

LESSIVES SANS PHOSPHATE

Le décret n° 2007-491 du 29 mars 2007 (JORF du 31 mars 2007) stipule que « la mise sur le marché de détergents contenant des phosphates et destinés au lavage du linge par les ménages est interdite (...) ». Une lessive à forte teneur en phosphates contribue à l'eutrophisation des eaux naturelles. Pour ces raisons, des progrès significatifs ont été réalisés par les lessiviers. D'après le Ministère en charge de l'environnement, une diminution significative de la charge en phosphore à traiter en station d'épuration doit en résulter (au moins 20%). Toutefois, cette règle ne vise pas actuellement les détergents industriels. Il n'empêche que les lessiviers proposent largement des lessives industrielles sans phosphate, utilisables par les blanchisseries industrielles ou de collectivité. Il est vrai que ces établissements doivent observer les critères d'une convention de rejets. De plus, nombreux sont ceux soumis aux règles de l'Arrêté du 2 février 1998. Le paramètre « Phosphore total » en particulier doit donc être pris en compte pour respecter les limites fixées.

■ RÔLE DES PHOSPHATES ET DE LEURS SUBSTITUTS (d'après l'ouvrage de Ho Tan Tai)

Propriétés physiques des TPP : Les «phosphates» les plus connus, agents complexants (tripolyphosphate de sodium, appelé le triphosphate), les TPP, se trouvent sous forme de poudre blanche, de densité et granulométrie variables. Ils contiennent en proportions variables de l'orthophosphate et du pyrophosphate. On peut les trouver sous forme anhydre, partiellement hydratés ou encore pleinement hydratés, avec six molécules d'eau.

Rôle des phosphates dans les produits lessiviels : Les phosphates jouent un rôle prépondérant dans les produits de lavage, notamment en tant qu'agents complexant, ou séquestrant. Un agent complexant est un réactif chimique qui forme un complexe soluble dans l'eau, avec les ions calcium et magnésium et aussi des ions métalliques. C'est pour cette raison que les phosphates sont présents dans les produits de lavage : ils évitent notamment la redéposition des sels minéraux sur le textile et améliorent ainsi la blancheur.

Les phosphates sont principalement considérés comme agents anticalcaires. En anglais, les TPP sont d'ailleurs appelés «builders» comme tout autre agent anticalcaire. Les TPP jouent un rôle primordial dans les performances de lavage des lessives, et celles-ci sont nettement diminuées en leur absence : en effet, sans substitut efficace, les fonctions importantes que sont la formation de complexes solubles, la réserve d'alcalinité, l'anti-redéposition, ne sont plus assurées.

Les substituts du phosphore : Les TPP assurant plusieurs fonctions, plusieurs agents de substitution sont nécessaires. Les plus répandus, notamment employés dans les lessives domestiques, sont les suivants :

Échangeurs d'ions : Le principal séquestrant qui remplace le phosphate dans une lessive domestique est la **zéolite 4A** dont la nomenclature exacte est le silico-aluminate, de formule chimique suivante : $\text{Na}_{12}(\text{AlO}_2)(\text{SiO}_2)_{12} \cdot 27\text{H}_2\text{O}$. Les ions Na^+ sont échangés avec les ions Ca^{2+} et Mg^{2+} de l'eau de ville. Mais la zéolite reste insoluble et au fur et à mesure qu'elle s'accumule, elle augmente la quantité de résidus à traiter dans les stations d'épuration d'eau.

Il existe aussi les **silicates**, insolubles pendant le lavage (pH alcalin), mais qui deviennent solubles en fin de cycle (rinçage), lorsque le pH est proche de la neutralité. Elles deviennent alors instables, libèrent les ions métalliques et se dissolvent dans les effluents.

Mais puisque les TPP possèdent de multiples rôles dans une lessive. La substitution des TPP par des zéolites ou silicates seules, n'est pas suffisante. Il faut compléter la lessive par d'autres composés tels qu'un stabilisateur pour agents de blanchiment (peracides, activateurs à base d'eau oxygénée ou produits chlorés), un composant permettant une réserve d'alcalinité, etc.

Complexants : principaux complexants autres que les TPP

- NTA (nitrilotriacétique),
- EDTA (éthylènediamine tétra-acétique),
- MGDA (Methyl Glycine Diacetic Acid),
- acide citrique et acide tartrique,
- EDTMP (acide éthylènediaminotétraméthylènenephosphonique),

Les aminocarboxylates (NTA, EDTA et MGDA) sont de bons complexants pour les ions calcaires. Le NTA et le MGDA se dégradent mieux que l'EDTA.

