



Technologie

Réutilisation des eaux de lavage en tunnel.

- Retour d'expérience du site SANTALYS -
Réduction de 40 % des consommations d'eau.

La blanchisserie industrielle est un secteur fortement consommateur d'eau et d'énergie. Les tunnels de lavage, qui traitent des volumes importants de textiles génèrent des effluents chargés en salissures, en résidus de détergents et de diverses substances.

Or, la disponibilité en eau peut être contrainte par des situations de sécheresse à certaines périodes de l'année et plus ou moins fréquentes selon les régions. Les tarifs de l'eau ont aussi tendance à augmenter, ainsi que d'autres pénalités liées au niveau de pollution des rejets.

En effet, la réglementation française encadre strictement les rejets aqueux des installations classées pour la protection de l'environnement (notamment celles relevant de rubrique n°2340) et impose des seuils pour certains polluants. Par conséquent, ces éléments incitent les blanchisseurs à rechercher des solutions de réduction des consommations d'eau, notamment par la réutilisation de certaines eaux. Mais une telle démarche doit s'accompagner d'une parfaite maîtrise du procédé utilisé, à la fois pour disposer d'une qualité adéquate de l'eau réutilisée pour le lavage du linge et pour éviter des impacts excessifs sur les caractéristiques des rejets.

Dans ce contexte, **ECOLAB** a développé depuis plus de 2 ans le système appelé **WaterOptimizer Ultimate (WOU)**. Ce dispositif vise à récupérer une partie des eaux de lavages sélectionnées en fonction de leur qualité/programme et à les réintroduire dans le process de lavage.

Le WOU comprend un système de filtration d'où l'eau filtrée est pompée et réintroduite vers le tunnel sur la zone de prélavage/lavage. L'autre objectif est bien sûr de ne pas altérer l'efficacité du lavage ni la qualité hygiénique du linge lavé. C'est le rôle du WOU, son fabricant annonçant une économie d'environ 40 % d'eau.

Technologie

Pour l'activité de blanchisserie en général, le CTTN estimait très important d'éprouver les performances de différentes technologies de recyclage de l'eau. Or, l'opportunité de réaliser l'étude des performances du procédé WOU s'est présentée, sur un site support, celui de la blanchisserie inter-hospitalière SANTALYS (Var). Cette étude, en conditions réelles de production, a donc fait l'objet d'une étroite collaboration, pendant plus d'un an, entre le CTTN, SANTALYS et ECOLAB qui a installé et géré le fonctionnement du procédé.

Les objectifs de l'étude étaient les suivants :

- › Mesurer les économies d'eau et d'énergie (par récupération des calories de l'eau réutilisée) réalisables ;
- › Vérifier le maintien de la qualité du lavage (enlèvement des salissures, blancheur, préservation des textiles) ;
- › Étudier l'impact du procédé WOU sur la qualité microbiologique du linge lavé ;
- › Analyser l'évolution des caractéristiques physico-chimiques des rejets ;
- › Effectuer une approche technico-économique du procédé WOU.

