

Nettoyage à l'eau et procédés innovants : suite...

Rejets aqueux et performances au 10^{ème} traitement

Ainsi que l'annonçait le numéro 270 de la revue *e.t.n.*, ce dossier fait l'objet d'une suite.

En effet, nombreux sont les professionnels à s'interroger sur les caractéristiques des rejets aqueux issus de procédés de nettoyage à l'eau, compte tenu des produits utilisés. Il en est de même pour les autorités environnementales. C'est le premier volet, sur la base des trois procédés étudiés, dans le cadre de l'étude «terrain» réalisée.

Le second volet, cette fois dans le prolongement direct de l'édition précédente d'*e.t.n.*, est consacré aux performances au dixième traitement des mêmes procédés. 10 traitements, c'est un chiffre, mais c'est aussi le sort que réservent certains clients à leurs costumes, leurs tailleurs, leurs chemisiers, ...

QUE CONTIENNENT LES REJETS AQUEUX ?

Les rejets aqueux sont caractérisés ici d'abord en regard des substances prioritaires (*Directive cadre sur l'eau désignée par le sigle DCE, réf. 2000/60/CE*), et ensuite en regard de leurs écotoxicités potentielles.



La directive cadre sur l'eau, transposée en droit national par les États membres, a pour objectif de pousser les États européens à retrouver le meilleur état écologique possible des milieux aqueux. Pour ce faire, ce texte communautaire dresse une liste de substances dites prioritaires avec, comme objectif, selon les substances, de les éliminer des rejets aqueux ou d'en réduire la teneur. L'État français a défini des plans d'action en ce sens, en considérant les activités industrielles présentes sur son territoire. Des listes partielles de substances prioritaires ont donc été établies, afin de cibler les substances qui relèvent plus particulièrement de telle ou telle activité.

C'est ainsi qu'à l'activité de «blanchisserie, laverie de linge» (*rubrique n°2340 de la nomenclature des installations classées pour la protection de l'environnement*) correspond une liste spécifique de substances prioritaires, que l'on retrouve dans la liste intégrale de la DCE.

La pratique de l'aquanettoyage relève potentiellement de la rubrique n°2340 des ICPE, même si pour les exploitants utilisant l'aquanettoyage en procédé unique, les volumes traités ne justifient ni déclaration en Préfecture, ni enregistrement. Les volumes d'articles textiles traités sont en effet inférieurs à 500 kg/jour dans l'immense majorité des cas. C'est néanmoins cette liste spécifique qui a été utilisée comme base d'investigation dans ce dossier. Elle comporte 28 substances prioritaires. Les produits qui ont été passés au crible de cette liste ne sont autres que ceux qui ont été mentionnés dans le «Dossier nettoyage à l'eau» paru dans le n°270 de la revue *e.t.n.*, pour les trois procédés étudiés.

Les repères et désignations utilisés sont identiques à ceux et celles employés dans le dossier paru dans le n°270 d'*e.t.n.*

Cette approche vise les produits utilisés en aquanettoyage. Il est donc apparu complexe et délicat de la développer en se basant sur des prélèvements effectués à partir des rejets en eux-mêmes. Ces derniers sont susceptibles de contenir d'autres substances que celles contenues dans les produits, avec éventuellement d'autres artefacts qui auraient pu fausser les impacts recherchés, ceux des produits, précisément. Des analyses physico-chimiques

Procédés de nettoyage	Produits (selon données fabricants)
Procédé 1	Détergent Apprêt Tout-en-un
Procédé 2	Détergent Apprêt Agent de finition Agent protecteur
Procédé 3	Détergent Apprêt

ont donc été réalisées à partir des neuf produits ainsi listés, dont une certaine quantité a été prélevée pour ce faire, dans les réserves de produits des exploitants qui ont participé à l'étude.

Il existe des laboratoires accrédités, compétents pour ce type d'analyses spécifiques. Pour des raisons techniques d'analyse, il n'est pas possible de faire analyser les produits purs. Une dilution à 2% a donc été effectuée pour chacun des neuf produits. Ces dilutions ont été faites en suivant un protocole rigoureux, en utilisant uniquement des récipients de verre (à chaque étape, prélèvements chez les exploitants inclus) et uniquement de l'eau distillée. La mise en flacons d'analyse (flacons de verre) a été faite immédiatement après dilution. Les flacons ainsi constitués ont été envoyés au laboratoire, en glacières. Par conséquent, seuls les prélèvements de produits effectués apportent les substances listées ci-dessous, le cas échéant.

Ce tableau récapitule les résultats bruts tels qu'ils figurent dans les rapports d'analyses fournis par le laboratoire : exprimés microgrammes des substances considérées (μg) par litre de solution dans l'eau distillée (L).

