TOME 2 – ETUDE DES TECHNIQUES DE RECYCLAGE DES EAUX DE LAVAGE DE VEHICULES

Analyse comparative des procédés existants



Étude réalisée par le groupement

ICÉ eau INGÉNIERIE CONSEIL ÉTUDES | Assainissement Eau potable Eaux industrielles

SOCAMA INGÉNIERIE

Octobre 2026 – VERSION 1.1 (FINALE)

SOMMAIRE

1. DEFINITION & CONTENU DE L'ETUDE 5
1.1 Recherche de fournisseurs d'équipements de recyclage des eaux de lavage VL 5
1.1.1 L'appel à candidature de MOBILIANS pour participer à l'étude 5
1.1.2 Définitions des règles préalables pour participer à l'étude 5
1.2 Présentation des fournisseurs participants à l'étude 7
1.2.1 Nombre et typologie professionnelle des fournisseurs contactés 7
1.2.2 Implantation des fournisseurs 7
1.2.3 Procédés de traitement proposés par fournisseur : Typologie des traitements et capacités 8
1.3 Présentation et implantation des centres de lavage audités avec une solution de recyclage 11
1.3.1 Avertissement 11
1.3.2 Présentation des centres de lavage et des unités de recyclage audités 12
2. ANALYSE DES SYSTEMES DE RECYCLAGE DES EAUX DE LAVAGE VL 15
2.1 Définition des solutions de traitement et de recyclage proposées par les fournisseurs 15
2.1.1 Rappel des solutions de traitement des eaux proposées 15
2.1.2 Définition des filières de traitement proposées par les fournisseurs 15
2.2 Analyse comparative de solutions de traitement et de recyclage de l'eau proposées 19
2.2.1 Edition d'un dossier fournisseur de recyclage 19
2.2.2 Méthodologie de l'analyse comparative 20
2.2.3 Analyses transversales multicritères des 14 solutions de recyclage 21
2.3 Analyse des sites audités – Performances de recyclage et qualité des eaux 26
2.3.1 Contenu du rapport d'audit 26
2.3.2 Définition des points de prélèvement 27
2.3.3 Définition des paramètres analytiques 28
2.3.4 Définition des calculs des indicateurs de performance du recyclage et des moyens de comptage nécessaires 29
2.3.5 Résultats de l'analyse des KPI , TRGE (%) et RNR (%) 30
2.3.6 Méthode d'évaluation de la qualité des eaux recyclées en centre de lavage VL 34
2.3.7 Rappel des moyens de prélèvements et d'analyses des eaux 38
2.3.8 Synthèse de l'évaluation de la qualité des eaux recyclées des 13 sites audités 39
2.4 Analyse des sites audités – Qualité des rejets d'eau à l'extérieur des systèmes de traitement 47
2.4.1 Contenu du rapport d'audit 47
2.4.2 Rappel des 2 configurations TYPE 1 / TYPE 2 47
2.4.3 Synthèse de l'évaluation de la qualité des eaux rejetées des 13 sites audités 48
2.5 Les anomalies discriminantes relevées lors des audits 53

2.5.1 Les risques de retours d'eau souillée dans le réseau d'eau potable 53
2.5.2 Les risques des travaux en hauteur 54
3. SYNTHÈSE GÉNÉRALE – CE QUE L'ÉTUDE MONTRE ET CE QU'ELLE PROPOSE 56
3.1 Ce qui a été étudié et mesuré 56
3.2 Les principaux constats 56
3.3 Ce que l'étude propose pour la suite 57

Partenaires et contributeurs de l'étude

La présente étude a bénéficié du soutien financier de l'agence de l'eau Rhône Méditerranée Corse :

Appel à manifestation intérêt « Eau et Climat » - Projet 43030

Agence de l'eau Rhône Méditerranée Corse

Avec la participation et la contribution des partenaires de l'étude :

Mobilians et les partenaires du lavage :

Fabricants et distributeurs de matériels de recyclage de l'eau :

Nous remercions l'ensemble de ces organismes et entreprises pour leur contribution à la réalisation de cette étude, notamment par leur participation technique, la mise à disposition de sites et le partage des données nécessaires à l'évaluation des solutions de recyclage des eaux de lavage.

Liste des abréviations employées

Abréviation	Désignation
AEP	Alimentation en eau potable / eau potable
AMO	Assistance à maitrise d'ouvrage
CAG	Charbon actif en grains
CAPEX	Capital Expenditures (dépenses d'investissement)
COT	Carbone organique total
DBO_5	Demande biologique en oxygène en 5 jours
DCO	Demande chimique en oxygène
E. coli	*Escherichia coli*
EDCH	Eau destinée à la consommation humaine
EICH	Eau impropre à la consommation humaine
EP	Eau pluviale
EU	Eau usée
GC	Génie civil
HP	Haute pression
HSE	Hygiène, sécurité et environnement
IDEP	Indice de dépendance à l'eau potable
KPI	Key performance indicator
LQ	Limite de quantification
MBBR	Mouving bed biofilm réactor
MES	Matières en suspension
MP	Multiprogrammes
MTD	Meilleures techniques disponibles
OPEX	Operational expenditure (dépenses d'exploitation)
PID	Piping & Instrumentation Diagram
QSE	Qualité sécurité environnement
RNR	Rendement net de recyclage
SABM	Substances actives au bleu de méthylène (tensioactifs anioniques)
SAV	Service après vente
TRGE	Taux de recyclage global équipement
UV	Ultraviolets
UVt	UV transmittance
VL	Véhicules légers
VRD	Voiries et réseaux divers

1. DEFINITION & CONTENU DE L'ETUDE

1.1 Recherche de fournisseurs d'équipements de recyclage des eaux de lavage VL

1.1.1 L'appel à candidature de MOBILIANS pour participer à l'étude

Le syndicat Mobilians, l'organisation patronale française des professions de la distribution et des services automobiles, dispose de contacts dans les métiers du traitement et du recyclage de l'eau dans les centres de lavage. Un appel a donc été fait à 15 entreprises présentes en France métropolitaine.

En retour, six entreprises ont répondu présente et ont accepté également de rejoindre les partenaires de cette étude et de participer conjointement au financement de l'étude :

6 autres fournisseurs sont venus s'ajouter en acceptant que leurs procédés de recyclage développés soient audités également :

3 entreprises n'ont pas donné suite à la demande de MOBILIANS : Expertise lavage auto, Aquaprocess, Istobal.

1.1.2 Définitions des règles préalables pour participer à l'étude

Chaque fournisseur d'équipements de recyclage, une fois identifié, a été contacté par mail et/ou par téléphone, en s'adressant soit directement au siège social, soit auprès de l'une de ses filiales, voire à un distributeur installé en France. Deux documents ont été transmis à chaque entreprise retenue :

- **Charte des fournisseurs audités :**

La charte des équipementiers audités définissait un protocole commun et indépendant permettant d'évaluer objectivement les différentes solutions de recyclage des eaux de lavage. L'évaluation combinait l'analyse des données techniques fournies par chaque équipementier, deux audits d'une installation réelle en fonctionnement, des mesures et analyses de la qualité des eaux, l'évaluation des performances de recyclage et le retour d'expérience de l'exploitant. Les fournisseurs ont été évalués selon des critères techniques, économiques, sanitaires et de maintenance, sans pouvoir intervenir dans le choix des sites, la méthodologie, la notation ou les conclusions de l'étude.

- **Questionnaire / dossier fournisseur à remplir :**

Un modèle de questionnaire a été envoyé à chaque entreprise, afin de disposer d'une base d'évaluation homogène. Les entreprises auditées ont été invitées à renseigner un questionnaire technique et économique détaillé sur leurs principales solutions de recyclage des eaux de lavage. Les informations demandées portaient sur l'expérience du fournisseur, la description et le dimensionnement des procédés, leurs domaines d'application, les capacités de traitement, les moyens de mesure et de surveillance, les performances hydrauliques et qualitatives garanties, les limites de traitabilité, les conditions d'installation et limites de prestations, l'organisation de la maintenance ainsi que les coûts d'investissement et d'exploitation. Les fournisseurs devaient également transmettre les principaux documents techniques permettant de caractériser leur installation (synoptique, PID, plans, photographies et documentation technique).

L'étude sur site comprenait l'audit de 12 fournisseurs. Chaque équipementier devait proposer initialement au minimum cinq sites en fonctionnement, parmi lesquels un site a été sélectionné par SOCAMA Ingénierie, selon des critères prédéfinis. Le site devait notamment disposer au moins d'un portique multiprogrammes, présenter une fréquentation supérieure à 500 lavages/mois et avoir au moins six mois de fonctionnement effectif. Deux campagnes de contrôle ont été programmées et réalisées sur le même site, l'une en fin d'hiver et l'autre en été, afin d'apprécier le fonctionnement dans des conditions différentes ; le délai entre les 2 interventions se situait entre 150 et 250 jours.

L'audit ne s'est pas limité à l'analyse de l'eau. Il comprenait également la vérification des compteurs et des organes de mesure, des points de prélèvement, de la disconnexion sanitaire des réseaux, de la gestion des rejets et un échange structuré avec l'exploitant sur son retour d'expérience : qualité du lavage, odeurs, traces, pannes, maintenance, SAV, coûts d'exploitation et points forts/faibles du système.

La performance réelle du procédé a été contrôlée par des mesures de terrain et des analyses en laboratoire accrédité. Les prélèvements portaient sur l'eau potable témoin, l'eau recyclée, éventuellement l'eau au point d'usage et l'eau rejetée. Les paramètres étudiés comprennent notamment pH, température, conductivité, turbidité, rédox, MES, DCO, DBO_5, COT, hydrocarbures, tensioactifs, paramètres bactériologiques et différents éléments traces métalliques.

Principe de comparaison des équipementiers

L'objectif final était de réaliser une évaluation comparative et objective des fournisseurs et de leurs technologies. Chaque équipementier a dû compléter un questionnaire détaillé, éventuellement accompagné d'un mémoire technique. L'analyse porte notamment sur le procédé de traitement, la construction, les performances de recyclage, la qualité de l'eau obtenue, la maintenance, les coûts ainsi que l'hygiène et la sécurité. Les données déclaratives des équipementiers ont été confrontées aux résultats effectivement constatés lors des audits des installations en fonctionnement.

Un point essentiel : l'indépendance de l'étude

La charte posait enfin une séparation claire entre les équipementiers audités et les évaluateurs. Les fournisseurs ne pouvaient intervenir ni dans la définition des recommandations et prescriptions techniques, ni dans l'évaluation ou dans la notation, ni dans le choix du site audité, ni dans le planning des deux contrôles. De plus, aucun résultat ne leur a été communiqué pendant le déroulement de l'étude. La qualité de leur évaluation dépendait néanmoins directement de la précision et de la pertinence des informations qui ont été transmises.

Élément de contexte important :

En conséquence, les résultats de l'audit ont été interprétés dans ce cadre méthodologique : Chaque site contrôlé provenait d'une présélection réalisée par l'équipementier correspondant, celui-ci connaissait le principe des contrôles et l'exploitant connaissait leur date, et l'installation devait être présentée dans des conditions normales et optimales de fonctionnement. Dès lors, lorsqu'une contre-performance, une défaillance ou une insuffisance a été constatée sur le site retenu, l'argument consistant à considérer a posteriori que l'installation auditée ne serait «pas représentative» de la solution du fournisseur doit être fortement relativisé.

Le protocole retenu offrait donc à chaque équipementier des conditions favorables pour présenter sa technologie :

- choix initial d'un panel d'au moins cinq références par le fournisseur ;
- sélection par l'auditeur d'un site au sein de ce panel ;
- contrôle annoncé à l'avance ;
- installation supposée fonctionner dans des conditions optimales.

Dans ces conditions, les résultats constatés sur le site audité constituent un retour d'expérience de terrain opposable à la solution présentée, sans toutefois pouvoir être assimilés à une évaluation statistique de l'ensemble du parc installé.

1.2 Présentation des fournisseurs participants à l'étude

1.2.1 Nombre et typologie professionnelle des fournisseurs contactés

Douze entreprises (fournisseurs, constructeurs, distributeurs) ont ainsi été retenues dans l'étude :

- 4 professionnels du lavage de véhicules / équipementiers des centres de lavage
    - CHRIST
    - WASH TEC
    - LAVANCE
    - HEXAWASH (anciennement Lavage diffusion)
- 8 professionnels spécialisés dans le traitement des eaux industrielles et le recyclage de l'eau
    - ATH
    - EAUKEY
    - FRANCE LAVAGE INVEST (avec WASSERSCHMIDT)
    - AQUADETOX
    - HYDRO ENVIRONNEMENT
    - OCENE
    - AQUACYCLE (avec RECYCL'WASH)
    - FARITEC

Important à rappeler :

Des partenariats existent entre les professions du lavage de véhicules et du traitement de l'eau

- LAVANCE avec un procédé EAUKEY
- HEXAWASH avec un procédé PRAGMA BLUE (Italie)

1.2.2 Implantation des fournisseurs

Toutes les entreprises retenues et en mesure de fournir des équipements de recyclage de l'eau sont implantées en Europe et dans la zone euro.

Toutes ces entreprises disposent d'une implantation en France :

- soit leur siège social et leurs agences techniques ;
- soit une filiale ou un distributeur et/ou un installateur ;
- soit un représentant commercial détaché.

Le tableau ci-après permet de préciser où sont conçus et fabriqués les équipements de recyclage proposés par les fournisseurs en France :

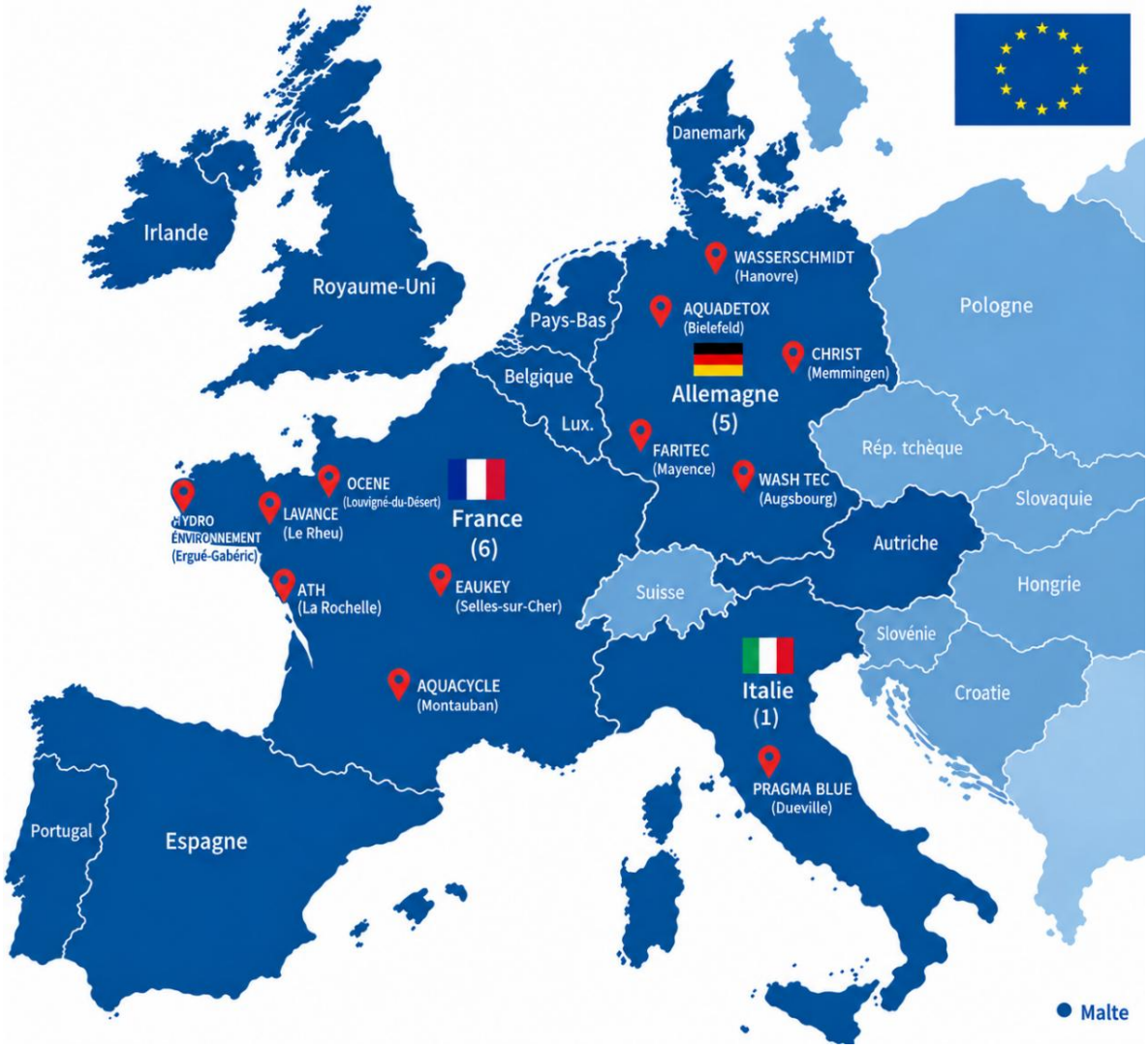
FRANCE	**6 fournisseurs :** ATH, EAUKEY, AQUACYCLE, HYDRO ENVIRONNEMENT, OCENE, LAVANCE

ALLEMAGNE

5 fournisseurs :
FARITEC, WASSERSCHMIDT avec FRANCE LAVAGE INVEST, AQUADETOX (avec KARCHER), WASH TEC, CHRIST

ITALIE

1 fournisseur :
PRAGMA BLUE (avec HEXAWASH pour la France)

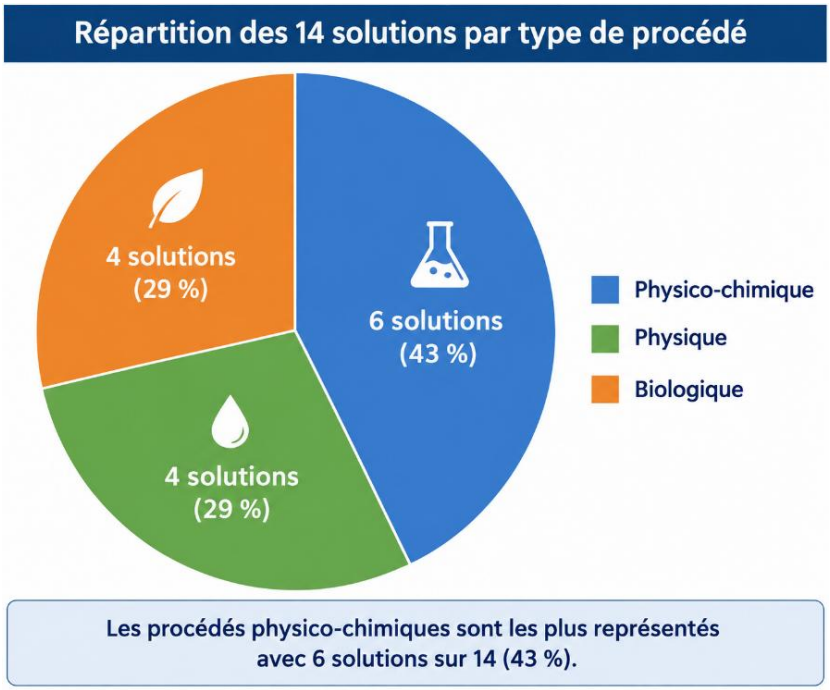


Implantation des fournisseurs/concepteurs d'unités de recyclage en France & en Europe

1.2.3 Procédés de traitement proposés par fournisseur : Typologie des traitements et capacités

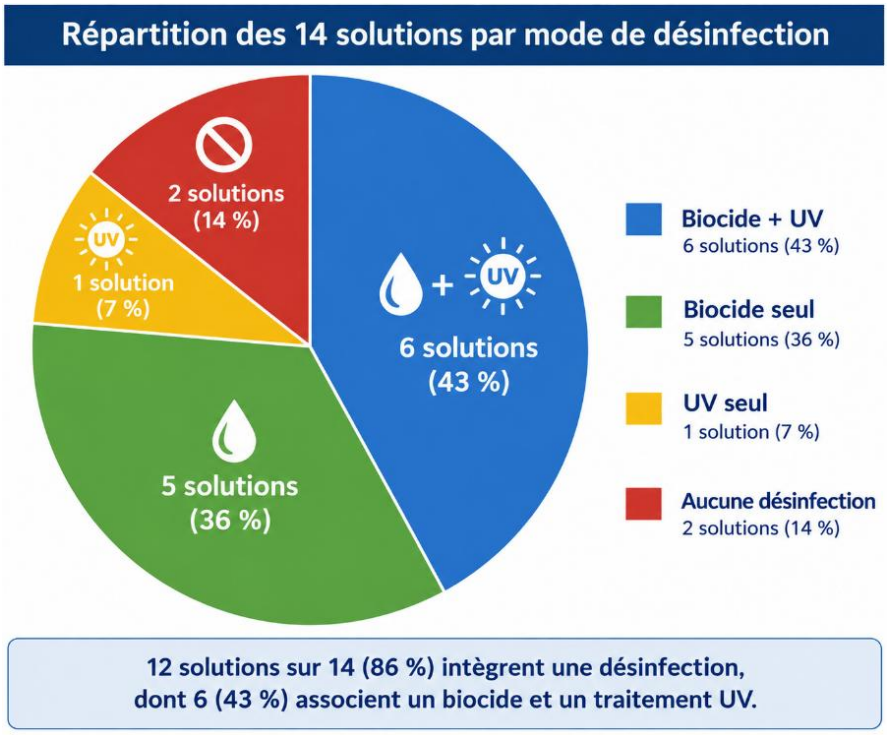
14 procédés proposés sur les 12 fournisseurs/installateurs interrogés :

Marque	Modèle	Procédé	Traitement principal	Mode de désinfection	Capacité pour un lavage
AQUACYCLE	Recycl'wash	Physique	Filtration granulaire	Biocide + UV	1 à 4 portiques MP
AQUADETOX	BioSaver/BioCiron	Biologique	Réacteur biologique MBBR / filtration	Aucun	BioSaver : 1 à 4 portiques BioCiron : pas de limite
ATH	Ecomodule ATH	Physico-chimique	Décantation physico-chimique / Filtration	Biocide	1 portique MP
ATH	Module ATH	Physico-chimique	Décantation physico-chimique / Filtration	Biocide	1 à 3 portiques MP
CHRIST	Fontis	Physique	Filtration granulaire	Biocide	Gamme S/S+ 1 à 3 portiques
EAUKEY	Thétis 20 / Thétis 40	Physico-chimique	Décantation/flottation physico-chimiques / filtration	Biocide + UV	1 à 5 portiques MP
FARITEC	FBK Réacteur	Biologique	Réacteur biologique MBBR / décantation / filtration	UV en option	Container : 1 à 3 portiques MP Au-delà : pas de limite
FRANCE LAVAGE INVEST	Bioclassic / Wasser schmidt	Biologique	Réacteur biologique MBBR / décantation / filtration	UV en option	Standard : 1 à 4 portiques MP Au-delà : pas de limite
HEXAWASH	Pragma Blue QC10	Physique	Filtration granulaire	Biocide + UV	1 à 3 portiques MP
HEXAWASH	Pragma Blue QC5	Physique	Filtration granulaire	Biocide + UV	1 à 2 portiques MP
HYDRO'ENVIRONNEMENT	Recycl'Eau	Biologique	Réacteur biologique MBBR / décantation / filtration	Biocide + UV	Standard : 1 à 4 portiques MP Au-delà : pas de limite
LAVANCE (EAUKEY)	Borvo	Physico-chimique	Décantation physico-chimique / filtration	Biocide + UV	1 à 2 portiques MP
OCENE	Ekowash	Physico-chimique	Filtration granulaire	Biocide	1 à 2 portiques MP
WASH TEC	Aquapur modular	Physico-chimique	Filtration granulaire	Biocide	1 à 4 portiques MP



Sur les 14 solutions étudiées, le marché apparaît technologiquement diversifié, avec 43 % de procédés physico-chimiques, 29 % physiques et 29 % biologiques (% arrondis à l'entier supérieur). Malgré cette diversité, la filtration constitue le dénominateur commun de toutes les filières, elle est présente à chaque fois (filtres à cartouches, à poches, filtres à matériaux granulaires filtrants et/ou adsorbants). La différenciation technologique porte donc

principalement sur le traitement placé en amont de cette filtration — biologique, physico-chimique ou simple séparation physique — ainsi que sur les barrières de désinfection placées en aval.