▼ Méthodologie

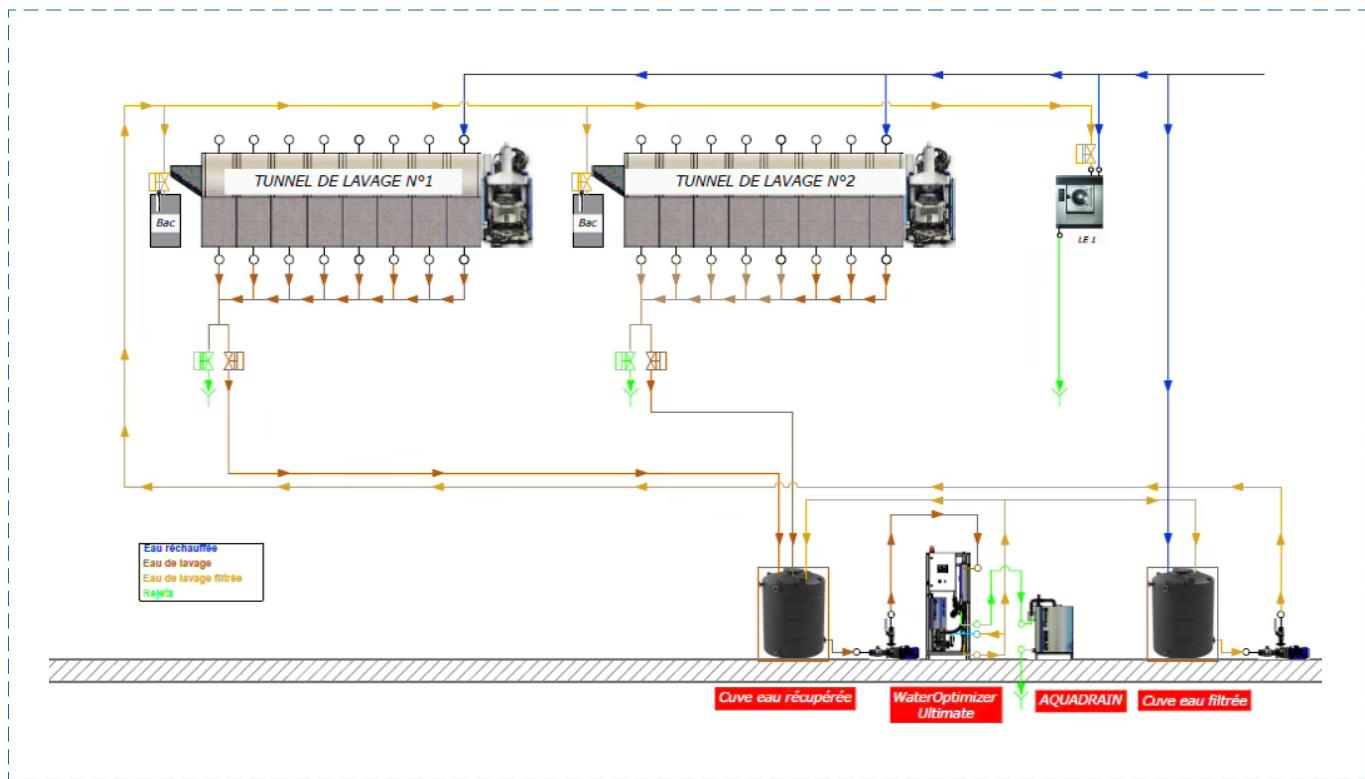
Site et équipements

Le site de SANTALYS comporte deux tunnels de lavage : un tunnel Lavatec utilisé principalement pour les draps et articles plats, et un tunnel Kannegiesser pour le reste du linge. Les deux tunnels sont équipés d'une presse d'essorage.

La blanchisserie se caractérise par une production de l'ordre de 2 000 tonnes de linge par semestre, avec des charges unitaires de linge de 45 à 55 kg pour les draps et de 40 à 50 kg pour les éponges (programmes utilisés dans le cadre de l'étude pour les mesures et analyses effectuées).

Le système WaterOptimizer Ultimate a été installé pour agir sur les deux tunnels. L'eau provenant des compartiments de lavage est collectée dans une cuve amont, filtrée à 100 µm et stockée ensuite dans une cuve aval. Un dispositif de pompage réinjecte cette eau filtrée dans les premiers compartiments des tunnels. Les réglages de niveau et de débit permettent d'ajuster la proportion d'eau recyclée.





Plan expérimental

Afin de s'affranchir d'un effet saisonnier ou des fluctuations de production, les consommations d'eau et de gaz ont été relevées quotidiennement ou hebdomadairement avant et après l'installation du procédé WOU. Les valeurs ont été rapportées à la production de linge (exprimées en litres ou kWh par kilogramme de linge) pour permettre des comparaisons sur des périodes similaires.

Trois périodes ont été définies :

- › **avant installation** (semaines 2 à 13 - 2024)
- › **phase de mise au point** (semaines 14 à 21 - 2024)
- › **phase stabilisée** (semaines 22 - 2024 à 29 - 2025)

Outre le suivi des consommations, plusieurs campagnes d'essais ont été menées :

→ **Essais d'enlèvement des salissures** : des éprouvettes textiles multusalissures normalisées, comportant des salissures de plusieurs catégories, ont été fixées sur un drap identifié, inséré dans des charges de linge :

- › salissures grasses et pigmentaires (*huile minérale, sébum, maquillage, mayonnaise, sauce de viande*),
- › salissures enzymatiques (*lait chocolaté, sang vieilli, pomme de terre, sauce salade, pectine*)
- › salissures oxydables (*thé, café, vin, herbe, myrtille*).