- **Substances visées** : substances ciblées dans le cadre de l'activité de «blanchisserie, laverie de linge»
- **LQ** : limites de quantifications correspondant à chacune des substances (Annexe 5 de la circulaire ministérielle du 5 janvier 2009, Ministère en charge de l'environnement).
- **Valeurs grisées** : substances quantifiées
- **Valeurs surlignées en jaune** : LQ relevée pour des raisons techniques d'analyses. En général, les substances ont alors été détectées (sauf mentions ND = non détectée, surlignées en jaune), mais non quantifiées.
- **Valeurs sur fond blanc** : non détectées (ND) ou détectées mais à un niveau inférieur à la LQ.

Une définition possible de la LQ : c'est la plus faible concentration d'une substance à analyser dans un échantillon, qui puisse être quantifiée avec une précision et une exactitude acceptables dans des conditions expérimentales indiquées (*NB : pour ce type de mesures, précisions et conditions expérimentales ont été définies par le Ministère en charge de l'environnement, en lien les organismes compétents*).

Les résultats fournis montrent que de nombreuses LQ ont été relevées par le laboratoire. Celles-ci ont été définies pour des rejets que l'on pourrait qualifier de «standards» alors que souvent, la technique d'analyse est confrontée à un «effet matrice» (plusieurs substances, éventuellement nombreuses, présentes dans l'échantillon réel considéré), ce qui est le cas ici puisqu'il s'agit de produits formulés alliant plusieurs molécules ou composés chimiques. On note que certaines LQ ont été relevées d'un facteur 2 (ou 20 dans un cas) pour les mesures de BDE, à un facteur 1000 pour certaines mesures de Nonylphénols ou Octylphénols.

➤ Résultats bruts :

SUBSTANCES VISÉES	LQ	Résultats d'analyses des produits dilués à 2% ($\mu\text{g/L}$)								
		Procédé 1			Procédé 2			Procédé 3		
		Apprêt	Détergent	Tout-en-un	Agent de finition	Agent protecteur	Détergent	Apprêt	Apprêt	Détergent
TriButylétain (TBT)	0,02	0,021	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
DiButylétain (DBT)	0,02	ND <1,00	ND <1,00	ND <1,00	ND	ND	ND <1	ND	ND	ND <1
MonoButylétain (MBT)	0,02	1,45	1,05	1,75	0,022	ND	1,45	ND	0,03	ND <1
Plomb	5	14,65	89,9	27,84	19,34	9,45	14,2	20,44	10,91	24,82
Zinc	10	92,4	30,3	18,3	10,8	14,10	12,80	<10,0	15	12,9
Nickel	10	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
Cuivre	5	<5,00	<5,00	ND	ND	9,5	9,2	ND	<5	ND
Chrome	5	5,18	<5,00	<5,00	ND	ND	ND	ND	ND	ND
Cadmium	2	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
Mercure	0,5	<50	<50	<50	<5	ND	<5	ND	ND	<5
Chloroforme	1	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
Tétrachlorure de carbone	0,5	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
Anthracène	0,01	ND	ND	ND	<0,01	ND	ND	ND	ND	ND
Naphtalène	0,05	<0,05	ND	ND	<0,05	0,28	ND	<0,05	0,27	0,06
Fluoranthène	0,01	ND	ND	ND	<0,01	0,01	ND	<0,01	<0,01	<0,01
2 chlorophénol	0,1	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	ND	<5
2,4,6 trichlorophénol	0,1	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	ND	<5
Nonylphénols Monoéthoxylés (NP10E)	0,1	<50	<50	<50	<0,1	ND	<50	<50		<50
Nonylphénols Diéthoxylés (NP20E)	0,1	<50	<50	<50	ND	ND	<50	<50		<50
Nonylphénols	0,1	118,5	<100	114,6	0,5	ND	<100	454,9		186,7
Octylphénols	0,1	<100	<100	<100	0,1	0,1	<100	<100		<100
Décabromodiphényléther (BDE 209)	0,05	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1
Tétrabromodiphényléther (BDE 47)	0,05	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
Pentabromodiphényléther (BDE 99)	0,05	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
Pentabromodiphényléther (BDE 100)	0,05	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
Hexabromodiphényléther (BDE 153)	0,05	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
Hexabromodiphényléther (BDE 154)	0,05	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
Heptabromodiphényléther (BDE 183)	0,05	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1

Quantifié

LQ Relevée

ND : non détectée

Extrapolations aux produits purs non dilués : seuls les résultats quantifiés sont exploités.

SUBSTANCES VISÉES	Extrapolation aux produits non dilués (µg/L)								
	Procédé 1			Procédé 2			Procédé 3		
	Apprêt	Détergent	Tout-en-un	Agent de finition	Agent protecteur	Détergent	Apprêt	Apprêt	Détergent
MonoButylétain (MBT)	72,5	52,5	87,5	1,1		72,5		1,5	
Plomb	732,5	1195	1392	967	472,5	710	1022	545,5	1241
Zinc	4620	1515	915	540	705	640		750	645
Cuivre					475	460			
Chrome	259								
Naphtalène					14			13,5	3
Nonylphénols	5925		5730	25			22745		9335
Octylphénols				5	5				

Les valeurs ci-dessus donnent une indication de la teneur des différentes substances visées (colonne de gauche) dans les produits de nettoyage purs livrés aux exploitants utilisateurs.