Analyse des modes de désinfection selon le type de procédé :

Procédés	Nb	Biocide + UV	Biocide seul	UV seul	Aucune
Physiques	4	**3**	1	0	0
Physico-chimiques	6	**2**	**4**	0	0
Biologiques	4	1	0	2	**1**

Remarques importantes :

Très souvent, les fournisseurs de procédés biologiques évitent la désinfection dans la crainte de nuire au développement de la biomasse épuratrice présente dans le(s) réacteur(s) biologique(s), lorsque les eaux de lavage sont recyclées.

Dans les solutions biologiques, en règle générale, la désinfection des eaux recyclées est :

- Soit, en configuration de base, sans équipement de désinfection / eaux traitées non désinfectées
- Soit, en option, avec un réacteur UV

Pour assurer un niveau de désinfection des eaux recyclées suffisant, un grand nombre de fournisseurs ont tendance à proposer la solution UV + Biocide (sécurité sanitaire mise en avant par le fournisseur).

Avis d'expert – Analyse des stratégies de désinfection

La présence d'une désinfection UV et/ou chimique ne constitue pas, à elle seule, une garantie de qualité microbiologique. L'efficacité doit être appréciée en fonction de la qualité de l'eau à traiter, du dimensionnement des équipements et de leur pilotage. Trois points principaux sont à retenir :

1. L'efficacité des UV est fortement dépendante de la qualité de l'eau. Une faible transmittance UV (UV_T), notamment liée à la présence de matières dissoutes ou en suspension, réduit la dose UV effectivement délivrée. Dans certaines installations, l'ajout d'un biocide peut ainsi constituer une barrière complémentaire venant compenser les limites d'une désinfection UV appliquée à une eau insuffisamment transparente aux UV. Il convient donc de vérifier l'UV_T et la dose UV réellement délivrée plutôt que de considérer la seule présence d'un réacteur UV comme une garantie de désinfection.
2. L'UV n'assure aucune rémanence de la désinfection. Même correctement désinfectée à la sortie du réacteur UV, l'eau peut subir une recontamination ou une recroissance microbiologique en aval, notamment dans la cuve d'usage, les canalisations et les équipements où des biofilms peuvent se développer. Une désinfection chimique correctement dimensionnée et pilotée présente ici un avantage : maintenir un résiduel désinfectant jusqu'au point d'utilisation.
3. Le risque d'une désinfection chimique vis-à-vis d'un traitement biologique MBBR doit être relativisé, mais vérifié. Lorsque le biocide est injecté en aval du traitement biologique, l'eau désinfectée est ensuite utilisée au lavage avant de retourner vers le traitement via les caniveaux, débourbeurs et ouvrages de stockage. Compte tenu du parcours hydraulique et de la demande en chlore des eaux de lavage et de la présence de boues stockées, un résiduel significatif à l'entrée du MBBR paraît peu probable et doit être vérifié par la mesure.

Analyse des capacités de traitement :

Le marché est très orienté vers les installations de quelques portiques.

La majorité des équipements standard est dimensionnée autour de 1 à 4 portiques, avec quelques solutions annoncées pour des installations plus importantes. Les procédés biologiques semblent conçus pour une très large gamme de traitement et pour répondre aux besoins des installations avec de nombreux équipements de lavage, voire un ou plusieurs tunnels de lavage de grande capacité.

Il faut souligner que lorsque l'on analyse les données techniques des fournisseurs, on constate que les solutions biologiques nécessitent beaucoup de surface disponible au sol (cuves enterrées ou hors sol, alignées sur au moins une dizaine de mètres et aussi des bâtiments de grande hauteur pour abriter les équipements hors sol) :

- FRANCE LAVAGE INVEST Wasserschmidt : Décanteurs lamellaires
- AQUADETOX : Filtres BioCiron / Biosaver
- HYDRO ENVIRONNEMENT : Décanteurs cylindro-coniques

Ces équipements de grandes capacités sont à privilégier dans les grands centres de lavage lorsque la surface utile est suffisante.

1.3 Présentation et implantation des centres de lavage audités avec une solution de recyclage

1.3.1 Avertissement

Les audits sur site (deux contrôles sur site par centre de lavage et par procédé de recyclage) ont été réalisés en totalité par le bureau d'études SOCAMA INGENIERIE.

Sur les 14 procédés présentés dans la présente étude, la **solution FARITEC** n'a pas pu être auditée sur le terrain.

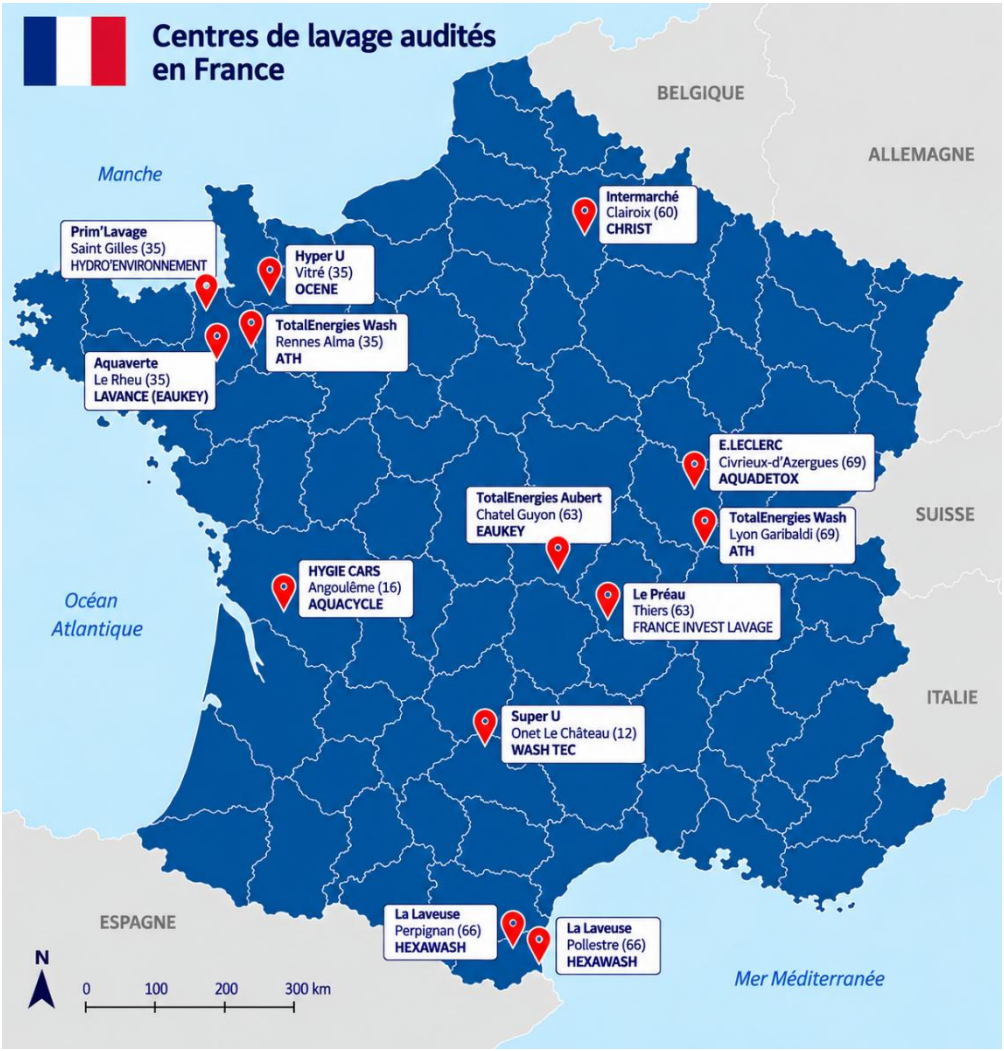
Les quelques sites équipés de l'unité de recyclage FARITEC en France sont essentiellement implantés dans la région « les Hauts-de-France », ils sont gérés en totalité par la société CALINAUTO. Les équipements de lavage de ces centres sont essentiellement des tunnels de lavage de grande capacité.

La direction de CALINAUTO n'a pas souhaité que les contrôles se poursuivent, et cela dès la première intervention du bureau d'études SOCAMA.

En résumé, les audits sur site ont été effectués sur :

- Treize centres de lavages implantés sur l'hexagone ;
- Soit 13 procédés de recyclage ont été contrôlés ;
- Soit 11 entreprises de recyclage concernées.

1.3.2 Présentation des centres de lavage et des unités de recyclage audités



Implantation en France des 13 centres de lavage audités avec unité de recyclage

Marque du recyclage	Modèle de recyclage	Centres de lavage	Implantation (Ville/Département)	Nombre de portiques	Nombre de pistes HP	Usage Eau potable	Usage Eau de forage	Usage eau de pluie	Collecte & traitement des eaux du lavage HP	Utilisation de l'eau recyclée dans le lavage HP	Utilisation partielle ou totale d'eau recyclée dans les étapes du lavage	Fréquentation moyenne mensuelle du lavage portique
AQUACYCLE	Recycl'wash	**HYGIE CARS**	Isle-d'Espagnac (16)	1	4	Oui	Oui	Oui	Oui	Non	Partielle	900
AQUADETOX	BioSaver/BioCiron	**E.LECLERC**	Civrieux-d'Azergues (69)	2	4	Oui	Non	Oui	Oui	Oui	Partielle	?
ATH	Ecomodule ATH	**TotalEnergies Wash - Lyon**	Garibaldi Lyon (69	1	0	Oui	Non	Non	Non	Non	Partielle	600
ATH	Module ATH	**TotalEnergies Wash - Rennes**	Alma Rennes (35)	2	2	Oui	Non	Non	Non	Non	Partielle	2 100
CHRIST	Fontis S+	**Intermarché Clairoix**	Clairoix (60)	2	2	Oui	Non	Non	Non	Non	Partielle	?
EAUKEY	Thétis 20	**TotalEnergies Aubert**	Chatel-Guyon (63)	1	2	Oui	Non	Non	Oui	Oui	Totale	?
FRANCE LAVAGE INVEST	Bioclassic / Wasser schmidt	**Le Préau**	Thiers (63)	2	3	Oui	Non	Non	Oui	Oui	Partielle	1 500
HEXAWASH	Pragma Blue QC10	**La Laveuse**	Perpignan (66)	2	3	Oui	Non	Non	Oui	Oui	Partielle	?
HEXAWASH	Pragma Blue QC5	**La laveuse**	Pollestres (66)	2	3	Oui	Non	Non	Oui	Oui	Partielle	?
HYDRO'ENVIRONNEMENT	Recycl'Eau	**Prim'Lavage**	Saint-Gilles (35)	2	3	Oui	Oui	Non	Oui	Non	Partielle	?
LAVANCE (EAUKEY)	Borvo	**Aquaverte**	Le Rheu (35)	1	3	Oui	Non	Non	Non	Non	Partielle	840
OCENE	Ekowash	**Hyper U Vitré**	Vitré (35)	2	3	Oui	Non	Non	Non	Non	Partielle	450
WASH TEC	Aquapur modular	**Super U Onet Le Château**	Onet-le-Château (12)	2	3	Oui	Non	Oui	Non	Non	Partielle	1 200

À partir des 13 centres de lavage audités rappelés dans le tableau ci-dessus, la typologie est assez diversifiée et permet de tester les unités de recyclage dans des configurations d'exploitation sensiblement différentes.

Synthèse de la typologie des centres audités :

Typologie	Nombre de sites	Part
Sites avec **1 portique**	4	**31 %**
Sites avec **2 portiques**	9	**69 %**
Sites avec **lavage HP**	12	**92 %**
Sites sans lavage HP	1	**8 %**
Sites utilisant de l'**eau de forage**	2	**15 %**
Sites utilisant de l'**eau de pluie**	3	**23 %**
Sites collectant et traitant les **eaux du lavage HP**	6	**46 %**
Sites réutilisant l'**eau recyclée en HP**	5	**38 %**

Une majorité de centres « mixtes » portique + haute pression :

La caractéristique principale de l'échantillon est la prédominance des centres associant portiques automatiques et pistes haute pression : 12 sites sur 13 disposent d'au moins une piste haute-pression (HP). Seul le site TotalEnergies Wash Lyon Garibaldi est exclusivement équipé d'un portique.

Les installations auditées ne correspondent donc pas à de simples portiques isolés : elles représentent majoritairement des centres de lavage multi-équipements, pour lesquels la gestion des flux d'eau est plus complexe.

La capacité de lavage automatique est également significative : 9 sites sur 13 disposent de deux portiques, contre seulement quatre avec un portique. Pour la haute pression, les centres disposent de 2 à 4 pistes, avec une prédominance des configurations à 3 pistes HP (6 sites).

Des architectures de recyclage très différentes :

Un point particulièrement intéressant est que la présence de pistes HP ne signifie pas nécessairement que leurs effluents sont intégrés à la boucle de recyclage.

Parmi les 12 centres disposant de pistes HP :

- **6 sites** collectent et traitent les eaux issues du lavage HP ;
- **5 sites** réutilisent effectivement de l'eau recyclée pour le lavage HP ;
- Les autres fonctionnent avec une boucle de recyclage essentiellement ou exclusivement associée aux portiques.

A retenir : sur les 4 professionnels du lavage présents dans l'étude avec une unité de recyclage, 3 excluent l'usage de l'eau recyclée sur leurs équipements de lavage haute pression : WASH TEC, CHRIST, LAVANCE

L'audit couvre donc deux philosophies de conception : **recyclage limité principalement au lavage automatique** (portiques MP) d'une part, et **recyclage élargi à une partie du lavage HP** d'autre part. Cette distinction est importante car l'intégration de la HP modifie à la fois les volumes à traiter, la charge polluante, le bilan hydraulique et les contraintes sanitaires à considérer.

Collecte des eaux des pistes HP : un enjeu majeur du bilan hydraulique

La collecte et le traitement des eaux issues des pistes de lavage HP présentent un intérêt **même lorsque l'eau recyclée n'est pas réutilisée sur ces pistes**.

En réintégrant les effluents HP dans la filière de traitement, on augmente le **volume d'eau récupérable disponible pour alimenter les usages autorisant l'eau recyclée**, notamment les portiques. Cette configuration contribue ainsi à :

- **Sécuriser la disponibilité en eau recyclée** et réduire le risque de manque d'eau dans la cuve d'usage ;
- **Compenser les pertes d'eau hors de la boucle de recyclage** : entraînement sur les véhicules, évaporation, purges, boues, opérations de maintenance, rejets du traitement, etc. ;
- **Réduire les besoins d'appoint en eau neuve**, sous réserve que le volume et la qualité des eaux HP collectées soient compatibles avec le procédé ;
- Favoriser, par conséquent, l'atteinte d'un **niveau élevé de recyclage global**.

Il convient donc de distinguer clairement **« collecte et traitement des eaux HP »** de **« utilisation d'eau recyclée pour le lavage HP »**. Un centre peut parfaitement collecter les effluents des pistes HP, les traiter dans l'unité de recyclage, puis utiliser l'eau recyclée **uniquement sur les portiques** :

- HYDRO ENVIRONNEMENT / Prim's Lavage, Saint-Gilles (35) :
- AQUACYCLE / Hygie Cars, L'Isle-d'Espagnac (16)

Dans le panel de sites étudiés, **6 sites sur 13 collectent et traitent les eaux HP, alors que seulement 5 utilisent de l'eau recyclée sur les pistes HP**.

La configuration hydraulique du centre de lavage constitue un facteur déterminant de la performance du recyclage. En particulier, la collecte des eaux issues des pistes HP peut contribuer significativement à l'équilibre volumétrique de la boucle, indépendamment de leur réutilisation sur ces mêmes pistes. Elle constitue ainsi un moyen de sécuriser la ressource en eau recyclée et de compenser une partie des pertes inhérentes au fonctionnement du centre.

À retenir : C'est aussi un élément à prendre en compte dans l'interprétation du RNR et du TRGE : deux recycleurs techniquement comparables peuvent présenter des performances hydrauliques différentes simplement parce que l'un récupère les effluents HP et l'autre non.

2. ANALYSE DES SYSTEMES DE RECYCLAGE DES EAUX DE LAVAGE VL

2.1 Définition des solutions de traitement et de recyclage proposées par les fournisseurs

2.1.1 Rappel des solutions de traitement des eaux proposées

	Entreprises de recyclage	Procédés proposés			
		Nombre	Biologique	Physique	Physico-chimique
1	AQUADETOX : BIOSAVER/BIOCIRON	1	1		
2	EAUKEY : THETIS	1			1
3	FRANCE INVEST LAVAGE BIOCLASSIC	1	1		
4	HYDRO ENVIRONNEMENT : RECYCL'EAU	1	1		
5	ATH : MODULE / ECOMODULE	2			2
6	AQUACYCLE : RECYCL'WASH RW	1		1	
7	HEXAWASH : PRAGMA BLUE QC	2		2	
8	CHRIST : FONTIS S/S+	1		1	
9	LAVANCE : BORVO	1			1
10	WASH TEC : AQUAPUR MODULAR	1			1
11	FARITEC : FBK	1	1		
12	OCENE : EKOWASH	1			1
	12 entreprises	**14**	**4**	**4**	**6**

2.1.2 Définition des filières de traitement proposées par les fournisseurs

Dans l'ensemble des filières de traitement proposées, on retrouve :

- Systématiquement le séparateur à hydrocarbures placé en amont de la filière de traitement à l'exception des solutions :
  - ATH (Module ATH & Ecomodule ATH)
  - WASH TEC
  - CHRIST
  - LAVANCE
  - ⇨ Dans ces 5 solutions, le **traitement principal n'est pas protégé d'une pollution aux hydrocarbures** (huiles et autres produits pétroliers)
- Systématiquement un débourbeur est présent en amont de la filière de traitement sauf pour les solutions :
  - **Module ATH :** Le décanteur physico-chimique intègre dans son ouvrage principal la fonction débourbeur, au-delà de 2 portiques à rouleaux un débourbeur amont peut être ajouté
  - **Borvo LAVANCE :** Avec un seul portique MP, le caniveau de la piste de lavage est aménagé pour assurer la fonction de débourbeur/dessableur

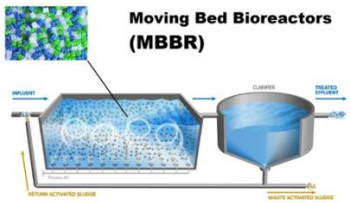
Définition des filières de traitement physique et physico-chimique :

Fournisseurs	Désignation du procédé	❶ Prétraitements	❷ Traitement principal	❸ Désinfection des eaux	❹ Traitements complémentaires (options / Variantes)
ATH	Module ATH Ecomodule	Débourbeur (Ecomodule)	Décantation physico-chimique + filtration sur tamis	Désinfection avec un biocide (eau de javel)	-
Eaukey	Thétis	Débourbeur + séparateur à hydrocarbures	Décantation physico-chimique + flottation + correction du pH + filtration à cartouches + Filtration au charbon actif	Désinfection avec un biocide (eau de javel) + désinfection UV	Régulation automatique du traitement principal (coagulant/floculant)
HEXAWASH EXPERT EN SOLUTIONS DE LAVAGE	QCOver (QC10/QC5)	Débourbeur + séparateur à hydrocarbures	Filtre à poches + filtration 2 à 3 étages (sable/zéolithe/charbon actif)	Désinfection avec un biocide (eau de javel) + désinfection UV	Variante QC5 (+1 filtre zéolithe)
océne	Ekowash	Débourbeur + séparateur à hydrocarbures + 2 cuves de décantation / aération	Coagulation/floculation + collage sur filtre à sable	Désinfection avec un biocide (peroxyde d'hydrogène)	Filtre à charbon actif (option)
LAVANCE LE LAVAGE PAR EXCELLENCE	Borvo	Caniveau de la piste (1 portique).	Décantation physico-chimique + correction du pH + filtration sur sable + Filtration au charbon actif	Désinfection avec un biocide (eau de javel) + désinfection UV	Régulation automatique du traitement principal (coagulant/floculant)
AquaCycle	Recycl'Wash	Débourbeur + séparateur à hydrocarbures	Filtre à poches + filtration à 3 étages (verre/zéolithe/charbon actif)	Désinfection avec un biocide (peroxyde d'hydrogène) + désinfection UV	Option skid d'ultrafiltration (0,05 µm) Adoucisseur / Osmoseur
WashTec	Aqua Pur Modular	Débourbeur + cuve d'aération	Filtre à sable	Désinfection avec un biocide (eau de javel)	Option coagulant/floculant
Christ	Fontis	Débourbeur + cuve d'aération	Filtre à sable + soude	Désinfection avec un biocide (eau de javel)	Option coagulant/floculant