Le pourcentage d'enlèvement de chaque tache a été mesuré par spectrophotométrie.

→ **Préservation des textiles** : des bandes témoins en coton ont subi 25 cycles de lavage, avec la mesure de la blancheur, du grisage et du jaunissement, avant et après installation, ainsi que la mesure du degré de polymérisation et de la résistance à la traction.

→ **Essais microbiologiques sur textiles :** des carrés de tissu stérilisés ont été glissés dans les charges et analysés après lavage pour rechercher des germes pathogènes (*Escherichia coli*, *Pseudomonas aeruginosa*, *Staphylococcus aureus*, *Bacillus cereus*, *Clostridium difficile* et moisissures). Des essais ont été réalisés avant installation puis à 1, 6 et 12 mois après mise en route du procédé WOU.

→ **Analyses physico-chimiques et microbiologiques des eaux :** des prélèvements ponctuels d'eau neuve, d'eaux de presse, d'eaux filtrées et d'eau de rejet ont été analysés (MES, DCO, DBO₅, azote, phosphore, métaux, hydrocarbures, nonylphénols, etc.) et comparés aux seuils réglementaires. Des mesures microbiologiques ont également été effectuées sur l'eau entrant dans le tunnel de lavage, les eaux de presse et les eaux filtrées.

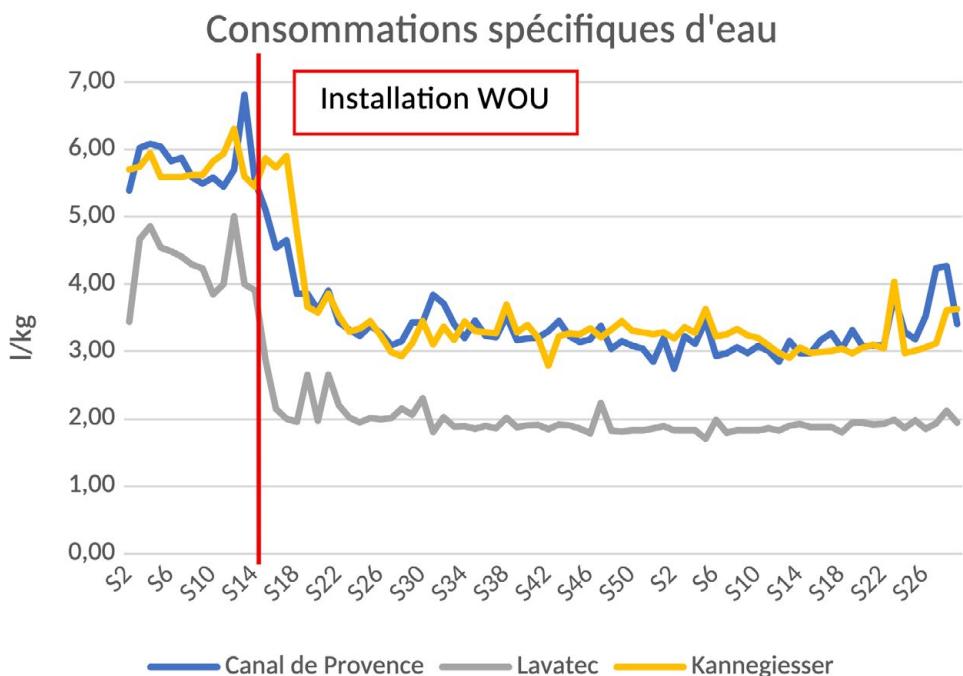
→ **Déchets solides :** la masse des résidus collectés lors du décolmatage du filtre a été suivie.

→ **Analyse économique :** les économies d'eau et d'énergie ont été converties en gains financiers en tenant compte du coût unitaire de l'eau et du gaz, et rapportées à l'investissement initial.