Il s'agit de valeurs issues d'une extrapolation faite à partir de résultats d'analyses dont les incertitudes de mesures sont de ±10% à près de ±40% (selon les indications fournies par le laboratoire). Néanmoins, certains chiffres ci-dessus restent très significatifs. D'ailleurs, pour la plupart, il s'agit de valeurs correspondant à des résultats d'analyses tels que fournis par le laboratoire qui sont nettement, voire très nettement, supérieurs aux LQ définies.

Outre les valeurs demeurant dans le tableau ci-dessus, le fait que les autres substances de la liste initiale, en aient été éliminées, ne signifie pas que les substances correspondantes soient nécessairement absentes des produits analysés (parmi celles qui ont été éliminées de l'analyse conduite plus avant, se trouvent aussi le TBT et le Fluoranthène, jugées faibles, même si quantifiés).

↳ Extrapolations aux rejets aqueux journaliers générés par les procédés 1, 2 et 3

Les programmes d'aquanettoyage ont été caractérisés par des relevés et des mesures, effectués dans le cadre de l'étude «terrain». À partir des volumes d'eau rejetée et des doses de produits introduites dans les laveuses-essoreuses,

il est possible d'estimer les quantités de substances rejetées, pour un programme type d'aquanettoyage, et sur la base de 10 cycles par jour. Dans cette approche, les pressings sont considérés comme ne générant pas d'autres rejets aqueux que ceux issus des laveuses-essoreuses des procédés d'aquanettoyage utilisés par les exploitants.

De manière à synthétiser les résultats, en fonction des divers programmes d'aquanettoyage proposés pour chacun des trois procédés étudiés, des volumes moyens de rejets d'eaux usées ont été calculés. De même pour les dosages de chacun des produits employés. Les extrapolations ci-dessous ont donc été faites en considérant, pour chaque procédé, un programme «moyen», effectué 10 fois par jour.

Les valeurs ci-dessous correspondraient donc à des pollutions générées uniquement par les produits utilisés, à l'exclusion de tout autre apport (salissures, textiles, ...).

En procédant à des prélèvements directs dans les rejets, compte tenu des LQ rappelées ici et des concentrations de substances obtenues (dans les rejets ; valeurs exprimées en µg/L), seraient susceptibles d'être détectées et quantifiées les substances suivantes :

- le MonoButylétain pour les procédés 1 et 2, avec une concentration plus marquée pour le procédé 1,
- le Plomb pour les procédés 1 et 3,
- les Nonylphénols pour les 3 procédés, avec une concentration plus marquée pour le procédé 3,
- le Naphtalène pour le procédé 3.

Substances visées	Quantités rejetées par :	Procédé 1	Procédé 2	Procédé 3	Rappel LQ (µg/L)
MonoButylétain	programme (µg)	11,0	2,97	0,45	0,02
	jour (µg)	0,12	29,7	4,5	
	litre d'eau usée rejetée (µg/L)	0,18	0,03	0,01	
Plomb	programme (µg)	502	320	465	5
	jour (µg)	5020	3200	4650	
	litre d'eau usée rejetée (µg/L)	7,9	3,4	9,5	
Zinc	programme (µg)	488	220	382	10
	jour (µg)	4880	2200	3820	
	litre d'eau usée rejetée (µg/L)	7,8	2,3	7,7	
Cuivre	programme (µg)		75,6		5
	jour (µg)		756		
	litre d'eau usée rejetée (µg/L)		1,0		
Chrome	programme (µg)	1,85			5
	jour (µg)	1850			
	litre d'eau usée rejetée (µg/L)	0,3			
Naphtalène	programme (µg)		2,11	4,78	0,05
	jour (µg)		21,1	4780	
	litre d'eau usée rejetée (µg/L)		0,02	0,1	
Nonylphénols	programme (µg)	986	1579	2268	0,1
	jour (µg)	9680	15790	22680	
	litre d'eau usée rejetée (µg/L)	15,6	16,8	46,7	
Octylphénols	programme (µg)		1,4		0,1
	jour (µg)		14		
	litre d'eau usée rejetée (µg/L)		0,02		



Bien que les quantités journalières rejetées ainsi établies soient inférieures aux seuils de surveillance définis par la Note du 27/04/2011 du Ministère en charge de l'environnement, les Nonylphénols en particulier, qualifiés de substances dangereuses prioritaires, doivent être éliminés des rejets au plus tard en novembre 2021. Le Plomb, le Naphtalène, les Octylphénols doivent faire l'objet d'une réduction de 30% des flux. Cela selon les objectifs définis par la DCE.