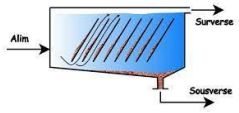
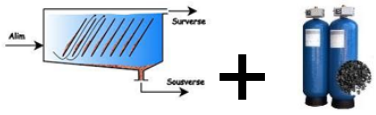
Définition des filières de traitement biologique :

Fournisseurs	Désignation du procédé	❶ Prétraitements	❷ Traitement principal	❸ Désinfection des eaux	❹ Traitements complémentaires (options / Variantes)
FRANCE LAVAGE INVEST	BioClassic	Débourbeur	Réacteur biologique aéré type MBBR + décanteur lamellaire	Rien en base (option désinfection UV)	Option filtre granulaire (sable ou charbon actif)
FARITEC®	FBK réactor	Débourbeur à lamelles	Réacteur biologique aéré type lit bactérien décanteur lamellaire	désinfection UV	Filtres à disques Filtres adsorbants Adoucissement/Osmose inverse
aquadetox	BioSaver	Débourbeur	Réacteur biologique aéré type MBBR + filtre à sable ou zéolithe	Rien en base (option désinfection UV)	Filtre Biociron en amont du filtre BioSaver
hydro environnement	Recycl'Eau	Débourbeur + séparateur à hydrocarbures	Réacteur biologique aéré type lit bactérien immergé + décanteur statique	Désinfection avec un biocide + désinfection UV	Filtre zéolithe + filtre à poches + cartouche filtrante à charbon actif

Dans les solutions biologiques, les fournisseurs proposent principalement 2 types de procédé, basés sur le principe de la biomasse mixte (culture fixée & culture libre) :

 Réacteurs MBBR (Moving Bed Biofilm Reactor)	FRANCE LAVAGE INVEST (Wasserschmidt), AQUADETOX
 Lits bactériens immergés dans le réacteur	FARITEC , HYDRO ENVIRONNEMENT

Dans l'ensemble des solutions proposées, des divergences importantes existent au niveau du mode de clarification de l'eau, placé juste après l'étape principale du procédé de traitement (mode de séparation liquide/solide ou eau/boue). Ainsi, on retrouve principalement parmi l'ensemble des offres des fournisseurs, 3 modes de clarification de l'eau :

 Décantation seule (et/ou flottation)	FRANCE LAVAGE INVEST (en base)
 Décantation (et/ou flottation) + filtration	ATH, EAUKEY, FARITEC, HYDRO ENVIRONNEMENT, LAVANCE, FRANCE LAVAGE INVEST (en option)
 Filtration directe	AQUADETOX, OCENE, AQUACYCLE, WASH TEC, CHRIST, HEXAWASH (Pragma blue)

On notera que pour les procédés de filtration directe (filtres installés en aval du traitement biologique ou filtres après débourbeur, avec ou sans injection de coagulant/floculant), le dimensionnement (section du filtre / volume de matériau filtrant) est, chez un grand nombre de fournisseurs, trop juste par rapport aux flux massiques et hydrauliques à traiter :

- Vitesse de filtration élevée (Bien au-delà de 12 $m^3/m^2.h^{-1}$ (ou m/h)
- Temps de contact limité à moins de 5 minutes
- Fournisseurs concernés : AQUADETOX, AQUACYCLE, CHRIST, WASH TEC,
- Nota : Pas d'information donnée de la part d'HEXAWASH sur le dimensionnement des filtres HEXAWASH Pragma blue

⇨ Ces installations risquent un colmatage rapide des masses filtrantes, avec apparition d'un embouage progressif et souvent irréversible.

Certains fournisseurs proposent également des filtres nécessitant une intervention humaine régulière et/ou l'approvisionnement de consommables (sans oublier l'élimination des produits usagés vers un centre de retraitement des déchets industriels spécialisé). La maintenance de ces équipements doit bien être prise en compte en intégrant la mise en place de moyens humains et matériels adéquats et suffisants dans le temps :

Filtres à tamis lavables manuellement 	ATH / HYDRO ENVIRONNEMENT
Filtres à usage unique (filtre à poches, filtres bobines, …) 	AQUACYCLE, EAUKEY
Filtres à usage unique remplis de médias adsorbants (zéolithe, charbon actif en grains, résines …) 	FARITEC, Aquadétox, EAUKEY, HYDRO ENVIRONNEMENT, OCENE, LAVANCE, HEXAWASH

Les procédés physiques de filtration sur matériaux granulaires et sans produit de traitement de type coagulant/floculant, peuvent difficilement maintenir seuls et dans le temps un traitement suffisant de la pollution dissoute (matières organiques, matières colloïdales, …) :

- Pas ou peu de rétention dans la masse filtrante : Filtres à sable, filtres remplis de verre
- Capacité d'adsorption des polluants limitée dans le temps en fonction des teneurs en pollution résiduelles : filtres à charbon actif en grains, zéolithe

Sable, verre filtrant (matériau inerte) 	AQUACYCLE, OCENE, WASH TEC, CHRIST, HEXAWASH, LAVANCE
Charbon actif en grains, zéolithe (matériaux adsorbants) 	AQUACYCLE, OCENE, EAUKEY, HEXAWASH, LAVANCE

Important à retenir :

En règle générale, la filtration sur matériau granulaire nécessite fréquemment (au moins 1 fois par jour) un rétrolavage à l'eau, les besoins en eau de lavage représentent entre 15 et 30 % du volume d'eau traité. Ces volumes sont à prendre en compte dans la définition de la capacité de production d'eau recyclée, dans le bilan hydraulique et le calcul des KPI (RNR, TRGE et IDEP) :

- **HEXAWASH (site La Laveuse Perpignan 66), AQUACYCLE (site Hygie Cars L'Isle-d'Espagnac 16)** utilisent de l'eau potable pour le lavage de ses filtres ;
- Lorsque de l'eau recyclée est utilisée pour le lavage des filtres, le volume d'eau lié à cette opération doit être déduit du volume d'eau recyclée pris en compte dans le calcul des KPI : Ce n'est pas le cas chez **HEXAWASH (site La Laveuse Pollestres 66).**

2.2 Analyse comparative de solutions de traitement et de recyclage de l'eau proposées

2.2.1 Edition d'un dossier fournisseur de recyclage

Pour chaque entreprise ayant répondu favorablement à participer à cette étude, un dossier fournisseur a été rédigé (documents annexés au tome 2).

Les 12 dossiers fournisseurs ont pour objectif de constituer une base documentaire homogène, structurée et critique des principales solutions de recyclage des eaux de lavage de véhicules légers étudiées.

L'utilisation d'une trame commune à l'ensemble des fournisseurs permet de dépasser la simple présentation commerciale des équipements et de disposer, pour chaque solution, d'un même niveau de lecture portant notamment sur l'entreprise, le procédé proposé, les performances annoncées, les engagements et garanties, les moyens de surveillance, le périmètre des prestations, l'organisation des travaux, la maintenance et les coûts.

Chaque dossier est complété par une analyse d'expert de la solution proposée. Cette analyse vise à porter un regard indépendant sur la conception générale du recyclage, la cohérence des informations et engagements communiqués, les conditions nécessaires à son exploitation et les éventuels points de vigilance à prendre en compte dans un projet. Elle permet également d'identifier les informations ou garanties qui nécessiteraient d'être précisées par le fournisseur.

À l'issue de cette analyse, une synthèse des principaux avantages et des principales limites de chaque solution est établie. Elle permet au lecteur d'identifier rapidement les caractéristiques différenciantes de chaque offre, sans avoir à reprendre l'intégralité du dossier.

Ces dossiers remplissent ainsi trois fonctions complémentaires :

1. Constituer un référentiel documenté des solutions disponibles ;
2. Permettre leur comparaison sur une base méthodologique commune ;
3. Apporter une analyse critique indépendante destinée à éclairer le maître d'ouvrage dans la définition de ses besoins et de ses exigences.

Ils assurent également la traçabilité des informations disponibles au moment de l'étude, en distinguant les caractéristiques et performances annoncées par les fournisseurs des analyses et commentaires formulés dans le cadre de l'expertise.

Ces dossiers n'ont donc pas vocation à établir un classement des fournisseurs, mais à fournir au maître d'ouvrage les éléments techniques, organisationnels et économiques, complétés d'une analyse experte des avantages et limites, lui permettant d'apprécier l'adéquation de chaque solution aux caractéristiques et aux objectifs propres à son projet.

À retenir : le dossier fournisseur est à considérer comme un outil d'aide à la décision, et non comme un palmarès des recycleurs.

2.2.2 Méthodologie de l'analyse comparative

L'analyse comparative des solutions de recyclage a été faite à partir des 12 dossiers fournisseurs.

Dans cette partie :

- Quatorze évaluations ont été réalisées, par procédé et par marque.
- L'analyse des performances de recyclage (KPI) et l'évaluation du niveau de qualité des eaux ne sont pas prises en compte : Cf. chapitre 2.3 Analyse des sites audités – Performances de recyclage et qualité des eaux

L'analyse porte individuellement sur 6 critères principaux concernant potentiellement l'ensemble des unités de recyclage étudiées.

Grille de définition des critères à évaluer :

N°	Critère principal	Sous-critères utilisés pour établir l'appréciation
1	**Conception, adaptabilité**	Maturité et robustesse • Simplicité/cohérence du procédé • Capacité et domaine d'application • Compacité et contraintes d'intégration
2	**Exploitation maintenance**	Facilité d'exploitation • Niveau d'automatisation • Instrumentation/contrôle/supervision • Maintenabilité • Organisation de la maintenance/SAV
3	**Ressources, rejets, sous-produits**	Consommations énergétiques • Produits chimiques et consommables • Boues/déchets/effluents résiduels • Capacité à traiter les eaux avant rejet au milieu naturel

N°	Critère principal	Sous-critères utilisés pour établir l'appréciation
4	**Sécurité & garanties**	Maîtrise des risques sanitaires • Disconnexion EDCH/eau recyclée • Sécurité de conception et d'intervention • Niveau et précision des engagements/garanties fournisseur
5	**Étendue des prestations fournisseur**	Études • Fourniture • GC/VRD • Installation/raccordements • Mise en service • Formation • Assistance • Maintenance • Limites de prestations
6	**Économie globale**	**CAPEX** : investissement complet installé • **OPEX** : énergie, réactifs, consommables, renouvellements, maintenance, analyses et déchets

Méthode d'évaluation des critères :

Chacun des critères retenus est évalué selon une échelle qualitative à quatre niveaux, représentée par une pastille de couleur.

Cette représentation vise à faciliter la lecture comparative des 14 solutions tout en conservant le caractère multicritère de l'analyse. Les pastilles ne constituent pas une notation chiffrée et ne sont pas destinées à établir un classement global des fournisseurs. L'appréciation portée sur chaque critère repose sur les informations recueillies dans les dossiers fournisseurs et sur l'analyse d'expert associée.

Les performances mesurées lors des audits terrain, notamment les KPI de recyclage et la qualité des eaux recyclées, font l'objet d'une évaluation distincte et ne sont pas utilisées pour attribuer les pastilles de cette grille comparative.

Niveau	Pastille	Signification proposée	Principe d'évaluation
1	Verte	Favorable	Le critère est bien satisfait, pas de réserve significative identifiée.
2	Orange	Acceptable avec réserves	Le critère est globalement satisfait, mais présente une ou plusieurs limites ou points de vigilance.
3	Rouge	Défavorable / Insuffisant	Le critère est insuffisamment satisfait ou présente une limite importante susceptible d'affecter l'intérêt de la solution.
4	Blanche	Non évaluable	Les informations disponibles sont absentes, insuffisantes ou trop imprécises pour permettre une évaluation objective.

2.2.3 Analyses transversales multicritères des 14 solutions de recyclage

Le tableau de synthèse ci-après reprend chaque analyse multicritère détaillée et argumentée avec l'avis d'expert, présentée dans chaque dossier fournisseur :

Fournisseur	Solution	Conception & adaptabilité	Exploitation & maintenance	Ressources, rejets & sous-produits	Sécurité & garanties	Étendue des prestations	Économie globale
HYDRO ENVIRONNEMENT	Recycl'Eau	🟢	🟡	🟢	🟢	🟡	🟡
ATH	Ecomodule ATH	🟢	🟢	🟡	🟢	🟢	🟡
ATH	Module ATH	🟢	🟢	🟢	🟢	🟢	🟡
EAUKEY	Thétis	🟢	🟡	🟡	🟡	🟡	🟡
FRANCE INVEST LAVAGE	BioClassic / Wasserschmidt	🟢	🟡	🟢	🔴	🔴	⚪
AQUACYCLE	Recycl'Wash	🟡	🟡	🔴	🔴	🔴	🟡
OCENE	Ekowash	🟡	🟢	🔴	🟡	🔴	🟡
LAVANCE / EAUKEY	Borvo	🟡	🟡	🔴	🟡	🟡	🟡
CHRIST	Fontis	🟡	🟡	🔴	🔴	🔴	🟡
WASH TEC	Aquapur Modular	🟡	🟡	🟡	🔴	🔴	🟡
FARITEC	FBK	🟢	🟡	🟢	🔴	🔴	🟡
AQUADETOX	BioSaver	🟢	🟡	🟡	🔴	🔴	🟡
HEXAWASH	Pragma Blue QC5	🟡	🟡	🔴	🔴	🔴	🟡
HEXAWASH	Pragma Blue QC10	🟡	🟡	🔴	🔴	🔴	🟡

🟢 Favorable / satisfaisant 🟡 Intermédiaire / réserve 🔴 Défavorable / insuffisant ⚪ Non évalué

1. Conception & adaptabilité : globalement la famille la mieux maîtrisée

C'est probablement le premier enseignement de la comparaison. Aucune des 14 solutions n'est classée rouge sur la conception. Les fournisseurs disposent globalement de solutions industrialisées et reposant sur des technologies connues du traitement de l'eau.

Deux grandes philosophies apparaissent :

Les solutions biologiques telles que Recycl'Eau, BioClassic, FBK ou BioSaver reposent sur des architectures proches de petites stations d'épuration industrielles. Elles présentent généralement une bonne capacité d'adaptation hydraulique et une aptitude au traitement de la pollution organique dissoute, mais nécessitent le maintien permanent des conditions biologiques.

À l'inverse, les solutions physico-chimiques ou physiques privilégient décantation et/ou filtration, coagulation-floculation, adsorption et désinfection. Elles présentent souvent une remise en service immédiate et une plus grande compacité, mais certaines architectures reposent fortement sur les médias filtrants et adsorbants. C'est notamment le cas de HEXAWASH/Pragma Blue, AQUACYCLE/Recycl'Wash : absence de coagulation-floculation et forte dépendance au sable, à la zéolite et au CAG. Pour CHRIST/Fontis et WASH TEC/Aquapur, le dossier souligne également que le procédé a été particulièrement simplifié, mais par conséquent sa capacité de traitement de la pollution organique dissoute et des tensioactifs reste très limitée.

Conclusion famille 1 : le marché ne manque pas de solutions techniquement construites ; les différences apparaissent davantage dans leur degré de sophistication, leur polyvalence et leurs contraintes d'exploitation que dans l'existence même d'une filière cohérente.

2. Exploitation & maintenance : une forte disparité

Cette famille devient beaucoup plus discriminante.

Les procédés les plus simples présentent naturellement un avantage en exploitation : moins d'équipements, moins de réactifs, moins de niveaux de pompage et remise en service plus rapide.

À l'inverse, **les procédés très complets** peuvent cumuler cuves, pompes, filtres, réactifs, UV, instrumentation et automatismes. La qualité potentielle du traitement est alors obtenue au prix d'une **plus grande exigence de maintenance.**

Les procédés biologiques présentent une contrainte particulière : **la biomasse doit rester active et correctement oxygénée.** Une panne d'aération prolongée n'a donc pas les mêmes conséquences que l'arrêt d'un simple filtre.

Dans certaines solutions, la quête de la compacité optimale de l'unité de recyclage a tellement été mise en avant que la maintenabilité des équipements et la sécurité des opérateurs ont été un peu dégradées : Tout doit rentrer dans un container, les cuves, les pompes, les filtres, etc. Les solutions de EAUKEY/Thétis et de LAVANCE/Borvo illustrent bien la situation.

Les dossiers montrent également que la maintenance est souvent partagée avec l'exploitant. Le BioClassic en constitue un exemple : son manuel définit de nombreuses tâches, mais une grande partie reste à réaliser par l'exploitant et l'organisation d'une prestation « tout inclus » n'est pas clairement établie.

Enseignement : la maintenabilité doit être considérée comme une composante intrinsèque de la solution de recyclage, et non comme une prestation secondaire.

3. Ressources, rejets & sous-produits : la famille la plus discriminante

Une distinction fondamentale apparaît entre :

- les solutions capables de traiter une part importante, voire la totalité, des effluents collectés avant rejet, correspondant aux configurations de type 2 * ;

- les configurations de type 1, dimensionnées essentiellement pour produire le volume d'eau recyclée nécessaire au lavage.

(*) cf. Tome 1 - Intégration & connexion d'une unité de recyclage sur le réseau de collecte des eaux de lavage

Dans une configuration type 1, les eaux excédentaires peuvent quitter le système par trop-plein en amont de la filière complète. Le recycleur économise donc de l'eau potable, mais n'assure pas nécessairement une fonction globale d'épuration de tous les effluents produits par le centre de lavage.

Rappels des cas identifiés comme configuration type 1 :

- OCENE/Ekowash, EAUKEY/Thétis, LAVANCE/Borvo, WASH TEC/Aquapur, HEXAWASH/Pragma blue QC5 et QC10 –, AQUACYCLE/Recycl'Wash, ATH/Ecomodule, CHRIST/Fontis
- 9 unités sur 14 étudiées, soit 64 % des solutions proposées

Rappels des cas identifiés comme configuration type 2 :

Les solutions biologiques (HYDRO ENVIRONNEMENT/Recycl'Eau, FRANCE LAVAGE INVEST/BioClassic, FARITEC/FBK, AQUADETOX/BIosaver) et le Module ATH présentent une approche davantage apparentée à une station d'épuration, ce qui explique leur meilleure appréciation sur cette famille.

Les sous-produits sont également discriminants : boues biologiques, boues physico-chimiques, eaux de contre-lavage, médias filtrants saturés et CAG doivent tous être considérés dans le bilan réel.

Cette famille met donc en évidence une distinction essentielle : recycler l'eau et dépolluer les effluents sont deux fonctions différentes. Une solution peut être conçue pour assurer les deux, ou principalement la première.

4. Sécurité & garanties : beaucoup de réserves malgré des traitements parfois sophistiqués

La présence d'une désinfection aux UV, d'un biocide, d'un charbon actif ou de plusieurs barrières successives ne suffit pas à constituer une garantie de résultat.

Les dossiers montrent fréquemment :

- Une absence de garantie bactériologique clairement définie ;
- Une absence de limites de traitabilité de l'eau brute ;
- Des garanties incomplètes sur turbidité, MES, conductivité, rédox ou tensioactifs ;
- Des analyseurs proposés seulement en option ;
- Un réacteur UV insuffisamment instrumenté ;
- Des plans de comptage ne permettant pas toujours de déterminer correctement TRGE, IDEP et RNR ;
- Des dispositifs de disconnexion eau potable/eau recyclée à sécuriser.
- Un non-respect de certaines règles QSE/HSE : accès non sécurisé pour des interventions en hauteur

Le QCOver de chez HEXAWASH – Pragma Blue illustre bien ce constat : malgré une chloration + UV, le dossier ne définit aucun objectif bactériologique garanti et les analyseurs restent optionnels.

Le point faible général du marché n'est donc pas nécessairement l'absence de technologie de traitement, mais l'insuffisance de contractualisation et de démonstration des résultats attendus.

5. Étendue des prestations : le « clé en main » reste minoritaire

Cette famille fait également ressortir une faiblesse assez générale.

De nombreux fournisseurs vendent avant tout une unité de process, un équipement. Or, une installation de recyclage opérationnelle nécessite également : terrassements, génie civil (GC), débourbeurs, séparateurs à hydrocarbures, postes de relevage, réseaux hydrauliques, réseaux électriques, raccordements, pompage vers le lavage, instrumentation, communication et mise en service.

Ces prestations sont très souvent réparties entre plusieurs intervenants ou laissées à la charge et à la compétence du maître d'ouvrage.

Cela crée surtout un risque d'interface : lorsqu'un défaut survient, la responsabilité peut se situer entre le recycleur, le laveur, le GC, le réseau hydraulique ou l'exploitation.

Ne pas oublier: Rappel du principe du couple indissociable Laveur – Recycleur.

6. Économie globale : difficilement comparable entre fournisseurs

La prédominance de l'orange dans cette famille n'est pas anodine.

Le principal problème n'est pas nécessairement que les procédés soient trop coûteux, mais que les périmètres économiques annoncés ne sont pas homogènes.

Un prix « départ usine », un prix « skid installé », un prix « container installé » et un prix comprenant réellement GC + voierie réseaux divers (VRD) + raccordements + mise en service ne peuvent pas être comparés directement.

FRANCE INVEST LAVAGE avec le BioClassic illustre bien la difficulté : un prix d'entrée de gamme est disponible, mais le coût réel avec les travaux associés reste insuffisamment défini et aucun véritable coût global de maintenance n'est fourni.

La comparaison économique devrait donc porter sur le coût global de possession et non sur le seul prix d'achat du recycleur.