▼ Résultats

Évolutions des consommations d'eau et de gaz

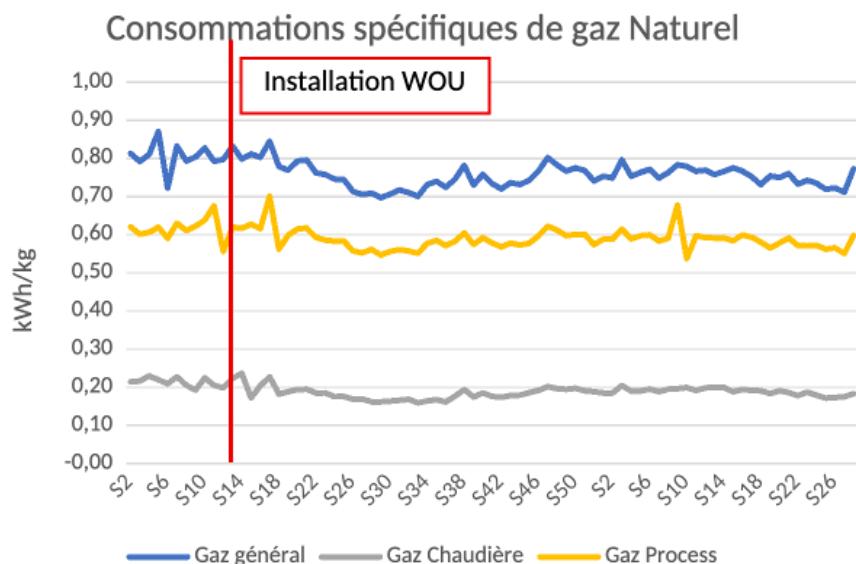
La figure ci-dessous synthétise les valeurs relevées avant et après mise en œuvre :



Essais 2024 - 2025

Le suivi des consommations spécifiques d'eau a montré une diminution marquée après l'installation du WOU. La consommation spécifique de l'alimentation générale issue du Canal de Provence est passée de 5,82 l/kg à 3,25 l/kg après optimisation, soit une baisse de 44 %.

Une baisse de la consommation de gaz a aussi été observée : sur l'ensemble de la période, la consommation de gaz général a diminué de 9 %.



Essais 2024 - 2025

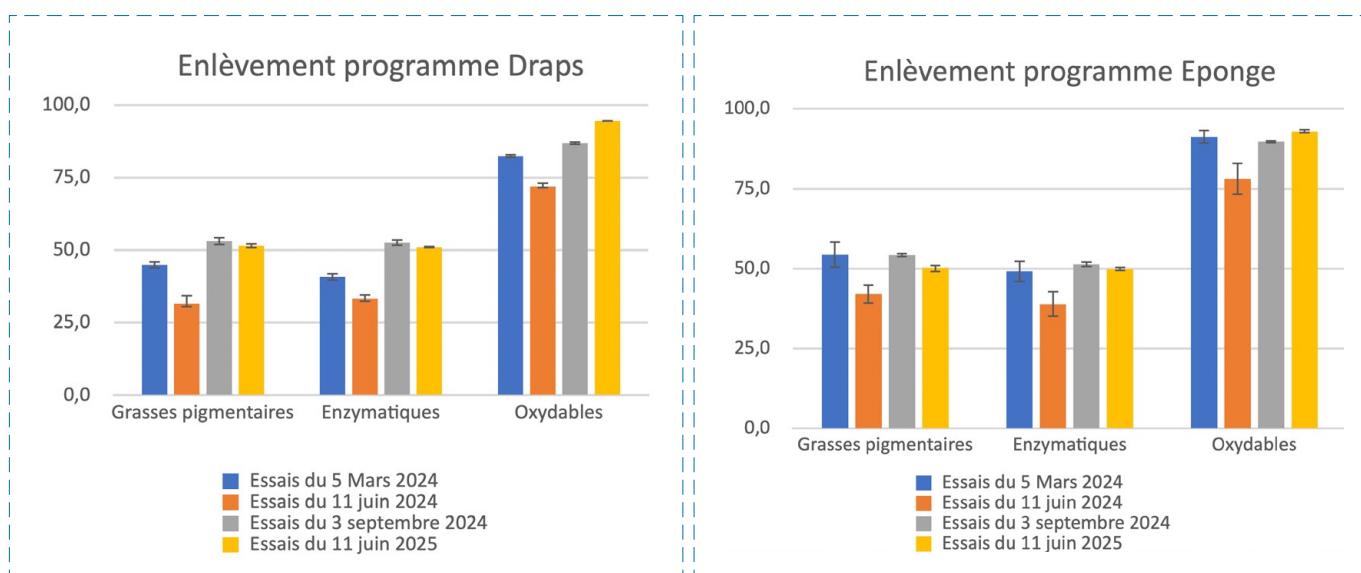
Les économies de gaz s'expliquent essentiellement par la réduction de la demande de vapeur grâce à la réutilisation grâce à la réutilisation d'une eau de process déjà chaude.