En outre, il convient de noter que les valeurs de concentrations en Nonylphénols trouvées dans les eaux de rejet lors d'une étude (CTTN) récente visant les produits lessiviels utilisés en blanchisserie industrielle, n'étaient que de 3 à 4 fois supérieures à la LQ. Les concentrations en Nonylphénols le sont ici de 150 à plus de 400 fois. Les débits journaliers des Nonylphénols étaient de l'ordre de 10000 µg/jour, soit du même ordre de grandeur que ceux indiqués dans le tableau précédent, pour les procédés d'aqua nettoyage repérés 1, 2 et 3. Mais, les débits de rejets moyens journaliers en blanchisserie se situaient aux environs de 50 m³, soit environ 50 fois supérieurs à ceux établis dans les pressings sur lesquels est basée cette approche ... et 50 m³ d'eau de rejet en blanchisserie correspondent à 8 ou 10 tonnes de linge traité, approximativement.

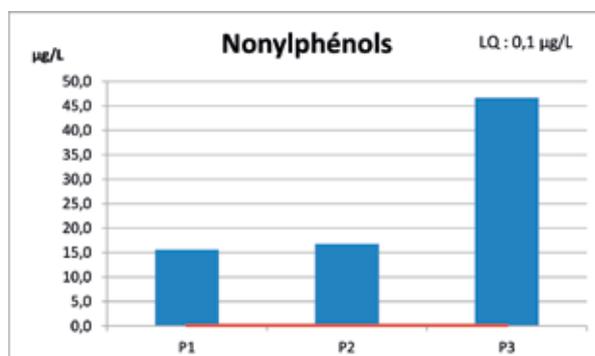


Diagramme des concentrations en Nonylphénols dans les eaux de rejet (Procédés 1, 2 et 3) versus LQ (ligne rouge)

➤ D'où proviennent ces substances indésirables ?

Il est fort probable que les fabricants des produits d'aquanettoyage étudiés ici affirment ne pas introduire dans leurs formulations, de Nonylphénols, de Plomb, ... Il est fort probable aussi que ce soit vrai, c'est-à-dire que ces substances ne figurent pas, sur le papier, dans les formules de leurs produits, telles qu'elles ont été élaborées, ni dans aucune instruction complémentaire éventuelle. C'est également le cas pour les produits lessiviels de blanchisserie industrielle, par exemple. En recherchant des microgrammes par litre, il est certain que l'on recherche des quantités que l'on peut qualifier de «traces», sur un plan physico-chimique ... Il n'empêche, comme dans les produits lessiviels de blanchisserie, que de telles traces sont présentes (NB : ce sont les produits purs, hors de toute mise en œuvre de quelconques procédés de nettoyage, qui ont été utilisés pour cette analyse). Il faut sans doute que les fabricants se posent la question de la maîtrise des matières premières utilisées, ou bien de la maîtrise des produits de base qu'ils approvisionnent pour élaborer leurs produits commerciaux, car la DCE existe, et les Etats membres la font appliquer.

➤ Ecotoxicité des rejets aqueux

L'écotoxicité désigne l'effet néfaste d'une substance chimique sur les organismes vivants et leur organisation fonctionnelle, c'est-à-dire l'écosystème. L'écotoxicité d'une substance peut être caractérisée par plusieurs méthodes de mesure faisant intervenir des organismes vivants témoins. Dans cette approche, ce sont les daphnies (*daphnia magna*) qui ont été utilisées, une sorte de petit crustacé d'une taille de 1 à 5 mm environ. Cette méthode de quantification de l'impact écotoxique d'une substance chimique sur un milieu aquatique est largement employée et reconnue.

Il a été fait appel également à un laboratoire (un second) accrédité pour la mise en œuvre de cette méthode, afin de caractériser ici l'impact écotoxique des produits d'aquanettoyage relatifs aux procédés repérés 1, 2 et 3. Le laboratoire a reçu de la même façon que précédemment des échantillons de produits dilués à 2% dans les mêmes conditions que précédemment. Une population de daphnies a été soumise, par le laboratoire, à chacun des échantillons ainsi préparés, au nombre de 9.

Produits	Procédé 1			Procédé 2				Procédé 3	
	Apprêt	Détergent	Tout-en-un	Agent de finition	Agent protecteur	Détergent	Apprêt	Apprêt	Détergent
CE 50 à 24h (%)	0,0195	0,022	0,0387	0,0479	4,88	0,0335	27,6	2,895	0,0558
Mi (équitox/m ³)	5128	4545	2584	2088	20	2985	3,6	35	1792
Acidité pH	2,5	4,1	5,7	5,0	5,0	7,0	7,0	7,0	8,0

L'écotoxicité de la solution est d'abord exprimée sous la forme «CE50 à 24h». Cette notation signifie qu'au terme de 24 heures, 50% de la population des daphnies soumises à la solution à 2% ainsi analysée, sont inhibées (plus aucune mobilité). Cette concentration est exprimée selon un pourcentage.

Ainsi, plus ce pourcentage est faible, plus la solution analysée est écotoxique.

