

Étude sur les produits de blanchiment employés en blanchisseries industrielles

L'opération du blanchiment reste une phase cruciale du lavage industriel, en particulier pour le linge hospitalier. En effet, il permet non seulement, comme son nom l'indique, de blanchir le linge mais également de répondre à des critères d'hygiène. Pour des résultats impeccables, les produits de blanchiment doivent être utilisés dans des conditions optimales de concentration, de température, de pH, ... sans que cela ne cause trop de dégâts aux tissus !

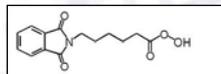
Plusieurs procédés de blanchiment existent en blanchisserie industrielle, le plus traditionnel faisant appel à l'eau de Javel (hypochlorite de sodium). Son utilisation est systématiquement suivie d'une neutralisation à l'hydrogénosulfite de sodium (ou bisulfite de sodium).

Un second procédé, très répandu, utilise de l'eau oxygénée (peroxyde d'hydrogène) durant la phase de lavage. Dans ce cas, les températures de lavages préconisées sont supérieures ou égales à 60°C afin d'optimiser l'effet de l'oxygène actif.

Un troisième et un quatrième produit connaissent de plus en plus de succès dans ce secteur d'activité : il s'agit de produits à base d'acide peracétique (température maximum d'utilisation conseillée : 70°C) pour l'un et à base d'acide phtalimidoperoxyhexanoïque (ou P.A.P.) pour l'autre (température maximum d'utilisation conseillée : 60°C). Tous deux permettent une économie non négligeable d'énergie.

Formules chimiques des agents de blanchiment employés en blanchisseries industrielles :

- eau de Javel ou hypochlorite de sodium : Na-O-Cl.
- eau oxygénée ou peroxyde d'hydrogène : H-O-O-H.
- acide peracétique : CH₃-COOOH.
- acide phtalimidoperoxyhexanoïque ou P.A.P. :



Le Département **Entretien des Textiles** du CTTN a donc entrepris une étude comparative entre ces quatre produits de blanchiment, sur les critères de détergence, de degré de blanc, d'usure du linge et de qualité des eaux de rejets. Par nécessité, les critères liés à la propreté hygiénique du linge n'ont pas été pris en compte ici.



Méthodologie

Des séries de lavages industriels adaptés à chaque produit de blanchiment ont été réalisées. Les performances de lavage ont été étudiées en deux parties. La première partie concerne l'emploi d'eau de Javel, d'eau oxygénée et d'acide peracétique à haute température. La seconde partie porte sur l'emploi de l'acide peracétique et du P.A.P., à basse température. Les performances de lavage sont contrôlées à partir de bandes multi salissures (salissures artificielles d'origine pigmentaire, protéinique et oxydable) et de bandes d'usures, incorporées à chaque série de lavages industriels.

De plus, des échantillons d'eau de rejet, composés des eaux usées prélevées à chaque phase du cycle et mélangées au prorata du volume de chaque bain, ont été remis à un laboratoire agréé pour les analyses chimiques et d'éco-toxicité des rejets.



Blanchiment en lavage industriel à haute température

Programmes de lavages industriels à haute température (charge : 13,4 kg de polyester/coton).

Quel que soit le produit de blanchiment testé, le programme de lavage est composé d'une phase de mouillage de 3 minutes, d'un palier de lavage, de rinçages de 3 minutes chacun et d'un essorage final de 5 minutes. Au dernier rinçage, l'alcalinité du linge est neutralisée avec de l'acide acétique. Tous les lavages sont effectués en eau douce avec une lessive poudre industrielle normalisée.

Procédé de blanchiment à l'eau de Javel : le palier de lavage est de 8 minutes, à 80°C. La javellisation s'effectue à 28°C à une concentration de 0,1 litre de chlore actif par litre de bain, et dure 3 minutes. Cette dernière est suivie d'une neutralisation au bisulfite de sodium.

Procédé de blanchiment à l'eau oxygénée : le palier de lavage est de 12 minutes, à 80°C. L'eau oxygénée est ajoutée 2 minutes après le début du palier, à une concentration de 0,1 litre d'oxygène actif par litre de bain (eau oxygénée à 130 volumes).

Procédé de blanchiment à l'acide pércacétique : le palier de lavage est de 12 minutes à 70°C. La solution d'acide pércacétique est ajoutée 2 minutes après le début du palier et le dosage est de 6 g/kg de linge sec.

À chaque lavage, des salissures sont ajoutées en quantités et natures identiques afin de simuler la salissure du linge.