Consommation des produits lessiviels

La recirculation partielle des eaux de lavage a permis de réduire la consommation de la plupart des produits lessiviels de l'ordre de 8 à 12 %, selon les données communiquées par ECOLAB. Cela s'explique par la présence résiduelle de produits lessiviels dans les eaux recyclées permettant un recyclage partiel des produits en plus de l'eau. Des ajustements mineurs ont été réalisés, sans effet notable sur la tendance générale de réduction.

Efficacité de lavage et enlèvement des salissures

L'utilisation d'eau recyclée n'altère pas l'efficacité du process de lavage. Après la phase d'optimisation, les pourcentages d'enlèvement des taches grasses, pigmentaires et enzymatiques sont comparables à ceux observés avant l'installation.



Préservation des textiles

	Avec UV	Avant		Après	
		Eponge	Drap	Eponge	Drap
Degré de blanc	Avec UV	165,6	185,1	171,6	184
Degré de blanc ISO 4312 (CTTN)	Avec UV	136	149,1	140,0	148,3
Grisage		2,8	6,1	4,8	11,1
Variation du jaunissement		-6,8	-11,8	-9,1	-14,2
Usure Chimique (degré de polymérisation)		1443	1492	1591	1615
Taux de cendre en %		0,04	0,09	0,13	0,13
Résistance à la traction en daN	Au mouillé	59,5	59,1	55,5	55,0
	A sec	52,5	50,8	49,0	52,2

Les indicateurs de préservation textile ne montrent pas de dégradation supplémentaire :

- › la blancheur reste élevée et aucune altération chimique n'est détectée sur les fibres.
- › la résistance à la traction des textiles reste élevée aussi bien avant qu'après installation, sans différence notable.

Globalement, le procédé WOU ne présente pas d'impact sur ces critères.

Qualité microbiologique du linge

Lors des essais microbiologiques réalisés avant installation (12 mars 2024), les éprouvettes introduites dans les tunnels présentaient de faibles charges en microorganismes, essentiellement des *Pseudomonas*, *Bacillus*, levures et moisissures, sans présence d'*Escherichia coli* ni de *Staphylococcus aureus*. Le programme éponge montrait une contamination légèrement supérieure au programme drap.

Un mois après la mise en service du système WOU (28 mai 2024), une augmentation transitoire de *Bacillus cereus* a été observée, avec de fortes charges microbiologiques par échantillon. Cette présence accrue est vraisemblablement liée à des facteurs environnementaux saisonniers, tels que les conditions météorologiques du mois de mai (vents, poussières, orages) susceptibles d'affecter la qualité de l'eau brute issue du canal de Provence, qui est la principale source d'alimentation de la blanchisserie. La qualité initiale de l'eau brute, déjà dégradée, a contribué à l'épisode observé, possiblement amplifié par la concentration inhérente au recyclage. Cet épisode ayant été rapidement identifié, des actions correctives ont aussitôt été mises en œuvre pour en limiter les effets.

Dès l'identification de cet épisode, des actions correctives ont été rapidement mises en œuvre par ECOLAB, notamment un traitement ciblé de la cuve de récupération, la non-récupération des eaux de lavage de certains programmes et un renforcement du suivi microbiologique, permettant un retour à la normale lors des campagnes de mesures qui ont suivi.