Le résultat ainsi exprimé est converti en équitox/m³ d'eau rejetée, notion inverse au sens mathématique, qui traduit une quantité équivalente de matières inhibitrices (Mi) présentes et agissant comme tel.

Plus la valeur est élevée, plus l'écotoxicité de la solution analysée est importante.

Le tableau ci-avant mentionne aussi, en tant qu'indicateur, le pH de la solution analysée, non corrélé à l'écotoxicité sur l'ensemble des mesures. À partir de ces valeurs issues de mesures, en fonction des programmes d'aquanettoyage utilisables dans le cadre des procédés 1, 2 et 3, à partir des volumes d'eaux usées rejetées lors de la mise en œuvre de ces mêmes programmes, et en fonction des dosages des différents produits correspondants, il est possible de calculer l'écotoxicité des rejets. Le tableau ci-contre en donne les résultats.

On peut alors comparer ces résultats à des niveaux d'écotoxicité de rejets aqueux, générés par les produits lessiviels utilisés en blanchisserie industrielle (résultats du second tableau ci-contre issus d'une étude CTTN-GEIST-Agence de l'eau RMC). Il s'agit de deux programmes destinés à traiter des vêtements de travail (moyennement souillés). Parmi les produits lessiviels utilisés, seuls diffèrent ici les agents de blanchiment. Par programme, trois mesures avaient été effectuées. Les valeurs notées en rouge dans le tableau «Écotoxicité des rejets aqueux» (relatif

Écotoxicité des rejets aqueux		CE50 à 24h (%)	équitox/m ³ d'eau rejetée	équitox par programme et par produit
Programmes d'aqua nettoyage	Produits	Procédé 1		
Normal pour laine	Détergent	0,232	430	28
	Apprêt	0,343	291	19
Fragile pour laine	Détergent	0,215	466	28
	Apprêt	0,238	420	26
Fragile pour soie	Détergent	0,311	322	34
	Apprêt	0,413	242	26
Fibres mixtes (*)	Tout-en-un	0,542	185	13
Programmes d'aqua nettoyage	Produits	Procédé 2		
Programme 1	Apprêt de finition	0,5	200	19
	Agent protecteur	53	1,9	0,18
	Détergent	1,7	57	5,4
	Apprêt	1081	0,1	0,01
Programme 2	Apprêt de finition	0,63	160	15
	Agent protecteur	53	1,9	0,18
	Détergent	2,2	45	4,2
	Apprêt	1297	0,1	0,01
Programme 3	Apprêt de finition	0,54	187	18
	Agent protecteur	57	1,7	0,16
	Détergent	1,6	64	6
	Apprêt	432	0,2	0,02
Autre programme (*)	Apprêt de finition	0,47	213	20
	Agent protecteur	72	1,4	0,13
	Détergent	1,4	70	6,6
	Apprêt	998	0,1	0,01
Programmes d'aqua nettoyage	Produits	Procédé 3		
Normal	Détergent	0,223	448	24
	Apprêt	8,3	12	0,65
Délicat	Détergent	0,223	448	17
	Apprêt	11,6	8,6	0,33

(*) non utilisés pour l'étude des performances

Etude Mi - Blanchisserie industrielle						
	Eau de Javel			Acide peracétique en mélange aqueux stabilisé		
équitox/m ³	30	36	40	18	24	25
équitox/programme	10,8	12,7	14,3	6,4	8,4	9

aux trois procédés d'aquanettoyage étudiés) sont, pour la plupart, nettement supérieures à celles issues de procédés de blanchisserie industrielle. Il est vrai que les rejets d'aquanettoyage sont nettement plus concentrés en Mi (Matières inhibitrices : valeurs exprimées en Equitox/m³), dans cette approche.

Le paramètre Mi est souvent l'un de ceux pris en compte dans les règlements d'assainissement des communes et communautés urbaines. Il révèle la présence de substances toxiques pour les milieux aquatiques dans les rejets et ne pas être lié, ou uniquement lié, au pH des rejets, que celui-ci soit acide ou basique. On peut s'interroger aussi sur les substances en cause. Certaines d'entre-elles ne peuvent-elles pas persister dans le milieu, et présenter un impact écotoxique plus durablement qu'une solution acide ou alcaline (issue de rejets de blanchisserie), qui se neutralisera plus rapidement ?

PERFORMANCES DE PROCÉDÉS D'AQUANETTOYAGE AU 10^{ÈME} TRAITEMENT

Le dossier «Nettoyage à l'eau» paru dans le n°270 de la revue *e.t.n.* traite des performances de procédés d'aquanettoyage (procédés 1, 2 et 3, tels qu'ils ont été repérés, le 3^{ème} procédé étant une base de comparaison) et ce, pour trois traitements successifs subis par des lots d'articles textiles constitués de façon identique. Suite aux troisièmes traitements, les mêmes lots de vêtements ont été soumis à d'autres cycles de nettoyage successifs, dans les mêmes conditions, jusqu'aux dixièmes traitements. Les évaluations de la tenue des articles ont été effectuées ensuite, toujours de la même façon.