Les hydrocarboxylates (acide citrique, acide tartrique, etc.) ne posent pas de problème de biodégradation mais leur pouvoir de complexation est moindre.

Les phosphonates (EDTMP) sont peu biodégradables. Ils sont donc utilisés en faible quantité. Leur pouvoir complexant est semblable à celui des aminocarboxylates.

Ces complexants ont également pour rôle de stabiliser l'action du blanchiment : ils empêchent les métaux lourds de se fixer sur le linge.

Agents alcalins : L'alcalinité du bain de lavage est essentielle pour le pouvoir détergent. L'absence de phosphate est donc compensée en introduisant des agents alcalins tels que du **carbonate de sodium**, du **perborate de sodium**, seul ou en association avec du **TAED**, des **silicates** ou encore du **bicarbonat de sodium**.

■ COMPARAISON DES PERFORMANCES DE LAVAGE OFFERTES PAR UNE LESSIVE INDUSTRIELLE PHOSPHATÉE ET UNE LESSIVE INDUSTRIELLE NON PHOSPHATÉE

Deux lessives industrielles provenant du même fournisseur sont soumises aux tests. L'une d'entre elles contient du phosphate, l'autre pas.

Process de lavage industriel utilisé :

Prélavage : 5 min à 35°C - niveau bas (45 l) - quantité de lessive : 7 g/kg de linge.

Lavage : 8 min à 75°C - niveau bas (45 l) - quantité de lessive : 7 g/kg de linge.

Rinçage 1 : 3 min - niveau haut (80 l).

Rinçage 2 : 3 min - niveau haut (80 l) - neutralisation à l'acide acétique 40 % : 2 ml/kg de linge.

Rinçage 3 : 3 min - niveau haut (80 l).

Essorage final : 5 min à 900 tr/min.

La charge textile est constituée de 13,4 kg de draps en polyester/coton, blancs. Le taux de chargement est des deux-tiers de la capacité machine. Une charge de salissures normalisées sous forme de «ballast» est ajoutée, proportionnellement à la quantité de linge à traiter.

Effet de la qualité de l'eau : la qualité de l'eau de lavage est l'un des paramètres importants vis-à-vis du pouvoir séquestrant

ou complexant de la lessive. La plupart des blanchisseries industrielles sont équipées d'un adoucisseur d'eau leur permettant ainsi de travailler avec de l'eau adoucie, contrairement aux petites blanchisseries et pressings qui, eux, traitent généralement les articles lavables à l'eau de ville.

Chaque lessive industrielle est donc testée avec deux qualités d'eau différentes : eau douce (entre 0 et 1,8^of) et eau de ville (20-22^of). A chaque lavage, des bandes multi salissures (artificielles) sont incorporées à la charge. Les résultats de détergence sont tirés de celles-ci.

Des analyses d'eau de rejet sont réalisées, sur des rejets moyens¹, notamment le test des daphnies et des analyses physicochimiques (pH, la DBO, la DCO, l'indice hydrocarbures, le MEST, l'indice de l'azote Kjeldahl et l'indice de Phosphore total).

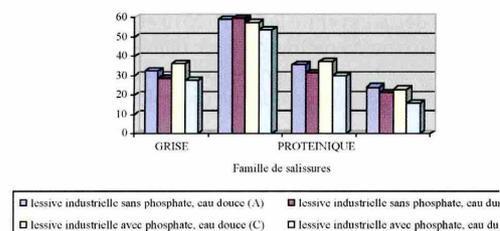
Les bandes multi salissures artificielles : elles regroupent essentiellement quatre familles de salissures :

- **salissures grises ou pigmentaires** (sensibles à l'action mécanique, à l'alcalinité)
- **salissures grasses** (sensibles à plusieurs facteurs, dont l'alcalinité, les tensioactifs)
- **salissures protéiniques** (sensibles aux enzymes protéolytiques)
- **salissures oxydables** (sensibles au blanchiment chimique)

Les résultats : valeurs moyennes obtenues à partir de trois lavages effectués dans des conditions identiques.

Elimination de salissures (%)		sans phosphate / eau douce	sans phosphate / eau de ville	avec phosphate / eau douce	avec phosphate / eau de ville
Salissures grises	moyenne	32,4	28,7	36,3	27,6
	écart-type	9,2	9,4	11,3	8,4
Salissures grasses	moyenne	58,9	59,5	57,5	53,7
	écart-type	8,4	4,7	11,5	8,4
Salissures protéiniques	moyenne	35,5	31,2	37,4	29,8
	écart-type	27,4	28,2	25,3	29,3
Salissures oxydables	moyenne	24,1	21,2	23,0	15,8
	écart-type	18,7	14,3	21,9	16,4

Résultats de détergence obtenus par famille de salissures



Commentaires :

- la nécessité de travailler en eau douce est confirmée ;
- les salissures grises et protéiniques s'éliminent légèrement mieux avec de la lessive phosphatée ;
- en eau de ville, les performances de détergence se révèlent meilleures sur les salissures grasses et oxydables lorsque la lessive industrielle sans phosphate est utilisée ;
- en eau douce, les deux lessives testées éliminent les salissures grasses ou oxydables de la même façon.