Pour chacun de ces trois programmes, une série de 25 lavages industriels a été effectuée. La détergence a été évaluée sur les 3 premiers cycles de chaque série.

Résultats des séries de lavages industriels à haute température

■ Détergence sur salissures artificielles (fig. 1)

Concernant les salissures pigmentaires, on constate une meilleure efficacité de détergence pour le procédé de blanchiment à l'eau oxygénée. Les procédés de blanchiment à l'eau de Javel ou utilisant la solution à base d'acide pércacétique donnent des résultats assez proches. Il s'agit là d'une catégorie de salissures très sensible à l'action mécanique et à la température de lavage. En effet, la comparaison des procédés de blanchiment montre ici que la phase de lavage est portée à 70°C pour le blanchiment à l'acide pércacétique, et à 80°C pour les deux autres. De plus, la phase de lavage à 80°C est de durée plus longue dans le cas du blanchiment à l'eau oxygénée, par rapport au procédé de blanchiment à l'eau de Javel (respectivement 12 et 8 minutes).

Le blanchiment à l'eau de Javel semble aussi être moins efficace pour l'enlèvement de salissures telles que le vin. En revanche, il est plus efficace sur le café. Quant aux salissures protéiniques et oxydables soumises aux essais, les résultats restent similaires d'un produit de blanchiment testé à un autre. Toutefois, le procédé à l'eau oxygénée tend légèrement à offrir de meilleures performances.

Efficacité de détergence (valeurs moyennes)

Elimination des salissures (%)	Procédé de blanchiment par		
	Eau de Javel (80°C)	Eau oxygénée (80°C)	Solution à base d'acide pércacétique (70°C)
Pigmentaire	45	54	46
Protéinique	54	58	51
Oxydable	72	75	72

Fig. 1 – Efficacité de détergence obtenue par catégorie de salissures

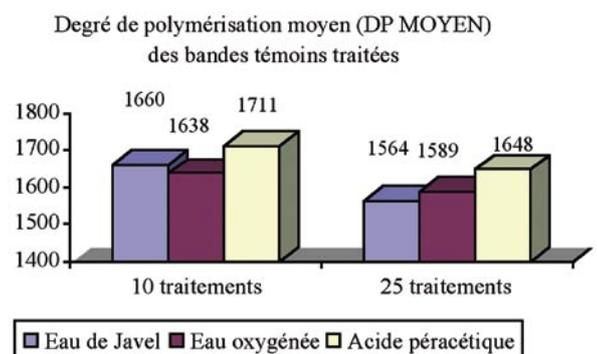
■ Analyse des bandes d'usure

Usures chimiques du linge (fig. 2)

À chaque lavage, il se produit une usure chimique sur le coton. L'utilisation de produits de blanchiment (agents oxydants) anticipe cette usure. Pour ne pas détériorer chimiquement le linge, il faut éviter les surdosages et bien respecter les recommandations d'utilisation (température, pH, ...) des produits lessiviels. Le degré de polymérisation des bandes d'usure est déterminé après 10 et 25 traitements industriels.

Fig. 2 – Usure chimique (degré de polymérisation moyen)

Degré de polymérisation (DP) de la bande d'usure non lavée : 1763.



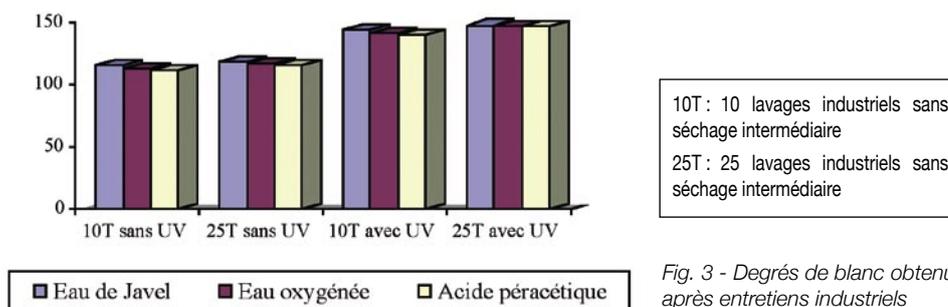


Fig. 3 - Degrés de blanc obtenus après entretiens industriels

Pour les dosages employés lors des essais, les lavages avec blanchiment à l'eau de Javel ont tendance à être chimiquement plus agressifs par rapport aux autres méthodes de blanchiment. Mais les résultats demeurent satisfaisants quel que soit le produit de blanchiment utilisé (DP > 1400).