↳ Résultats de la stabilité dimensionnelle

STABILITE DIMENSIONNELLE (%)				
valeurs arrondies à 0,5% près				
Type de procédé	JUPE - TISSU 60% LAINE / 40% VISCOSE		JUPE - DOUBLURE 100% ACETATE	
	10ème traitement		10ème traitement	
	chaîne	trame	chaîne	trame
Procédé 1 (Aqua nettoyage)	-2,5	-1,5	-2,0	-3,0
Procédé 2 (Aqua nettoyage)	-1,5	0	-1,5	0,5
Procédé 3 (Aqua nettoyage)	-2,0	-0,5	-1,0	-2,0
Procédé 4 (Nett. à sec hydroc.)	-0,5	-0,5	-0,5	-0,5
	VESTE - TISSU 100% LAINE		VESTE - DOUBLURE 100% VISCOSE	
	10ème traitement		10ème traitement	
	chaîne	trame	chaîne	trame
Procédé 1 (Aqua nettoyage)	-1,0	-1,5	-2,5	-4,0
Procédé 2 (Aqua nettoyage)	0	-1,5	-3,0	-4,5
Procédé 3 (Aqua nettoyage)	-0,5	-0,5	-2,5	-3,0
Procédé 4 (Nett. à sec hydroc.)	0,0	-0,5	-0,5	-0,5
	PANTALON - TISSU 100% LAINE			
	10ème traitement			
	chaîne	trame		
Procédé 1 (Aqua nettoyage)	-1,0	-1,5		
Procédé 2 (Aqua nettoyage)	-0,5	-1,0		
Procédé 3 (Aqua nettoyage)	0	-1,0		
Procédé 4 (Nett. à sec hydroc.)	0,5	-1,0		
	MANTEAU BLANC FEMME - TISSU 100% LAINE		MANTEAU BLANC FEMME - DOUBLURE 100% POLYESTER	
	10ème traitement		10ème traitement	
	chaîne	trame	chaîne	trame
Procédé 1 (Aqua nettoyage)	-5,0	-3,0	reste stable	
Procédé 2 (Aqua nettoyage)	-3,0	-4,0		
Procédé 3 (Aqua nettoyage)	-5,5	-1,5		
Procédé 4 (Nett. à sec hydroc.)	-0,5	-0,5		
	MANTEAU SOMBRE HOMME - TISSU 100% LAINE		MANTEAU SOMBRE HOMME - DOUBLURE 100% POLYESTER	
	10ème traitement		10ème traitement	
	chaîne	trame	chaîne	trame
Procédé 1 (Aqua nettoyage)	-4,5	-2,0	reste stable	
Procédé 2 (Aqua nettoyage)	-3,5	-1,0		
Procédé 3 (Aqua nettoyage)	-3,5	-0,5		
Procédé 4 (Nett. à sec hydroc.)	-0,5	-0,5		
	CRAVATE - TISSU 100% SOIE		PULL - TRICOT 100% LAINE	
	10ème traitement		10ème traitement	
	chaîne	trame	longueur	largeur
Procédé 1 (Aqua nettoyage)	0,5	-14,0	1,0	-4,0
Procédé 2 (Aqua nettoyage)	1,0	-9,5	-4,0	-7,0
Procédé 3 (Aqua nettoyage)	3,0	-10,5	2,5	0
Procédé 4 (Nett. à sec hydroc.)	1,5	-2,5	-0,5	-3,0

