op2oe	µg/l	< LQ = 1	<LQ=1	<LQ=1	<LQ=1	<LQ=0,5
	6598	Nonylphenols	µg/l	< LQ = 0,5	12	3	<LQ=0,5	1
	6600	Octylphenols	µg/l	< 0	3	non	0	<LQ=0,5
PBDE	1815	BDE 209 (2,2',3,3',4,4',5,5',6,6'- Décabromodiphényl éther)	µg/l	<LQ=0,4	<LQ=0,5	<LQ=0,5	<LQ=0,4	<LQ=0,5
BTEx	1114	Benzene	µg/l	<LQ=10	<LQ=10	<LQ=10	150	<LQ=10
	1633	Isopropylbenzene	µg/l	<LQ=10	<LQ=10	44	2522	<LQ=10
		M+p-xylene	µg/l	nc	nc	non	non	non
	1292	O_xylene	µg/l	nc	nc	non	non	non
	1780	Somme des xylenes	µg/l	<LQ=20	12	1997	28553	<LQ=20
	1278	Toluene	µg/l	<LQ=10	<LQ=10	27	4645	<LQ=10
	1497	Ethylbenzene	µg/l	<LQ=0,1	0	387	4869	<LQ=10
Chlorobenzène	1467	Chlorobenzene	µg/l	<LQ=10	<LQ=10	<LQ=10	<LQ=10	<LQ=10

	1165	1,2-dichlorobenzene	µg/l	nc	nc	<LQ=10		<LQ=10	<LQ=10
	1164	1,3-dichlorobenzene	µg/l	<LQ=10	<LQ=10	non		non	non
	1166	1,4-dichlorobenzene	µg/l	nc	nc	<LQ=10		<LQ=10	<LQ=10
	1630	1,2,3-trichlorobenzene	µg/l	<LQ=0,1	<LQ=0,1	<LQ=0,1		<LQ=0,1	non
	1283	1,2,4-trichlorobenzene	µg/l	nc	nc	nc		non	<LQ=0,1
	1629	1,3,5-trichlorobenzene	µg/l	<LQ=10	12	nc		non	non
HAP	1115	Benzo_a_pyrene	µg/l	<LQ=0,1	2	<LQ=0,1		<LQ=0,1	<LQ=0,1
	1116	Benzo_b_fluoranthene	µg/l	<LQ=0,1	1	nc		<LQ=0,1	non
	1117	Benzo_k_fluoranthene	µg/l	3	4	<LQ=0,1		<LQ=0,1	<LQ=0,1
	1118	Benzo_ghi_perylene	µg/l	<LQ=0,1	<LQ=0,1	<LQ=0,1		<LQ=0,1	<LQ=0,1
	1191	Fluoranthene	µg/l	<LQ=0,1	2	<LQ=0,1		<LQ=0,1	<LQ=0,1
	1204	Indeno_123cd_pyrene	µg/l	<LQ=10	<LQ=10	<LQ=0,1		<LQ=0,1	<LQ=0,1
	1453	Acenaphtene	µg/l	<LQ=0,1	<LQ=0,1	<LQ=0,1		<LQ=0,1	<LQ=0,1
	1458	Anthracene	µg/l	<LQ=0,1	<LQ=0,1	<LQ=0,1		<LQ=0,1	<LQ=0,1
	1517	Naphtalene	µg/l	<LQ=0,1	0	<LQ=0,1		469	<LQ=0,1