Résultats des analyses chimiques

Les résultats obtenus en ce qui concerne le pH, les MEST, la DCO, la DBO₅, l'indice hydrocarbure et l'azote Kjeldahl sont équivalents, quelles que soient la lessive industrielle ou la qualité d'eau employées. Par contre, les résultats d'analyse concernant le Phosphore total montrent une nette différence, favorable à la lessive sans phosphate.

En considérant une blanchisserie qui traite 5 tonnes de linge par jour, à raison de 250 jours ouvrés par an, son rejet en phosphore total annuel se chiffrerait à 60 kg par an dans le cas de lessives sans phosphate, et à 745 kg par an dans le cas de lessives phosphatées (seuil de mise en recouvrement concernant les rejets de phosphore : < 220 kg par an).²

Le test des daphnies permet de mesurer l'écotoxicité des rejets (impact sur le milieu aquatique ; matières inhibitrices - MI-, exprimée en équitox/m³). Deux analyses ont été effectuées pour chaque type de lessive :

Mesure de la toxicité aigüe	Conditions de lavage industriel (LI : lessive industrielle)			
	LI sans phosphate		LI avec phosphate	
	eau douce	eau de ville	eau douce	eau de ville
CE 50 - 24h (%) ³	> 90	> 90	env. 45	env. 80
Teneur en équitox/m ³	< 1	< 1	2 à 3	env.1

Dans les conditions d'essais ci-dessus, l'utilisation de lessives industrielles sans phosphate a moins d'impact, en terme d'écotoxicité.

En considérant une blanchisserie qui traite 5 tonnes de linge par jour, à raison de 250 jours ouvrés par an, la toxicité annuelle se chiffre à 30 kiloéquitox au maximum par an dans le cas d'une lessive sans phosphate et oscille entre 30 et 90 kiloéquitox par an dans le cas d'une lessive phosphatée (seuil de mise en recouvrement concernant la toxicité aigüe : < 50 kiloéquitox par an).²

Usures et incrustations minérales : La fiche technique de la lessive industrielle sans phosphate recommande l'utilisation d'une eau n'excédant pas 15^of. Une série de 25 lavages industriels est réalisée avec une eau à 12^of et ce, pour chacune des deux lessives comparées.

Résultats - Analyses des bandes d'usures après les séries de 25 lavages

Lessive industrielle	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 (%)
sans phosphate	1645	75.0	78.6	97.8	122.1	0.55
	1619	76.2	78.4	98.6	123.0	0.49
avec phosphate	1555	69.9	80.5	102.8	127.5	1.72
	1626	72.6	79.0	102.4	127.5	1.60

Commentaires :

- les résistances dynamométriques (à sec ou au mouillé) demeurent très satisfaisantes après une série de 25 lavages industriels, quelle que soit la lessive industrielle utilisée ;
- pour le degré de blanc et l'incrustation minérale, une différence est observée entre l'utilisation d'une lessive industrielle phosphatée et l'utilisation d'une lessive industrielle sans phosphate ; le degré de blanc apparaît légèrement meilleur pour la lessive industrielle phosphatée. Par contre, les bandes d'usures correspondantes sont plus chargées en sels minéraux.
- les résultats de grisage et de jaunissement montrent en effet que les bandes d'usures lavées avec la lessive industrielle sans phosphate sont légèrement grisées, ce qui confirme la différence de degré de blanc observée ci-dessus.

Pour terminer, il faut tout d'abord souligner que les résultats de cette étude se fondent sur des conditions d'essais particulières, en laveur-essoreuse industrielle, ainsi que sur deux produits lessiviers provenant du même fournisseur. Cependant, il est bien évident que leurs formulations diffèrent, en particulier pour les raisons évoquées plus haut (phosphates et substitués). Dans ce contexte, la lessive industrielle sans phosphate présente certes, des points positifs, mais aussi quelques points négatifs, par rapport à la lessive industrielle phosphatée. Le passage de produits de lavage industriels phosphatés à des produits sans phosphate ne s'effectue donc pas sans se poser certaines questions. Mais, en général, les performances de lavage, en eau adoucie, sont satisfaisantes, comparativement.