Lors des audits terrains, quelques coûts globaux de projets de recyclage ont pu être communiqués par les maîtres d'ouvrage (présentations de facture d'achat) :

- La majorité des réalisations, faites entre 2015 et 2025, reviendrait à un coût global compris entre 90 à 150 k€, la moyenne est centrée à 100 k€ ;
- Les systèmes de recyclage simplifiés et/ou intégrés dans les armoires de lavage (WASH TEC / CHRIST) ne dépasseraient pas les 80 K€ (en intégrant le coût des ouvrages enterrés, les réseaux et les VRD) ;
- Les projets intégrant à la fois le recyclage des eaux de lavage, la récupération et l'utilisation des eaux de pluie sont très coûteux, les montants dépasseraient 230 k€ (voir l'exemple du centre de Super U – Onet le Château/Rodez avec la solution de recyclage WASH TEC).

À cela s'ajoutent les OPEX :

- Réactifs, électricité, filtres à usage unique, membranes ou médias adsorbants (zéolite, charbon), lampes UV, hydrocurage, élimination des boues, les analyses de contrôles, maintenance préventive et corrective ;
- Pour des installations physico-chimiques complexes (EAUKEY/THETIS par exemple), les consommables représentent un coût supérieur ou égal à 1,00 €HT/m^3 traité. Rappel : le coût de l'eau potable avec assainissement est en moyenne 4.40 €TTC/m^3 ;
- Le coût électrique des traitements biologiques peut dépasser aisément les 4 kWh/m^3 , tandis que celui des solutions physico-chimiques reste en moyenne à moins de 1.5 kWh/m^3.

Lecture générale de la matrice

La matrice met finalement en évidence trois constats structurants.

1. **Premier constat :** il n'existe pas une technologie dominante sur les six familles. Une filière sophistiquée peut être favorable en conception mais plus contraignante en exploitation, en consommables ou en coût. À l'inverse, une solution très simple peut être robuste et facile à maintenir mais présenter des limites de traitement ou de garanties ;

2. **Deuxième constat :** les principales différences entre fournisseurs ne portent plus uniquement sur la technologie de traitement. Elles portent fortement sur l'instrumentation, la maintenance, les engagements contractuels, la gestion des rejets, l'étendue des prestations et le niveau d'accompagnement de l'exploitant ;

3. **Troisième constat :** la comparaison des dossiers fournisseurs et celle des audits de terrain doivent absolument rester séparées. La matrice multicritère décrit uniquement ce que la solution est conçue pour faire et ce que le fournisseur propose et garantit.

L'audit de terrain mesure ce qu'une installation particulière a effectivement produit dans des conditions données. Le protocole ne portant que sur un site et deux contrôles par procédé, ces résultats ne peuvent pas être généralisés à l'ensemble d'une technologie ou d'un fournisseur.

En synthèse de l'analyse des dossiers fournisseurs :

L'analyse multicritère des 14 procédés fait apparaître des profils sensiblement différents entre les 14 procédés étudiés. Certaines solutions présentent un profil particulièrement favorable et équilibré sur les six grandes familles de critères, avec peu de points de faiblesse majeurs identifiés dans les dossiers fournisseurs.

Aucune technologie ne répond à elle seule de manière optimale à l'ensemble des contraintes d'un centre de lavage. Le choix d'une solution doit donc être réalisé à partir des caractéristiques du site, des usages prévus de l'eau recyclée, du niveau de qualité recherché, des contraintes de rejet et des moyens disponibles pour l'exploitation et la maintenance.

Ces résultats ne constituent toutefois pas un classement des performances des procédés. Ils traduisent le niveau d'adéquation des solutions aux critères retenus à partir des informations communiquées par les fournisseurs et de l'analyse d'expert. Les performances hydrauliques et la qualité réelle des eaux recyclées font l'objet d'une évaluation distincte à partir des audits de terrain.

2.3 Analyse des sites audités – Performances de recyclage et qualité des eaux

2.3.1 Contenu du rapport d'audit

Pour chacune des 13 solutions étudiées (sans FARITEC), un audit de terrain a été réalisé sur un centre de lavage équipé du procédé. Le rapport d'audit décrit l'installation réelle et son fonctionnement hydraulique, analyse les performances de recyclage à partir des KPI (TRGE et RNR), évalue la qualité physico-chimique et microbiologique de l'eau recyclée à partir de deux campagnes de prélèvements, vérifie son adéquation avec les usages du lavage et examine la qualité des effluents rejetés.

Ces données sont complétées par une analyse d'expert portant notamment sur la fiabilité des mesures, les conditions réelles d'exploitation, les éventuelles anomalies ou limites constatées et les réserves nécessaires à l'interprétation des résultats.

Le rapport constitue ainsi un retour d'expérience documenté sur une installation réelle. Il ne doit toutefois pas être assimilé à une validation générale du procédé : l'évaluation repose sur un seul site et deux campagnes de contrôle et caractérise donc avant tout les performances observées sur l'installation auditée dans ses conditions d'exploitation.

Le document édité comprend 6 grandes parties bien distinctes, présentées dans le tableau ci-après :

N°	Parties du rapport	Contenu principal
1	**Description du site et de l'installation auditée**	Identification du centre, équipements de lavage (portique, pistes HP), ressources en eau, prétraitements, caractéristiques de l'unité de recyclage, capacité, usages de l'eau recyclée, raccordement des rejets, année de mise en service et coût d'investissement.
2	**Schéma hydraulique et fonctionnel du site**	Plan PID complet* permettant de visualiser les circuits d'eau potable, eau adoucie, eau brute, eau recyclée et rejets, ainsi que les équipements de traitement, cuves, pompages, compteurs et points de prélèvement.
3	**Évaluation des performances hydrauliques du recyclage – KPI**	Exploitation des relevés de compteurs sur une période longue pour déterminer le **TRGE** et le **RNR**, avec vérification de la qualité du plan de comptage et identification des limites ou incertitudes affectant les calculs.
4	**Évaluation de la qualité de l'eau recyclée**	Deux campagnes de prélèvements et d'analyses physico-chimiques et microbiologiques. Classement des paramètres selon les niveaux **N1 à N4** définis dans le tome 1 (cf. II.1.3 Les 4 niveaux de qualité d'eau requis pour un lavage dans un centre professionnel), identification des paramètres non cofomes **NC**, vérification de l'adéquation de la qualité obtenue avec les usages réels de l'eau recyclée.
5	**Évaluation de la qualité des rejets**	Analyses des effluents rejetés et appréciation de leur compatibilité avec un rejet vers le **réseau d'assainissement collectif** ou vers le **milieu naturel/réseau pluvial**, avec référence aux exigences réglementaires retenues dans l'étude.
6	**Synthèse, analyse d'expert et conclusions de l'audit**	Mise en perspective des résultats hydrauliques et analytiques, identification des anomalies et limites de l'installation, réserves sur la représentativité ou la fiabilité des résultats, adéquation entre qualité produite et usages, et identification des actions prioritaires.

(*) Plan : outil indispensable à la compréhension et à la maîtrise des installations

L'ensemble des **plans PID (Piping & Instrumentation Diagram)** des sites audités a été réalisé par **SOCAMA**, selon une représentation schématique homogène et normalisée. Ces documents permettent d'identifier et de comprendre rapidement les différents **circuits hydrauliques du centre de lavage et de l'unité de recyclage** : collecte des eaux, prétraitement, traitement, stockage, recyclage, appoint en eau potable, alimentation des équipements de lavage et rejets. Ils permettent également de positionner les principaux équipements, organes de régulation, compteurs et points de prélèvement.

L'absence fréquente de PID à jour sur les sites constitue une faiblesse importante. Sans représentation fiable des circuits hydrauliques, la maîtrise du fonctionnement réel de l'installation devient plus difficile, tout comme le diagnostic des dysfonctionnements et la réalisation des opérations d'exploitation, d'entretien et de maintenance.

Le PID constitue également un **support essentiel lors d'une première visite du site**, aussi bien pour l'exploitant que pour un technicien de maintenance, un auditeur ou toute personne ne connaissant pas préalablement l'installation. Il permet de passer rapidement d'une installation parfois complexe à une **vision globale et structurée de son fonctionnement**, préalable indispensable à une analyse pertinente du process.

2.3.2 Définition des points de prélèvement

Sur chaque site, quatre points de prélèvements ont été définis pour réaliser l'examen :

Point	Nature de l'eau prélevée	Localisation / fonction
P1	**Eau brute ou eau de rejet**	Il caractérise l'eau issue du lavage avant recyclage et/ou l'eau évacuée vers le rejet à l'extérieur (réseau d'eaux usées / réseau d'eaux pluviales = milieu naturel). Ce point permet d'évaluer la conformité des rejets suivant le mode existant.
P2	**Eau recyclée**	Prélèvement dans la cuve d'eau recyclée existante chez le recycleur : Il caractérise l'eau produite par le recycleur.
P3	**Eau recyclée au point d'usage**	Prélèvement de l'eau effectivement disponible au niveau de son utilisation par le lavage lorsqu'une cuve tampon d'eau recyclée existe chez le laveur. **Dans certains cas la cuve d'eau recyclée et la cuve d'usage ne font qu'une.**
P4	**Eau potable du réseau**	Prélèvement sur l'**eau potable alimentant le site**. Elle constitue notamment la référence permettant de comparer la qualité de la ressource avec celle des eaux recyclées.

Nota : Un cinquième point peut exister (P5), il correspond à l'utilisation d'eau pluviale

Sur les plans PID, on retrouve le positionnement de tous les points référencés et existants sur l'installation de lavage étudiée.

2.3.3 Définition des paramètres analytiques

Sur chaque point de prélèvement un programme analytique a été organisé en 4 familles :

1. **Paramètres de terrain/physico-chimiques :** température, pH, potentiel rédox, conductivité et turbidité ;
2. **Pollution particulaire et organique :** MES, COT, DCO et DBO_5 ;
3. **Pollution spécifique au lavage :** hydrocarbures C_5-C_{40}, agents de surface anioniques SABM (agents moussants), fer et les métaux lourds : chrome, cuivre, zinc, arsenic, cadmium, mercure, plomb, nickel et aluminium ;
4. **Microbiologie / Contrôle sanitaire des eaux :** *Escherichia coli*, entérocoques intestinaux, bactéries coliformes et sur l'eau recyclée, *Legionella pneumophila*.

Point	Type d'eau	Paramètres mesurés
P1	**Eau brute ou eau de rejet**	T°C, pH, rédox, conductivité, turbidité, MES, COT, hydrocarbures C5-C40, agents de surface anioniques (SABM), fer, *E. coli*, entérocoques intestinaux, coliformes totaux, DCO, DBO_5, métaux lourds
P2	**Eau recyclée – sortie traitement**	T°C, pH, rédox, conductivité, turbidité, MES, COT, hydrocarbures C5-C40, SABM, fer, *E. coli*, entérocoques intestinaux, coliformes totaux, *Legionella pneumophila*, DCO, DBO_5 et métaux : chrome, cuivre, zinc, arsenic, cadmium, mercure, plomb, nickel, aluminium.
P3	**Eau recyclée au point d'usage**	Programme centré sur la **qualification de l'eau effectivement utilisée** : programme analytique identique du point P2
P4	**Eau potable réseau***	Analyse de référence plus limitée : T°C, pH, conductivité, turbidité, SABM, fer, *E. coli*, entérocoques, coliformes, DCO, DBO_5 et métaux.

(*) L'analyse de l'eau potable (ou sur un forage) permet entre autres de vérifier le degré de dilution de l'eau recyclée : Appoint d'eau complémentaire dans les cuves tampons d'eau recyclée.

2.3.4 Définition des calculs des indicateurs de performance du recyclage et des moyens de comptage nécessaires

Deux indicateurs principaux sont calculés à partir des relevés de compteurs réalisés par SOCAMA sur site, lors des 2 contrôles sur site :

- **Taux de Recyclage Global des Équipements (TRGE)**
- **Rendement Net de Recyclage (RNR).**

KPI	Élément	Définition / calcul
TRGE – Site	**Intérêt**	Part de l'**eau recyclée utilisée par l'ensemble des équipements de lavage du site** par rapport au volume total d'eau utilisé par ces équipements.
	Formule générique	$$TRGE_{site} = \frac{V_{eau\ recyclée\ utilisée\ sur\ le\ site}}{V_{eau\ totale\ utilisée\ par\ les\ équipements\ de\ lavage\ du\ site}} \times 100$$
	Compteurs nécessaires	Compteur(s) d'**eau recyclée utilisée sur le site** + compteurs de **toutes les eaux neuves utilisées par les équipements de lavage** : eau potable, forage, eau de pluie ou autre ressource.
TRGE – Portique(s)	**Intérêt**	Part de l'**eau recyclée utilisée par le ou les portiques** par rapport au volume total d'eau utilisé par ces équipements.
	Formule générique	$$TRGE_{portique} = \frac{V_{eau\ recyclée\ utilisée\ par\ le(s)\ portique(s)}}{V_{eau\ totale\ utilisée\ par\ le(s)\ portique(s)}} \times 100$$
	Compteurs nécessaires	Compteur d'**eau recyclée utilisée par le(s) portique(s)** + compteurs de **toutes les autres eaux utilisées par le(s) portique(s)** : eau potable, adoucie, osmosée, forage, eau de pluie, etc.
RNR – Recycleur	**Intérêt**	Rendement hydraulique propre de la **boucle de recyclage** : part de l'eau recyclée nette produite par rapport à cette production augmentée des apports d'eau neuve nécessaires au fonctionnement du recycleur.
	Formule générique	$$RNR = \frac{V_{eau\ recyclée\ nette\ produite}}{V_{eau\ recyclée\ nette\ produite} + V_{eaux\ neuves\ utilisées\ par\ le\ recycleur}} \times 100$$
	Compteurs nécessaires	Compteur d'**eau recyclée nette produite** + compteurs de **tous les apports d'eau neuve utilisés par le recycleur** : appoint, dilution, lavage/contre-lavage des filtres, rinçages et autres usages auxiliaires.

Point essentiel sur le plan de comptage :

Le calcul fiable des KPI nécessite un plan de comptage conçu dès l'origine pour distinguer les différents périmètres : unité de recyclage, portique(s), pistes HP et ensemble du centre de lavage. Tous les apports d'eau neuve, quelle que soit leur origine, et tous les volumes significatifs d'eau recyclée doivent être comptabilisés. Les rendements de l'adoucisseur et de l'osmoseur doivent également être intégrés.

En l'absence de compteurs suffisants ou correctement positionnés, certains KPI deviennent non calculables ou sont entachés d'une incertitude importante.

Important à rappeler :

Les limites de l'exercice résident sur le fait que sur un grand nombre des sites étudiés, la mesure des KPI n'a pas vraiment été prévue ou pensée, lors de la conception des installations hydrauliques :

- Absence de compteurs, ou nombre de compteurs insuffisants ;
- Compteurs défectueux (index bloqués) et/ou peu précis (coefficient de précision R < 80 en fonction de son installation horizontale ou verticale) ;
- Compteurs mal positionnés sur les réseaux par rapport aux cuves tampons d'eau recyclée : inclusion, dans le volume d'eau recyclée, des volumes d'eau utilisés pour le lavage des filtres, du rejet des soupapes des pompes HP du lavage portique, passage fréquent en trop-plein

  ⇨ **Ces situations augmentent favorablement le rendement net de recyclage et le taux de recyclage de l'équipement de lavage**

- Des compteurs ont été installés par le recycleur ou le gérant du site, au cours de l'étude, mais le point zéro des autres compteurs n'a pas été fait au moment de leurs mises en service .

2.3.5 Résultats de l'analyse des KPI , TRGE (%) et RNR (%)

Le tableau ci-dessous synthétise les résultats des calculs des KPI issus des audits des 13 installations de lavage avec recyclage (Cf. résultats dans chaque document joint à la présente étude : « Audit et analyses sur site ») :

Recycleur / procédé	Site audité	TRGE Site	TRGE % Portique(s)	RNR %
WASH TEC – Aquapur Modular	Super U – Onet-le-Château	64.7 %	93.3 %	99,6 %
ATH – Module ATH	TotalEnergies Wash Alma – Rennes	NE	82.9 %	98.2 %
ATH – Ecomodule ATH	TotalEnergies Wash Garibaldi – Lyon	83.3 %	83.3 %	98.6 %
AQUACYCLE – Recycl'Wash	HYGIE CARS – L'Isle-d'Espagnac	21.4 %	76.7 %	79.9 %
FRANCE LAVAGE INVEST – WASSERSCHMIDT BioClassic	LE PRÉAU – Thiers (63)	61.1 %	NE	99,2 %
EAUKEY – THETIS	TotalEnergies Aubert – Châtel-Guyon	56.3 %	NE	79.6 %
HYDRO ENVIRONNEMENT – Recycl'Eau	PRIM'S LAVAGE – Saint-Gilles	26.4 %	NE	99.6 %
CHRIST – FONTIS S/S+	Intermarché – Clairoix	8.7%	NE	100,0 %
LAVANCE / EAUKEY – BORVO	Station AQUAVERTE – Le Rheu	NE	44.8 %	54.1 %
OCENE – EKOWASH	Hyper U – Vitré	31.6 %	NE	53.5 %
HEXAWASH – PRAGMA BLUE QC10	La Laveuse – Perpignan	8.0 %	16.4 %	16.9 %
AQUADETOX – BIOCIRON & BIOSAVER	E.Leclerc – Civrieux-d'Azergues	NE	NE	NE
HEXAWASH – PRAGMA BLUE QC05	La Laveuse – Pollestres	NE	NE	NE

Favorable / satisfaisant Intermédiaire / réserve Défavorable / insuffisant Non évalué / Non évaluable - NE

Une première faiblesse : le plan de comptage

L'un des enseignements majeurs des 13 audits est que la mesure de la performance du recyclage reste insuffisamment maîtrisée sur plusieurs installations. La présence de compteurs ne suffit pas : il faut disposer d'un véritable plan de comptage, conçu à partir du bilan hydraulique de l'installation et des indicateurs que l'on souhaite calculer.

Un plan de comptage doit définir précisément quels flux doivent être mesurés, où les mesurer et comment les intégrer aux calculs. Il doit notamment distinguer les eaux neuves (eau potable, eau de forage, eau de pluie) introduites dans le système, l'eau recyclée réellement utilisée par les équipements de lavage, les appoints dans les cuves, les eaux de substitution éventuelles, ainsi que les flux internes au procédé : lavages de filtres, régénérations, purges, retours de soupapes, pertes et autres usages techniques.

Les audits montrent que cette logique n'est pas systématiquement maîtrisée. Sur certaines installations, le nombre de compteurs est insuffisant ; sur d'autres, leur positionnement ne permet pas d'isoler les flux nécessaires au calcul. Dans le cas du site de La laveuse à Pollestres (QC05 Pragma Blue / HEXAWASH), par exemple, le compteur d'eau recyclée intègre des flux internes comme les contre-lavages des filtres ou les retours des soupapes des pompes HP : le dossier ne conclut qu'aucun des KPI n'est exploitable et que le dispositif de comptage doit être revu.

À l'inverse, les installations ATH chez TotalEnergies Wash illustrent l'intérêt d'un plan de comptage pensé dès la conception : le nombre de compteurs prévu permet le calcul des KPI attendus (IDEP compris). Sur le site de Super U Onet-le-Château (WASH TEC – Aquapur), l'implantation est jugée correcte, mais le calcul reste complexe du fait notamment de la prise en compte de l'eau de pluie et de certains flux hydrauliques particuliers.

Le comptage doit donc être considéré comme une fonction à part entière du système de recyclage.

Il nécessite des définitions communes, des règles de calcul homogènes et un véritable savoir-faire en bilan hydraulique. La nécessité d'avoir un cadre unique par une norme est justifiée par les conclusions de cette étude. Sans cela, la performance annoncée ne peut pas être vérifiée objectivement.

Indicateurs	Calcul possible	Proportion sur les 13 sites audités
Taux de recyclage - TRGE Portiques	6 sites / 13	46,2 %
Rendement net de recyclage RNR%	11 sites / 13	84,6 %

Le premier bilan :

Sur l'échantillon des 13 sites audités, seuls 6 sites, soit 46,2 %, disposent d'un plan de comptage permettant de calculer le TRGE des portiques. Moins d'un site sur deux permet donc de mesurer directement la performance d'utilisation de l'eau recyclée au niveau du portique, alors même que cet équipement est présent sur 100 % des centres audités.

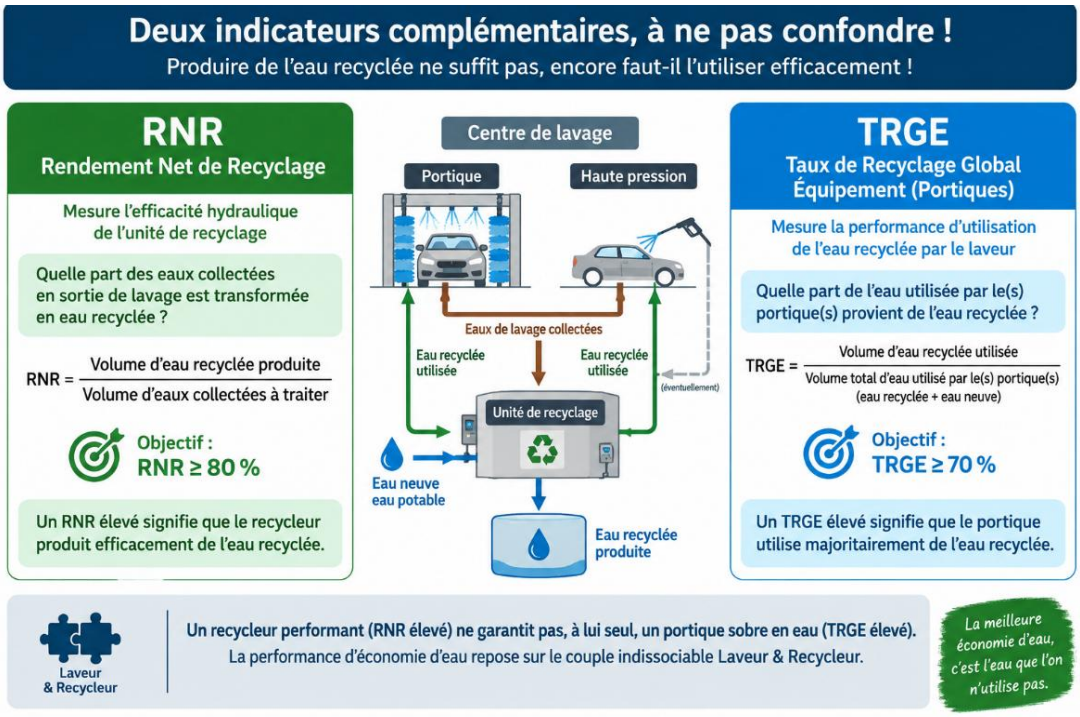
Ce constat traduit un retard dans la définition et la mise en œuvre des plans de comptage nécessaires à l'évaluation de la performance réelle d'économie d'eau des équipements de lavage. La présence de compteurs ne suffit pas : leur nombre, leur positionnement et la définition des flux mesurés doivent permettre d'isoler précisément les volumes d'eau recyclée et d'eau neuve effectivement utilisés par les portiques.