Six mois après installation (4 septembre 2024), les charges en *Bacillus cereus* et moisissures ont très nettement diminué pour atteindre des niveaux tout à fait acceptables et conformes. La plupart des échantillons ne contenaient plus que quelques dizaines d'UFC/ml de micro-organismes aérobies totaux, sans aucune détection de germes pathogènes.

Un an après l'installation (11 juin 2025), aucun microorganisme n'a été détecté à l'exception de *Pseudomonas* en très faible quantité. La mise en place d'un traitement chimique dans la cuve aval (produit oxydant) a contribué à cette amélioration.

Comme tout procédé de lavage traitant du linge de santé, il faut être vigilant et rigoureux quant à la surveillance de la qualité microbiologique. Les essais montrent ici que la qualité du linge en question n'a pas été compromise par la mise en place de récupération d'eau via le procédé WOU.

Analyses physicochimiques des eaux de rejet

Substances recherchées	Unités	Rejets (selon les semaines)										
		S10	S11	S20	S21	S22	S24	S28	S30	S32	S36	S38
MATIERES EN SUSPENSION	mg/l	74	87,5	100	38	74	130	159	87	132	132	130
DEMANDE CHIMIQUE EN OXYGENE (DCO)	mg/l	1100	1100	1620	1450	1560	1750	1790	2050	1770	1640	1910
DEMANDE BIOLOGIQUE EN OXYGENE 5 j (DBO ₅)	mg/l	540	470	710	790	660	800	740	880	740	630	680
AMMONIUM (analyse sur échantillon filtré)	mgN/l	1,5	0,9	10,53	12,58	9,48	7,16	2,55	8,1	8,76	10,3	7,82
	mg/l	1,93	1,16	13,54	16,18	12,19	9,2	3,28	10,41	11,26	13,2	10,05
NITRATES (analyse sur échantillon filtré)	mg(NO ₃)/l	1	0,5	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1
	mgN/l	0,26	0,13	<0,23	<0,23	<0,23	<0,23	<0,23	<0,23	<0,23	<0,23	<0,23
NITRITES (analyse sur échantillon filtré)	mg(NO ₂)/l	0,48	0,335	0,15	0,13	0,19	0,13	0,14	0,19	0,13	0,02	0,21
	mgN/l	0,145	0,1015	0,045	0,04	0,059	0,039	0,043	0,057	0,039	0,007	0,064
AZOTE KJELDAHL	mg/l	22,2	21,3	33,2	38,5	33,9	37,3	34,6	43,6	37,5	34,5	48,9
PHOSPHORE	mg/l	7,35	7,315	10,1	9,36	9,69	11	10,6	13,7	12,1	9,0	15,5
CEI50-24h	%	1,33	1,735	1,12	1,17	1	1,13	1,64	1,02	0,99	1,1	
Equitox	equitox/m ³	75,2	60,95	89,3	85,5	100	88,5	61	98	101	94,3	

Les analyses montrent une augmentation attendue des concentrations en matières en suspension (MES) et en DCO/DBO₅ du fait de la réduction des volumes rejetés. Les MES augmentent d'environ 80 %; la DCO et la DBO₅ de 40 à 75 %. Bien que les seuils réglementaires soient respectés pour les MES, la DCO et la DBO₅ atteignent parfois les limites contractuelles. Ces dépassements ponctuels constatés peuvent s'expliquer par des variations normales de production (type de linge traité, linge neuf, etc.) et ne traduisent pas un dysfonctionnement du procédé WOU. Les teneurs en azote Kjeldahl et phosphore augmentent respectivement de 75 % et 60 % mais restent largement en dessous des limites autorisées.

Le zinc et les nonylphénols augmentent sans dépasser les seuils réglementaires ; les hydrocarbures totaux diminuent d'environ 60 %.

Analyse microbiologique de l'eau

Les prélèvements réalisés avant l'installation ont révélé que l'eau d'alimentation contenait déjà 110 UFC/ml de flore revivifiable à 36° C, soit le double de la valeur cible (≤ 50 UFC/ml) prévu à l'annexe IV de l'arrêté du 14 mars 2025 (sur l'utilisation d'eaux impropre à la consommation humaine pour des usages domestiques au sein des ICPE). Les eaux de presse des deux tunnels étaient davantage chargées.