Lavage après lavage, on relève une usure chimique moindre sur les bandes témoins traitées à la solution d'acide péracétique (température de lavage à 70°C, au lieu de 80°C pour les autres procédés de blanchiment).

Usures mécaniques du linge

En principe, ce test contre-vérifie les résultats d'usures chimiques. En effet, une bande chimiquement usée devrait présenter des résistances mécaniques affaiblies. Cependant, de telles valeurs de résistance se manifestent surtout lorsqu'un DP est inférieur à 800 (ce qui n'est pas le cas ici, considérant les DP obtenus, qui excèdent tous 1400).

Pour tous les agents de blanchiment, les pertes de résistances mécaniques des bandes d'usure sont faibles : inférieures à 25% après 25 entretiens industriels.

En parallèle, pour ces mêmes procédés, des bandes d'usure ont été soumises à un calandrage simulé avant analyses. Les DP et résistances mécaniques ainsi obtenus sont légèrement impactés, sans que les conclusions ci-dessus en soient modifiées.

Degré de blanc (fig. 3), grisage et jaunissement

Le degré de blanc est mesuré selon la norme ISO 4312. Le degré de blanc (valeur absolue, sans UV) est surtout le résultat de l'action du produit de blanchiment utilisé (eau de Javel, eau oxygénée ou acide peracétique), qui renforce, sur ce point, l'effet détergent dû à l'action mécanique, au produit lessiviel, à la température de lavage et à la durée du lavage.

Degré de blanc de la bande d'usure non lavée : 77,9 (valeur absolue).

Malgré les salissures apportées à chaque lavage industriel, le degré de blanc obtenu est très satisfaisant, quel que soit le produit de blanchiment utilisé. Parmi les trois produits de blanchiment testés, le degré de blanc ne traduit aucune différence significative.

L'usage des ultra-violetts permet de tenir compte de l'effet des azurants optiques (contenus dans les lessives azurées) qui renforce la blancheur apparente des échantillons textiles. On note également qu'au fil des 25 lavages, avec ou sans séchage intermédiaire, le degré de blanc reste stable. De plus, à partir des valeurs de réflectance, un

calcul du grisage et du jaunissement des textiles est effectué : les résultats qui en découlent sont satisfaisants, quel que soit le produit de blanchiment testé.

Taux de cendres

Un taux de cendres élevé est dû à la présence sur le textile d'incrustations minérales. Celle-ci peut être due, en grande partie, à une eau calcaire. Pour éviter ce phénomène, on utilise en blanchisserie de l'eau douce.

Taux de cendres obtenus dans le cadre des essais réalisés : entre 0,05 % et 0,15 % (nettement inférieurs à 1 %). Ces résultats permettent de considérer qu'aucune incrustation minérale ne s'opère dans le textile après 25 traitements industriels, quel que soit le procédé de blanchiment mis en œuvre.

■ Analyse des rejets d'eau usée

Des mélanges de prélèvements effectués aux différentes phases du cycle de lavage, ont été constitués au prorata du volume d'eau consommé par chacune d'elles. Le point de prélèvement se trouve au point de vidange. Ces mélanges, ou rejets moyens, sont représentatifs de ce que rejette le cycle de lavage réalisé.

En plus du test qui permet de déterminer l'inhibition de la mobilité de *Daphnia magna* (test des daphnies), des analyses physicochimiques sont réalisées sur ces mêmes mélanges constitués, telles que la mesure de pH (potentiel Hydrogène) à température ambiante, la demande biochimique en oxygène (DBO), la demande chimique en oxygène (DCO), les matières en suspension totales (MEST), l'indice de l'azote Kjeldahl (NK_Azote organique et azote ammoniacal) et l'indice de phosphore total (PT_Phosphore organique et Phosphore minéral).

Analyses physicochimiques (fig. 4)

Produit de blanchiment testé	pH	MEST (g/kg)	DCO (g/kgO ₂)	DBO5 (g/kgO ₂)	Azote Kjeldahl (g/kg N)	Phosphore total (g/kg P)
Eau de Javel	10,36	3,5	24,2	11,1	0,4	0,1
Eau oxygénée	10,32	4,1	28,4	13,1	0,3	0,1
Acide péracétique	10,38	4,0	27,0	10,8	0,3	0,1

Fig. 4 - Résultats des analyses physicochimiques (exprimés en g/kg de linge, excepté pour le pH)

D'un produit de blanchiment à un autre, on ne relève pas ici de réelles différences entre les quantités d'éléments polluants rejetés.