➤ Evaluations de l'aspect des vêtements, après 10 traitements subis

Type de procédé			Procédé 1 (Aqua nettoyage)	Procédé 2 (Aqua nettoyage)	Procédé 3 (Aqua nettoyage)	Procédé 4 (Nett. à sec hydrocarbure)
Traitement			10	10	10	10
Article	Critères	Notations				
Jupe	appréciation visuelle globale	B : bon ; A : acceptable P : passable ; M : mauvais	M	P-M	P-M	A
	peluchage	Ech. de 1 à 5 ; 1 : fort ; ... ; 5 : aucun	1-2	2	2	1-2
	grignage		2-3	3	3	4-5
	fripage doublure		3	4	3	5
	fripage général		4	4-5	4-5	4-5
	fripage / froissage local		4	3-4	4	4-5
	modification des coloris		4	4	4-5	4-5
plis (jupe à plis)	Conservés, Atténués ou Effacés	A	A	A	C	
	Défauts particuliers	Les plis manquent de tenue	les plis manquent de tenue - zones de miroitement et d'écrasement dues au repassage	Les plis manquent de tenue - zones de miroitement et d'écrasement dues au repassage	Peluchage (plis bien marqués)	
Veste de costume	appréciation visuelle globale	B : bon ; A : acceptable P : passable ; M : mauvais	M	M	P-M	A
	peluchage	Ech. de 1 à 5 ; 1 : fort ; ... ; 5 : aucun	3-4	4	4	4-5
	grignage		1	2	2-3	3-4
	fripage doublure		3	4	3-4	4-5
	fripage général		4	4-5	4	4-5
	fripage / froissage local		3-4	4	4	4
	modification des coloris		4	4-5	4	4-5
	Défauts particuliers	doublure : glissement aux coutures et ouverture - grande déformation bas de veste - perte de tenue - tissu dégradé aux coutures	doublure : glissement aux coutures et ouverture - grande déformation bas de veste - perte de tenue - tissu dégradé aux coutures	bas de veste : aspect et tenue corrects - grignage coutures important	relief au plastron - grignage à certaines coutures	
Pantalon de costume	appréciation visuelle globale	B : bon ; A : acceptable P : passable ; M : mauvais	M	P	M	A
	peluchage	Ech. de 1 à 5 ; 1 : fort ; ... ; 5 : aucun	3-4	3-4	3-4	4-5
	grignage		1	2-3	2-3	4
	fripage général		3	4	4-5	4-5
	fripage / froissage local		2-3	3-4	4	4-5
	modification des coloris		2-3	2-3	2-3	4-5
			Défauts particuliers	état très dégradé ; début d'usure ; ouverture poche devant droit - tissu dégradé aux coutures - perte de tenue - déformation et grignage très importants	rentrés de coutures qui ressortent au repassage - faux-plis dus au repassage - début de dégradation du tissu aux coutures	perte de tenue - début de dégradation du tissu aux coutures
Manteau blanc femme	appréciation visuelle globale	B : bon ; A : acceptable P : passable ; M : mauvais	M	M	M	B
	peluchage	Ech. de 1 à 5 ; 1 : fort ; ... ; 5 : aucun	2	2-3	2	4
	grignage		3	4	2-3	4-5
	fripage doublure		5	5	5	5
	fripage général		4	4-5	4	5
	fripage / froissage local		4	4-5	4	5
	modification des coloris		4-5	4-5	4-5	4-5
	Défauts particuliers	la doublure dépasse - déformation bas - perte de tenue - boutons bien écaillés	un grignage, qui peut s'atténuer	la doublure dépasse - déformation bas moins que P1 et P2 - perte de tenue - boutons écaillés	boutons légèrement écaillés	
Manteau sombre homme	appréciation visuelle globale	B : bon ; A : acceptable P : passable ; M : mauvais	M	A	A	B
	peluchage	Ech. de 1 à 5 ; 1 : fort ; ... ; 5 : aucun	4	4-5	4-5	5
	peluchage col bord-côte		3	2-3	3	4
	grignage		2	3	4	5
	fripage doublure		5	5	5	5
	fripage général		4	4	5	5
	fripage / froissage local		4	4	5	5
modification des coloris	3-4	4-5	4	4		
	Défauts particuliers	enduction (*) : grignage important - glissière gondolée - perte de tenue et couleur - aspect et toucher du lainage modifiés	perte de tenue - grignage enduction plus important	grignage enduction - légère perte de douceur - glissière gondolée légèrement	enduction : pas de grignage	
Cravate	appréciation visuelle globale	B : bon ; A : acceptable P : passable ; M : mauvais	M	M	P	B
	fibrillation	Ech. de 1 à 5 ; 1 : fort ; ... ; 5 : aucun	3-4	3-4	4	5
	grignage		5	5	5	5
	fripage général		3-4	3-4	4-5	5
	vriillage (A : aucun ; L : léger ; F : fort)		F	F	F	A
	modification des coloris		2	2	4-5	4-5
			Défauts particuliers	vriillage - très déformée - modification coloris marquée car aspect grisé	pointe déformée - les points de coutures ressortent - toucher modifié - modification coloris marquée car aspect grisé	aplatie - vriillage - déformation en largeur et pointe - les points de coutures ressortent
Pull	appréciation visuelle globale	B : bon ; A : acceptable P : passable ; M : mauvais	M	M	M	A
	peluchage (*)	Ech. de 1 à 5 ; 1 : fort ; ... ; 5 : aucun	1-2	1	1	2
	grignage		4-5	4	4-5	5
	gaufrage général		3	1	3-4	4-5
	froissage des bords-côtes		2-3	1	2-3	5
	modification des coloris		4-5	4-5	4	4-5
			Défauts particuliers	gaufrage peu esthétique (même s'il tend à s'atténuer légèrement)	retrait bien visible - déformation et gaufrage importants, bords-côtes resserrés	gaufrage peu esthétique (il tend à s'accroître légèrement)

Stabilité dimensionnelle :

Comme dans la première partie de ce dossier, les articles textiles ont été soumis à des mesures de dimensions, pour en déterminer les variations éventuelles suite aux dixièmes traitements effectués. Le tableau correspondant ne mentionne que les valeurs moyennes des différences enregistrées sur les articles, après le dixième traitement et ce, pour chacun des procédés étudiés.