La situation est nettement meilleure pour le Rendement Net de Recyclage (RNR) : il est calculable sur 11 sites sur 13, soit 84,6 %. Le RNR constitue l'indicateur de base permettant d'évaluer l'efficacité hydraulique propre de l'unité de recyclage, c'est-à-dire sa capacité à produire de l'eau recyclée en limitant les apports d'eau neuve nécessaires à son fonctionnement.

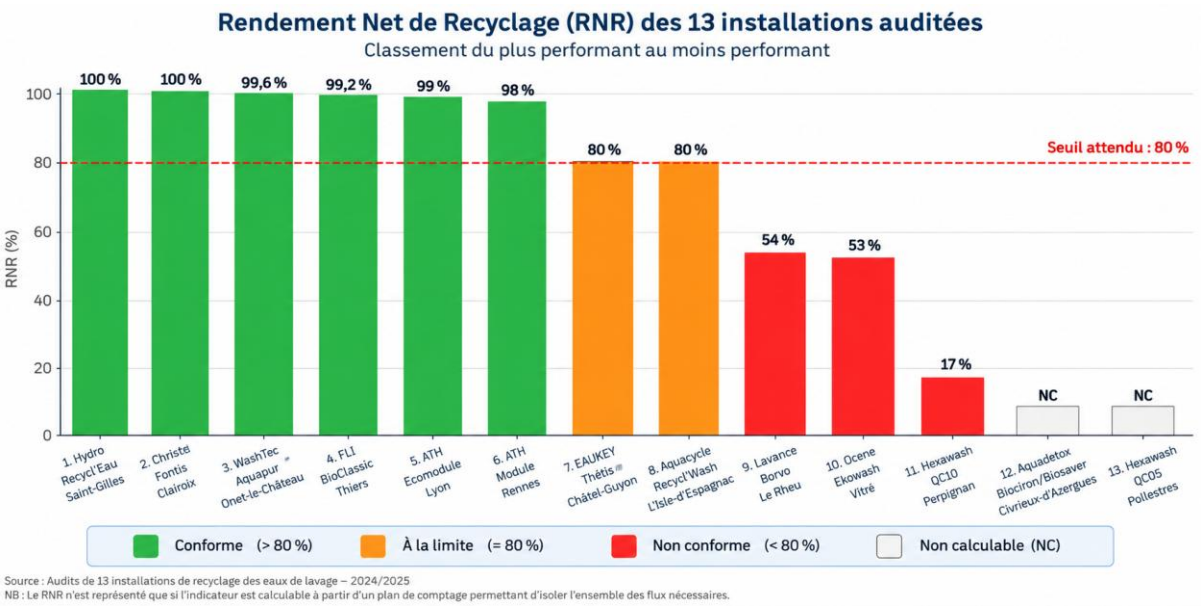
Cette différence de niveau de mesurabilité permet également de comprendre pourquoi, dans la pratique, **le taux de recyclage est encore fréquemment confondu avec le rendement de recyclage**, alors qu'il s'agit de deux indicateurs distincts et complémentaires. Un RNR élevé démontre qu'une unité de recyclage produit efficacement

de l'eau recyclée ; il ne démontre pas que cette eau est effectivement utilisée en proportion suffisante par le portique. C'est précisément le rôle du TRGE Portiques.

- RNR % = Performance de production de l'eau recyclée ;
- TRGE % = Performance d'utilisation de cette eau recyclée par l'équipement de lavage. L'atteinte d'une réelle performance d'économie d'eau nécessite donc de maîtriser conjointement ces deux indicateurs.



Un classement comparatif des 13 sites peut être fait à partir du RNR%, dès que ce dernier est bien évidemment calculable :



Source : Audits de 13 installations de recyclage des eaux de lavage – 2024/2025
NB : Le RNR n'est représenté que si l'indicateur est calculable à partir d'un plan de comptage permettant d'isoler l'ensemble des flux nécessaires.

Classe de RNR	Nombre de sites	Part des 13 sites évaluables	Lecture
98 à 100 %	6	46.2 %	RNR très élevé
80 %	2	15.4 %	Seuil atteint, situation limite
17 à 54 %	3	23.1 %	RNR nettement insuffisant
Non Evaluable	2	15.4%	RNR non mesurable

Cette répartition suggère qu'en conditions hydrauliques favorables, **un RNR très élevé, proche de 100 %, est techniquement accessible et constitue même la situation majoritaire parmi les installations évaluables de cet échantillon**. À l'inverse, lorsqu'une installation présente un fonctionnement hydraulique défavorable, la dégradation du RNR peut être importante et non marginale.

Les résultats confortent ainsi la pertinence du **seuil minimal de RNR fixé à 80 %** : il permet de distinguer les installations présentant un fonctionnement hydraulique satisfaisant de celles pour lesquelles les apports d'eau neuve deviennent significatifs au regard du volume d'eau recyclée produit.

Enfin, cette analyse renforce la distinction avec le TRGE : un RNR de 100 % ne signifie absolument pas que 100 % de l'eau utilisée par le portique est recyclée. Le RNR caractérise l'efficacité hydraulique du recycleur ; le TRGE caractérise l'utilisation effective de cette eau par le laveur. C'est précisément pourquoi les deux KPI doivent être présentés conjointement.

Il faut toutefois éviter une confusion encore assez fréquente : un RNR de 100 % ne signifie pas que le centre ou le portique fonctionne avec 100 % d'eau recyclée. Cette assimilation peut être involontaire, par méconnaissance des indicateurs, ou résulter d'une communication commerciale visant à mettre en avant la performance d'une solution.

Ainsi, annoncer qu'une installation « **recycle 100 % de l'eau** » est techniquement ambigu si le périmètre et l'indicateur ne sont pas précisé. Il est préférable d'annoncer séparément un « RNR mesuré de X % » et un « TRGE Portiques mesuré de Y % ».

Ne pas oublier :

L'économie réelle d'eau repose donc sur le couple indissociable Laveur & Recycleur : produire efficacement de l'eau recyclée ne suffit pas ; encore faut-il que le laveur l'utilise effectivement en substitution de l'eau neuve.

Recyclage de l'eau à la fois sur les portiques et les pistes hautes pression :

Constat : L'utilisation d'eau recyclée sur les pistes de lavage HP tend à réduire le TRGE global du site

Marque du recyclage	Modèle	Centre de lavage	Implantation	Portiques	Pistes HP	Collecte des eaux HP	Eau recyclée utilisée sur HP	Situation TRGE site
AQUADETOX	BioSaver / BioCiron	E.Leclerc	Civrieux-d'Azergues (69)	2	4	Oui	**Oui**	**Non évaluable**
EAUKEY	Thétis 20	TotalEnergies Aubert	Châtel-Guyon (63)	1	2	Oui	**Oui**	**< 70 %**
FRANCE INVEST LAVAGE	Bioclassic / Wasserschmidt	Le Préau	Thiers (63)	2	3	Oui	**Oui**	**< 70 %**
HEXAWASH	Pragma Blue QC10	La Laveuse	Perpignan (66)	2	3	Oui	**Oui**	**< 70 %**
HEXAWASH	Pragma Blue QC5	La Laveuse	Pollestres (66)	2	3	Oui	**Oui**	**Non évaluable**

Sur les 5 sites audités utilisant de l'eau recyclée à la fois sur les portiques et les pistes HP, 2 ne sont pas évaluables et **les 3 sites évaluables présentent tous un TRGE site inférieur à 70 %.**

Cette tendance s'explique principalement par le fait que, sur les pistes HP, l'eau recyclée n'alimente qu'une partie limitée des programmes de lavage, généralement certains usages à l'eau froide. Les autres phases restent majoritairement alimentées en eau potable (eau chaude), eau adoucie et/ou eau osmosée, notamment pour le lavage à l'eau chaude et les traitements de finition (polish, déperlant,…).

Le TRGE propre à la HP est donc structurellement limité par cette répartition des ressources en eau. Dès lors que le lavage haute pression représente une part significative de la consommation totale du centre, son faible taux de substitution de l'eau neuve tire mécaniquement vers le bas le TRGE global du site, même si le recyclage des portiques peut être performant.

Ce constat montre qu'alimenter davantage d'usages avec de l'eau recyclée ne garantit pas une économie globale d'eau neuve supérieure : c'est la part réellement substituée à l'eau potable, adoucie ou osmosée dans chaque programme qui détermine la performance finale du centre.

C'est la proportion réelle d'eau neuve substituée sur l'ensemble des programmes de lavage qui détermine le TRGE.

Cette analyse justifie solidement l'intérêt de privilégier la mesure du taux de recyclage au niveau de l'équipement et non au niveau du site.

Traiter et réutiliser les eaux de pistes haute pression (HP) au profit des portiques :

La collecte et le traitement des eaux issues des pistes HP, sans réutiliser nécessairement l'eau recyclée sur ces mêmes pistes, constituent une configuration particulièrement intéressante pour sécuriser la performance des portiques.

Les portiques étant les plus gros consommateurs d'eau du centre, de l'ordre de 3 à 4 fois plus par lavage que la HP dans les configurations étudiées, c'est sur ces équipements que la substitution de l'eau neuve par de l'eau recyclée procure le gain le plus important.

Les eaux collectées sur les pistes HP apportent alors un volume supplémentaire à la boucle de recyclage. Elles permettent de compenser les pertes d'eau du système (fuites, eau emportée par les véhicules, boues, purges, pertes du traitement, évaporation, etc.) et réduisent ainsi le risque de manque d'eau recyclée disponible pour les portiques.

Site audité	Solution de recyclage	Configuration hydraulique	RNR	TRGE portique
HYGIE CARS – Angoulême (16)	AQUACYCLE – Recycl'Wash	Eaux des **4 pistes HP collectées et traitées** ; eau recyclée non réutilisée sur les HP mais valorisée sur le portique	**79.9 %**	**76.7 %**
PRIM'S LAVAGE – Saint-Gilles (35)	HYDRO'ENVIRONNEMENT – Recycl'Eau	Eaux des **3 pistes HP collectées et traitées** ; eau recyclée non réutilisée sur les HP mais valorisée sur les 2 portiques	**99.6 %**	Non évaluable

Message clé : les eaux issues des pistes HP peuvent constituer une ressource hydraulique de sécurisation du recyclage des portiques, plutôt qu'un volume qu'il faut nécessairement réutiliser sur les pistes HP elles-mêmes.

2.3.6 Méthode d'évaluation de la qualité des eaux recyclées en centre de lavage VL

La méthode d'évaluation a été développée par le bureau d'études ICE EAU – Dominique BARBOT. Elle repose sur 5 principes fondamentaux à bien connaitre :

1. Référentiel de qualité et critères rédhibitoires :

L'évaluation repose sur les niveaux de qualité N1, N2, N3 et N4 définis dans le **GUIDE TECHNIQUE – TOME 1 – Recyclage des eaux de lavage des véhicules légers**. Ces niveaux résultent du croisement de deux grilles du guide :

- **Une grille analytique**, fixant pour chaque paramètre physico-chimique et microbiologique les seuils correspondant aux niveaux N1 à N4 ;
- **Des grilles d'usage**, définissant le niveau de qualité d'eau attendu selon les différentes étapes des programmes de lavage des portiques MP, tunnels de lavage et équipements Haute Pression.

La progression **N1 → N2 → N3 → N4** correspond ainsi à une augmentation du niveau de qualité de l'eau en fonction de l'usage : N1 pour les principaux usages de lavage automatisé, N2 pour les usages plus exigeants et notamment le lavage Haute pression en libre service, puis N3 et N4 pour les opérations de finition nécessitant respectivement une eau de qualité supérieure, adoucie ou déminéralisée/osmosée selon l'usage.

Avant tout classement, deux catégories de non-conformités dites rédhibitoires sont recherchées :

- **Microbiologie :** au moins 1 des 4 paramètres microbiologiques **non conformes NC** → critère rédhibitoire sanitaire ;
- **Physico-chimie** : Turbidité et MES simultanément **non conformes NC** → critère rédhibitoire physico-chimique.

Les autres **non-conformités** physico-chimiques restent identifiées et prises en compte dans le profil de qualité, mais ne sont pas considérées comme rédhibitoires isolément.

2. Classement analytique des 13 paramètres :

L'évaluation porte sur 13 paramètres analytiques rappelés dans le tableau ci-dessous et sur deux campagnes de contrôle :

Rang	Paramètre	Famille	Paramètre rédhibitoire
1	**pH**	Physico-chimique	Non
2	**Potentiel rédox EH_2**	Physico-chimique	Non
3	**Conductivité**	Physico-chimique	Non
4	**Turbidité**	Physico-chimique	Oui avec MES
5	**Matières en suspension – MES**	Physico-chimique	Oui avec turbidité
6	**Carbone organique total – COT**	Physico-chimique	Non
7	**Hydrocarbures totaux / Indice Hydrocarbures**	Physico-chimique	Non
8	**Tensioactifs anioniques – SABM**	Physico-chimique	Non
9	**Fer total**	Physico-chimique	Non
10	***Escherichia coli***	Microbiologique	Oui
11	**Entérocoques intestinaux**	Microbiologique	Oui
12	**Bactéries coliformes totaux**	Microbiologique	Oui
13	***Legionella pneumophila***	Microbiologique	Oui

Remarques importantes :

Par rapport à la grille du guide analytique du GUIDE TECHNIQUE – TOME 1, il manquerait dans le contrôle un 14ème paramètre, la dureté de l'eau ou titre hydrotimétrique TH, soit un indicateur de minéralisation de l'eau (calcium et magnésium), complémentaire de la conductivité.

Le point de contrôle pris en compte dans l'évaluation est le point de prélèvement **P3 - Eau recyclée au point d'usage**, en sachant que le point P2 (cuve d'eau recyclée) et le Point P3 peuvent être physiquement au même endroit (Cas de la cuve d'eau recyclée unique ou de 2 cuves jumelées).

Chaque résultat est classé N1, N2, N3, N4 ou NC (Non conforme) par comparaison avec la grille analytique du guide.

Pour chaque paramètre, le résultat le plus défavorable des deux contrôles est retenu :

Exemple : N1 au contrôle 1 + N2 au contrôle 2 → classement final N1.

Cette règle vise à évaluer une qualité reproductible et garantie, plutôt que la meilleure performance ponctuellement observée.

3. Vérification de la représentativité par le RNR :

La qualité analytique ne peut être utilisée pour évaluer la performance intrinsèque du procédé que si les conditions de fonctionnement sont représentatives. Le Rendement Net de Recyclage (RNR %) constitue le principal indicateur de cette représentativité :

- RNR ≥ 80 % → **Evaluation recevable (résultat arrondi à un nombre entier supérieur)** ;
- RNR < 80 % ou non mesurable → **NE – Non Évaluable**.

Une dilution importante par de l'eau potable, de l'eau de pluie ou toute autre eau d'appoint peut en effet abaisser artificiellement les concentrations mesurées et améliorer artificiellement le classement de l'eau recyclée. L'analyse au niveau du point de prélèvement P4 (eau potable ou eau de forage) permet également de juger du niveau de dilution : Deux eaux présentant des caractéristiques physico-chimiques proches (conductivité et turbidité basses) sur deux points de prélèvements distincts permettent de prouver qu'il s'agit de la même eau analysée.

En cas de situation d'examen classé NE – Non évaluable, les résultats analytiques restent alors présentés comme des résultats observés, mais ne permettent pas de valider la performance qualitative du procédé.

4. Caractérisation du niveau de qualité obtenu :

Après application du résultat le plus défavorable, les paramètres sont répartis entre : NC – N1 – N2 – N3 – N4.

Deux indicateurs synthétiques sont calculés :

- % paramètres ≥ N1 = (N1 + N2 + N3 + N4) / nombre de paramètres interprétables × 100
- % paramètres ≥ N2 = (N2 + N3 + N4) / nombre de paramètres interprétables × 100

Ces deux indicateurs permettent de confronter directement la qualité réellement produite aux niveaux requis par les usages définis dans le guide.

5. Évaluation de l'aptitude aux usages :

Pour les portiques MP et tunnels, les principales étapes consommatrices d'eau — prélavage, roues, châssis, HP latérale, mousse et brossage — sont associées au niveau N1 dans les grilles d'usage. L'objectif retenu pour démontrer l'aptitude générale de l'eau recyclée est donc :

Lavage Portique / tunnel : 100 % des paramètres ≥ N1.

Pour le lavage manuel à Haute Pression, l'utilisateur ou l'opérateur est directement exposé aux projections et aérosols. Les grilles d'usage positionnent les principales phases de lavage au niveau N2 ou supérieur. L'objectif retenu est donc plus exigeant :

Lavage haute pression : 100 % des paramètres ≥ N2, avec une maîtrise microbiologique démontrée.

Les niveaux N3 et N4 correspondent principalement aux opérations de finition nécessitant une qualité d'eau supérieure et ne constituent pas l'objectif de traitement principal d'une unité conventionnelle de recyclage.

Important :

Chaque évaluation est accompagnée de pastilles de couleur dont la signification est rappelée ci-dessous

Pastille	Signification de la couleur
Verte	Valide / Apte / Objectif atteint
Orange	Réserve / Non-conformité non rédhibitoire présente / Aptitude partielle
Rouge	NC – Non-conformité rédhibitoire présente / Aptitude non démontrée
Incolore	NE – Non Évaluable

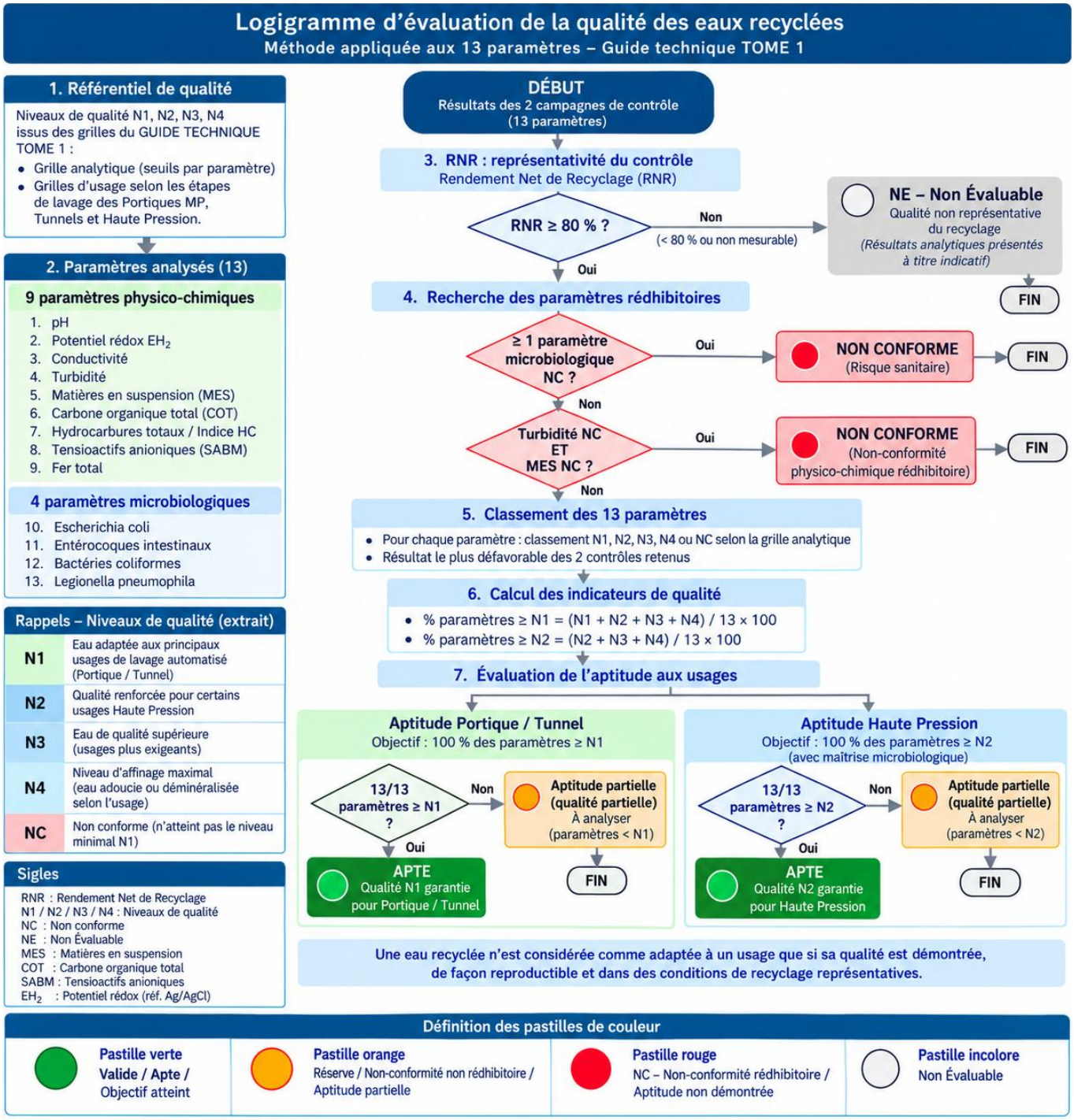
Principe général de la méthode ICE EAU (Dominique BARBOT) :

La performance finale du recyclage est donc appréciée selon 3 dimensions indissociables :

Performance quantitative (RNR) + qualité physico-chimique + maîtrise microbiologique.