Tests de daphnies (fig. 5)

Il s'agit de mesurer l'écotoxicité des rejets, soit leur impact potentiel sur les organismes vivants dans le milieu aquatique : toxicité aigüe ou teneur en matières inhibitrices (MI), exprimée en Équitox/m³. La détermination de la toxicité aigüe à partir des matières inhibitrices est effectuée à partir d'un échantillon prélevé selon la norme NF EN ISO 6341 : «**Détermination de l'inhibition de la mobilité de Daphnia magna Strauss (Cladocera crustacea) - essai de toxicité aigüe**».

L'indice de **CE 50 - 24h** (Concentration Effective 50 % en 24 heures) est ainsi établi. Il traduit la concentration de polluants à laquelle 50 % des Daphnia magna Strauss (micro crustacés en stade néonate) sera inhibée en 24 heures. De cette concentration, on déduit la toxicité aigüe de l'effluent, c'est-à-dire la teneur en Équitox/m³ calculée avec la formule suivante :

$$\text{Teneur en Équitox/ m}^3 = 100/[\text{CE}(50) - 24\text{h}]$$

On obtient les résultats suivants :

Mesure de la toxicité aigüe (valeurs moyennes)	Procédé de blanchiment par		
	Eau de Javel	Eau oxygénée	Acide peracétique
CE 50 - 24h (%)	0,78	0,99	0,95
Teneur en Équitox/m ³	129	101	105

Fig. 5 - Toxicité aigüe des différents procédés de blanchiment

Les indices de CE(50) - 24 h sont généralement inférieurs à 1 %, ce qui signifie que les rejets moyens analysés, d'un produit de blanchiment à un autre, sont très écotoxiques.

■ Conclusion 1

Les séries de lavages industriels à haute température effectuées avec les différents produits de blanchiment et procédés de lavage respectifs donnent des résultats très proches quant à l'usure chimique et mécanique, le degré de blancheur et l'écotoxicité des rejets. À savoir que les résultats d'usure et de blancheur sont satisfaisants d'un produit de blanchiment testé à un autre. Cependant, les résultats d'analyses des rejets révèlent une écotoxicité relativement marquée et ce, quel que soit le procédé de lavage effectué. Quant aux résultats de détergence, le procédé à l'eau oxygénée offre de meilleures performances sur les salissures pigmentaires. Cette catégorie de salissures est toutefois très sensible à l'action mécanique et à la température de lavage. Or, le procédé à l'eau oxygénée illustre parfaitement ce cas puisque le palier de lavage à 80°C dure 12 minutes, tandis que le procédé à l'eau de Javel se caractérise par un palier à 80°C, de 8 minutes seulement, et le procédé à base d'acide peracétique, par un palier à 70°C, de 8 minutes également. Cependant, de façon globale, on ne relève pas de réelles différences de performances entre les produits de blanchiment testés, dans les conditions de lavage employées.

Blanchiment en lavage industriel à basse température

Programmes de lavage industriel à basse température (charge : 13,4 kg de polyester/coton)

Opération	Blanchiment à l'acide peracétique	Blanchiment au P.A.P.
Lavage - niveau bas	40°C 4 g de mouillant + 8 g de détergent liquide enzymatique 3min	40°C 4 g de mouillant + 8 g de détergent liquide enzymatique 3 min
	40°C 8 g d'acide péracétique 12 min	40°C 8 g de P.A.P. 12 min
Rinçage 1 - niveau haut	Eau à température ambiante - 3 min	Eau à température ambiante - 3 min
Rinçage 2 - niveau haut	Eau à température ambiante - 3 min	Eau à température ambiante - 3 min
Essorage final (917 tr/min)	5 min	5 min

Notes : lavages industriels réalisés en eau douce ; dosages des produits lessiviels exprimés par kilogramme de linge sec.

À chaque lavage, des salissures sont ajoutées en quantités et natures identiques afin de simuler la salissure du linge.

Deux séries de 25 lavages industriels sont effectuées (une série par produit de blanchiment). La détergence a été évaluée sur les 3 premiers cycles de chaque série.

Résultats des séries de lavages industriels à basse température (40°C)

■ Détergence sur salissures artificielles (fig. 6)



Les résultats de détergence révèlent de meilleures performances pour le produit à base de P.A.P., particulièrement pour les salissures protéiniques et oxydables. Les résultats obtenus pour les salissures pigmentaires restent assez proches d'un produit de blanchiment à un autre.