Si quelques valeurs de retrait évoluent dans le sens inverse de celles obtenues entre le 1^{er} et le 3^{ème} traitement, de par un phénomène de relâchement des tissus qui joue parfois favorablement, d'une façon générale, les retraits s'aggravent pour la plupart des articles. Sur ce critère de stabilité dimensionnelle, seuls la veste et le pantalon de costume restent assez stables. Le problème quant à cet ensemble réside dans la doublure de la veste qui, pour sa part, enregistre des modifications dimensionnelles importantes en aquanettoyage. Les manteaux évoluent de façon assez critique quant au retrait. La cravate et le pull sont le siège de déformations très marquées, voire excessives, la jupe se trouvant dans une situation intermédiaire. En nettoyage à sec (procédé 4, hydrocarbure), la majorité des articles restent très stables, exception faite de la cravate, qui évolue sensiblement en trame, et aussi le pull, en largeur.

Le retrait s'accompagne généralement d'un gonflement du tissu, qui s'opère progressivement au fil des traitements successifs. Le plus flagrant est celui de la jupe avec le procédé 1, qui atteint 17% (par rapport à l'épaisseur initiale du tissu) suite au 1^{er} traitement, et 37.5% suite au 10^{ème} traitement.

Aspect (multicritères) :

Même si sur quelques critères d'aspect, les articles ont aussi évolué en nettoyage à sec après 10 traitements, les évolutions les plus marquées et les plus nombreuses se manifestent après les 10 traitements réalisés en aquanettoyage. Certes, 10 traitements, c'est un chiffre relativement élevé pour certains clients, mais d'autres apportent au pressing des

costumes, des tailleurs, des blazers, ... de façon récurrente, et bien plus de trois fois de suite. C'est pourquoi ces mesures et évaluations faites suite à 10 traitements montrent l'évolution des articles au cours de nettoyages successifs, avec leurs effets cumulés. Ces effets sont nettement plus tenus suite à 10 traitements pratiqués en nettoyage à sec.

On note cependant quelques «rattra-pages» sur certains critères, en raison du repassage qui peut corriger certains défauts, comme le fripage en particulier, d'un traitement donné au suivant. En complément, le manteau blanc, en l'absence de salissures et de porter (comme pour chacun des articles utilisés), présente un grisage mesurable dès le 1^{er} traitement, qui devient plus mar-

qué après le 10^{ème} traitement. Cela avec le procédé 3. Concernant les autres procédés, le grisage reste très léger (procédé 1 et Hydrocarbure surtout).

Pour conclure la partie consacrée aux évaluations post-traitements, en référence aux tableaux d'évaluation qui précèdent et d'une façon générale, il est clair que la plupart des articles employés, traités en aquanettoyage selon les procédés 1, 2 et 3, ne sont plus portables et ce, sans équivoque après les 10 traitements qui ont été pratiqués. Un article fait exception, le manteau sombre homme qui, malgré quelques défauts, a conservé un aspect général correct, en ayant été traité avec deux des trois procédés d'aquanettoyage.



▲ **Nettoyage aux hydrocarbures après 10 traitements, repassage inclus**

▲ **Aqua nettoyage (exemple) après 10 traitements, repassage inclus**

(Pantalon : ne pas tenir compte de la marque du cintre utilisée avant photo, située au-dessus du genou)

📌 Ce second dossier sur le nettoyage à l'eau doit bien sûr être lu en ayant pris connaissance du premier dossier «Nettoyage à l'eau», paru dans la revue *e.t.n* n°270 de nov.-déc. 2015. Et les lecteurs d'*e.t.n* l'auront compris, il s'agit d'une étude «terrain», en particulier pour ce qui concerne les performances des procédés étudiés. Les procédés et programmes ont été mis en œuvre par les exploitants qui ont accepté très volontiers de contribuer à cette analyse. Ils l'ont fait selon des critères de choix et des consignes de traitement établies par leurs fournisseurs, au sujet desquels le CTTN n'est pas intervenu. Bien sûr, ce dernier a «poussé» les évaluations des performances pour qu'elles soient complètes, en employant des méthodes reconnues. Il a aussi effectué en parallèle un certain nombre de relevés et de mesures (débits, consommations, dosages, collecte d'informations, analyses complémentaires, notamment quant aux rejets, ...).

Une étude terrain présente, certes, des limites. Mais elle peut avoir le mérite de tenir compte des contraintes et impératifs de mise en œuvre de procédés, dans un contexte professionnel, contrairement à une étude de laboratoire. C'est le choix qui a été fait compte tenu des interrogations des professionnels sur les capacités de nouveaux procédés de nettoyage à l'eau, tels que ceux qui ont été étudiés. D'ailleurs, ceux-ci peuvent apparaître plus ou moins complexes pour l'exploitant, du point de vue des choix à effectuer en matière de programmes, en fonction de la nature des vêtements qui se présentent, et du point de vue de l'ordonnement de la production, face à une diversité certaine des articles à traiter, avec des conséquences possibles sur la productivité.