En résumé : une eau recyclée n'est considérée comme adaptée à un usage que si sa qualité est démontrée de façon reproductible dans des conditions de recyclage représentatives, et non simplement obtenue ponctuellement ou favorisée par une dilution.

La méthode peut finalement être résumée par cette chaîne d'évaluation de type logigramme :



2.3.7 Rappel des moyens de prélèvements et d'analyses des eaux

Lors des 2 contrôles sur les 13 centres de lavage audités, les prélèvements et les analyses ont été réalisés par le même laboratoire d'analyses EUROFINS. A chaque fois, le technicien de laboratoire était accompagné sur site du bureau d'études de SOCAMA. Le gérant du centre de lavage et le représentant de l'unité de recyclage étaient également présents.

EUROFINS France :

- Groupe international de laboratoires
- Réseau national spécialisé dans les analyses environnementales et de l'eau
- 10 Laboratoires accrédités COFRAC – NF EN ISO/IEC 17025 selon leurs portées respectives
- Analyses spécialisées réparties au sein du réseau Eurofins France

eurofins





2.3.8 Synthèse de l'évaluation de la qualité des eaux recyclées des 13 sites audités

L'analyse comparative des 13 cas met en évidence une forte disparité des performances des installations de recyclage, tant sur la représentativité hydraulique que sur la qualité de l'eau produite.

Sur les 13 sites, 8 disposent d'un RNR ≥ 80 % et peuvent donc être évalués selon le critère de représentativité retenu. Les 5 autres cas sont classés NE, soit en raison d'un RNR inférieur à 80 %, soit parce que celui-ci n'est pas mesurable. Dans plusieurs de ces situations, des apports d'eau potable et/ou d'eau de pluie entraînent une dilution susceptible d'améliorer artificiellement les résultats analytiques.

1. L'objectif du niveau N1 pour les portiques et les tunnels est techniquement accessible

Deux installations répondent à 100 % des exigences de qualité du niveau N1 :

HYDRO ENVIRONNEMENT – Recycl'Eau et **ATH – Ecomodule ATH** constituent les deux meilleures performances observées. Ils associent :

- RNR proche de 100 % + absence de NC + 13/13 paramètres ≥ N1.
- **HYDRO ENVIRONNEMENT – Recycl'Eau** est classé premier, car **62 % des paramètres atteignent N2 ou mieux**, contre **31 % pour l'Ecomodule ATH**.

Deux installations présentent une seule non-conformité mais non rédhibitoire parmi des exigences de qualité du niveau N1, elles sont considérées comme globalement compatibles avec réserves :

Le Module ATH arrive immédiatement derrière : RNR de 98 %, 92 % des paramètres ≥ N1 et une seule NC non rédhibitoire sur le COT.

Le procédé **Thétis** de chez **EAUKEY** confirme également un niveau N1 si l'on considère un RNR de 80 % (arrondi à l'entier supérieur) comme représentatif : 85 % des paramètres ≥ N1 et une seule NC non rédhibitoire sur le COT / Coliformes totaux avec un résultat ininterprétable (matrice du laboratoire inadéquate).

Pour ces deux derniers procédés, une optimisation visant à réduire le COT dans l'eau traitée semble primordiale : Optimiser éventuellement le dosage en polymère organique en limitant le résiduel dans l'eau clarifiée.

Ces résultats montrent que les procédés les plus performants **sont en mesure de garantir une qualité d'eau N1 adaptée aux besoins principaux des portiques et tunnels**, tout en maintenant un niveau de recyclage très élevé.

Rang	Marque	Modèle	Procédé	Désinfection	Portique / Tunnel – N1 minimum
1	HYDRO ENVIRONNEMENT	Recycl'Eau	Biologique	Biocide + UV	APTE
2	ATH	Ecomodule ATH	Physico-chimique	Biocide	APTE
3	ATH	Module ATH	Physico-chimique	Biocide	Globalement apte – réserve COT
4	EAUKEY	Thétis	Physico-chimique	Biocide + UV	Globalement démontré avec réserves

Sur 13 installations auditées, seuls 4 équipements de recyclage seraient aptes à produire une eau recyclée de qualité compatible avec l'ensemble des exigences du niveau N1. Soit 1/3 de l'échantillon de sites audités, c'est peu.

Sur les 9 autres sites, on retrouve à chaque fois des non-conformités rédhibitoires quel que soit le niveau de rendement net de recyclage :

- Non-conformités bactériologiques N1 : 7 unités / 9 unités non conformes
- Non-conformités physico-chimiques rédhibitoires N1 : 4 unités / 9 unités non conformes

Cette situation montre bien que pour ces installations de recyclage en service, les règles de base, rappelées ci-après, ne sont pas encore toutes garanties.

Comparatif des 14 procédés de recyclage des eaux de lavage

Classement du plus performant au moins performant – seuil de validité RNR ≥ 80 %

Rang	Marque	Modèle	Procédé	Désinfection	RNR	Validité de l'évaluation / réserves	Non conformités NC / principaux constats	Paramètres ≥ N1	Paramètres ≥ N2	Portique / Tunnel – N1 minimum	Haute Pression – N2 minimum
1	HYDRO ENVIRONNEMENT	Recycl'Eau	Biologique	Biocide + UV	99,6 %	🟢 Valide	🟢 0 NC	🟢 13/13 – 100 %	🟢 8/13 – 62 %	🟢 APTE	🟡 Non démontré
2	ATH	Ecomodule ATH	Physico-chimique	Biocide	98,6 %	🟢 Valide	🟢 0 NC ; microbiologie N2 atteinte au 2nd contrôle	🟢 13/13 – 100 %	🟡 4/13 – 31 %	🟢 APTE	🟡 Non démontré – résultat microbiologique favorable
3	ATH	Module ATH	Physico-chimique	Biocide	98 %	🟢 Valide	🟡 1 NC : COT	🟢 12/13 – 92 %	🟡 4/13 – 31 %	🟡 Globalement apte – réserve COT	🟡 Non démontré
4	EAUKEY	Thétis	Physico-chimique	Biocide + UV	80,4 %*	🟡 Valide avec réserve forte (*)	🟡 1 NC : COT + Coliformes totaux non interprétables	🟡 11/13 – 85 %	🟡 7/13 – 54 %	🟡 Globalement démontré avec réserves	🟡 Non démontré
5	FRANCE LAVAGE INVEST	Bioclassic / Wasser schmidt	Biologique	UV	99,2 %*	🟡 Valide avec réserves (*)	🔴 2NC : Fer + Coliformes totaux NC ; dilution ponctuelle au point d'usage	🔴 11/13 – 85 %	🔴 6/13 – 46 %	🔴 Non démontré + alerte microbiologique	🔴 Non démontré + alerte microbiologique
6	WASH TEC	Aquapur modular	Physico-chimique	Biocide	99,6 %*	🟡 Valide avec réserves (*)	🔴 2 NC : COT + Coliformes totaux ; 1 seul contrôle réellement représentatif	🔴 11/13 – 85 %	🔴 5/13 – 38 %	🔴 Non démontré + alerte microbiologique	🔴 Non démontré + alerte microbiologique
7	CHRIST	Fontis	Physique	Biocide	100 %	🟢 Valide	🔴 3 NC : Turbidité + MES + Fer	🔴 10/13 – 77 %	🔴 5/13 – 38 %	🔴 Non démontré	🔴 Non démontré
8	AQUACYCLE	Recycl'wash	Physique	Biocide + UV	80 %	🟢 Valide	🔴 5 NC/13 - 38% : Coliformes, entérocoques, Turbidité, COT, Conductivité	🔴 8/13 – 62 %	🔴 4/13 – 31 %	🔴 Non démontré + alerte microbiologique	🔴 Non démontré + alerte microbiologique
9	OCENE	Ekowash	Physico-chimique	Biocide	53 %	○ NE – dilution eau de pluie + eau potable	🔴 1 NC : Coliformes	○ 12/13 – 92 %	○ 5/13 – 38 %	○ NE + alerte microbiologique	○ NE + alerte microbiologique
10	LAVANCE (EAUKEY)	Borvo	Physico-chimique	Biocide + UV	54 %	○ NE – dilution importante	🔴 3 NC : Turbidité + MES + COT	○ 10/13 – 77 %	○ 4/13 – 31 %	○ NE	○ NE
11	HEXAWASH	Pragma Blue QC10	Physique	Biocide + UV	17 %	○ NE	🔴 2 NC : E. coli +Coliformes totaux NC	○ 10/13 – 77 %	○ 5/13 – 38 %	○ NE + alerte microbiologique	○ NE + alerte microbiologique
12	AQUADETOX	BioSaver/BioCiron	Biologique	Aucune	Non mesurable	○ NE – dilution probable eau potable/pluie	🔴 4/13 NC – 31 % : Turbidité, MES, Fer, coliformes ; HP sans désinfection	○ ≤9/13 – 69 %	○ 6/13 – 46 %	○ NE + alerte microbiologique	○ NE + alerte microbiologique
13	HEXAWASH	Pragma Blue QC5	Physique	Biocide + UV	Non mesurable	○ NE	🔴 7/13 NC – 54 % dont Turbidité/MES et plusieurs NC microbiologiques	○ 6/13 – 46 %	○ 3/13 – 23 %	○ NE + alerte microbiologique	○ NE + alerte microbiologique
14	FARITEC	Pragma Blue QC6	Biologique	Aucune				Pas de contrôle réalisé sur site			

Réserves particulières

WASH TEC	RNR favorisé par les rejets des soupapes de décharge ; 1 seul contrôle réellement représentatif.
EAUKEY	RNR probablement surestimé : rendement de l'adoucisseur non intégré ; calcul qualitatif sur 12 paramètres interprétables.
FRANCE LAVAGE INVEST	Relevés de compteurs non synchronisés au démarrage ; dilution ponctuelle par de leau potable au point d'usage.

Définition des pastilles de couleur

- 🟢 Pastille verte : valide / apte / objectif atteint
- 🟡 Pastille orange : réserve / Non-conformité non rédhibitoire / aptitude partielle
- 🔴 Pastille rouge : NC Non-conformité rédhibitoire / aptitude non démontrée
- ○ Pastille incolore : **Non évaluable**

Sigles

NC : Non conforme • NE : Non Évaluable • RNR : Rendement Net de Recyclage

Non-conformités NC rédhibitoires physico-chimiques : Matières en suspension MES, Turbidité

Non-conformités NC rédhibitoires microbiologiques : Escherichia Coli, Entérocoques, Coliformes totaux

- **Règle N°1 : Eau recyclée de qualité suffisante pour préserver la santé de l'utilisateur du lavage**
- **Règle N°2 : Eau recyclée de qualité suffisante pour préserver la qualité du lavage et l'intégrité du matériel = Laver avec de l'eau propre (eau claire et avec peu de matières solides)**

2. La désinfection, le facteur limitant à considérer :

7 sites classés en alerte microbiologique, soit 54 % des sites audités, c'est beaucoup trop.

Paramètres microbiologiques	Alertes microbiologiques
Escherichia coli	> 100 NPP/100 ml
Entérocoques intestinaux	> 100 NPP/100 ml
Coliformes totaux	> 100 NPP/100 ml
Legionella pneumophila	> 1000 UFC/l

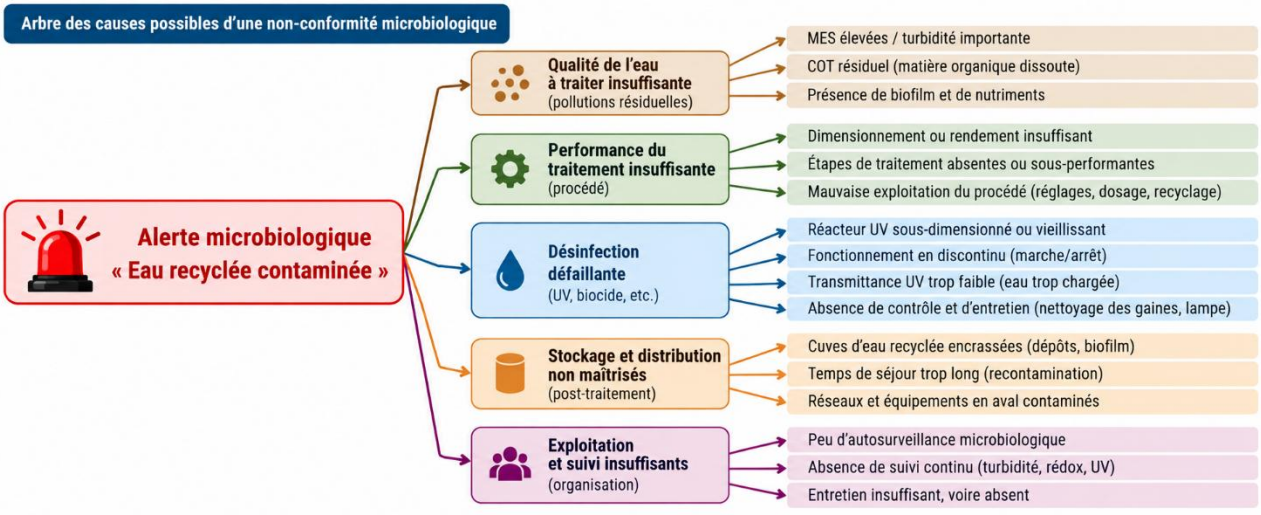
Dans **100 % des alertes microbiologiques**, le paramètre **coliformes totaux** est concerné. Rappelons que les coliformes ne sont pas tous pathogènes, mais leur présence constitue un bon **indicateur de dégradation de la qualité microbiologique de l'eau et, selon les espèces, peut témoigner d'une contamination d'origine fécale**.

A noter : sur 100 % des contrôles réalisés dans cette étude, la bactérie *Legionella Pneumophila* n'a pas été détectée, les résultats étant inférieurs au seuil de détection de la matrice retenue (eau peu chargée).

Les non-conformités microbiologiques apparaissent fréquemment lorsque l'eau recyclée présente également des concentrations résiduelles significatives en **COT, turbidité et/ou MES**. Ces paramètres peuvent traduire une qualité insuffisante de l'eau en amont de la désinfection et limiter par conséquent son efficacité.

On constate également que la présence d'une désinfection UV ne garantit pas, à elle seule, la maîtrise microbiologique : **parmi les 7 installations présentant une alerte microbiologique, 4 disposent d'un réacteur UV**.

Les principales causes susceptibles d'expliquer les non-conformités observées sur ces 7 sites sont présentées dans l'illustration ci-dessous.



La sécurité sanitaire du recyclage des eaux de lavage constitue aujourd'hui un enjeu majeur pour permettre le développement et l'extension de cette pratique dans les centres de lavage.

L'analyse des dossiers fournisseurs et les diagnostics réalisés sur site montrent que **le contrôle permanent de la qualité de l'eau recyclée reste insuffisant** :

- Engagements insuffisants des fournisseurs sur la qualité microbiologique de l'eau recyclée ;
- Autosurveillance encore trop limitée par l'exploitant ou le mainteneur ;
- Peu de moyens de surveillance en continu au point d'usage (**turbidité, potentiel rédox**) ;
- Entretien souvent insuffisant, voire absent, des cuves d'eau recyclée, avec présence fréquente de dépôts ;
- Limites constatées dans la conception, l'exploitation et le suivi des réacteurs UV :
    - fonctionnement en ligne, à la demande, avec cycles marche/arrêt ;
    - **absence de rémanence** après traitement UV, notamment lors d'un stockage prolongé dans la cuve d'usage ;
    - contrôle de l'efficacité UV ou de la **transmittance UV** généralement absent ;
    - système de nettoyage des gaines de quartz souvent absent ;
    - nettoyage chimique périodique des gaines insuffisant ou inexistant.

A retenir : Quand on ne mesure pas, on ne détecte pas ; quand on ne détecte pas, on n'agit pas : l'efficacité de la désinfection n'est alors pas maîtrisée.

3. Le niveau N2 généralisé, nécessaire au lavage haute pression, n'est pas encore démontré

C'est probablement l'enseignement principal de cette campagne : aucun des 13 cas ne démontre une eau de niveau N2 ou supérieur sur 100 % des paramètres et sur les 2 contrôles réalisés.

Même les meilleurs résultats restent en dessous de cet objectif :

- HYDRO ENVIRONNEMENT – Recycl'Eau : 62 % ≥ N2 sur les 13 paramètres mesurés
- EAUKEY – Thétis : 58 % ≥ N2 sur 12 paramètres interprétables / 54% % ≥ N2 sur les 13 paramètres mesurés
- ATH – Module ATH : 31 % ≥ N2 sur les 13 paramètres mesurés
- ATH – Ecomodule ATH : 31 % ≥ N2 sur les 13 paramètres mesurés

L'Ecomodule ATH apporte toutefois un résultat particulièrement intéressant : lors du second contrôle réalisé avec la matrice **« eau peu chargée »**, tous les paramètres microbiologiques atteignaient le niveau **N2**. Cela montre que la performance sanitaire nécessaire au lavage HP semble techniquement accessible, même si elle n'est pas encore garantie de façon reproductible sur les deux contrôles et sur l'ensemble des paramètres.

4. Le niveau de précision dans les analyses physico-chimiques & bactériologiques, une limite méthodologique importante.

Les trois matrices analytiques — **« eau propre », « eau peu chargée » et « eau chargée »** — ne correspondent pas à trois qualités réelles d'eau mesurées, mais à trois niveaux de préparation/dilution analytique choisis par le laboratoire. Ce choix conditionne directement les limites de quantification (LQ) et donc la capacité à positionner l'eau dans la grille N1 à N4.

Limites des trois matrices analytiques :

Le principe peut être résumé ainsi : plus la matrice est considérée comme chargée → plus le laboratoire doit diluer ou adapter la méthode → plus les LQ augmentent → moins l'analyse permet de discriminer les niveaux de qualité les plus exigeants.

Matrice analytique	Intérêt	Limite principale	Conséquence pour le classement
Eau propre (= eau potable)	Meilleure finesse analytique, LQ basses	Méthode plus sensible aux interférences si l'eau réelle est plus chargée que prévu	Permet théoriquement de distinguer finement N1, N2 voire les niveaux supérieurs selon le paramètre, mais risque d'analyse inexploitable ou nécessitant reprise/dilution
Eau peu chargée (= eau de surface)	Compromis entre robustesse et sensibilité	Certaines LQ peuvent déjà devenir insuffisantes pour les seuils les plus exigeants	Matrice particulièrement adaptée à la recherche d'un niveau **N2**, sous réserve du paramètre
Eau chargée (= eau usée traitée)	Sécurise davantage l'analyse des eaux recyclées fortement polluées	Dilutions importantes et LQ élevées	Permet généralement de caractériser une eau fortement chargée, mais peut rendre **N2 non discriminable**, voire limiter la démonstration de N1 pour certains paramètres

Cette difficulté concerne à la fois les paramètres physico-chimiques et bactériologiques, mais pas nécessairement avec la même ampleur ni pour les mêmes raisons.

Pour la **physico-chimie**, les fortes concentrations, la turbidité, les MES, la matière organique, les tensioactifs ou d'autres constituants de l'eau recyclée peuvent provoquer des effets de matrice et des interférences analytiques. Le laboratoire peut alors devoir diluer l'échantillon. Une concentration devient techniquement mesurable, mais la LQ remontée après application du facteur de dilution peut devenir supérieure au seuil recherché dans la grille analytique des niveaux de qualité. Un résultat du type « < LQ » ne signifie alors pas que la concentration respecte le seuil N2 si cette LQ est elle-même supérieure au seuil N2.

Pour la **bactériologie**, la difficulté est encore plus sensible. Une eau recyclée chargée peut nécessiter des dilutions importantes afin d'obtenir un dénombrement exploitable. Mais ces dilutions augmentent également la limite de détection/quantification. À l'inverse, travailler directement selon une matrice « eau propre » améliore la finesse recherchée mais augmente le risque que l'analyse soit perturbée ou inexploitable lorsque la contamination réelle est beaucoup plus élevée que prévu.

Il faut donc bien distinguer 3 notions dans notre étude :

1. la concentration réelle dans l'eau dépendante de la qualité et de l'efficacité du traitement de l'eau ;
2. le résultat analytique produit par le laboratoire ;
3. la capacité de ce résultat à démontrer un niveau N1 à N4. Ce dernier point est essentiel : l'**absence de quantification n'est pas nécessairement synonyme de conformité au niveau recherché.**

Conséquence méthodologique pour l'étude et pour le suivi de la qualité des eaux recyclées en règle générale :

Le choix entre les trois matrices analytiques « eau propre », « eau peu chargée » et « eau chargée » nécessite un compromis entre robustesse de l'analyse et finesse de quantification. Le choix d'une matrice plus chargée sécurise l'obtention d'un résultat pour des eaux recyclées fortement contaminées, mais entraîne généralement une augmentation des limites de quantification susceptible de ne plus permettre de discriminer les niveaux de qualité les plus exigeants. Inversement, une matrice plus propre améliore la finesse analytique mais augmente le risque d'interférences, de dépassement du domaine de mesure ou de nécessité de reprise de l'analyse lorsque l'échantillon est plus chargé qu'attendu.

L'étude montre que, compte tenu des performances des procédés de recyclage actuellement rencontrés, la recherche systématique d'un niveau de qualité N2 ne paraît pas justifiée dans le cadre des contrôles analytiques de routine. Le niveau N2 n'ayant pas été démontré de manière suffisamment robuste au cours de cette étude, l'objectif

opérationnel pourrait être recentré sur la validation du niveau minimal N1, correspondant à une eau recyclée compatible avec les usages de lavage définis pour ce niveau.

Dans cette logique, le recours à une matrice analytique « eau chargée » apparaît comme la solution la plus simple et la plus robuste. Elle est mieux adaptée à la variabilité et aux niveaux de pollution susceptibles d'être rencontrés dans les boucles de recyclage et limite le risque d'obtenir des analyses inexploitables nécessitant une reprise ou une dilution supplémentaire.

Cette simplification présente également un intérêt économique : elle évite de réaliser systématiquement deux séries d'analyses sur les matrices « eau chargée » et « eau peu chargée » dans le seul objectif de rechercher un éventuel classement N2.