Les prélèvements effectués après la mise en place du procédé WOU ont montré une hausse ponctuelle des charges microbiologiques fin mai – début juin 2024, notamment dans la cuve aval.

Cette observation correspond à une phase de mise en route du procédé WOU, durant laquelle plusieurs phénomènes ont pu se cumuler :

- › la concentration progressive des eaux liée à la recirculation, augmentant mécaniquement la charge microbienne,
- › et/ou une variabilité temporaire de la qualité de l'eau d'alimentation issue du canal de Provence, possiblement plus chargée à cette période de l'année.

Ces deux hypothèses sont considérées comme plausibles et peuvent expliquer les contaminations relevées, sans qu'il soit possible de privilégier l'une d'elles.

Une action corrective a été rapidement mise en œuvre, consistant à adapter le traitement chimique des cuves amont par injection de produits biocides. Cette mesure a permis une réduction nette et durable des proliférations observées.

Ces ajustements ont permis de retrouver des valeurs proches de celles enregistrées avant installation, avec disparition des coliformes, d'*Escherichia coli* et des *Pseudomonas* dans la cuve.

Déchets solides

Le décolmatage du filtre génère environ 14 kg de résidus humides par semaine, composés de fibres et de particules de salissures. Ces déchets sont considérés comme banals et peuvent être éliminés avec les déchets ménagers.

Retour sur investissement

Les économies d'eau d'environ 12 000 m³ par an représentent 53 k€ (pour un coût complet de 4,50 €/m³), et la baisse de 9 % de la consommation de gaz correspond à 53 000 kWh, soit une économie de 11 k€. L'investissement de 220 k€ pour le système WOU serait donc amorti en 4 à 5 ans, cette période se réduisant encore grâce à la subvention de 85 000 € obtenue par SANTALYS.

EN RÉSUMÉ...

Réduction des consommations

La baisse de près de la moitié de la consommation d'eau illustre la pertinence industrielle d'une recirculation contrôlée. Les économies de gaz, quoique plus modestes, témoignent également d'une meilleure utilisation de l'énergie grâce au procédé WOU.

Du point de vue d'un exploitant, ces gains se traduisent par une réduction tangible des prélèvements et des dépenses. La contrepartie reste une concentration accrue des polluants mais qui reste maîtrisée.

Impacts environnementaux et réglementaires

La concentration des effluents est la conséquence logique de la réduction des volumes rejetés. Les hausses observées des MES et de la DCO/DBO₅ demeurent sous les seuils réglementaires et peuvent être corrigées par des mesures d'optimisation du process (ajustement des dosages chimiques, amélioration de la filtration). On peut considérer qu'il s'agit d'un compromis acceptable entre économies d'eau et contrôle des rejets ; les micropolluants comme le zinc et les nonylphénols restent très en dessous des limites fixées.

Sécurité microbiologique

Les proliférations observées lors du démarrage mettent en lumière l'importance de maîtriser le traitement de l'eau brute, dans le cas présent. L'asservissement des injections d'oxydant et de biocide au fonctionnement du système s'est révélé efficace pour retrouver rapidement des charges microbiologiques faibles, même en période chaude. Une surveillance régulière permet de garantir durablement l'absence de pathogènes dans les eaux recyclées et sur le linge.

EN CONCLUSION

L'expérimentation du système **WaterOptimizer Ultimate** proposé par **ECOLAB** et installé sur le site **SANTALYS** montre qu'une réutilisation partielle des eaux de lavage en tunnel est techniquement et économiquement viable et bénéfique. La réduction de 45 % de la consommation d'eau et la baisse de la consommation de gaz s'accompagnent d'un maintien des performances de lavage, de la blancheur et de l'intégrité des textiles. Les augmentations de MES et de DCO/DBO₅ restent maîtrisables. La maîtrise de la flore bactérienne nécessite un ajustement des produits de traitement mais les textiles restent conformes aux exigences sanitaires. Grâce à la subvention de 85 000 € obtenue par SANTALYS, le retour sur investissement, initialement estimé entre 4 et 5 ans, est encore raccourci. La pertinence économique du dispositif est ainsi renforcée. Le prélèvement d'eau à la source est significativement réduit grâce à une telle technologie.