	1524	Phenanthrene	µg/l	<LQ=0,1	<LQ=0,1	<LQ=0,1		<LQ=0,1	<LQ=0,1
Organoétain	2542	Monobutyl etain cation	µg/l	<LQ=0,2	< LQ=0,2	<LQ=0,2		<LQ=0,2	<LQ=0,2
	7074	Dibutyl etain cation	µg/l	<LQ=0,2	< LQ=0,2	<LQ=0,2		38	<LQ=0,2
	2879	Tributyl etain cation	µg/l	<LQ=0,2	< LQ=0,2	<LQ=0,2		<LQ=0,2	<LQ=0,2
	6372	Triphenyl etain cation	µg/l	<LQ=0,2	< LQ=0,2	<LQ=0,2		<LQ=0,2	<LQ=0,2
PCB	1239	Pcb_28	µg/l	<LQ=0,1	<LQ=0,1	<LQ=0,1		<LQ=0,1	<LQ=0,1
	1241	Pcb_52	µg/l	<LQ=0,1	<LQ=0,1	<LQ=0,1		<LQ=0,1	<LQ=0,1
	1242	Pcb_101	µg/l	<LQ=0,1	<LQ=0,1	<LQ=0,1		<LQ=0,1	<LQ=0,1
	1243	Pcb_118	µg/l	<LQ=0,1	<LQ=0,1	<LQ=0,1		<LQ=0,1	<LQ=0,1
	1244	Pcb_138	µg/l	<LQ=0,1	<LQ=0,1	<LQ=0,1		<LQ=0,1	<LQ=0,1
	1245	Pcb_153	µg/l	<LQ=0,1	<LQ=0,1	<LQ=0,1		<LQ=0,1	<LQ=0,1
	1246	Pcb_180	µg/l	<LQ=0,1	<LQ=0,1	<LQ=0,1		<LQ=0,1	<LQ=0,1
COHV	1702	Formaldehyde	µg/l	0	0	0		0	0
Plastifiant	6616	Dehp di(ethylhexyl)phtalate	µg/l	nc	nc	nc		non	non
Autres	6561	Pfos acide perfluorooctanesulfonique	µg/l	<LQ=10000	<LQ=10000	<LQ=10000		<LQ=10000	<LQ=10000
Métaux	1370	Aluminium	µg/l	1527000	16617000	34091755		12144000	24293463
	1376	Antimoine	µg/l	450	1027	14641		1680	445
		Argent	µg/l	290	<LQ=182	<LQ=166		<LQ=159	182

1369	Arsenic	µg/l	2440	19930	2000		17280	1544
1377	Beryllium	µg/l	<LQ=181	335	200		250	186
1388	Cadmium	µg/l	70	<LQ=36	<LQ=33		<LQ=31	<LQ=35
1371	Chrome	µg/l	800	<LQ=181	206117		520	119430
1379	Cobalt	µg/l	<LQ=181	984	6117		810	5605
1392	Cuivre	µg/l	1900	5230	5386		3410	5049
1380	Etain	µg/l	2830	3810	1314		7220	1331
1393	Fer	µg/l	130000	2593000	2639628		298000	1981919
1394	Manganese	µg/l	13000	17160	6263		11330	5883
1387	Mercure	µg/l	<LQ=36	<LQ=36	<LQ=33		<LQ=31	<LQ=35
1395	Molybdene	µg/l	<LQ=182	271	755		<LQ=159	445
1386	Nickel	µg/l	1870	3040	118790		910	109972
1382	Plomb	µg/l	204	12600	2620		1320	2114
1385	Selenium	µg/l	<LQ=360	<LQ=360	<LQ=330		<LQ=368	<LQ=350
2555	Thallium	µg/l	<LQ=181	338	<LQ=166		<LQ=158	<LQ=174
1373	Titane	µg/l	66029000	84312000	88497340		95299000	91343533
2558	Uranium	µg/l	429	512	290		630	346
1384	Vanadium	µg/l	1600	8880	34082		2770	30431
1383	Zinc	µg/l	10690	232000	16676		10550	19569



## 27. 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 fournisseurs des machines qui ont accepté de laisser leurs machines en test dans les entreprises et qui ont pu être présents lorsque des informations techniques étaient nécessaires sur leurs machines.
- Les fournisseurs de produits de substitution qui ont accepté de mettre à disposition des entreprises 1, 2 ou 3 des échantillons de leurs produits de substitution.
- Les partenaires de l'EMS et tous les membres du groupe de travail Artisanat pour nous avoir accompagnés dans la réalisation de ce travail de terrain.
- Aux personnes ayant pris de leur temps pour relire ce document et pour y avoir apporté des propositions d'amélioration.



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](http://www.cnidep.com)  
[www.cma-nancy.fr](http://www.cma-nancy.fr)