Cette stratégie reste toutefois conditionnée à un point essentiel : pour chacun des paramètres physico-chimiques et bactériologiques retenus, les limites de quantification ou de dénombrement obtenues avec la matrice « eau chargée » doivent être suffisamment basses pour permettre de statuer sans ambiguïté sur le respect du seuil N1.

Le protocole pourrait ainsi être organisé selon deux niveaux :

1. **Contrôle périodique de routine :** matrice « eau chargée » avec pour objectif la validation du niveau N1 ;
2. **Contrôle approfondi ou expertise** : recours à une matrice « eau peu chargée », ou à des méthodes analytiques plus sensibles, uniquement lorsqu'il existe un intérêt particulier à rechercher ou démontrer un niveau N2 ou supérieur.

Cette approche permet de simplifier et réduire le coût du suivi analytique sans abaisser l'exigence minimale de qualité. Les niveaux N2 à N4 restent néanmoins conservés dans le référentiel afin de caractériser des performances supérieures et d'accompagner les évolutions futures des procédés de recyclage.

5. Limite d'usage de l'eau recyclée en lavage haute pression :

Les résultats de cette étude montrent qu'avec les **m**eilleures **t**echniques **d**isponibles (MTD) actuellement accessibles sur le marché et compatibles avec des niveaux de CAPEX et d'OPEX acceptables pour un centre de lavage, **l'obtention durable d'une eau recyclée de qualité suffisamment élevée pour généraliser son utilisation sur les pistes de lavage haute pression ne peut pas être démontrée.**

En particulier, le niveau de qualité N2 n'a pas été démontré de manière suffisamment robuste dans le cadre de l'étude, y compris sur les installations mettant en œuvre les traitements les plus performants étudiés.

Compte tenu du niveau d'exposition plus important de l'utilisateur en lavage haute pression, notamment du fait de la pulvérisation de l'eau et de la formation potentielle d'aérosols, l'utilisation d'eau recyclée pour cet usage apparaît donc déconseillée dans le cadre technique et économique actuellement étudié, sauf démonstration spécifique de la maîtrise durable de la qualité de l'eau et du risque sanitaire.

En revanche, les eaux issues des pistes haute pression présentent un réel intérêt comme ressource à collecter et à traiter au profit des portiques automatiques. Leur récupération permet d'augmenter le volume d'eau disponible dans la boucle de recyclage, de compenser certaines pertes et de sécuriser dans le temps le RNR et le TRGE des portiques, qui constituent les équipements les plus consommateurs d'eau.

La stratégie à privilégier serait donc de dissocier la collecte de l'eau de son usage : collecter et traiter les eaux issues de la haute pression ne signifie pas nécessairement devoir les réutiliser sur la haute pression.

5. Apport des traitements biologiques par rapport aux autres procédés :

L'étude met en évidence une tendance favorable des procédés biologiques pour la maîtrise de la pollution organique dissoute.

La plupart des traitements biologiques évalués présentent une capacité supérieure à celle des traitements essentiellement physiques ou physico-chimiques pour limiter l'accumulation de certains composés organiques dissous, notamment au regard des résultats obtenus sur le COT et les tensioactifs anioniques (SABM).

Cette différence s'explique par les mécanismes de traitement mis en œuvre :

- les **traitements physiques**, notamment la décantation et la filtration, agissent principalement sur la pollution particulaire et les matières en suspension ;

- les **traitements physico-chimiques** permettent d'améliorer l'élimination des matières colloïdales et d'une partie de la pollution organique associée ;
- les **traitements biologiques** apportent une fonction supplémentaire de biodégradation d'une partie de la pollution organique dissoute biodégradable.

Cet avantage est particulièrement intéressant dans une boucle de recyclage, où les composés dissous insuffisamment éliminés peuvent progressivement se concentrer au fil des cycles de réutilisation.

Les résultats de l'étude ne permettent toutefois pas de conclure qu'un traitement biologique garantit, à lui seul, une eau recyclée de qualité supérieure. La performance finale reste dépendante de l'ensemble de la filière, de son dimensionnement, de son exploitation, de sa maintenance et des traitements complémentaires associés.

Le principal « + » observé des traitements biologiques réside donc dans leur capacité à mieux maîtriser la pollution organique dissoute, notamment le COT et les tensioactifs anioniques, qui constitue l'une des limites des procédés reposant principalement sur des traitements physiques.

6. Les performances quantitatives et qualitatives doivent impérativement être croisées :

Les résultats confirment également l'intérêt du RNR comme critère préalable de validation.

Un bon résultat analytique obtenu avec un RNR faible ne permet pas de démontrer une bonne performance du traitement : l'eau recyclée peut être fortement diluée par de l'eau potable ou de l'eau de pluie. À l'inverse, certains sites présentent un **RNR proche de 100 % mais une qualité insuffisante**, comme CHRIST – Fontis, WASH TEC – Aquapur ou FRANCE INVEST LAVAGE – Bioclassic / Wasserschmidt.

Il n'existe donc pas de relation automatique entre fort taux de recyclage et bonne qualité de l'eau recyclée : les deux performances doivent être évaluées conjointement.

7. Les principales limites observées sont bien identifiées :

Sur les installations les moins performantes, les défauts rencontrés se concentrent autour de trois familles :

- Maîtrise insuffisante de la pollution particulaire (MES, turbidité et fer),
- Elimination insuffisante de la pollution organique dissoute notamment au travers du COT

et

- Maîtrise microbiologique insuffisante, particulièrement critique lorsque l'eau recyclée est utilisée en lavage Haute Pression.

Conclusion générale de cette analyse

Les résultats montrent que les procédés les plus performants sont capables de garantir une qualité N1 pour les principaux usages des portiques et tunnels, avec des RNR proches de 100 %. En revanche, aucun des 13 cas ne démontre de façon complète et reproductible une qualité N2 sur 100 % des paramètres, nécessaire à l'extension du recyclage au lavage Haute Pression.

L'étude confirme que la performance doit être appréciée conjointement au moyen du RNR, de la qualité physico-chimique et de la qualité microbiologique. Avec 7 sites sur 13 en alerte microbiologique, la maîtrise de la désinfection constitue le principal point de vigilance. Enfin, la démonstration du niveau N2 reste également dépendante de la matrice analytique microbiologique utilisée et de ses limites de quantification.

2.4 Analyse des sites audités – Qualité des rejets d'eau à l'extérieur des systèmes de traitement

2.4.1 Contenu du rapport d'audit

Un programme analytique a été réalisé sur les 13 installations auditées, au niveau de chaque point de prélèvement identifié P1 et défini comme étant le point de contrôle le plus représentatif du rejet vers l'extérieur. Il comprend 2 contrôles et les analyses portent sur les paramètres rappelés ci-dessous :

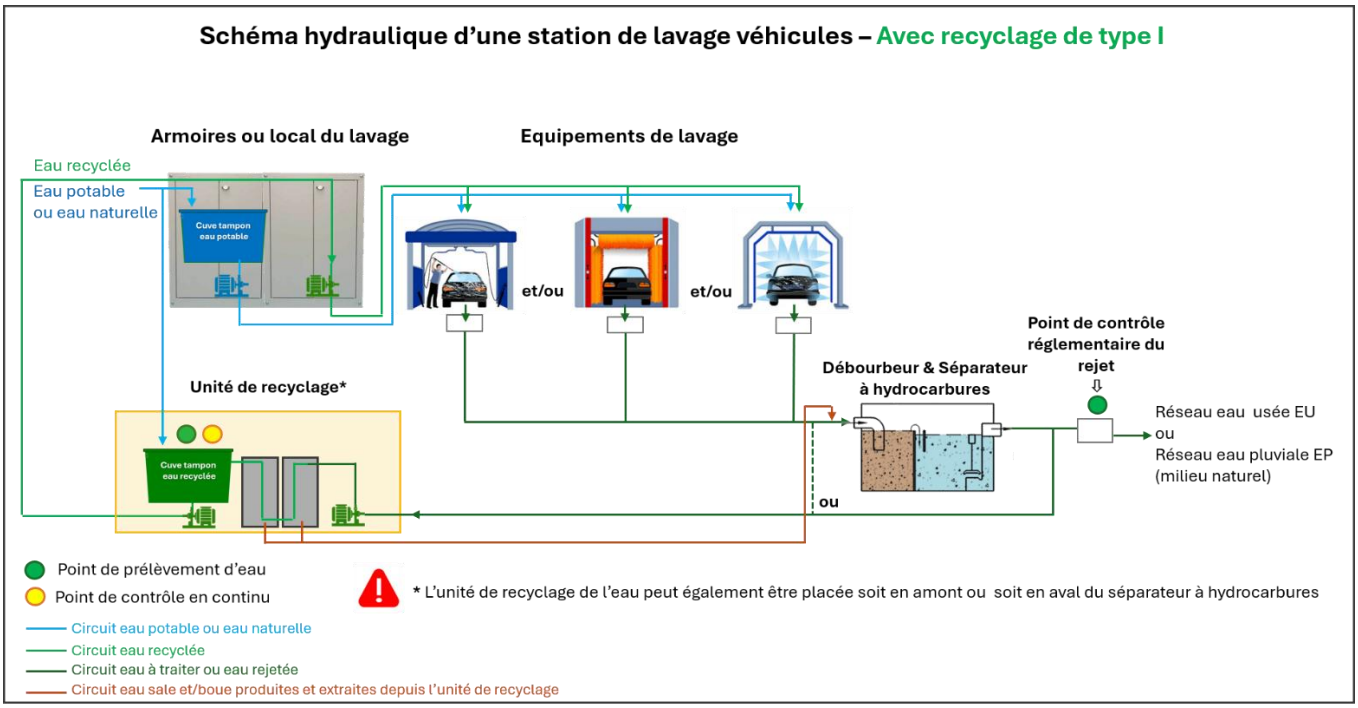
1. **Paramètres de terrain / physico-chimiques :** température, pH, potentiel rédox, conductivité et turbidité.
2. **Pollution particulaire et organique :** MES, COT, DCO et DBO_5.
3. **Pollution spécifique au lavage :** hydrocarbures C_5-C_{40}, agents de surface anioniques SABM (agents moussants), fer et les métaux : chrome, cuivre, zinc, arsenic, cadmium, mercure, plomb, nickel et aluminium.

Les résultats des analyses sont regroupés dans chaque rapport d'audit (un par site audité).

2.4.2 Rappel des 2 configurations TYPE 1 / TYPE 2

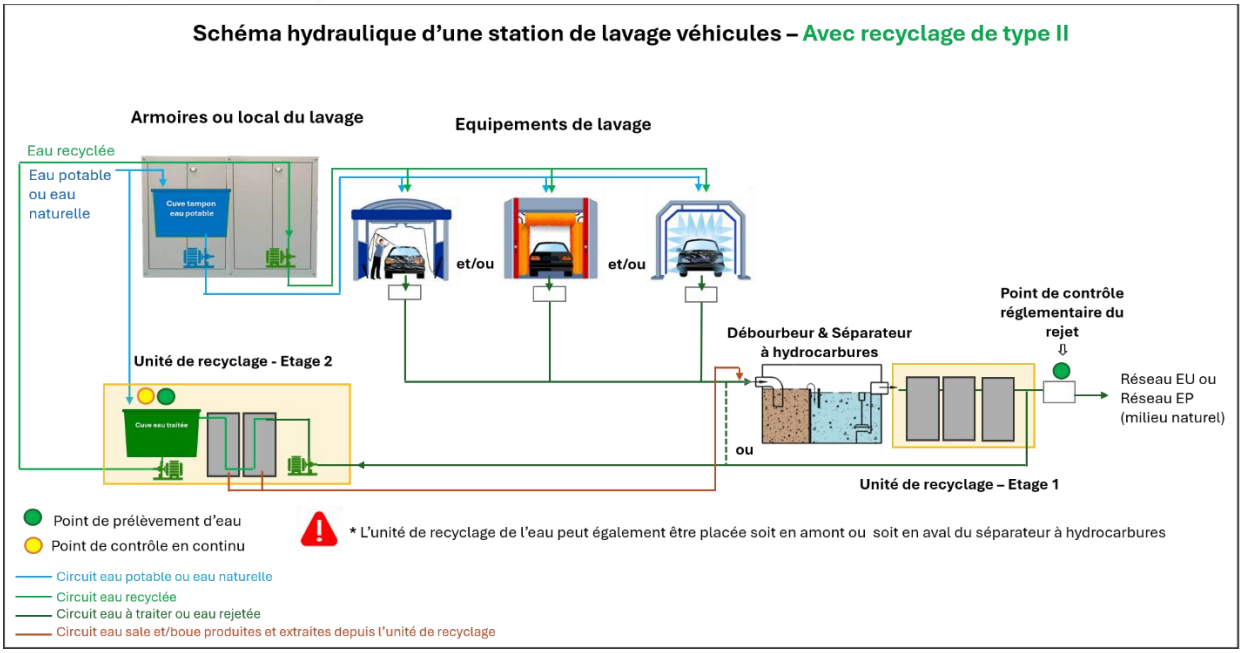
Type 1 – L'unité de recyclage ne traite pas spécifiquement les eaux rejetées.

L'unité produit de l'eau recyclée à la demande du lavage, en dérivation de la filière principale. Les eaux excédentaires sont rejetées après le prétraitement commun, principalement débourbeur / séparateur à hydrocarbures. Dans cette configuration, la performance du recycleur sur la qualité de l'eau recyclée ne préjuge pas de la qualité de l'eau rejetée, puisque celle-ci ne bénéficie pas nécessairement du traitement de recyclage.



Type 2 – L'unité de recyclage participe également au traitement des eaux rejetées.

La totalité ou une part structurante des eaux de lavage bénéficie d'un traitement complémentaire avant rejet, le recyclage étant ensuite prélevé dans cette filière. Cette architecture permet d'envisager une meilleure qualité du rejet et, selon les performances effectivement démontrées, une compatibilité avec des exutoires plus exigeants. Dans ce cas, la performance de traitement du recycleur intervient directement dans la qualité du rejet.



Cette distinction permet de nuancer les résultats : il ne faut pas comparer uniquement les concentrations analytiques au rejet, mais également l'architecture hydraulique de chaque installation, le traitement réellement appliqué à l'eau rejetée et le point de prélèvement.

À retenir : une unité de recyclage performante pour produire une eau réutilisable n'est pas nécessairement une unité performante pour traiter les eaux destinées au rejet. La performance « recyclage » et la performance « rejet » constituent deux fonctions distinctes, sauf lorsque la conception de type 2 les associe explicitement.

Rappel des informations relatives aux modes de rejet des treize installations auditées :

Marque du recyclage	Modèle de recyclage	Centres de lavage	Implantation (Ville/Département)	Mode de rejet Réseaux EU /EP *	Type de traitement avant rejet (Type 1 / Type 2)
AQUACYCLE	Recycl'wash	**HYGIE CARS**	Isle-d'Espaganac (16)	EU	1
AQUADETOX	BioSaver/BioCiron	**E.LECLERC**	Civrieux-d'Azergues (69)	EU	2
ATH	Ecomodule ATH	**TotalEnergies Wash - Lyon**	Garibaldi Lyon (69	EU	1
ATH	Module ATH	**TotalEnergies Wash - Rennes**	Alma Rennes (35)	EU	2
CHRIST	Fontis S+	**Intermarché Clairoix**	Clairoix (60)	EU	1
EAUKEY	Thétis 20	**TotalEnergies Aubert**	Chatel-Guyon (63)	EU	1
FRANCE INVEST LAVAGE	Bioclassic / Wasser schmidt	**Le Préau**	Thiers (63)	EU	2
HEXAWASH	Pragma Blue QC10	**La Laveuse**	Perpignan (66)	EU	1
HEXAWASH	Pragma Blue QC5	**La laveuse**	Pollestres (66)	EU	1
HYDRO'ENVIRONNEMENT	Recycl'Eau	**Prim's Lavage**	Saint-Gilles (35)	EU	2
LAVANCE (EAUKEY)	Borvo	**Aquaverte**	Le Rheu (35)	EU	1
OCENE	Ekowash	**Hyper U Vitré**	Vitré (35)	EU	1
WASH TEC	Aquapur modular	**Super U Onet Le Château**	Onet-le-Château (12)	EU	1

(*) Réseau EU : Eau usée - raccordement au réseau d'assainissement collectif

(*) Réseau EP : Eau pluviale - raccordement au milieu naturel

2.4.3 Synthèse de l'évaluation de la qualité des eaux rejetées des 13 sites audités

L'analyse des eaux usées rejetées par les centres de lavage a été réalisée indépendamment de la performance de recyclage : le RNR n'intervient pas dans cette évaluation. Elle vise à déterminer, à partir des résultats des deux contrôles analytiques réalisés sur chaque site, si la qualité de l'effluent apparaît compatible avec deux types d'exutoires : le réseau d'assainissement collectif ou le rejet direct vers le milieu naturel.

Mise en garde sur la portée de l'évaluation :

Les conclusions d'admissibilité présentées dans cette étude sont établies uniquement à partir des paramètres effectivement analysés lors des deux campagnes de contrôle. Elles ne constituent donc pas une autorisation réglementaire de rejet.

L'évaluation ne prend notamment pas en compte les éventuelles prescriptions locales spécifiques applicables à chaque centre de lavage : autorisation ou convention de déversement au réseau d'assainissement, règlement du service d'assainissement, arrêté préfectoral, prescriptions particulières liées au milieu récepteur ou à la situation administrative du site.

Le référentiel de comparaison retenu dans l'étude repose sur les limites et prescriptions issues des textes réglementaires nationaux, notamment l'arrêté du 21 juillet 2015 (*) , modifié notamment par l'arrêté du 31 juillet 2020, et l'arrêté ministériel du 2 février 1998 relatif aux prélèvements, consommations d'eau et émissions des ICPE soumises à autorisation. Les prescriptions effectivement applicables à un établissement peuvent être plus contraignantes et doivent être vérifiées au cas par cas.

Cas	Marque / modèle	Type de traitement avant rejet	Réseau assainissement collectif	Milieu naturel	Commentaire / réserve sur le rejet
1	HEXAWASH – Pragma Blue QC05	Type 1	Admissible	Non admissible	Rejet compatible avec l'assainissement collectif. Vigilance sur le zinc.
2	LAVANCE / EAUKEY – Borvo	Type 1	Admissible	Non admissible	Vigilance sur le zinc et l'aluminium.
3	HEXAWASH – Pragma Blue QC10	Type 1	Admissible	Admissible avec réserve	Analyses compatibles avec les deux exutoires, avec réserve sur la représentativité des faibles concentrations mesurées.
4	WASH TEC – Aquapur Modular	Type 1	Admissible	Non admissible	Vigilance sur le zinc et l'aluminium. La coagulation en amont améliore notamment l'élimination de la DCO, des MES et de la DBO5.
5	HYDRO ENVIRONNEMENT – Recycl'Eau	Type 2	Admissible	Admissible sous condition	Rejet au milieu naturel envisageable en aval du décanteur de la filière biologique. Vigilance sur le zinc et l'aluminium.
6	EAUKEY – Thétis	Type 1	Admissible	Non admissible	Vigilance sur le zinc et l'aluminium.
7	CHRIST – Fontis	Type 1	Admissible	Non admissible	Rejet au milieu naturel incompatible, notamment du fait du zinc.
8	OCENE – Ekowash	Type 1	Admissible	Non admissible	Vigilance sur le zinc et l'aluminium.
9	France Lavage Invest – Wasserschmidt BioClassic	Type 2	Admissible	Admissible	Après traitement, en aval du décanteur lamellaire, rejet compatible avec les deux exutoires. Vigilance sur le zinc et l'aluminium.
10	AQUADETOX – Biociron / Biosaver	Type 2	Admissible	Admissible sous condition	Non admissible en aval du bioréacteur ; admissible si le rejet est déplacé au trop-plein de la cuve d'eau filtrée. Vigilance sur le zinc et l'aluminium.
11	AQUACYCLE – Recycl'Wash	Type 1	Admissible	Non admissible	Vigilance sur le cuivre, le zinc et l'aluminium.
12	ATH – Module ATH	Type 2	Admissible	Admissible	Rejet compatible avec les deux exutoires. Vigilance sur le zinc et l'aluminium.
13	ATH – Ecomodule ATH	Type 1	Admissible	Non admissible	Rejet au milieu naturel non admissible du fait notamment des teneurs résiduelles en zinc et aluminium

(*) Arrêté du 21 juillet 2015 relatif aux systèmes d'assainissement collectif et aux installations d'assainissement non collectif, à l'exception des installations d'assainissement non collectif recevant une charge brute de pollution organique inférieure ou égale à 1,2 kg/j de DBO5

1. Une admissibilité au réseau d'assainissement collectif globalement démontrée :

Sur la base des seuls paramètres analysés et du référentiel national retenu dans l'étude, les 13 sites présentent des résultats compatibles avec un rejet vers un réseau d'assainissement collectif.

Ce résultat constitue un premier constat important : malgré la diversité des technologies de recyclage, des configurations hydrauliques et des qualités d'eau rencontrées, les effluents contrôlés ne mettent pas en évidence, pour les paramètres étudiés, de dépassement conduisant à les classer comme non admissibles au réseau collectif.

Il ne faut toutefois pas traduire ce résultat par « les 13 sites sont réglementairement autorisés à rejeter au réseau collectif ». Une telle conclusion nécessiterait de confronter chaque installation aux prescriptions réelles de son gestionnaire de réseau et, le cas échéant, à son autorisation ou sa convention de déversement.

2. Le rejet direct au milieu naturel est nettement plus contraignant :

La situation est très différente lorsqu'on applique les valeurs de référence retenues pour apprécier un rejet direct vers le milieu naturel.

Une part importante des installations présente une qualité insuffisante pour ce mode de rejet. Les non-admissibilités ou réserves sont notamment associées aux éléments traces métalliques, principalement le zinc et l'aluminium, et ponctuellement le cuivre.

Ce résultat met en évidence une différence fondamentale entre les deux exutoires :

- Réseau d'assainissement collectif → traitement complémentaire de l'effluent en station d'épuration ;
- Milieu naturel → absence de cette barrière collective supplémentaire ; la qualité de l'effluent rejeté doit donc être directement compatible avec les exigences de protection du milieu récepteur.