Efficacité de détergence à basse température		
Élimination en % (valeurs moyennes)	Procédé de blanchiment par	
	acide peracétique	P.A.P.
Salissures pigmentaires	29	33
Salissures protéiniques	27	40
Salissures oxydables	38	64

Fig. 6 – Efficacité de détergence obtenue par catégorie de salissures

■ Analyses des bandes d'usures postérieures aux séries de 25 lavages industriels sans séchage intermédiaire (fig. 7)

Blanchiment	Usure chimique (DP)	Résistance dynamométrique à sec (daN)	Résistance dynamométrique au mouillé (daN)	Degré de blanc sans UV	Degré de blanc avec UV	Taux de cendres (%)
Acide peracétique	1 636	80,4	82,7	101,6	122,2	0,13
P.A.P.	1 643	82,2	84,5	103,1	126,0	0,13

Fig. 7 - Résultats d'analyses réalisées sur les bandes d'usure après 25 lavages industriels

Caractéristiques de la bande d'usure non lavée :

- DP (degré de polymérisation) : 1 661
- résistance dynamométrique à sec : 87,3 daN
- résistance dynamométrique au mouillé : 95,6 daN
- degré de blanc (valeur absolue) : 80,4

Les séries de lavages industriels à basse température donnent des résultats satisfaisants quant à l'usure du linge et au degré de blanc. Les résultats sont similaires pour les deux produits de blanchiment testés à basse température.

■ Analyse des rejets moyens

Analyses physicochimiques de base (fig. 8)

Produit de blanchiment testé	pH	MEST (g/kg)	DCO (g/kg O ₂)	DBO5 (g/kg O ₂)	Azote Kjeldahl (g/kg N)	Phosphore total (g/kg P)
Acide peracétique	7,40	3,2	25,4	10,9	0,2	0,6
P.A.P.	7,23	3,7	26,9	10,7	0,3	0,7

Fig. 8 - Résultats des analyses physicochimiques (exprimés en g/kg de linge, excepté pour le pH)

On ne relève pas ici de réelles différences entre les quantités d'éléments polluants rejetés.

Test de daphnies (fig. 9)

Mesure de la toxicité aigüe (valeurs moyennes)	Procédé de blanchiment par	
	Acide peracétique	P.A.P.
CE 50 - 24 h (%)	0,43	0,28
Teneur en Équitox/m ³	233	357

Fig. 9 - Toxicité aigüe des différents procédés de blanchiment

Les indices de CE(50) - 24 h sont très inférieurs à 1%. Les rejets moyens analysés sont très écotoxiques pour les lavages industriels réalisés avec les deux modes de blanchiment comparés. Il faut toutefois noter que la lessive utilisée ici est différente de celle employée pour la première partie.

■ Conclusion 2

En changeant uniquement de produit de blanchiment dans le programme de lavage (mêmes dosages), aucune réelle différence ne se manifeste quant à l'usure du linge entre les deux produits de blanchiment testés à basse température (40°C). En revanche, le produit de blanchiment à base de P.A.P. offre une meilleure efficacité pour l'élimination des salissures testées.

Conclusion générale

Il est certain que d'un produit de blanchiment à un autre, les procédés de lavage diffèrent en fonction des exigences ou recommandations attachées aux produits en présence : temps de contact du linge avec les produits chimiques, temps d'agitations, températures de lavage, volumes d'eau, etc.

Néanmoins, cette étude a le mérite d'illustrer les performances offertes par les principaux produits de blanchiment employés (eau de Javel, eau oxygénée et solution à base d'acide peracétique ou de P.A.P.), en lavage industriel, à haute ou basse température, selon le cas :

- les salissures d'origine pigmentaire, protéinique et oxydable s'éliminent mieux à chaud ;
- à basse température (40°C), le produit de blanchiment à base de P.A.P. donne de meilleures performances de détergence par rapport au produit de blanchiment à base d'acide peracétique, notamment pour les salissures oxydables ;
- quel que soit le procédé de lavage effectué (température de lavage ou produit de blanchiment testé), après 25 traitements industriels, l'analyse des bandes d'usure donnent des résultats satisfaisants.

Il appartient donc aux blanchisseurs d'effectuer leur choix, en tenant compte également de critères économiques.



Institut de Recherche sur l'Entretien et le Nettoyage

Avenue Guy de Collongue - B.P. 41 - 69131 ECULLY Cedex

Tél. 04 78 33 08 61 - Fax 04 78 43 34 12

E.mail : secretariat@cttn-iren.fr - Site internet : www.cttn-iren.fr