L'arrêté ministériel du 2 février 1998 rappelle d'ailleurs que les valeurs limites doivent être compatibles avec les objectifs de qualité du milieu récepteur et que l'autorisation précise le milieu et les conditions dans lesquels le rejet est autorisé.

3. Deux philosophies de conception : recyclage de l'eau ou traitement global des effluents :

La distinction entre les installations type 1 et type 2 ne correspond pas seulement à une différence de schéma hydraulique : elle traduit deux philosophies de conception différentes.

Type 1 – Une logique de recyclage de l'eau avant tout :

L'objectif premier est de produire, à la demande, une eau recyclée de qualité suffisante pour alimenter les équipements de lavage. L'unité de recyclage fonctionne généralement en dérivation du circuit principal. Elle n'a pas vocation à traiter la totalité des eaux usées avant leur rejet. La qualité de l'eau recyclée et celle du rejet constituent donc deux performances distinctes.

Type 2 – Une logique de station d'épuration en plus du recyclage :

Ces installations ont été développées selon une approche davantage comparable à celle d'une station d'épuration des eaux usées : la filière est conçue pour que la totalité des eaux de lavage destinées au rejet bénéficie d'un traitement, tout en prélevant dans cette filière le volume nécessaire à la production d'eau recyclée.

L'analyse devient particulièrement intéressante lorsqu'elle est croisée avec l'architecture de traitement.

Les cas :

- HYDRO ENVIRONNEMENT – Recycl'Eau ;
- FRANCE INVEST LAVAGE – Wasserschmidt BioClassic ;
- AQUADETOX – Biociron/Biosaver ;
- ATH – Module ATH.

montrent l'intérêt potentiel de cette architecture. La position du point de rejet devient toutefois déterminante : un même site peut présenter une qualité différente selon que l'effluent est évacué avant ou après une étape complémentaire de traitement.

Importance déterminante de la définition du point de rejet :

La qualité de l'effluent rejeté dépend directement du positionnement du trop-plein ou du point d'évacuation des eaux excédentaires depuis la filière de traitement. Les cas HYDRO ENVIRONNEMENT – Recycl'Eau et AQUADETOX – Biociron/Biosaver montrent que ce positionnement peut modifier directement l'appréciation de l'admissibilité du rejet.

Pour une installation de type 2, le fournisseur doit donc clairement définir le chemin hydraulique de l'eau excédentaire et répondre à une question essentielle : **D'où sort l'eau en excès lorsque la demande en eau recyclée des équipements de lavage est faible ou nulle ?**

Le principe de conception à retenir est le suivant : Le rejet doit obligatoirement être positionné en aval d'une étape efficace de séparation solide/liquide, telle qu'un décanteur, décanteur lamellaire ou dispositif de filtration adapté.

En particulier pour une filière biologique, il convient d'éviter qu'un trop-plein puisse évacuer directement une eau issue du réacteur biologique avant séparation de la biomasse et des matières en suspension. Une telle configuration peut dégrader fortement la qualité de l'effluent rejeté et remettre en cause l'intérêt même d'une architecture de type 2.

Ainsi, le point de rejet doit être considéré comme un élément fonctionnel à part entière de la conception du recycleur Type 2, et non comme un simple trop-plein hydraulique.

À retenir : Une filière type 2 ne peut réellement revendiquer une fonction de traitement des eaux usées avant rejet que si, quelles que soient les variations de la demande en eau recyclée, les eaux excédentaires traversent les étapes de traitement nécessaires avant leur évacuation.

À retenir : Une filière type 2 traitant la totalité des eaux de lavage d'un centre de lavage (portiques, lavage haute pression) peut permettre de réduire significativement à la fois l'utilisation d'eau potable (ou eau naturelle) et la pollution rejetée à l'extérieur (réseau EU / milieu naturel)

4. Les métaux constituent le principal point de vigilance :

L'analyse comparative fait ressortir de manière récurrente le zinc et l'aluminium, auxquels s'ajoute ponctuellement le cuivre.

Ce constat est particulièrement intéressant dans une installation de recyclage : certains polluants peuvent être efficacement éliminés par décantation, filtration, coagulation-floculation ou traitement biologique, alors que certains éléments dissous sont peu ou pas éliminés par les procédés présents.

Le fonctionnement en boucle peut donc conduire à une accumulation de certaines substances. La réduction du volume rejeté grâce au recyclage ne signifie ainsi pas automatiquement une amélioration proportionnelle de la qualité de l'effluent résiduel.

5. Les rejets de lavage de filtres, les purges de boues issues des ouvrages et équipements de traitement

Tout procédé épuratoire, qu'il soit **biologique, physique ou physico-chimique**, ne fait pas disparaître la pollution. Il en élimine une partie de la phase liquide en la **retenant, la séparant, la transformant ou la concentrant**, ce qui conduit notamment à la production de boues, de matières décantées et d'eaux de lavage ou de rétrolavage chargées.

Ces flux peuvent concentrer des **matières en suspension, hydrocarbures, métaux lourds et autres polluants** initialement présents dans les eaux de lavage. Ils doivent donc être considérés comme des **flux concentrés à caractériser et à gérer spécifiquement**, et non être automatiquement assimilés à l'effluent aqueux traité.

Les boues issues des unités de traitement des eaux ont un statut de déchet et leur filière d'élimination dépend de leur **caractérisation**. En revanche, leur déversement direct au réseau d'assainissement ne peut pas être considéré comme automatiquement autorisé : l'arrêté du 21 juillet 2015 interdit notamment le déversement dans le système de collecte de matières susceptibles d'être toxiques pour l'environnement, de perturber le fonctionnement des ouvrages ou d'en dégrader la qualité des boues. Les eaux usées non domestiques sont par ailleurs soumises aux conditions fixées par l'autorisation de déversement. L'arrêté du 2 février 1998 rappelle également que le raccordement n'est

envisageable que si le réseau et la station collective sont aptes à acheminer et traiter l'effluent, en tenant compte notamment des micropolluants et de leur incidence sur la qualité des boues de la station d'épuration collective.

Les audits de terrain ont précisément mis en évidence deux configurations appelant une réserve :

- **LAVANCE – Borvo :** vidange des boues directement vers le réseau d'eaux usées, sans passage préalable par une filière dédiée de stockage/concentration des boues de type débourbeur ou silo à boues ;

- **AQUACYCLE – Recycl'Wash :** évacuation des eaux de rétrolavage des filtres directement vers le réseau d'eaux usées, alors que ces eaux correspondent précisément à la remise en suspension de la pollution préalablement retenue par les médias filtrants.

Conclusion de l'analyse :

Les contrôles réalisés montrent que, pour les paramètres analysés et au regard du référentiel national retenu dans l'étude, les eaux rejetées des 13 installations apparaissent compatibles avec un rejet vers un réseau d'assainissement collectif. En revanche, l'admissibilité à un rejet direct vers le milieu naturel est beaucoup plus restrictive, les principaux facteurs limitants observés étant les éléments traces métalliques, notamment le zinc et l'aluminium.

L'analyse des rejets repose exclusivement sur les paramètres analysés lors de l'étude et sur les valeurs de référence nationales retenues. Toute admissibilité effective doit être vérifiée au regard des prescriptions locales applicables au site : règlement d'assainissement, autorisation ou convention de déversement, arrêté préfectoral et exigences particulières liées au milieu récepteur. Ces conclusions constituent toutefois une évaluation indicative et non une validation réglementaire de l'autorisation de rejet de chaque site.

La conception de l'installation joue également un rôle déterminant. Dans une configuration de type 1, l'unité de recyclage produit une eau destinée à être réutilisée mais ne traite pas nécessairement l'effluent destiné au rejet : performance de recyclage et qualité du rejet constituent alors deux fonctions distinctes. Dans une configuration de type 2, le traitement participe également à l'amélioration de la qualité de l'effluent final, ce qui peut permettre d'envisager des exutoires plus exigeants, sous réserve du respect des valeurs applicables.

Dans un centre de lavage, toute filière de traitement des eaux avant rejet, qu'elle soit raccordée à un réseau d'eaux usées ou, lorsque celui-ci est autorisé, à un réseau d'eaux pluviales, doit impérativement intégrer une file boues dédiée permettant de maîtriser les sous-produits concentrés générés par le traitement.

Cette file doit assurer la collecte des boues, purges et eaux de lavage ou de rétrolavage chargées, leur stockage, concentration ou retour vers un ouvrage de traitement adapté, lorsque cette solution est techniquement et réglementairement justifiée. Les boues et autres déchets qui le nécessitent, après caractérisation, doivent être évacués vers une filière autorisée et adaptée à leur nature.

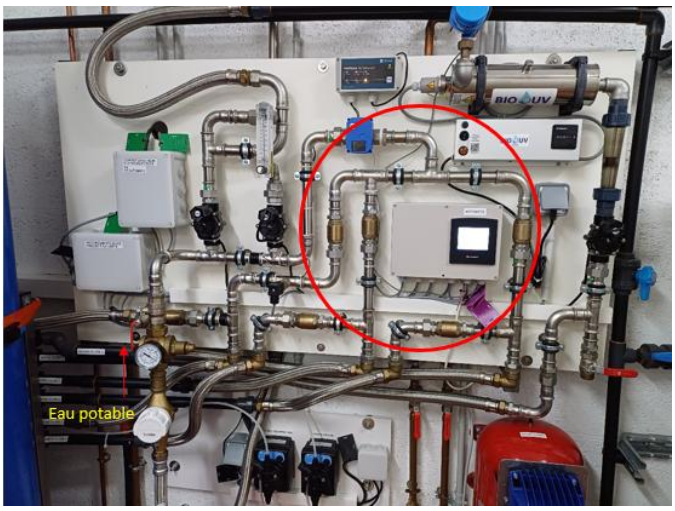
Le rejet direct des boues, purges concentrées ou eaux de rétrolavage dans le réseau ne doit donc pas constituer le mode normal d'évacuation de ces sous-produits.

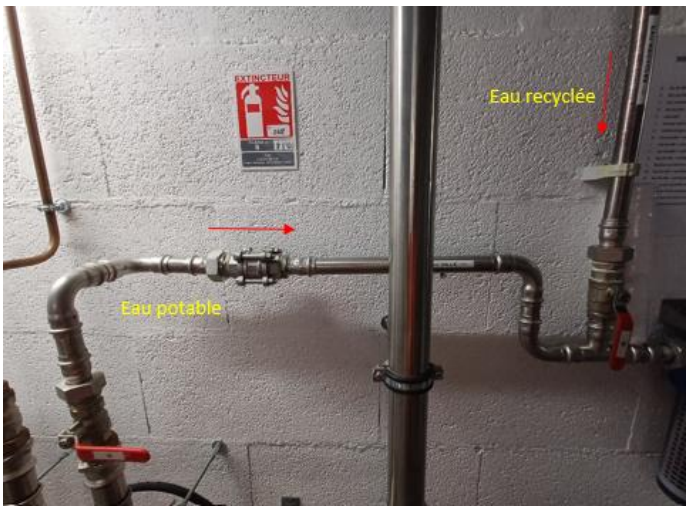
Traiter l'eau implique nécessairement de gérer la pollution extraite : une filière de traitement des eaux sans maîtrise de sa file boues ne fait que déplacer une partie de la pollution vers un autre exutoire.

2.5 Les anomalies discriminantes relevées lors des audits

2.5.1 Les risques de retours d'eau souillée dans le réseau d'eau potable

Connexions directes et en pression des réseaux d'eaux impropres à la consommation humaine avec les réseaux d'eau potable :





Ces types de raccordements constituent en France une non-conformité sanitaire de l'installation hydraulique. **Une vanne ¼ de tour et un clapet anti-retour ne constituent pas un équipement de disconnexion.**

- ⇨ **Risque de retour d'eau souillée dans le réseau d'eau potable en cas de défaut du clapet anti-retour et une vanne laissée ouverte par erreur**
- ⇨ **Installation non conforme**

On retrouve cette anomalie de conception sur les installations : AQUACYCLE – Recycl'Wash ; HEXAWASH – Pragma Blue QC10, AQUADETOX – BioSaver/BIoCiron

Le disconnecteur pourrait être une solution, mais c'est un équipement qui demande des règles de pose très précises pour garantir son bon fonctionnement et son entretien, mais malheureusement, trop souvent, celles-ci ne sont pas respectées. Cet équipement de sécurité demande aussi un contrôle annuel de son bon fonctionnement, mais dans la pratique, ce n'est pas toujours réalisé.

La seule solution à privilégier est la séparation physique des réseaux décrite dans le GUIDE TECHNIQUE – TOME 1 recyclage des eaux de lavage VL :

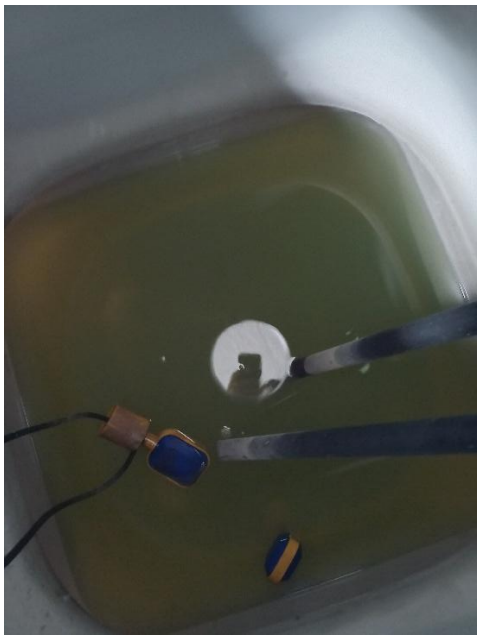
- Manchon de disconnexion ;

ou

- Cuve de disconnexion.

Les arrivées d'eau potable dans les cuves d'eau recyclée peuvent se retrouver immergées lorsque ces dernières sont totalement pleines :







Les cuves d'eau recyclée chez certains fournisseurs présentent des écarts majeurs vis-à-vis des règles sanitaires imposées en France :

- Conduite d'eau potable plongeante dans la cuve de stockage d'eau recyclée (et/ou cuve d'usage) ;
- Trop-plein insuffisant en section pour évacuer la totalité des débits entrants ;
- Vide d'air insuffisant lorsque la cuve est totalement pleine et que l'eau entrante s'écoule en permanence par le trop-plein.

⇨ **Risque de retour d'eau souillée dans le réseau d'eau potable en cas de mise en dépression de ce dernier lors d'une fuite importante par exemple**

On retrouve cette anomalie de conception sur les installations au niveau de la cuve d'eau recyclée et/ou la cuve d'usage : AQUACYCLE – Recycl'Wash ; HEXAWASH – Pragma Blue QC10/QC5, LAVANCE – Borvo ; OCENE – Ekowash

2.5.2 Les risques des travaux en hauteur

De nombreuses installations présentent un manque d'équipement de sécurité collective, permettant aux opérateurs de maintenance des unités de recyclage de réaliser en hauteur les tâches de maintenance utiles et nécessaires au bon fonctionnement des unités de traitement et de production d'eau recyclée :





Les cuves sont trop hautes (Hauteur totale supérieure à 1,60 m) pour être accessibles depuis le sol et sont dépourvues de protections collectives, installées à demeure et respectant les règles du code du travail :

- ⇨ Risque de chute de hauteur;
- ⇨ Opérations d'entretien des cuves et équipements non réalisées = Dégradation de la qualité du traitement et de l'eau recyclée produite;
- ⇨ Défauts de sécurité et de maintenabilité des installations.

Rappel important : Il est fortement conseillé, afin de maintenir en permanence un bon niveau de qualité de l'eau recyclée, de vidanger et de nettoyer périodiquement les cuves de stockage d'eau recyclée (6 à 12 fois par an).

On retrouve ces écarts QSE/HSE sur de nombreuses cuves de stockage d'eau recyclée ou au niveau des ouvrages de traitement installés en hors sol (décanteurs, bioréacteur) :

- AQUACYCLE – Recycl'Wash ;
- HEXAWASH – Pragma Blue QC10 ;
- CHRIST – Fontis ;
- WASH TEC – Aquapur Modular ;
- FRANCE INVEST LAVAGE – Wasserschmidt ;
- EAUKEY – Thétis ;
- LAVANCE – Borvo ;
- HYDRO ENVIRONNEMENT – Recycl'Eau.

3. SYNTHÈSE GÉNÉRALE – CE QUE L'ÉTUDE MONTRE ET CE QU'ELLE PROPOSE

3.1 Ce qui a été étudié et mesuré

L'étude a permis de confronter les solutions de recyclage des eaux de lavage VL, proposées par les fournisseurs à leur fonctionnement réel sur des centres de lavage en exploitation.

Elle s'appuie notamment sur :

- 12 fournisseurs et 14 procédés de recyclage analysés : 12 dossiers fournisseurs d'équipements de recyclage de l'eau ;
- 13 installations auditées sur le terrain : 13 rapports d'audit et de mesures individualisés par fournisseur et par procédé ;
- 2 campagnes de contrôle par site, réalisées à des périodes différentes ;
- L'analyse des performances hydrauliques, au travers des KPI du recyclage (RNR et TRGE) ;
- L'analyse de la qualité physico-chimique et microbiologique des eaux recyclées ;
- L'analyse de la qualité des eaux rejetées ;
- L'examen des conditions réelles de conception, exploitation, maintenance, sécurité sanitaire et comptage.

3.2 Les principaux constats

L'étude fait ressortir quelques enseignements essentiels :

1. Recycler beaucoup ne suffit pas : il faut recycler efficacement et produire une eau de qualité adaptée à l'usage. La performance doit être appréciée conjointement par le rendement net de recyclage RNR, le taux global de recyclage de l'équipement de lavage TRGE, la qualité physico-chimique et la maîtrise microbiologique ;

2. Un RNR élevé est techniquement accessible, plusieurs installations atteignant des valeurs proches de 100 %. En revanche, le TRGE des portiques n'est calculable que sur 6 sites sur 13, ce qui met en évidence l'insuffisance actuelle des plans de comptage ;

3. Le niveau N1 est techniquement accessible pour les portiques et tunnels, mais seulement une partie des installations auditées le démontre de manière satisfaisante ;

4. Le niveau N2 nécessaire à une généralisation de l'eau recyclée en lavage haute pression n'a pas été démontré de façon complète et reproductible sur les installations étudiées ;

5. La maîtrise microbiologique constitue le principal point de vigilance, avec 7 sites sur 13 présentant une alerte microbiologique ;

6. Les procédés biologiques montrent un intérêt particulier pour la maîtrise de la pollution organique dissoute, notamment le COT et les tensioactifs anioniques, sans que cet avantage suffise, à lui seul, à garantir la qualité finale de l'eau ;

7. Recycler l'eau et traiter les effluents avant rejet sont deux fonctions différentes. Les architectures de type 2 permettent de mieux associer ces deux objectifs, à condition notamment que le point de rejet soit correctement positionné.

3.3 Ce que l'étude propose pour la suite

À partir de ces constats, quelques principes simples peuvent être retenus pour les futures installations :

Mesurer – Garantir – Surveiller – Maintenir

10 orientations proposées :

1. **Fixer une obligation de résultat, avec des objectifs mesurables de RNR, TRGE et qualité de l'eau recyclée ;**
2. **Privilégier dans le choix les équipements alliant simplicité et efficience ;**
3. **Conserver l'idée du principe du couple indissociable laveur – recycleur**. La meilleure performance de recyclage est celle qui conduit effectivement et durablement à une réduction mesurable de la consommation d'eau neuve ;
4. **Imposer dès la conception un plan de comptage complet**, permettant de distinguer clairement les performances du recycleur et celles des équipements de lavage ;
5. **Retenir le niveau de qualité N1 comme objectif minimal opérationnel de référence pour les usages compatibles des portiques et tunnels ;**
6. **Ne pas généraliser l'utilisation de l'eau recyclée en haute pression tant que le niveau de qualité N2 et la maîtrise sanitaire ne sont pas démontrées durablement** ; en revanche, collecter et traiter les eaux HP pour alimenter les portiques constitue une configuration particulièrement intéressante ;
7. **Renforcer la maîtrise sanitaire, par une désinfection correctement dimensionnée, une surveillance continue de paramètres pertinents et un contrôle périodique de la qualité au point d'usage ;**
8. **Intégrer l'exploitation et la maintenance dès la conception**, y compris l'accessibilité, la sécurité des opérateurs, la gestion des boues et sous-produits et la maîtrise des rejets ;
9. **Donner à la profession un cadre technique commun et normalisé**. Le développement du recyclage des eaux dans les centres de lavage nécessite désormais de disposer d'un cadre technique commun, partagé entre les professionnels du lavage, les spécialistes du traitement de l'eau, les maîtres d'ouvrage, les exploitants et les organismes de contrôle ;
10. **Développer l'accompagnement technique des futurs projets de réutilisation de l'eau** : au-delà de la mise à disposition d'un référentiel technique et de la future normalisation, la profession du lavage doit pouvoir être davantage accompagnée dans la conception et la réalisation de ses projets de réutilisation de l'eau, afin d'atteindre ses objectifs de sobriété et de résilience vis-à-vis de la ressource en eau naturelle. Le recours à une Assistance à Maîtrise d'Ouvrage (AMO) spécialisée dans l'eau et indépendante des fournisseurs d'équipements permettrait notamment d'accompagner le maître d'ouvrage depuis la définition du besoin jusqu'à la réception et à la mise en service de l'installation.

Important et à retenir : Le recyclage performant des eaux de lavage ne repose pas uniquement sur le choix d'un procédé de traitement. Il résulte de la maîtrise de l'ensemble de la chaîne : collecte des eaux,

traitement, comptage, stockage, qualité sanitaire, utilisation par le laveur, maintenance et gestion des rejets.

Pour conclure, trois priorités peuvent être retenues pour l'avenir :

1. Un cadre technique commun

⇨ Guide ou mémento professionnel du recyclage des eaux de lavage.

2. Un cadre normatif

⇨ Aboutissement du projet de norme NF T96-001, afin d'harmoniser les définitions, exigences et méthodes d'évaluation.

3. Un accompagnement des projets

⇨ Développer une AMO spécialisée et indépendante, avec contrôle de conception, contrôle de réalisation et vérification des performances à la réception, pour sécuriser les investissements et inscrire les centres de lavage dans une véritable stratégie de sobriété et de résilience en eau.